



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

**DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL PARAÍSO  
Y ESCUELA PARA PÁRVULOS DE LA ALDEA CIUDAD PEDRO DE  
ALVARADO, DEL MUNICIPIO DE MOYUTA,  
DEPARTAMENTO DE JUTIAPA.**

**CHRISTIAN EMILIO TEJEDA REYES**  
**Asesorado por: Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2005**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



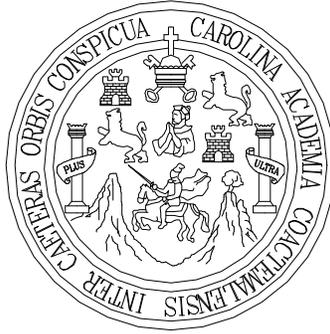
**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David García Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL PARAÍSO  
Y ESCUELA PARA PÁRVULOS DE LA ALDEA CIUDAD PEDRO DE  
ALVARADO, DEL MUNICIPIO DE MOYUTA,  
DEPARTAMENTO DE JUTIAPA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**CHRISTIAN EMILIO TEJEDA REYES**

ASESORADO POR ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA  
AL CONFERIRSE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2005

## **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 DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL PARAÍSO Y  
ESCUELA PARA PÁRVULOS DE LA ALDEA CIUDAD PEDRO DE  
ALVARADO, DEL MUNICIPIO DE MOYUTA,  
DEPARTAMENTO DE JUTIAPA,**

tema que me fue asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 4 de marzo de 2005

Christian Emilio Tejeda Reyes

## **A G R A D E C I M I E N T O**

A:

- Dios, ser supremo que me dio la vida, me guió y me fortaleció, me brindó su compañía y bendiciones para obtener este triunfo.
- Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga, por la desinteresada colaboración que me brindó, con su apoyo y asesoría para el desarrollo del presente trabajo.
- La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, por formar mejores profesionales cada día.
- Los habitantes de las comunidades El Paraíso y Ciudad Pedro de Alvarado, por su colaboración y su gran deseo de superación.
- Todos mis amigos y personas que de una u otra forma contribuyeron en el desarrollo del presente trabajo, por sus consejos, apoyo y ayuda incondicional que me brindaron.

A todos en general

**DIOS LOS BENDIGA**

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **MIS PADRES:**

Emilio Tejeda Valenzuela.  
Nereyda Aracely Reyes Cifuentes de Tejeda.  
Por su interminable esfuerzo, apoyo, ayuda y  
ejemplo de triunfadores en esta vida.

### **MIS HERMANAS:**

Cinthia Aracely Tejeda Reyes.  
Zoila Gabriela Tejeda Reyes.  
Para que esta etapa de mi vida sea un ejemplo  
para ellas y luchen hasta conseguir sus metas.

### **MIS ABUELOS:**

Jesús Valenzuela Morales (Q.E.P.D.).  
Isabel Tejeda Argueta (Q.E.P.D.).  
Zoila Piedad Reyes Cifuentes (Q.E.P.D.).  
Genaro Rivera.  
Gracias por sus sabios consejos.

### **MIS TÍ OS Y PRIMOS:**

Familia Tejeda Valenzuela.  
Familia Reyes Cifuentes.  
Con mucho cariño y respeto.

**EL MUNICIPIO DE MOYUTA, DEPARTAMENTO JUTIAPA, GUATEMALA.**

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>GLOSARIO</b>	VII
<b>RESUMEN</b>	XI
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XIII
<b>OBJETIVOS</b>	XV
<b>1.- Monografía de las comunidades Aldea El Paraíso y Ciudad Pedro de Alvarado</b>	<b>01</b>
1.1 Aspectos físicos	01
1.1.1 Localización	01
1.1.2 Clima	01
1.1.3 Actividades productivas	01
1.1.4 División político-administrativa	02
1.1.5 Ubicación y forma del lugar	03
1.1.6 Recursos hídricos y naturales disponibles	03
1.1.7 Religión y costumbres	03
1.1.8 Índices de mortalidad y morbilidad	04
1.2 Aspectos de infraestructura	04
1.2.1 Servicios existentes	04
1.2.2 Rutas de acceso	05
1.2.3 Organización de la comunidad	05
<b>2.- Diseño del sistema de agua potable, Aldea El Paraíso</b>	<b>07</b>
2.1 Información para el proyecto	07
2.2 Descripción general del proyecto	08
2.2.1 Aforo de la fuente existente	09
2.2.2 Calidad del agua de la fuente en estudio	09
2.2.3 Número de habitantes	10
2.2.4 Tasa de crecimiento	11

2.2.5 Número y tipo de conexiones a utilizar	11
2.3 Levantamiento topográfico	11
2.4 Criterios básicos para el diseño	11
2.4.1 Período de diseño del proyecto	11
2.4.2 Población futura o de diseño	12
2.4.3 Dotación para el servicio	12
2.4.4 Caudal medio de diseño	13
2.4.5 Factor hora máxima	13
2.4.6 Caudal hora máxima	13
2.4.7 Cálculo de la potencia de la bomba	14
2.5 Tanque de distribución	21
2.5.1 Volumen de almacenamiento	21
2.5.2 Diseño del tanque de distribución	22
2.6 Diseño de la red de distribución del sistema	50
2.7 Detalles generales	54
2.7.1 Pasos elevados sostenidos sobre puentes	54
2.8 Desinfección del sistema	54
2.8.1 Propósito de la desinfección	54
2.8.2 Hipoclorador	54
2.8.3 Dosis para la demanda de cloro	55
2.9 Análisis de costos	57
2.10 Gastos de operación, mantenimiento y tarifa	63
2.11 Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema	64
2.12 Impacto ambiental del proyecto	66
2.12.1 Información general	66
2.12.2 Influencia del proyecto	66
2.12.3 Control ambiental	67
2.12.4 Plan de mitigación de daños al ambiente	68

<b>3.- Diseño de escuela para párvulos, en la Aldea Ciudad Pedro de Alvarado</b>	<b>69</b>
3.1 Información para el proyecto	69
3.2 Descripción general del proyecto	70
3.3 Espacios educativos	71
3.3.1 Aula teórica	72
3.3.2 Dirección	77
3.3.3 Cocina y bodega	79
3.3.4 Servicios sanitarios	82
3.4 Materiales de construcción	85
3.5 Aspectos visuales	86
3.5.1 Muros	86
3.5.2 Pisos	87
3.5.3 Techos	87
3.5.4 Puertas	87
3.5.5 Ventanas	88
3.6 Sistema constructivo, análisis y diseño estructural	88
3.6.1 Distribución del área de los ambientes	89
3.6.2 Diseño de techos y cubiertas	91
3.6.3 Diseño de vigas principales	93
3.6.4 Diseño de columnas	96
3.6.5 Diseño de muros y soleras	97
3.6.6 Diseño del cimiento	101
3.6.7 Instalaciones generales	106
3.6.8 Pisos	106
3.6.9 Acabados	106
3.7 Análisis de costos	108

<b>CONCLUSIONES</b>	109
<b>RECOMENDACIONES</b>	111
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	113
<b>ANEXOS</b>	115

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1. Mapa de localización y ubicación	02
2. Detalles de la línea de succión de una bomba	18
3. Dimensión del tanque de distribución	26
4. Ángulo de inclinación de las columnas	30
5. Fuerza de sismo 1	31
6. Fuerza de sismo 2	31
7. Diagramas de cargas finales	32
8. Longitud de columnas	33
9. Tensores del tanque	35
10. Sección de la placa base entre pedestal y columna	40
11. Gráfica del clorinador PPG 3015	55
12. Dimensión de zapatas	103
13. Chequeo a corte simple	104
14. Chequeo a corte punzonante	104

## T A B L A S

I. Población en general	10
II. Población por edades	10
III. Peralte de zapata 1	47
IV. Peralte de zapata 2	48
V. Presupuesto desglosado por renglones	57
VI. Presupuesto de materiales tanque elevado	59
VII. Presupuesto de mano de obra tanque elevado	60
VIII. Presupuesto de la caja dosificadora de cloro	61
IX. Presupuesto bomba sumergible	62
X. Gastos de operación y mantenimiento	63
XI. Capacidad de alumnos por aula teórica	73
XII. Área por alumno en aula teórica	73
XIII. Superficie por nivel educativo	74
XIV. Calculo de factores de diseño de mampostería	99
XV. Cantidades totales de trabajo	108
XVI. Descripción general de materiales	108

## GLOSARIO

<b>Acueducto.</b>	Conducto artificial para transportar agua, que tiene por objeto abastecer a una población.
<b>Aforo.</b>	Acción de medir el caudal de una fuente.
<b>Agua potable.</b>	Agua sanitariamente segura y que es agradable a los sentidos.
<b>Bacterias.</b>	Seres pertenecientes a un reino de la naturaleza, generalmente no pigmentados, los cuales se reproducen por división en uno, dos o tres planos.
<b>Bacteriológico.</b>	Examen que determina el número y clase de bacterias más probable que están presentes en el agua.
<b>Bombeo.</b>	Es la cantidad de agua que se trasmite de un punto a otro mediante un sistema de extracción, ya sea manual o mecánico. (Como lo son las bombas eléctricas, diesel, manuales, etc.).
<b>Carga dinámica.</b>	También llamada carga hidráulica o presión dinámica. Es la altura que alcanzaría el agua en tubos piezométricos a partir del eje central, a lo largo de una tubería con agua a presión.
<b>Carga estática.</b>	También es llamada presión estática, y es la distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento, caja rompedora, o tanque de distribución, y el punto de descarga libre. Se mide en metros-columna de agua (m.c.a.).

<b>Caudal.</b>	Es la cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo, que pasa en un punto determinado donde circule un líquido.
<b>Contaminación.</b>	Es la introducción al agua de microorganismos que la hacen impropia para consumo humano.
<b>Cota de terreno.</b>	Altura de un punto del terreno, referido a un nivel determinado.
<b>Desinfección.</b>	Es la destrucción de casi todas las bacterias patógenas que existen en el agua por medio de sustancias químicas, calor, luz ultravioleta, etc.
<b>Domiciliar.</b>	Es el sistema de abastecimiento de agua, en el cual cada vivienda cuenta con su respectivo vástago para su propio abastecimiento.
<b>Dotación.</b>	Cantidad de agua necesaria en la población para su subsistencia en un día. Se expresa en litros por habitante y por día.
<b>Estiaje.</b>	Período en el cual el caudal de una fuente baja a su nivel mínimo. Dependiendo la época del año.
<b>Físico-químico.</b>	Análisis que determina el color, olor, turbiedad, temperatura, sabor, dureza y parámetros químicos del agua.
<b>Manantial.</b>	También llamado nacimiento. Es la formación superficial en la que sin intervención del hombre, brota agua subterránea de las rocas, suelo o ladera, siendo restringida el área de brote.
<b>Microbiológico.</b>	Relativo a la microbiología; ciencia que estudia los microbios.
<b>Morbilidad.</b>	Proporción de personas que se enferman en un determinado lugar y tiempo.
<b>Mortalidad.</b>	Proporción de defunciones en un determinado lugar y tiempo.
<b>Patógeno.</b>	Que contamina y genera enfermedades.

- Pérdida de carga.** Es la disminución de presión dinámica, debida a la fricción que existe entre el agua y las paredes de la tubería.
- Polución.** Es la contaminación en el medio.
- Presión.** Es la fuerza ejercida sobre una superficie.
- Vertedero.** Obstáculo que se coloca cruzando una corriente, de manera que obligue a pasar el agua a través de aberturas de determinadas dimensiones, para medir la cantidad de agua que corre.
- Zapata.** Base del estribo o la pila, diseñada y construida para recibir y distribuir el peso y la carga al suelo.

## RESUMEN

El proyecto de agua potable para la aldea El Paraíso, consiste en el equipamiento del pozo existente mediante una bomba centrífuga de cinco caballos de fuerza, será necesaria la creación de un banco de transformación de energía para cubrir la necesidad de la bomba, así también se construirá un tanque elevado de distribución, éste será de estructura metálica de 15 metros de altura, la red de distribución tendrá una longitud a lo largo de toda la aldea de 12,968.23 metros lineales, cubriendo todas las viviendas de ésta, con tuberías de 4", 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", y 3/4", la resistencia de la tubería será de 160 PSI. Se conducirá un caudal total que cubrirá la demanda de todas las viviendas de la comunidad. Se construirán 217 conexiones domiciliarias, para lo cual se colocará una línea domiciliar con tubo pvc de 1/2" con válvula de compuerta de bronce de 1/2" y un máximo de tres tubos por cada domicilio.

La construcción de la escuela de párvulos para la Aldea Ciudad Pedro de Alvarado consiste en el diseño de tres aulas para impartir clases, se contará también con una bodega, una cocina, dirección y servicios sanitarios para ambos sexos.

Estas aulas serán de 7.41x7.95 metros, la bodega será de 2.75x2.80 metros, la cocina de 2.75x2.80 metros, la dirección de 3.85x2.80, los servicios sanitarios serán de 2.67x7.95 para hombres y mujeres. Las paredes serán de bloque de 0.15x0.20x0.40 visto y limpio, con sus respectivas columnas, soleras, vigas y cimiento corrido fundido de concreto, la cubierta del edificio será de estructura metálica con techo de lámina galvanizada, se realizarán las conexiones necesarias para energía eléctrica, agua potable y drenajes.

## INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado, por parte 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, como agua potable, energía eléctrica, servicios de salud, etc.

En el caso de las aldeas El Paraíso y Ciudad Pedro de Alvarado, del municipio de Moyuta, departamento de Jutiapa, la Municipalidad actualmente se encuentra en busca de financiamiento para llevar a cabo en estas comunidades, un eficiente sistema de agua potable y la construcción de una escuela para educación pre- primaria respectivamente, ya que estos dos proyectos constituyen una prioridad para la Municipalidad durante el presente año.

Muchas instituciones se encuentran interesadas en brindar el apoyo necesario a estas comunidades, pero es necesario contar con los estudios y diseños básicos de distintos proyectos; es por ello que la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Facultad de Ingeniería, por medio del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), está contribuyendo con estas comunidades, brindándoles el apoyo técnico necesario en cuanto a estudio y diseño de proyectos de infraestructura, para que luego ellos puedan gestionar, de la manera más adecuada, el financiamiento necesario para la realización de los mismos.

# OBJETIVOS

## **General:**

1- Realizar el diseño del sistema de agua potable de la aldea El Paraíso y Escuela para Párvulos de la aldea Ciudad Pedro de Alvarado.

## **Específicos:**

1- Brindar información detallada acerca de la monografía general de cada comunidad.

2- Determinar las bases para una administración, operación y mantenimiento de los proyectos, buscando que éstos permanezcan siempre en óptimas condiciones para brindar un buen servicio.

3- Contribuir con las comunidades afectadas por estos problemas, brindándoles soluciones favorables a problemas reales, y a la vez, proyectar los servicios de investigación y apoyo de la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Facultad de Ingeniería por medio del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.).

# **1. Monografía de las comunidades, aldea El Paraíso y Ciudad Pedro de Alvarado.**

## **1.1 Aspectos físicos**

### **1.1.1 Localización**

Las aldeas El Paraíso y Ciudad Pedro de Alvarado se encuentran localizadas en el área sur-oriente del país, aproximadamente a 167 y 147 kilómetros respectivamente, de la ciudad capital, en el municipio de Moyuta, departamento de Jutiapa. Las coordenadas geodésicas de dichas comunidades son: latitud  $13^{\circ} 48'$  norte y longitud  $90^{\circ} 12'$  oeste para la aldea El Paraíso y Latitud  $13^{\circ} 52'$  norte,  $90^{\circ} 05'$  oeste para Ciudad Pedro de Alvarado. Estas aldeas se encuentran a una altura sobre el nivel del mar de aproximadamente 10 y 50 metros respectivamente.

### **1.1.2 Clima**

El clima predominante en esta zona es de tipo cálido, por su cercanía al mar, pero en los meses de julio a febrero que es la época de lluvia y frío en estos lugares, el viento es muy fuerte, debido a la topografía del terreno, la cual es relativamente plana.

Los recursos hídricos de estas aldeas se basan en precipitaciones medias anuales de 915 mm., siendo los días de lluvia, por año, de 195 días.

### **1.1.3 Actividades productivas**

Aproximadamente, el 90% de la población se dedica a la agricultura y su producción agrícola se basa en maíz, frijol, café, frutas, y arroz, también se dedican a la elaboración de productos artesanales. Muchas familias viven también de la crianza de animales, tales como: vacas, cerdos, conejos y aves de corral.

Figura 1. Mapa de localización y ubicación

# JUTIAPA



## 1.1.4 División político-administrativa

La aldea El Paraiso fue creado como tal hace aproximadamente 70 años y la aldea Ciudad Pedro de Alvarado hace 60 años aproximadamente.

La aldea el Paraiso cuenta con un área territorial de 16 kilómetros cuadrados y la aldea Ciudad Pedro de Alvarado con un área territorial de 9 kilómetros cuadrados.

### 1.1.5 Ubicación y forma del lugar

La aldea el Paraíso colinda al Norte por la aldea La Nueva Montufar, Este por la aldea Valle Nuevo, al Oeste por el Municipio de Pasaco, y al Sur por la Barra del Jote (Océano Pacífico). Estas dos aldeas como ya se mencionó anteriormente, se encuentran relativamente cerca del nivel del mar, por lo cual el clima es muy cálido.

La aldea el Paraíso se encuentra rodeada en una parte por el Océano Pacífico (Barra del Jote) y para poder llegar a este se debe atravesar una serie de manglares, dentro de los cuales se pueden encontrar diversidad de peces, iguanas, lagartos y otro gran número de animales acuáticos.

La aldea Ciudad Pedro de Alvarado cuenta con parte del río Paz, el cual pertenece a la cuenca del Río Paz, cuenta con una extensión de 133.80 kilómetros, y un área de 1,732 km<sup>2</sup>.

### 1.1.6 Recursos hídricos y naturales disponibles

Como se mencionó anteriormente la aldea Ciudad Pedro de Alvarado cuenta con una parte del río Paz, en la aldea el Paraíso se cuenta con pozos excavados en algunas viviendas, también existen 2 pozos perforados por el Fondo de Inversión Social, los cuales servirán para la ejecución del proyecto de agua potable, también se cuenta con fuentes superficiales de muy poco caudal (algunas se secan en el verano). El agua subterránea es estable, se observó que el caudal es abundante en los pozos que se encuentran perforados.

### 1.1.7 Religión y costumbres

Los habitantes del lugar son personas muy religiosas, y profesan en su mayoría la religión católica. En cada vivienda se puede encontrar, por muy pequeña que sea ésta, un altar con numerosos santos, en los cuales confían su fe y a quienes respetan.

La aldea el Paraí so celebra su fiesta Patronal en el mes de enero en honor a San José y Maria, la aldea Ciudad Pedro de Alvarado celebra su fiesta Patronal en el mes de febrero en honor al hermano Pedro de San José de Betancourt.

#### 1.1.8 Índices de mortalidad y morbilidad

La tasa de morbilidad en la aldea el Paraí so y Ciudad Pedro de Alvarado, es de 13.26 casos por cada mil habitantes y de 4.7 casos por cada mil habitantes en cada aldea respectivamente.

La tasa de mortalidad en la aldea el Paraí so y Ciudad Pedro de Alvarado, es de 3.3 casos por cada mil habitantes y de 1.6 casos por cada mil habitantes en cada aldea respectivamente.

### **1.2 - Aspectos de Infraestructura**

#### 1.2.1 Servicios existentes

La aldea el Paraí so cuenta con una escuela pre-primaria y con una escuela de educación primaria, la aldea cuenta con servicio de telefoní a domiciliar y celular, un puesto de salud, cuenta también con el servicio de energí a eléctrica y un salón social de usos múltiples.

La aldea Ciudad Pedro de Alvarado cuenta con la educación pre-primaria, pero actualmente no tienen un edificio apto para recibir esta educación y lo hacen dentro de un salón abandonado en una de las dos escuelas públicas existentes en la aldea, cuentan con varios colegios privados que brindan la educación básica y a nivel de diversificado, así como lo hacen los institutos públicos, la aldea cuenta con servicio de telefoní a domiciliar y celular, un puesto de salud, cuenta también con el servicio de energí a eléctrica y un salón social de usos múltiples, estación de Policí as, estación de Bomberos y también cuentan con un gran mercado.

### 1.2.2 Rutas de acceso

Para llegar a la aldea El Paraí so desde Moyuta, se toma carretera que conduce a la costa sur hasta encontrar el cruce del obraje, que comunica la carretera CA-2, se toma esa carretera que va hacia la frontera con El Salvador, al llegar a la aldea Colonia Antigua se cruza a la izquierda, buscando la carretera que conduce a la Barrona, diez Kilómetros adelante se debe cruzar a la derecha y se debe pasar por las aldeas Centro Administrativo y Valle Nuevo hasta llegar al Paraí so por esa misma ruta.

Hacia la aldea Ciudad Pedro de Alvarado desde Moyuta, se debe tomar la carretera que conduce a la costa sur hasta encontrar el cruce del obraje, que se intercepta con la carretera CA-2, se toma esa carretera que va hacia la frontera con El Salvador, luego de continuar por esta carretera se deben recorrer al menos unos siete kilómetros y un poco antes de llegar a la frontera se encuentra la aldea.

### 1.2.3 Organización de la comunidad

Para cada aldea existe un Consejo Comunitario de Desarrollo, encargado de promover la planificación y ejecución de proyectos de beneficio para la comunidad.

Dichos comités han participado en muchos proyectos que han venido ayudando de forma directa a la población. Estos comités como todos los vecinos de estas aldeas se encuentran en la mejor de las disposiciones para participar directamente en la ejecución de proyectos de agua y saneamiento así como en proyectos de infraestructura, estos comités cuentan actualmente con un total de 9 a 11 miembros, conformados por un presidente comunitario, secretario, tesorero y el resto de vocales.



## **2. Diseño del sistema de agua potable, aldea El Paraíso**

### **2.1 Información para el proyecto**

Para lograr determinar las necesidades de la comunidad, fue necesario realizar una visita al lugar, dentro de la cual se detalló mediante los vecinos y el Consejo Comunitario de Desarrollo, la necesidad de un servicio de agua potable que lograra satisfacer la demanda que existía en la comunidad.

Durante esta visita de campo se realizó un caminamiento general para obtener un croquis de la aldea en estudio, lograr tener una idea general de la topografía del lugar, y observar algunas áreas donde se debían obtener derechos de paso para la ejecución del proyecto, se observó la posible fuente de abastecimiento para el sistema, se obtuvieron datos de campo mediante la boleta general de información de comunidades, para la fase de investigación técnica, la cual se elaboró en base a las boletas SAS del sistema nacional de información de agua y saneamiento y a la necesidad de otra información que no se encuentra en las mismas. Esta boleta se encuentra en el anexo 1. Con la recopilación de toda esta información se obtuvo un panorama claro de la necesidad de la ejecución de este proyecto de agua potable, en resumen la información obtenida durante esta visita se detalla a continuación:

Mediante el apoyo del Consejo Comunitario de Desarrollo de la aldea El Paraíso, se indicó la posible fuente para el abastecimiento del sistema de agua potable, con esto se detalló su ubicación dentro de la aldea y a la vez su funcionabilidad y compatibilidad con el sistema para poder cubrir la necesidad de todas las viviendas existentes.

La fuente para el abastecimiento del sistema consiste en un pozo mecánico, sobre éste se construirá un tanque elevado de 15 metros de altura, para que pueda brindar una presión adecuada a cada vivienda.

Se hizo necesario aforar este pozo para obtener una idea real del caudal que éste aportaría para el proyecto, a la vez también fue necesaria la toma de muestras del agua para los exámenes; físico, químico y bacteriológico.

Durante la visita de campo se obtuvo información general del número de viviendas existentes en la aldea, las cuales se beneficiarían con la ejecución del proyecto.

Actualmente los habitantes de la comunidad se abastecen de pozos artesanales excavados por ellos mismos, los cuales brindan una deficiencia en la calidad del agua, provocándoles constantes brotes de enfermedades, lo que afecta directamente la economía de la comunidad, causando gastos desmedidos, ya que se hacen necesarias las constantes visitas al médico, y la compra de medicamentos de precios elevados, y algunos fuera del alcance de la población.

Los terrenos donde se encuentra ubicado el pozo, son de la comunidad y como el tanque se construirá sobre éste no representa ningún problema para la ejecución de este proyecto.

## **2.2 Descripción general del proyecto**

La necesidad de un proyecto de agua potable para la aldea El Paraíso, es de suma urgencia, para lo cual ya se cuenta con una fuente que proporciona un caudal suficiente para cubrir la demanda de la población actual y la población futura, para un periodo de vida útil del proyecto de 20 años.

El proyecto consiste en el equipamiento del pozo existente mediante una bomba centrífuga de 5 caballos de fuerza, será necesaria la creación de un banco de transformación de energía para cubrir la necesidad de la bomba, así también se construirá un tanque elevado de distribución, éste será de estructura metálica de 15 metros de altura, la red de distribución tendrá una longitud a lo largo de toda la aldea, cubriendo todas las viviendas de ésta, con tuberías de 4", 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", y 3/4", la resistencia de la tubería será dependiendo de la ubicación y, del terreno donde se localiza cada vivienda.

Esta distribución poblacional, se encontrará esquematizada en el plano de densidad de vivienda.

Se conducirá un caudal total que cubrirá la demanda de todas las viviendas de la comunidad. Se construirán 217 conexiones domiciliarias, para la cual se colocará una línea domiciliar con tubo pvc de 1/2" con válvula de compuerta de bronce de 1/2" y un máximo de 3 tubos por cada domicilio.

#### 2.2.1 - Aforo de la fuente existente

Este pozo fue perforado en el año 1,998 por la empresa PERGUSA (Perforadora Guatemalteca de Pozos, S.A.) ubicada en la 16 calle 3-33 zona 2 El Zapote, durante la prueba de bombeo del pozo se obtuvo un aforo de 75 galones por minuto, durante la visita de campo se colocó una bomba en el pozo y se procedió a obtener un caudal del pozo arrojando un dato de 70 galones por minuto, lo cual se considera un caudal suficiente para surtir de agua a la población en estudio (ver perfil estratigráfico del pozo, en el anexo No. 3). Los datos generales que se obtienen del pozo son los siguientes:

- \* Nivel estático del pozo = 7 pies = **2.13 metros**
- \* Nivel Dinámico del pozo = 47 pies = **14.33 metros**
- \* Abatimiento del pozo = 40 pies = **12.20 metros**
- \* Profundidad del pozo = 160 pies = **48.78 metros**

#### 2.2.2 - Calidad del agua de la fuente en estudio

Gracias a la colaboración del Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria del Centro de Investigaciones de Ingeniería CII, se determinaron las características del agua obtenida en la fuente existente, las características físicas del agua fueron, el olor, el color, el sabor, pH, turbidez, y dureza, mediante este análisis se logró determinar la presencia de las sustancias químicas siguientes; Amoníaco, Nitratos, Manganeso, Cloruros, Fluoruros, Sulfatos, Hierros, y Sólidos en general, tomando en cuenta los resultados previstos en el anexo No. 2 se concluye que desde el punto de vista químico sanitario el agua sobrepasa el límite mínimo de Amoníaco, el cual pudiera realizarse con cloro, ya que el amoníaco se combate con un sistema de aireación o desinfección con cloro, la aireación

se da cuando la bomba funciona y produce burbujas de oxígeno, y a la vez cuando se trabaja con un pozo éste se mantiene aireado.

A la vez en el laboratorio se practicó el examen Bacteriológico para determinar la probabilidad de contaminación de organismos patógenos que podrían causar enfermedades gastrointestinales.

Este ensayo es el más importante en sistemas de agua potable, ya que brinda información para determinar el tipo de tratamiento que se le dará al agua para que sea potable y apta para el consumo humano.

De acuerdo con el examen realizado, se concluye que bacteriológicamente el agua no exige más que un simple tratamiento de desinfección. El tipo de tratamiento a realizar se detallará en la sección 2.8.

### 2.2.3 - Número de habitantes

Con la ejecución del proyecto se beneficiará a un total de 1,085 habitantes distribuidos en 217 viviendas (información recabada según encuesta general realizada durante la topografía del lugar y comparada con la información del comité comunitario de desarrollo de la aldea El Paraíso, para efectos de diseño se toma una densidad de vivienda de 5 habitantes/vivienda) conformadas de la siguiente manera:

**Tabla I. Cuadro de población en general**

POBLACIÓN	NÚMERO	PORCENTAJE
Mujeres	540	49.77 %
Hombres	545	50.23 %
Población total	1,085	100.00 %

**Tabla II. Cuadro de población por edades**

POBLACIÓN	NÚMERO	PORCENTAJE
Adultos	569	52.44 %
Edades comprendidas entre 7 y 14 años	295	27.19 %
Menores de 7 años	221	20.37 %
Población total	1,085	100.00 %

#### 2.2.4 - Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento para el municipio de Moyuta, departamento de Jutiapa es de 2.5% (según datos brindados por el Centro de Salud local).

#### 2.2.5 - Número de conexiones domiciliarias a utilizar

Durante la ejecución del proyecto se pretende realizar la conexión domiciliar de 215 viviendas, la conexión hacia la escuela y la conexión hacia la iglesia.

### **2.3 - Levantamiento topográfico**

Para el levantamiento topográfico se utilizó el método de dobles deflexiones, este método proporciona ángulos horizontales y verticales, a la vez indica los hilos estadí metricos, con la obtención de estos datos se logró determinar la posición y elevación de cada punto dentro de esta aldea. El equipo utilizado para el levantamiento topográfico en la aldea El Paraí so consiste en:

Teodolito marca Sokisha

Nivel de Precisión

Estadal de 5 metros con nivel

Cinta métrica de 50 metros

La libreta final de topografí a se encuentra en el anexo Numero 4.

### **2.4 - Criterios básicos para el diseño**

#### 2.4.1 Perí odo de diseño del proyecto

Ya que la topografí a del lugar es relativamente plana y no se cuenta con un lugar donde colocar el tanque de distribución y además bombear el agua hacia cada vivienda resulta muy costoso, se colocará un tanque elevado de distribución y el sistema se diseñará para que funcione por gravedad, por esto se adopta un perí odo de diseño de 20 años según normas de diseño de la Unidad Ejecutora de Programas de Acueductos Rurales, agregándole un año más siempre a esta cantidad debido a factores de financiamiento, diseño, planificación, etc.

Este período de tiempo es corto comparado con la vida útil de las estructuras y los materiales, pero para que se obtengan resultados óptimos y adecuados se diseñará en base a este período.

#### 2.4.2 Población futura o de diseño

La diversidad de métodos existentes para el cálculo de la población futura, es muy grande, para el diseño del presente sistema de agua potable, se utilizará el método geométrico, este método se adapta correctamente al crecimiento de nuestro país.

La fórmula es:

$$Pf = Pa \cdot \left(1 + \frac{i}{100}\right)^n$$

De donde:

Pf = Población futura

Pa = Población actual según sección 2.2.3

i = tasa de crecimiento en porcentaje

n = periodo de diseño (en años)

Sustituyendo:

$$Pf = 1,085 \cdot \left(1 + \frac{2.5}{100}\right)^{21}$$

**Pf = 1,823 Habitantes**

#### 2.4.3 Dotación para el servicio

La dotación es la cantidad de agua que se le asigna a cada persona por vivienda, estos valores de dotación oscilan para el área rural y de clima calido, entre 90 a 120 litros/habitante/día, para efectos de diseño se tomará una dotación de 100 Litros/habitante/día, este dato se encuentra en función del clima, tipo de comunidad y el gasto que registra cada habitante según normas de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR).

#### 2.4.4 Caudal medio de diseño para la red de distribución

Se denomina de esta manera ya que es el consumo diario registrado durante un año, para efectos de diseño el caudal medio se calculará de la siguiente manera:

$$Q_m := \frac{(\text{Dot} \cdot \text{Pf})}{86,400}$$

De donde:  
Dot = Dotación Lts/habitante/día  
Pf = Población futura habitantes  
86,400 = Segundos que posee un día

$$Q_m := \frac{(100 \cdot 1,823)}{86,400}$$

$$Q_m = 2.11 \text{ litros/segundo}$$

#### 2.4.5 Factor de hora máxima (FHM)

El factor hora máxima se utiliza como seguridad, este valor oscila para el área rural entre 1.8 y 2.0, tomando en cuenta la población a servir, el gasto que ésta representa y el clima del lugar se tomará un valor de 2.00. Esto debido a que el lugar es cálido, todas las personas consumen una mayor cantidad de líquidos, por esto se hace necesario tomar el valor mayor según normas de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR).

#### 2.4.6 Caudal de hora máxima (QHM)

Este es el caudal máximo registrado durante una hora de observaciones en distintas comunidades, se encuentra mediante la ecuación:

$$Q_{HM} := (Q_m \cdot FHM)$$
$$Q_{HM} := (2.11 \cdot 2.00)$$

$$Q_{HM} = 4.22 \text{ litros/segundo}$$

## 2.4.7 Cálculo de la potencia de la Bomba

Datos generales para el diseño de la bomba:

\* Pf = **1228 hab.**

(Ya que aquí la vida útil de la bomba es de cinco años se hace necesario el cálculo de una nueva población futura).

\* Dotación = **100 lts/hab/viv**

\* FDM (factor de día a máximo) este factor se encuentra entre un rango de 1.2 a 1.8, para el presente diseño debido al área, clima y población a servir tomaremos un valor de FDM = **1.2**, ya que con este únicamente se diseñará la bomba y la línea de impulsión y esta solamente funcionará por algunas horas, entonces no es necesario aplicar un factor muy alto y con este cumple la necesidad requerida para el diseño.

\* Horas de bombeo = **10 horas**

\* Nivel estático del pozo = 7 pies = **2.13 metros**

\* Nivel dinámico del pozo = 47 pies = **14.33 metros**

\* Abatimiento del pozo = 40 pies = **12.20 metros**

\* Altura del tanque elevado = **15 metros**

\* Caudal de producción del pozo = **4.42 lts/seg**

\* Caudal medio de diseño de bomba Qm = **1.42 lts / seg**

(Se hace necesario el cálculo de un nuevo caudal medio, ya que ha variado hasta este punto la población futura, porque la bomba se diseña únicamente para cinco años)

\* Caudal de conducción hacia el tanque (Qc) = FDM \* Qm

$$Qc = 1.2 * 1.42 \text{ lts/seg} = \mathbf{1.704 \text{ lts/seg}}$$

\* Caudal de Bombeo (Qb) = (24 horas/horas de bombeo) \* Qc

$$Qb = (24/10) * 1.704 = \mathbf{4.09 \text{ lts/seg}}$$

### DISEÑO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN:

\* Diámetro de la tubería de impulsión

$$\phi := 1.8675 \cdot \sqrt[3]{Qb} \qquad \phi := 1.8675 \cdot \sqrt[3]{4.09}$$

$$\phi = 3.78 \text{ pulg.} = \mathbf{4 \text{ Pulgadas}}$$

\* Velocidad total a conducir

$$Vel := \left( 1.974 \cdot \frac{Qb}{\phi^2} \right) \quad Vel := \left( 1.974 \cdot \frac{4.09}{4^2} \right)$$

**Vel = 0.505 mts/seg**

\* Carga dinámica total (CDT):

Profundidad del pozo = 30.49 metros

Altura del tanque = 15.00 metros

\* Pérdidas por fricción (hf) en tubería a succión

$$Hf := \frac{(1743.811141 \cdot 30.49 \cdot 4.09^{1.85})}{(100^{1.85} \cdot 4^{4.87})} \quad Hf = 0.168 \text{ mts.}$$

\* Pérdidas por fricción (hf) en tubería a impulsión

$$Hf := \frac{(1743.811141 \cdot 15 \cdot 4.09^{1.85})}{(150^{1.85} \cdot 4^{4.87})} \quad Hf = 0.039 \text{ mts.}$$

\* Pérdidas por velocidad (hv) en tubería a

$$Vel = Velocidad \quad hv := \frac{Vel^2}{2g}$$

g = gravedad

$$hv = 0.012998 \text{ metros}$$

\* Pérdidas menores (hm) en tubería a

$$hm := \frac{k \cdot Vel^2}{2g} \quad \text{donde } K = 8.2$$

$$hm = 0.106585 \text{ metros}$$

entonces carga dinámica total (CDT) = 45.82 metros = 150.29 pies

LA POTENCIA DE LA BOMBA ESTARÁ DADA POR:

$$Pot := \frac{(CDT \cdot Qb)}{76 \cdot \xi} \quad Pot := \frac{(45.82 \cdot 4.09)}{76 \cdot 0.70}$$

$\xi$  = Eficiencia de la bomba (se asume una eficiencia de la bomba del 70 %).

Pot = 3.52 Caballos de fuerza

**Potencia de la bomba a utilizar = 5 HP**

Después de la selección de la bomba, se deben especificar los siguientes puntos:

Tipo de bomba y fabricante.

Tamaño de la bomba.

Tamaño de la conexión de la succión y tipo (de borde, roscada, etc.)-

Tamaño y tipo de la conexión de la descarga.

Velocidad de operación.

Especificaciones de la alimentación.

Tipo de acoplamiento fabricante y número del modelo.

Características de montaje.

Materiales y accesorios especiales que se requieran si los hay.

Diseño del sellado de la flecha y materiales del sellado.

Estos datos generales de la bomba propuesta para éste proyecto se detallan en el presupuesto general desglosado por renglones para el diseño del sistema de agua potable de la aldea El Paraíso, en la sección 2.9.

### ***Cavitación***

Cuando se bombea agua, si la presión en cualquier punto de la tubería de aspiración o de la bomba misma, llega a reducirse a un valor igual al de la presión de su vapor, se forma burbujas de aire en el seno del líquido. Cuando se desplazan hasta puntos de mayor de presión en su recorrido por la bomba, estas burbujas estallan violentamente por la acción llamada implosión.

La formación y el estallido de estas burbujas de vapor se denominan cavitación. Esta puede interferir con el funcionamiento de la bomba y también dañar parte de la misma, al producir agujeramiento o vibración excesiva.

La cavitación se manifiesta cuando la carga hidráulica sobre la entrada de la bomba es muy pequeña para la operación específica que está realizando. Cuando el agua hace su entrada al mecanismo de la bomba la carga debe ser suficientemente alta para que en el interior de la bomba, cuando la velocidad aumenta y la presión disminuye esta última no pueda descender hasta el punto de vaporización, en ningún lugar del recorrido del agua. De aquí parte la definición del NPSH el cual es un parámetro para evitar la cavitación en la bomba.

## **Carga neta positiva de succión (NPSH)**

El término NPSH, se encuentra en la literatura técnica en inglés y quiere decir “ Net Positive Suction Head” que se traduce como carga neta positiva de succión. Se define como la altura manométrica en pies o metros, leída en la brida de aspiración de la bomba y referida al eje de ella, menos la tensión del vapor del líquido en pies o metros y más la carga de velocidad en pies o metros de líquido en la misma brida de entrada en la bomba.

Para una instalación de bombeo existe dos NPSH:

“ NPSH Requerido” , característico de la bomba y otro.

“ NPSH Disponible” , del lado de aspiración de la instalación, por las condiciones de funcionamiento.

### **NPSH requerido**

Es una función del tipo de bomba y caudal. No depende teóricamente del líquido pero varía con el caudal y la velocidad. Es la diferencia mínima requerida entre la altura práctica de aspiración y la tensión de vapor del líquido para evitar que haya vaporizaciones entre la brida de aspiración y la entrada al primer impulsor de la bomba.

Este término deberá ser proporcionado por el fabricante de la bomba.

### **NPSH disponible**

Es la diferencia entre la altura de aspiración absoluta y tensión de vapor en las condiciones de funcionamiento. Varía con el caudal y para una altura geométrica y tensión de una altura determinada, disminuye cuando las pérdidas por fricción aumentan. La NPSH disponible está expresada como:

$$\bullet \text{ NPSH} = h_{\text{atm}} \pm h_s - h_v - h_f - \Sigma h_l$$

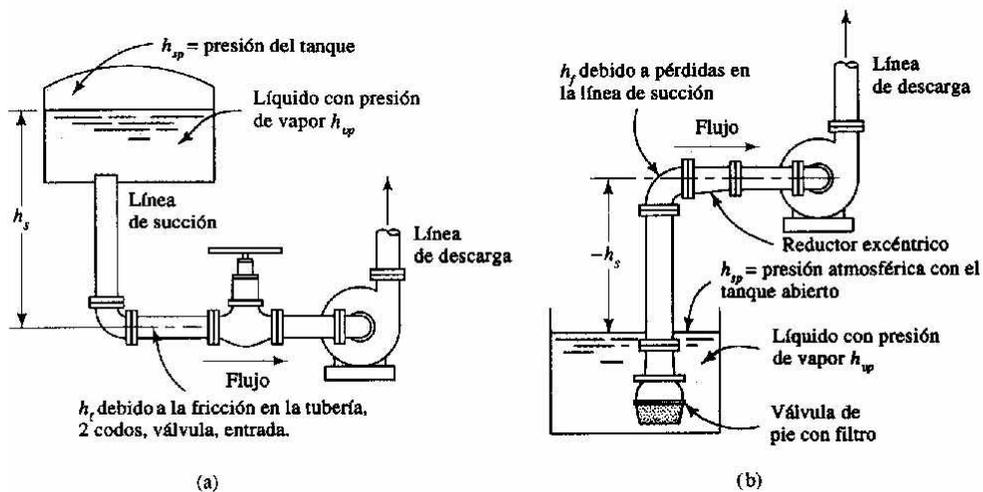
En donde:

$h_{\text{atm}}$ : Presión atmosférica en metros ó pies.

$h_s$ : Altura total de aspiración en metros ó pies, negativa si la bomba se encuentra por encima del nivel de bombeo y positiva si se encuentra por debajo del mismo.

- $h_v$ : Tensión o presión del vapor de agua expresada en metros o pies.
  - $h_f$ : Pérdida por fricción en la tubería de succión expresada en metros o pies.
  - $\Sigma h_l$ : Pérdidas totales en accesorios que estén ubicados en la tubería de succión.
  - $h_{atm} + h_s$ : Será el valor de la altura total de aspiración.
- Remitirse a la siguiente figura para ilustrar los términos:

• **Figura 2. Detalles de la línea de succión de una bomba**



NOTA: En el caso de éste diseño, no se calcula la carga positiva neta de succión (NPSH), ya que se trabajará con una bomba sumergible y ésta carga se calcula para bombas centrífugas o de cualquier otro tipo, pero que no se encuentran sumergidas en el líquido a bombear.

### Sobrepresión por golpe de ariete

El caso más importante de golpe de ariete en una línea de descarga de bombas accionadas por motores eléctricos, se verifica luego de una interrupción de energía eléctrica.

En este caso, debido a la inercia de las partes rotativas de los conjuntos elevadores, inmediatamente después de la falta de corriente, la velocidad de las bombas comienza a disminuir, reduciéndose rápidamente el caudal.

La columna líquida continúa subiendo por la tubería de descarga hasta el momento en que la inercia es vencida por la acción de la gravedad. Durante este período se verifica una descompresión en el interior de la tubería.

Enseguida, ocurre una inversión en el sentido del flujo y la columna líquida vuelve a las bombas.

No existiendo válvulas de retención, las bombas comenzarán, entonces a funcionar como turbinas, girando en sentido contrario.

Con excepción de los casos en que la altura de elevación es pequeña, con descarga libre, en las líneas de bombeo son instaladas válvulas de retención o válvulas check, con el objeto de evitar el retorno de líquido a través de las bombas. Con la corriente líquida al retornar a la bomba, encontrando la válvula de retención cerrada ocasiona el choque y la compresión del fluido, lo cual da origen a una onda de sobrepresión (golpe de ariete).

Si la válvula check funciona normalmente cerrándose en el momento preciso, el golpe de ariete no alcanzará el valor correspondiente a dos veces la altura manométrica.

Si, al contrario, la válvula check no cierra rápidamente la columna líquida retornará, pasando a través de la bomba y con el tiempo, pasará a adquirir velocidades más altas elevándose considerablemente el golpe de ariete, en el momento en el que la válvula funcione (pudiendo alcanzar el 300 % de la carga estática, dependiendo del tiempo de cierre).

El cálculo riguroso del golpe de ariete en una instalación de bombeo exige el conocimiento previo de datos relativos a los sistemas de bombeo, que influyen en el fenómeno:

- El momento de inercia de las partes rotativas de la bomba y del motor ( $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ );
- Características internas de la bomba (efectos sobre la disipación de energía, funcionamiento como turbina);

- Condiciones de la bomba en la rama de descarga y comportamiento de la onda de presión.

Antes de adquiridas y conocidas las bombas, apenas se puede hacer una consideración del golpe de ariete, con base en datos admitidos o aproximados.

### **Medidas contra el golpe de ariete**

Con el objeto de limitar el golpe de ariete en las instalaciones de bombeo, pueden ser tomadas las siguientes medidas de protección:

- Instalaciones de válvulas de retención o válvulas check, para cierre, de buena calidad;
- Empleo de tubos capaces de resistir la presión máxima prevista (generalmente dos veces la presión estática);
- Adopción de aparatos que limiten el golpe, tales como válvulas de alivio, etc.
- Limitación de la velocidad en las tuberías.
- Cierre lento de válvulas o registros, construcción de piezas que no permitan la obstrucción muy rápida.
- Empleo de válvulas o dispositivos mecánicos especiales, válvulas de alivio cuyas descargas impiden valores excesivos de presión.

Datos para el cálculo del golpe de ariete para el sistema propuesto:

Longitud (L) = 15.00 metros, Diámetro (D) = 4" = 0.1016 metros, Espesor (e) = 0.00439 metros, Carga (H) = 50.49 metros, Tiempo de cierre de la válvula de retención ( $\zeta$ ) = 8 segundos, Velocidad media (V) = 0.505 metros/segundo

Cálculo de la celeridad:

$C = 9,900 / \sqrt{48.3 + k (D/e)}$  Donde el valor de k se encuentra en función de los módulos de elasticidad del agua y la tubería, para el caso de la tubería de PVC, el valor de k = 0.18.

$$C = 9,900 / \sqrt{48.3 + 18(0.1016/0.00439)} = 459.16 \text{ metros/seg}$$

Entonces se calcula el tiempo de cierre de la válvula con esta celeridad:

$$T = 2L/C = 2(15)/(459.16) = 0.065 \text{ segundos}$$

Por lo tanto el tiempo de cierre es mayor al tiempo calculado con ésta celeridad, con lo que la maniobra se considera lenta y el golpe de ariete no afecta nuestro sistema.

Ahora la sobrepresión será de:

$$h_a = (C * V * T) / (g * \zeta) = (459.16 * 0.505 * 0.065) / (9.81 * 8) = 0.192 \text{ metros}$$

$$\text{Presión total} = 50.49 + 0.192 = 50.51 \text{ metros.}$$

**Por lo tanto se concluye que la tubería para la línea de carga de este sistema se utilizará de 160 PSI y no se ocasionará ningún problema, pero ya que esta tubería quedará expuesta se recomienda la utilización de tubería de Hierro Galvanizado (HG).**

## 2.5 - Tanque de distribución

### 2.5.1 Volumen de almacenamiento

Un diseño adecuado bajo normas indica que el volumen de este tanque de distribución deberá ser de por lo menos un 25 %, 30 %, 35 % del caudal medio diario, esto en función del clima y sin considerar eventualidades.

Según la fórmula general:

$$\text{Vol} = \frac{(\% \cdot Q_m \cdot 86400)}{1000} \qquad \text{Vol} = \frac{(0.35 \cdot 2.11 \cdot 86400)}{1000}$$

$$\text{Volumen del Tanque} = 63.81 \text{ metros cúbicos}$$

$$\text{Volumen del Tanque} = \mathbf{65.00 \text{ metros cúbicos}}$$

### 2.5.2 Diseño del tanque elevado de distribución

El tanque elevado de distribución tiene tres funciones principales que son; cubrir la demanda de agua en horas de mayor consumo, regular las presiones en la red de distribución evitando el bombeo directo de la misma y atender emergencias.

Dentro del presente estudio realizado para la aldea El Paraí so, la altura a la que se diseñará el tanque será de 15 metros, dentro de esto se tiene previsto que se cumpla con las normas que exigen claramente que la presión mínima en la red de distribución debe ser de 10 metros columna de agua (m.c.a.), para el caso más desfavorable dentro del sistema, y de 40 metros columna de agua (m.c.a.) para el caso en que se tenga la presión máxima.

Este tanque será construido de estructura metálica, a base de columnas y rigidizantes.

**VOLUMEN DEL TANQUE:** como se calculó anteriormente el volumen para el tanque deberá ser de 65.00 metros cúbicos.

**PARTES DE UN TANQUE ELEVADO:** los tanques elevados son por lo regular de forma cilíndrica, por trabajar de mejor forma, apoyándose al terreno por medio de una torre de soporte de altura previamente establecida, la cual descansará a la vez en su cimentación.

**CUBIERTA DEL TANQUE:** puede diseñarse de forma plana o de forma cónica, su función es cubrir el tanque de la intemperie, en ésta se encuentra el acceso al interior y además deberá contar con un área de ventilación.

Para este caso se diseñará una cubierta cónica, la cual tendrá una altura de  $\frac{1}{5}$  del diámetro del depósito.

**CUERPO DEL TANQUE:**

Las paredes del cilindro y el fondo soportarán la presión ejercida por el agua, y se construirá utilizando lamina negra Norma A-36.

## ***Dimensión general del tanque***

### **Cuerpo del tanque:**

Se ha tomado un diámetro de 4 metros como base para el predimensionamiento del tanque, obteniendo la altura de éste de la siguiente manera:

$$\text{Vol} := \Pi \cdot r^2 \cdot h$$

Se despeja h

$$h := \frac{\text{Vol}}{(\Pi \cdot r^2)}$$

Entonces si el radio del tanque es de 2 metros y el volumen del cilindro es 65.00 metros cúbicos se tiene:

$$h := \frac{65}{(3.1415162^2)} \quad h = 5.17 \text{ metros de altura}$$

Entonces si se toma h = 5.00 se obtiene un volumen de:

$$\text{Vol} := 3.1415162^2 \cdot 5$$

Volumen del cilindro = 62.83 metros cúbicos

### **Fondo del tanque:**

El fondo tendrá forma de cono invertido para soportar mayores presiones. La altura del cono será la mitad del diámetro del tanque, pudiendo variar este valor.

$$\text{Vol} := \Pi \cdot r^2 \cdot \frac{h}{3} \quad \text{Vol} := 3.1415162^2 \cdot \frac{2}{3}$$

Altura del cono (h) = 2 metros de donde

Volumen del cono = 8.38 metros cúbicos

Sumando el volumen del cilindro y el volumen del fondo se obtiene el volumen total de almacenamiento necesario:

Volumen total = Volumen del cilindro + Volumen del cono

$$\text{Volumen total} = 62.83 + 8.38$$

Volumen total = 71.21 metros cúbicos

Por lo tanto el dimensionamiento del tanque sí cumple con la demanda exigida por el volumen necesario del tanque de distribución, la cual es de 65.00 metros cúbicos.

### **Torre de soporte:**

Los tanques elevados se apoyan sobre el terreno por medio de una torre, ésta deberá ser construida generalmente por 4 columnas con una ligera inclinación y una serie de elementos rigidizantes diseñados a compresión y tensión llamados breysas.

Las columnas tendrán una inclinación sobre el eje vertical del 25% de la altura del tanque, como se detalla a continuación:

$$L = h * \%$$

De donde:

L = distancia de inclinación con respecto al eje horizontal

h = altura total del tanque en metros

% = porcentaje de inclinación de las columnas de la torre

$$L = 15 * 25\% = 3.75 \text{ metros}$$

Entonces por medio del teorema de Pitágoras, se tiene que la base del tanque será de 8.13 metros (ver plano de dimensionamiento del tanque).

Para la separación entre arriostres deberá considerarse que el primero debe encontrarse a una altura sobre el nivel del suelo de 0.50 a 1.00 metros, dividiendo posteriormente el resto de la altura para obtener la distancia entre arriostres, Según especificaciones técnicas del American Institute Of Steel Construction (A.I.S.C.), para un tanque de 14 a 18 metros de altura se determinará una distancia de 3.25 a 4.50 metros entre arriostres.

Para el presente diseño se tomará la primera ubicación del arriostre a 0.60 metros y luego se colocarán a 3.60 metros cada uno (ver plano de dimensionamiento del tanque).

### **Cimentación del tanque:**

Básicamente la cimentación del tanque estará constituida por un sistema de zapatas reforzadas en ambos sentidos, así también como la colocación de un cimiento corrido para lograr obtener una buena base para el tanque.

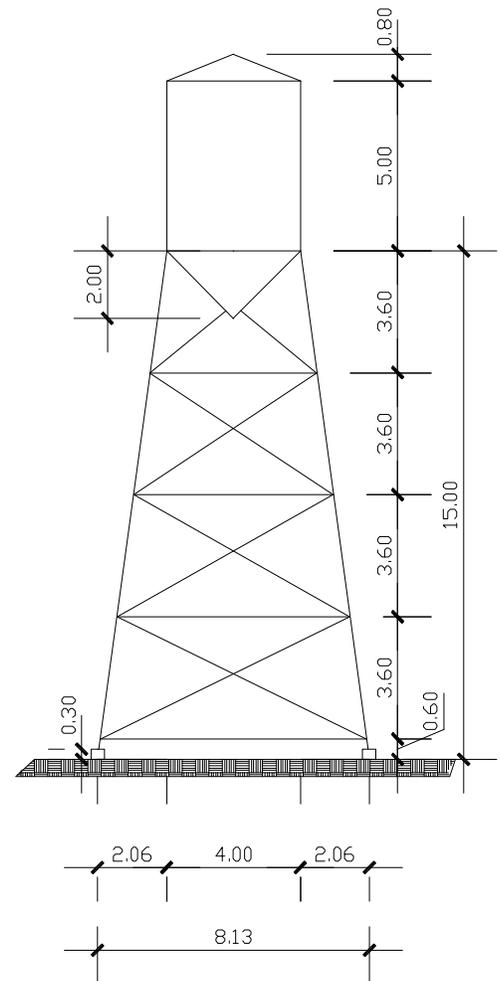
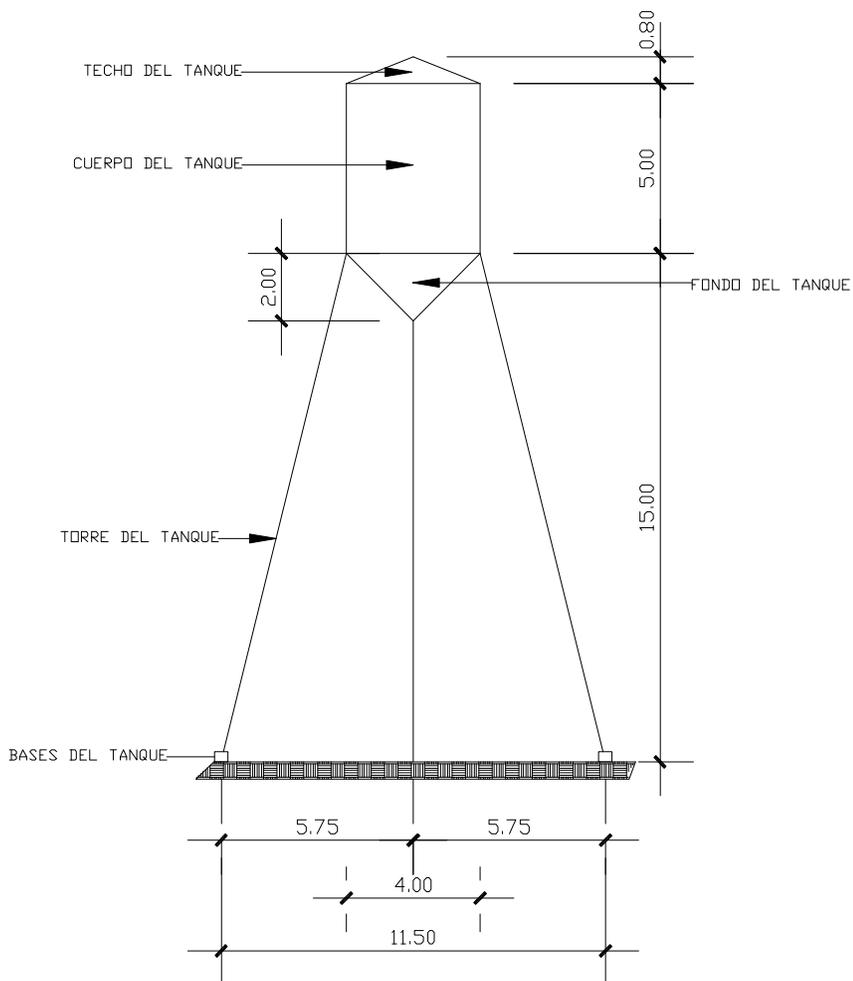
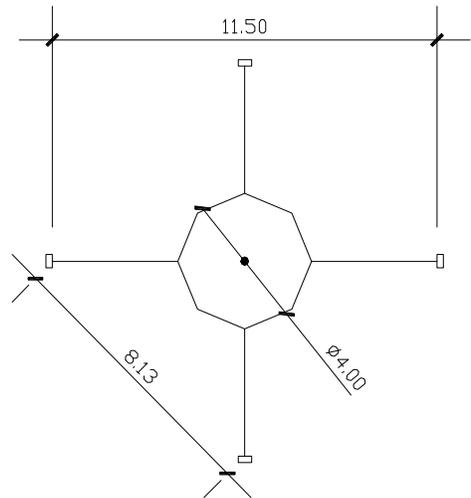
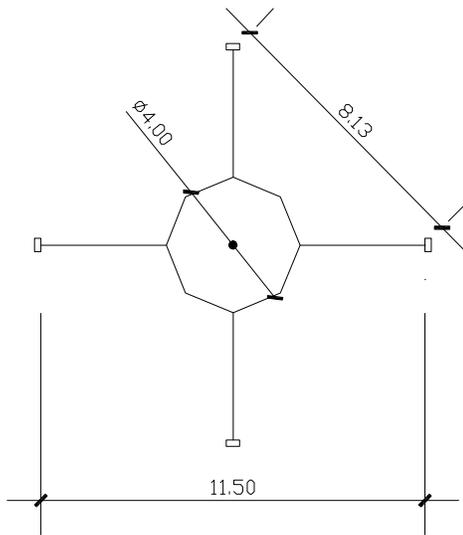
Las columnas del tanque elevado irán colocadas sobre unos pedestales de concreto y éstos a su vez sobre las zapatas de la cimentación, conectadas mediante un sistema de cimiento corrido sencillo.

Las fuerzas que actuarán directamente sobre la cimentación son:

- Peso propio de la estructura del tanque
- Peso total del agua (tomando en cuenta como caso crítico cuando el tanque se encuentre completamente lleno)
- Fuerza provocadas por viento y sismo

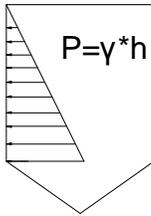
Para tener una idea más clara del sistema ver plano de dimensiones del tanque el cual se encuentra en la página siguiente.

Figura 3. Dimensión del tanque



## **Diseño estructural del tanque y de la cimentación:**

### **PAREDES DEL TANQUE:**



La carga ejercida sobre las paredes del tanque se puede definir por la fórmula:

$$T := (P \cdot r) \quad T := \gamma \cdot h \cdot r \quad \text{De donde:}$$

T= carga ejercida sobre las paredes

P= carga ejercida por el agua en kg/m

r= radio del tanque en metros

h= altura del tanque en metros

$\gamma$ = peso específico del agua (1,000 kg/m<sup>3</sup>)

Entonces de esta fórmula se obtiene la carga ejercida, la cual es igual a:

$$P = (1000 \cdot 5 \cdot 2) = 10,000 \text{ kg/metros}$$

Si se toma una franja unitaria de 1 metro en el perímetro del tanque:

$$P = 10,000 \text{ Kg}$$

Para calcular el espesor de la lámina a utilizar para este tanque, se tomará un grado de acero de 36,000 Lb/pulg<sup>2</sup>.

Entonces:

$$F_y \text{ (resistencia del acero)} = 36000 \text{ Lb/pulg}^2 = 2536.37 \text{ Kg/cm}^2$$

Calculando el esfuerzo de trabajo a tensión ( $F_s$ )

$$F_s = 0.45 F_y = 0.45 (2536.37) = 1,141.37 \text{ Kg/cm}^2.$$

Calculando el área de acero ( $A_s$ ):

$$A_s := \frac{P}{F_s} = 10000 / 1141.37 = 8.76 \text{ cm}^2.$$

Sí se toma una franja unitaria de 1 metro de altura, se obtiene el espesor (t) del tanque:

$$\text{Área} = 1 \text{ metro} \cdot t$$

$$t := \frac{8.76}{100} = 0.0876 \text{ cm.}$$

**SE PROPONE LA UTILIZACIÓN DE UNA LÁMINA NEGRA NORMA A-36 DE UN ESPESOR MÍNIMO DE ¼ DE PULGADA, PARA LAS PAREDES DEL TANQUE. (Cada plancha de lamina será de 4'8" x 1/4")**

## TORRE DE SOPORTE:

La carga ejercida sobre las torres de soporte serán las siguientes:

Peso del agua

$$P_w := \left[ (\pi \cdot r^2 \cdot h) \cdot \gamma \right] + \left[ \left( \pi \cdot r^2 \cdot \frac{H}{3} \right) \cdot \gamma \right]$$

De donde:  $P_w$  = carga ejercida por el agua a todo el tanque

$\pi$  = constante para el cálculo del área de un círculo

$r$  = radio del tanque en metros

$h$  = altura del tanque en metros

$H$  = altura del cono en metros

$\gamma$  = peso específico del agua (1,000 kg/m<sup>3</sup>)

Entonces de esta fórmula se obtiene la carga ejercida, igual a:

$$P_w := \left[ (3.1415162^2 \cdot 5) \cdot 1000 \right] + \left[ \left( 3.1415162^2 \cdot \frac{2}{3} \right) \cdot 1000 \right] \quad P_w = 71,209.43 \text{ Kg.}$$

**Nota:** Se deberá tener presente la carga para soldadura ( $f$ ), la cual se encuentra en función del peso total del agua dividido entre el perímetro del cilindro, lo cual da un valor de:

$$f := \frac{P_w}{2 \cdot \pi \cdot r} \quad f := \frac{21209.43}{2 \cdot 3.1415162} \quad f = 5,666.67 \text{ Kg/m.}$$
$$f = 316 \text{ Lb/pulg}^2$$

Al comparar este valor con la resistencia aproximada que resiste la soldadura según el American Institute Of Steel Construction (A.I.S.C.), la cual es de 2,000 Lb/pulg<sup>2</sup> se encuentra dentro de los límites aceptables del diseño de soldaduras.

## Peso del acero

Se tomarán como referencia las siguientes abreviaturas y algunas constantes como:

P.E. (peso específico acero) = 490 Lb/pie<sup>3</sup> = 7,859.5 kg/m<sup>3</sup>

$t$  (espesor lámina de acero) = 0.00635 metros (1/4 Pulgada)

$\pi$  = constante para el cálculo del área de un círculo

$d$  = diámetro del cilindro en metros

$h$  = altura del cilindro en metros

$A_c$  = área del cilindro en metros cuadrados

$A_s$  = área del cono superior en metros cuadrados

$A_i$  = área del cono inferior en metros cuadrados

$h_s$  = altura del cono superior en metros

$h_i$  = altura del cono inferior en metros

$r$  = radio del cilindro y de los conos en metros

$$A_c = \pi * \phi * h = 3.141516 * 4 * 5 = 62.83$$

$$A_c = 62.83 \text{ m}^2$$

$$A_s = \pi * r * (r^2 + h_s^2)^{1/2} = 3.141516 * 2 * (2^2 + 0.8^2)^{1/2} = 13.53$$

$$A_s = 13.53 \text{ m}^2$$

$$A_i = \pi * r * (r^2 + h_i^2)^{1/2} = 3.141516 * 2 * (2^2 + 2^2)^{1/2} = 17.77$$

$$A_i = 17.77 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso acero} = (A_c + A_s + A_i) * t * P.E.$$

$$\text{Peso acero} = (62.83 + 13.53 + 17.77) * 0.00635 * 7859.5 = 4697.82 \text{ kg}$$

Peso total = peso del agua + peso del acero

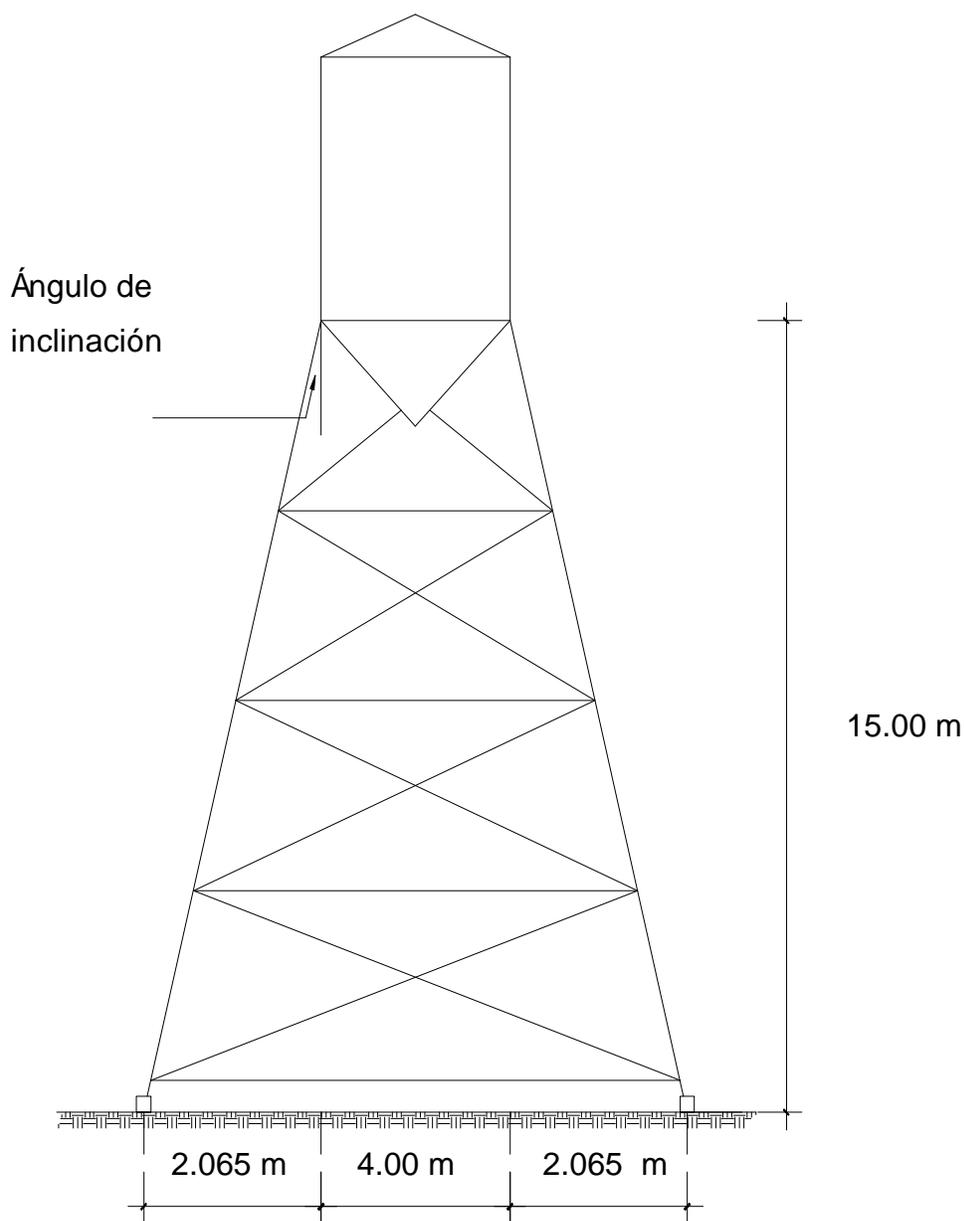
$$\text{Peso total} = 71,209.43 \text{ Kg.} + 4,697.82 \text{ Kg} = 75,907.25 \text{ Kg}$$

Para poder determinar una carga exacta para cada columna se aproximará la carga total a un valor de 80,000.00 Kg.

-Entonces como se tienen cuatro columnas cada una de éstas tendrá una carga de 20,000.00 Kg ó 20 toneladas.

Ya que estas columnas se encuentran inclinadas, estarán en función de una carga resultante, la cual se calcula dividiendo el valor total de carga dentro del ángulo de inclinación de cada columna. El ángulo de inclinación de las columnas se calcula de la siguiente manera:

**Figura 4. Angulo de inclinación de columnas**



$$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{2.065}{15.00}\right) = 7.84^\circ$$

Entonces la carga resultante (Cr) será de:

$$Cr = \frac{20\text{toneladas}}{\text{Cos}7.84^\circ} = 20.19\text{Toneladas}$$

### Fuerza de sismo

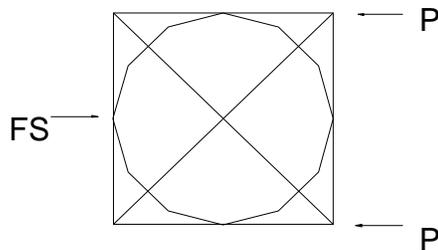
Debido a la altura de este tanque que es relativamente corta y las cantidades de peso no son muy elevadas, se recomienda para el cálculo de la fuerza de sismo tomar un valor del 20% de la carga total aplicada sobre el tanque.

Fuerza de sismo (FS) = 20% \* carga total

FS = 0.20 \* 80 Toneladas = 16 Toneladas

Esta fuerza actuará en dos sentidos como se muestra en la figura:

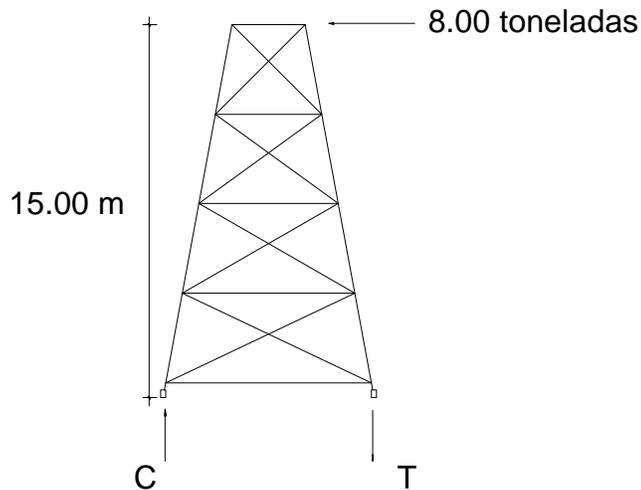
**Figura 5. Fuerza de sismo 1**



Entonces sumando fuerzas en el sentido horizontal:

$$FS = 2P \quad \text{despejando} \quad P = \frac{FS}{2} = \frac{16}{2} = 8 \text{Toneladas}$$

**Figura 6. Fuerza de sismo 2**



Momento de sismo (MS) = Carga P \* Altura del tanque

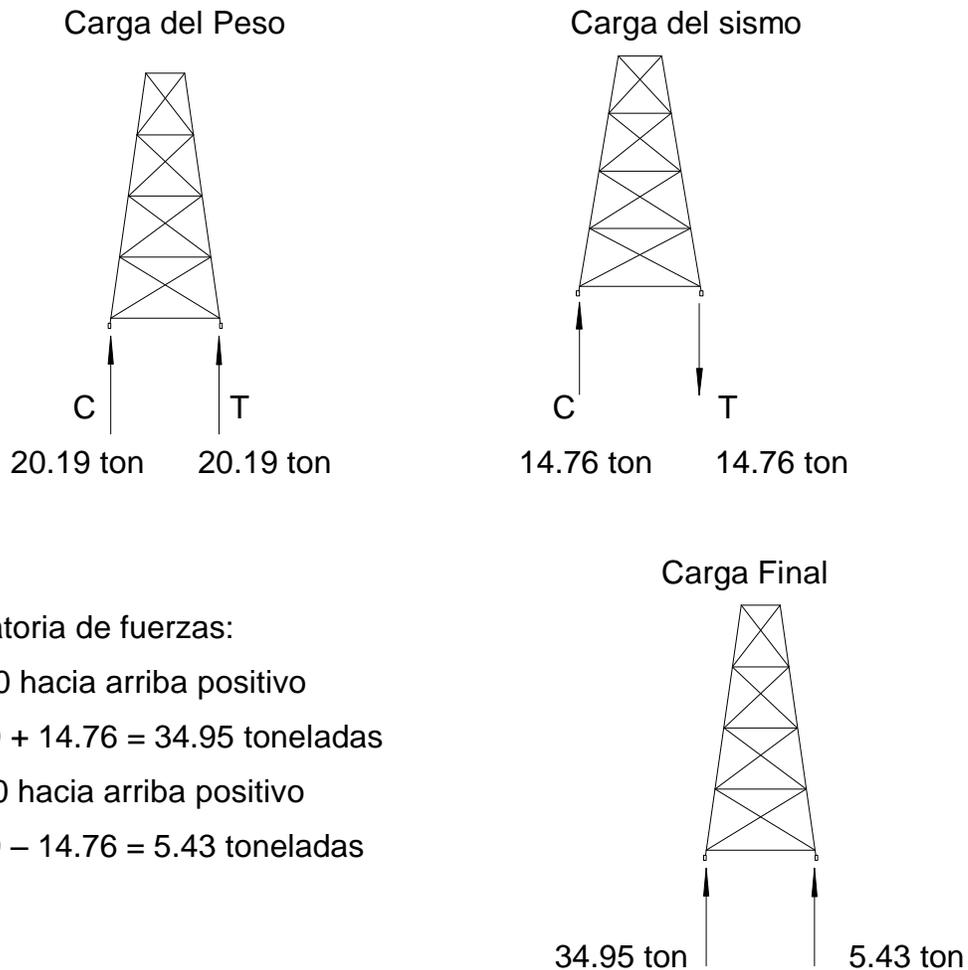
Sumatoria de momentos en el punto C será igual a cero y serán positivos en el sentido de las agujas del reloj.

$$\Sigma M_C = 0$$

$$-(8.00 * 15 \text{ m}) + T (8.13 \text{ m}) = 0 \quad \text{Donde } T = 14.76 \text{ ton}$$

*Cargas finales*

**Figura 7. Cargas Finales**



Sumatoria de fuerzas:

$$\Sigma F_C = 0 \text{ hacia arriba positivo}$$

$$20.19 + 14.76 = 34.95 \text{ toneladas}$$

$$\Sigma F_T = 0 \text{ hacia arriba positivo}$$

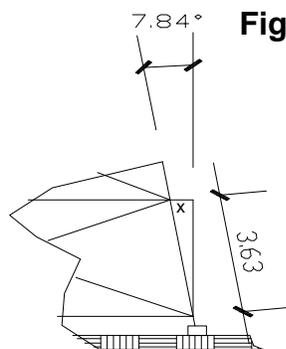
$$20.19 - 14.76 = 5.43 \text{ toneladas}$$

## Columnas del tanque

Para el diseño de las columnas del tanque se propone la utilización de un tubo redondo, ya que mediante éste se logra una excelente resistencia a la torsión, una misma rigidez en todas las direcciones del tubo y por último su precio es accesible para los compradores, y este tipo de tubería es el más utilizado para este tipo de estructuras. El manual del AISC contiene las dimensiones de estas secciones y éste también las clasifica en standard, extra fuerte y doble extra fuerte, dependiendo del tipo de uso que se le piense dar a cada estructura.

En esta parte se deberán definir los detalles de diseño y longitud de columnas, y se aconseja seguir al pie de la letra las recomendaciones que a continuación se detallan:

- Se deberá suponer una sección tentativa, luego se anotarán todos los datos que aparecen en las tablas del manual AISC.
- Por medio de la fórmula siguiente se debe calcular la relación de esbeltez  $Kl/r$ ; siendo  $l$  la longitud de la columna y el valor de  $K$  será igual a uno.
- Se calculará un  $F_a$  (esfuerzo unitario permisible) mediante las tablas de AISC.
- Una vez encontrado el  $F_a$  éste se deberá multiplicar por el área de la sección transversal; esta operación dará la carga permisible sobre la sección de la columna de una forma directa.
- Por último se debe comparar la carga permisible encontrada anteriormente y la carga de diseño, de donde se deberá obtener un valor mayor de carga permisible que de la carga de diseño, y en el caso de no cumplir esta relación, se deberá proponer una sección más grande y seguir las mismas indicaciones que se plantearon anteriormente.



**Figura 8. Longitud de columnas**

### **Datos generales para el diseño:(según tablas AISC)**

Tubo redondo = 6.00 pulgadas cédula 40

Carga de diseño = 34.95 toneladas

Área del tubo = 5.58 pulgadas cuadradas

Radio de giro = 2.25 pulgadas

Peso por pie lineal = 20 Libras

Longitud de columna = 3.63 metros = 142.91 pulgadas

Se calcula la relación esbeltez

$$= k * \frac{l}{r} \quad \text{donde } K = 1 \quad = 1 * \frac{142.91}{2.25} = 63.52 \approx 64$$

Según el manual AISC cuando se tiene una relación de esbeltez igual a la encontrada anteriormente, se obtiene un valor de Fa de 17,040 Lb/pulg<sup>2</sup>.

Con este valor se calcula la carga permisible (P):

$$P = Fa * \text{Área} = 17040 * 5.58 = 95,083.20 \text{ Lb} = 43.22 \text{ Ton}$$

Comparación final:

Carga permisible > Carga de diseño

43.22 toneladas > 34.95 toneladas

**SI VERIFICA POR LO TANTO SE PROPONE LA UTILIZACIÓN DEL TUBO REDONDO DE 6 PULGADAS, CÉDULA 40 STANDARD.**

### **Tensores del tanque**

La pieza que se utilizará sujeta a tensión es un problema sencillo en el diseño, como en este caso no existe peligro de pandeo debido a la rigidez del metal, los cálculos se reducen a la simple división de la carga (T) entre el esfuerzo de trabajo a tensión del acero (Fs), lo que da el área neta de la sección transversal que se debe utilizar, luego se selecciona la sección que tenga dicha área.

La pieza a utilizar depende del tipo de su conexión en el extremo que de cualquier otro factor existente, pudiéndose utilizar cualquier otro tipo de perfil que se estime conveniente.

Para los tensores de este tanque se propuso un perfil tipo “L” cuyos datos se encuentran en el manual del American Institute Of Steel Construction (A.I.S.C.).

**Datos generales para el diseño:(según tablas AISC)**

Carga de diseño = 8 toneladas

Dimensiones = 4\*4 pulgadas

Espesor = ½ pulgada

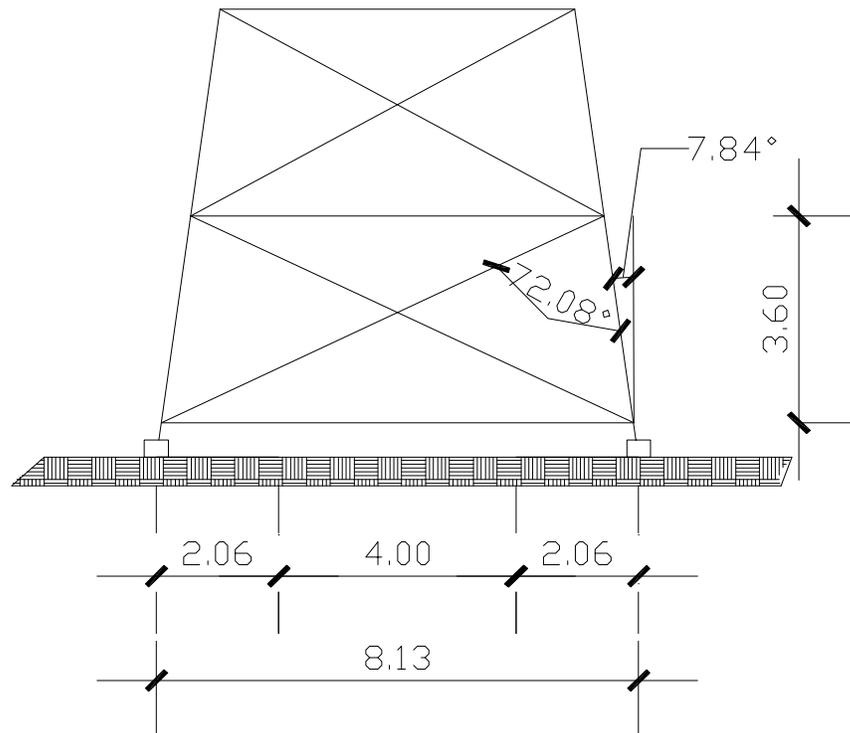
Área = 3.75 pulg<sup>2</sup> = 24.19 cm<sup>2</sup>

Peso por pie lineal = 12.80 Libras

Radio de giro en “X” y en “Y” = 1.22 pulgadas

Fs = Esfuerzo de trabajo a tensión = 1.14137 Toneladas/cm<sup>2</sup>

**Figura 9. Tensores del tanque**



$$T = \frac{P}{\cos 72.08^\circ} = \frac{8 \text{ ton}}{\cos 72.08^\circ} = 26 \text{ Toneladas} \quad \text{Area} = \frac{T}{F_s}$$

$$\text{Area} = \frac{T}{F_s} = \frac{26 \text{ Toneladas}}{1.14136 \text{ ton/cm}^2} = 22.78 \text{ cm}^2$$

Comparación final:

Área del perfil > Área requerida

$$24.19 \text{ cm}^2 > 22.78 \text{ cm}^2$$

**SI VERIFICA POR LO TANTO SE PROPONE LA UTILIZACIÓN DE UN PERFIL TIPO 'L', DE 4\*4\*1/2 PULGADAS, NORMA A-36.**

### **Piezas horizontales del tanque:**

Estos elementos al igual que los tensores funcionan principalmente para contrarrestar la acción de la fuerza sísmica. La pieza escogida deberá ser analizada por esfuerzos a compresión y flexión, aplicando la fórmula de combinación de esfuerzos.

A continuación se detallan una serie de pasos a seguir, los cuales deberán cumplirse detalladamente para obtener buenos resultados en el diseño del tanque.

- Se deberá suponer una sección tentativa y anotar los datos generales presentados por el manual AISC.
- Se debe calcular la relación de esbeltez  $Kl/r$ , siendo  $l$  la longitud del elemento y el valor  $K = 1$  para este tipo de diseño.
- Se calcula el esfuerzo unitario permisible  $F_a$  mediante la relación de esbeltez en las tablas del AISC.
- El esfuerzo de trabajo encontrado se multiplica por el área de la sección propuesta, brindando la carga permisible sobre el elemento.
- Se comparará la carga permisible encontrada anteriormente con la carga de diseño, de esta comparación la carga permisible deberá ser mayor que la carga de diseño, si no cumpliera se deberá proponer una nueva sección, y seguir el mismo procedimiento.

- Luego de la comparación de cargas y que ésta haya cumplido el requisito de ser la permisible mayor que la de diseño se procede a aplicar la fórmula de esfuerzos combinados, y ésta deberá dar un valor menor o igual a uno.

**Datos generales para el diseño:(según tablas AISC)**

Carga de diseño = 8 toneladas

Tubo redondo = 5 pulgadas cédula 40 Standard

A = Área = 4.30 pulg<sup>2</sup> = 27.74 cm<sup>2</sup>

P = Carga puntual (1 persona) = 200 Libras

W = Peso por pie lineal = 15 Libras

Radio de giro = 1.88 pulgadas

Diámetro externo = 5.52 pulgadas

C = Distancia al centroide = 2.76 pulgadas

L =Longitud 1er arriostre = 8.13 m = 320.08 plg = 26.67 ft

Momento de inercia = 15.2 pulgadas<sup>4</sup>

Fb = Esfuerzo de trabajo a flexión = 0.5\*Fy (SEGÚN AISC)

= 0.5\*36000 Lb/pulg<sup>2</sup> = 18,000 Lb/pulg<sup>2</sup> = 8.18 ton/pulg<sup>2</sup>

Fa = Esfuerzo unitario permisible

Fs = Esfuerzo de trabajo a tensión

Se calcula la relación esbeltez

$$= k \frac{l}{r} = 1 \frac{320.08}{1.88} = 170.26 \quad \text{donde } K = 1$$

Según el American Institute Of Steel Construction (A.I.S.C.), cuando se tiene una relación de esbeltez igual a la encontrada anteriormente, se obtiene un valor de Fa de 5,110 Lb/pulg<sup>2</sup> = 2.32 ton/pulg<sup>2</sup>

Con este valor se determina la carga permisible (P):

P = Fa \* Área = 5110 \* 4.30 = 21.973 Lb = 9.99 Ton

Comparación final:

Carga permisible > Carga de diseño

9.99 toneladas > 8 toneladas

Ahora se determina el momento actuante (Ma):

$$Ma = \left(\frac{P * l}{4}\right) + \left(\frac{W * l^2}{8}\right) = \left(\frac{200 * 26.67}{4}\right) + \left(\frac{15 * 26.67^2}{8}\right)$$

$$Ma = 2,667.17 \text{ Lb-pie} = 14.55 \text{ ton-pulg}$$

Ahora se aplica la fórmula de esfuerzos combinados:

$$-\frac{P}{Fa} \pm \frac{Ma * c}{Fb} \leq 1 \quad -\frac{4.3}{2.32} \pm \frac{14.55 * 2.76}{8.18} \leq 1$$

**SI VERIFICA, POR LO TANTO SE PROPONE LA UTILIZACIÓN DEL TUBO REDONDO DE 5 PULGADAS, CÉDULA 40 STANDARD.**

### Colocación de pernos y aplicación de soldadura:

La soldadura resiste aproximadamente 2,000 Libras por pulgada cuadrada, para calcular la longitud de soldadura de un miembro, se debe relacionar esta resistencia con la carga actuante en el miembro y la longitud total del mismo, disponible para la soldadura.

La resistencia del acero en corte es aproximadamente de 10,000 Libras por pulgada cuadrada, para calcular la cantidad de pernos de determinado diámetro en una unión, los cálculos se reducen a la simple división de la carga actuante en el miembro y la resistencia máxima del acero en cortante.

*Longitud de soldadura:*

$$\text{Carga crítica} = T = 26 \text{ toneladas}$$

$$\text{Longitud de soldadura} = L$$

$$\text{Resistencia de soldadura} = Rs = 2000 \text{ lb/plg} = 0.91 \text{ ton/plg}$$

$$L = \frac{T}{Rs} = \frac{26}{0.91} = 28.57 \text{ pulgadas}$$

*Dimensionamiento de pernos:*

$$A = \text{área neta necesaria}$$

$$Fc = \text{Esfuerzo de corte} = 10000 \text{ lb/plg}^2 = 4.55 \text{ ton/plg}^2$$

$$\text{Area} = \frac{T}{Fc} = \frac{26}{4.5} = 5.71 \text{ Pulgadas}^2$$

**SEGÚN LAS TABLAS DEL AISC PARA UN PERNO DE 1 ½PULGADA LE CORRESPONDE UN ÁREA DE 1.77 PULGADAS CUADRADAS, POR LO TANTO SE USARÁN 4 EN CADA UNIÓN, PARA CUBRIR UN ÁREA DE 7.08 PULGADAS CUADRADAS.**

**Placa base para las columnas del tanque:**

Es esencial que la base de la columna y la placa estén en contacto absoluto para evitar la falla por punzonamiento en el concreto. La columna se fija a la placa por medio de soldadura y a la vez se fijan a la cimentación usando tornillos de anclaje.

El área de la placa base se encuentra, dividiendo la carga de la columna entre el esfuerzo unitario de compresión permisible ( $F_p$ ) del concreto, que puede ser de  $0.25f'_c$  cuando toda el área está cubierta por la placa e igual a  $0.375f'_c$ , cuando el área de la placa es un tercio del área del concreto.

Para un tipo de concreto usado comúnmente de  $f'_c = 3,000 \text{ lb/pulg}^2$  ( $210 \text{ kg/cm}^2$ ), el esfuerzo permisible ( $F_p$ ) puede ser de 750 ó  $1,125 \text{ lb/pulg}^2$ , dependiendo del área a cubrir de la placa.

El espesor de la placa se determina suponiendo que se comporta como un voladizo invertido, cuyo momento máximo se localiza en el borde de la columna.

*Sección de la placa:*

$$F_p = 0.25 * 3,000 \text{ lb/pulg}^2 = 750 \text{ lb/pulg}^2 = 0.341 \text{ ton/pulg}^2$$

$$P_t = \text{carga total} = \text{peso total del tanque lleno (Cr)} + \text{peso total de la torre}$$

**PESO DE LA TORRE:**

Peso = Longitud total del elemento \* Peso por pie lineal

Peso total de columnas = 205 pies\*20 Lb/pie = 4100 Lb

Peso piezas horizontales = 430 pies\*15 Lb/pie = 6450 Lb

Peso de los tensores = 1050 pies\*12.8 Lb/pie = 13440 Lb

PESO TOTAL DE LA TORRE = 23,990 Lbs = 10.9 ton

CARGA TOTAL (Pt) = Cr + Peso total de la torre = 20.19 ton + ( 10.90 ton )  
 (Pt) = 31.09 toneladas

Área de la placa (A):

$$A = \frac{Pt}{Fp} \quad A = \frac{31.09}{0.341} = 91.17 \text{ pulgadas}^2$$

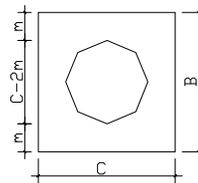
Lado de la placa =  $\sqrt{91.17} = 9.55 \text{ pulg}$

**Figura 10. Sección de la placa base**

SE PROPONE UNA PLACA DE:

10 PULGADAS DE ANCHO (B)

10 PULGADAS DE LARGO (C)



Espeor de placa:

Fb = Esfuerzo de trabajo a flexión = 0.5\*Fy (SEGÚN AISC)  
 = 0.5\*36000 Lb/pulg<sup>2</sup> = 18,000 Lb/pulg<sup>2</sup> = 8.18 ton/pulg<sup>2</sup>

t = espeor de placa

p = carga sobre la placa

m = proyección de la placa fuera de la columna

$$p = \frac{Pt}{(B * C)} \quad p = \frac{31.09}{(10 * 10)}$$

p = 0.3109 ton/pulg<sup>2</sup>

$$t = \frac{\sqrt{(3 * p * m)}}{Fb} = \frac{\sqrt{(3 * 0.3109 * 2^2)}}{8.18}$$

t = 0.68 Pulgadas

**SE PROPONE LA UTILIZACIÓN DE UNA PLACA CUADRADA DE 10\*10 PULGADAS, CON UN ESPESOR DE 3/4 DE PULGADA.**

## PEDESTAL PARA LA CIMENTACIÓN:

Los pedestales se utilizan frecuentemente como elementos de transición entre columnas metálicas y las zapatas. Las razones más comunes para el uso de pedestales son las siguientes:

Se busca distribuir la carga en la parte superior de la zapata; esto puede aliviar la intensidad de la presión de apoyo directa en la zapata, o simplemente puede permitir una zapata más delgada con menos refuerzo.

Permitirá que la columna termine en una elevación más alta y no permitir el contacto de ésta con el suelo y evitar la corrosión, además en casos donde se tienen que colocar zapatas a profundidades más bajas es aún más importante.

### Dimensión del pedestal

Se tomará una sección de 0.3\*0.3 metros, para poder determinar la altura se tomará el criterio de  $h = (3 * a)$  de donde  $h$  = altura del pedestal y  $a$  = ancho de la sección propuesta para el pedestal, entonces  $h = 3 * a = 3 * 0.3 = 0.9$  metros de altura.

### Refuerzo para el pedestal

Se buscará determinar una relación de esbeltez para saber qué tipo de columna se diseñará, ya sea corta, intermedia o larga, el American Concrete Institute (A.C.I.) Capítulo 10.10 señala los siguientes parámetros:

Si:        Esbeltez        21    Columna corta  
          21        Esbeltez        100    Columna intermedia  
                  Esbeltez        100    Columna larga

Para calcular la esbeltez de una columna, se debe aplicar la siguiente

fórmula:  $k \frac{l}{r}$   
Esbeltez =

$K$  = Factor de pandeo, se tomará igual a 1 por la magnitud tan pequeña del elemento a diseñar.

$L$  = Longitud libre entre apoyos más alejados

$r$  = Radio de giro de la sección

Para determinar el radio de giro el ACI especifica:

$r = 0.3 * b$  para columnas cuadradas o rectangulares

$r = 0.25 * d$  para columnas circulares donde  $d =$  diámetro

Entonces la relación de esbeltez para este caso quedará:

$$\text{Esbeltez} = 1 * \frac{0.9}{(0.3 * 0.3)} = 10$$

Entonces es considera una columna CORTA

Una vez determinado el tipo de columna a diseñar, el American Concrete Institute (A.C.I.) en el Capítulo 10.3-3 señala la siguiente fórmula para el cálculo de la resistencia última, tomando en cuenta que se despreciará el momento causado por la componente horizontal de la carga total de la columna debido a que el ángulo de inclinación de la columna metálica transmisora de la fuerza es muy pequeño.

$$P_u = \phi(0.85 * f'c(Ag - A_s) + (F_y * A_s))$$

$P_u =$  Resistencia última de la columna

$\phi =$  Factor de compresión igual a 0.75 SEGÚN ACI 10.3

$A_g =$  Área de la sección de la columna en  $\text{cm}^2$

$A_s =$  Área de acero en  $\text{cm}^2$

$f'c =$  Resistencia nominal del concreto 210  $\text{Kg}/\text{cm}^2$

$F_y =$  Resistencia a fluencia del acero 2818.19  $\text{kg}/\text{cm}^2$

Entonces el  $A_s$  se tomará como el acero mínimo, para el cual el American Concrete Institute (A.C.I.) especifica un 1% del área de la sección.

$$P_u = 0.75(0.85 * 210(900 - 9) + (2818.19 * 9))$$

$P_u = 138305.41 \text{ Kg} = 304271.9 \text{ Lb} = 138.30 \text{ ton}$

Comparando:

$P_u$  columna propuesta  $>$   $P_u$  total de cada columna

138.30 ton  $>$  31.09 ton

Para el refuerzo a corte, el manual ACI señala un espaciamiento mínimo menor o igual a la mitad del diámetro efectivo y un recubrimiento mínimo de 2.5 centímetros en cada lado.

$$\text{Espaciamiento } S = \frac{d}{2}$$

$$d = \text{Lado de la sección} - (2 * 2.5) = (30) - 5 = 25 \text{ cm}$$

$$\text{Espaciamiento } S = \frac{25}{2} = 12.5 \text{ cm se aproxima a 15.}$$

Entonces el armado será de 4 varillas de ½ pulgada y estribos de No. 3 a cada 15 cms.

### **CIMIENTO CORRIDO:**

Para evitar un corrimiento entre las zapatas, se hace necesaria la colocación de un cimiento corrido simple armado con 3 varillas de 3/8 y eslabones de ¼ a cada 0.20 centímetros y fundido con concreto en una proporción de 1:2:3 para obtener una resistencia adecuada.

### **ZAPATAS:**

El diseño de una zapata se basa generalmente en las siguientes consideraciones:

- Las fuerzas laterales siguiendo un criterio más conservador en el diseño, podrán reducirse a una fuerza concentrada FS aplicada a una altura H, esta fuerza concentrada dará lugar a un momento flector respecto de la base, que producirá esfuerzos de tensión sobre las columnas del lado en que se considere que actúe la fuerza lateral y a compresión sobre las columnas opuestas.

Para el cálculo de la estabilidad, se obtendrá primero el momento de volteo respecto a la base de apoyo.

$$M.V = FS * H$$

$$M.e = PT * L$$

De donde:

M.V = Momento de volteo

Me = Momento estabilizante

FS = Fuerza de sismo

H = Altura desde la base del pedestal de la zapata hasta la mitad del depósito

PT = Peso total de la estructura

L = Separación entre dos columnas consecutivas

Al tener fuerzas laterales actuando, dan origen al momento de volteo, este momento provoca el desplazamiento del peso de la estructura del eje de soporte a una distancia Xu.

$$Xu = \frac{M.V}{PT}$$

La estabilidad del conjunto estará asegurada, cuando se cumpla la siguiente condición:

$$Xu \leq \frac{L}{16}$$

Donde L es el diámetro a centro de columnas y también cuando la relación entre el momento estabilizante y el de volteo sea mayor o igual que 1.50.

$$C.E = \frac{Me}{M.V.}$$

Donde C.E = coeficiente de estabilidad mayor a 1.5

- Presión máxima de apoyo. La suma de la carga impuesta sobre la zapata y el peso de la misma no debe exceder el límite para la presión de apoyo sobre el material sustentante. El área total requerida en planta de la zapata se determina sobre esta base.
- Control del asentamiento. Cuando las zapatas descansan sobre un suelo altamente comprensible, puede ser necesario seleccionar las áreas de zapatas que garanticen un asentamiento uniforme de todas las columnas.
- Tamaño de la columna. Cuanto más grande sea la columna, tanto menores serán los esfuerzos cortantes, de flexión y de adherencia en la zapata.

- Límite de los esfuerzos cortantes para el concreto. Para zapatas de planta cuadrada, esto constituye la única condición crítica de esfuerzo para el concreto. Para reducir la cantidad requerida de esfuerzo, el peralte de la zapata se establece generalmente muy arriba del que se requiere por flexión para el concreto.

- Esfuerzo de flexión y límites de las longitudes de desarrollo para las varillas. Esto se considera con base en el momento desarrollado en la parte volada de la zapata en la cara de la columna.

#### PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA

Peso del pedestal = Volumen \* Peso concreto =  $(0.3*0.3*0.9)m^3*(2,400 \text{ kg/cm}^3)$

Peso del pedestal = 194.40 Kg = 0.1944 Ton

Peso total (PT) = Peso del depósito + Peso de la torre + Peso de pedestales

Peso total (PT) = ( 80 ton)+( 10.90 ton)+(4\*0.1944 ton)

Peso total (PT) = 91.68 ton

#### VERIFICANDO EL VOLTEO

La carga de sismo última se tomará como  $FS = 10\% * PT$

$FS = 0.10 * ( 91.68 \text{ ton} ) = 9.168 \text{ ton}$

H = Altura del tanque + Altura del pedestal + Altura a la mitad del tanque

$H = ( 15 \text{ m} ) + ( 0.9 \text{ m} ) + ( 2.5 \text{ m} ) = 18.4 \text{ metros}$

$M.V = FS * H$

$M.V = ( 9.168 \text{ ton} ) * ( 18.4 \text{ m} ) = 168.69 \text{ ton-m}$

$Me = PT * \text{Longitud entre columnas}$

$Me = ( 91.68 \text{ ton} ) * ( 8.13 \text{ m} ) = 745.36 \text{ ton-m}$

$$C.E = \frac{Me}{M.V.} \quad C.E = \frac{745.36}{168.69} \geq 1.5 \quad \text{Si verifica}$$

$$X_u = M.V / PT$$

$$X_u = \frac{168.69}{91.68} = 1.84$$

$$\frac{L}{6} = \frac{11.50}{6} = 1.92m$$

**XuSi verifica**

## CÁLCULO DE CARGAS

Datos :

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

$$F_y = 2,818.19 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Valor soporte del suelo } V_s = 15 \text{ ton/m}^2$$

(Según datos encontrados en la comunidad de otros estudios hechos en el lugar para proyectos de gran magnitud)

$$\text{Sección de columna} = (0.3 \text{ m}) * (0.3 \text{ m})$$

La carga viva CV será el peso del contenido del tanque lleno, el cual es de 17.8 Ton, y la carga muerta CM, la constituye el peso del acero del depósito, el peso de las columnas, el peso de los tensores, el peso de los elementos horizontales y el peso de los pedestales, como se indica a continuación:

$$\text{Peso del acero del deposito} = 4697.82 \text{ Kg} = 4.7 \text{ ton}$$

$$\text{Peso de las columnas} = 1863.64 \text{ Kg} = 1.86 \text{ ton}$$

$$\text{Peso de los elementos horizontales} = 2931.82 \text{ Kg} = 2.93 \text{ ton}$$

$$\text{Peso de los tensores} = 6109.09 \text{ Kg} = 6.11 \text{ ton}$$

$$\text{Peso de los pedestales} = 777.60 \text{ Kg} = 0.78 \text{ ton}$$

$$\text{CARGA MUERTA TOTAL} = \frac{16.38 \text{ ton}}{4} = 4.10 \text{ ton}$$

## DIMENSIONAMIENTO DE ZAPATA

$$\text{Área de la zapata} = 1.2 \frac{PT}{V_s}$$

De donde:

$$PT = \text{Carga de trabajo} = (CM+CV)$$

1.20 = porcentaje de incremento por flexión

$V_s$  = Valor soporte del suelo

$$\text{Área de la zapata} = 1.2 \left( \frac{21.9}{15} \right)$$

$$\text{Área de la zapata} = 1.752 \text{ m}^2$$

Entonces para determinar el lado:

$$\text{Área de la zapata} = \text{Lado al cuadrado}$$

de donde

$$L = \sqrt{1.752 \text{ m}^2} = 1.33 \text{ m, se aproxima a } L = 1.40 \text{ m}$$

CARGA DE DISEÑO

$$Pb = \frac{Pu}{\text{Área}_{\text{Zapata}}}$$

De donde:

Pb = Carga de diseño

$$Pu = 1.4(\text{CM}) + 1.7(\text{CV})$$

Entonces:

$$Pu = 1.4(4.10 \text{ ton}) + 1.7(17.8 \text{ ton}) = 36 \text{ ton}$$

$$Pd = \frac{36 \text{ ton}}{1.96 \text{ m}^2} = 18.37 \text{ ton/m}^2$$

VERIFICANDO EL CORTE POR FLEXIÓN

$$Vc = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f_c} * b * d \qquad Vu = Pd * \text{Área}$$

De donde:

Vc = Resistencia última al corte del concreto

Vu = Esfuerzo de corte actuante

se deberá verificar que  $Vc > Vu$

$$Vc = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 140 * \frac{d}{1000} \qquad Vu = 18.37 * \left( 1.40 * \left( 1.40 - \frac{0.3}{2} \right) - \frac{d}{1000} \right)$$

Y el valor de **d** se establece por pruebas en estas fórmulas, hasta que cumplan la condición de que  $Vc$

>  $Vu$

**Tabla III. Calculo del peralte 1**

d (Centí metros)	Vc	Vu
14	12.79	14.11
16	14.62	14.10

Entonces se utilizará  $d = 16 \text{ cms.}$

VERIFICANDO EL CORTE POR PUNZONAMIENTO

$$V_c = 0.85 * 1.06 * \sqrt{f'c} * b_o * d$$

$$V_u = P_d * (\text{Área zapata} - \text{Área Punzonamiento})$$

De donde:

$V_c$  = Resistencia última al corte del concreto

$V_u$  = Esfuerzo de corte actuante

$b_o$  = perí metro punzonante

$$b_o = 4 * (\text{Lado de la columna} + d)$$

$$\text{Área punzonamiento} = \left( \text{Ladocolumna} + \frac{d}{2} \right)^2$$

se deberá verificar que  $V_c > V_u$

$$V_c = 0.85 * 1.06 * \sqrt{210} * ((4 * (30 + d)) * \frac{d}{1000}) \quad V_u = 18.37 * ((1.4)^2 - (0.3 + \frac{d}{100})^2)$$

Y el valor de **d** se establece por pruebas en estas fórmulas, hasta que cumplan la condición de que  $V_c >$

$V_u$

**Tabla IV. Calculo del peralte 2**

d (Centí metros)	$V_c$	$V_u$
14	32.18	35.91
16	38.44	35.91

Entonces se utilizará  $d = 16$  cms.

Luego, 
$$t = d + \frac{\phi}{2} + r$$

Donde:  $t$  = altura de la zapata

$\phi$  = diámetro de la varilla propuesta (1/2")

$r$  = recubrimiento

Entonces:

$$t = 16 + \frac{1.27}{2} + 7.5 = 24.135cms \quad t = 25 cms.$$

Corrección de **d**:

$$d = (25) - \left( \frac{1.27}{2} \right) - (7.5) = 16.87cms$$

## ARMADO FINAL DE LA ZAPATA

Éste se tomará a rostro para diseñar el refuerzo.

$$M = Pd * \frac{L^2}{2}$$

De donde:

Pd = Carga de diseño

L = Distancia desde el extremo de la zapata hasta el rostro de la columna

$$M = 18.37 * \frac{0.55^2}{2} = 2.78 \text{ ton-m} = 2780 \text{ Kg-m}$$

Con este momento se obtiene el área de acero requerida  $A_s$ , de la fórmula siguiente:

$A_s$  = Área de acero requerida

$$A_s = ((b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - (\frac{Mu * b}{0.003825 * f'c})}) * \frac{0.85 f'c}{F_y}$$

$$A_s = 6.66 \text{ cms}^2$$

$$A_s \text{ min} = 14.01 * b * \frac{d}{F_y} \quad A_s \text{ min} = 14.01 * 140 * \frac{16.87}{2818.19}$$

$$A_s \text{ mín} = 11.74 \text{ cms}^2$$

$$A_s \text{ temp} = 0.002 * b * t$$

$$A_s \text{ temp} = 0.002 * 140 * 25 = 7 \text{ cms}^2$$

$$A_s \text{ máx} = \rho_{\text{máx}} * b * d \quad \rho_{\text{máx}} = \text{Según tablas}$$

$$A_s \text{ máx} = 0.01858 * 140 * 16.87 = 43.88 \text{ cms}^2$$

Ahora se comparan las áreas de acero y se concluye para proponer el acero:

Como el área de acero mínimo es mayor que el acero requerido, se utilizará el acero mínimo para realizar el armado de las zapatas.

$$(10) \text{ Varillas No 4} = 10 * 1.27 \text{ cms}^2 = 12.70 \text{ cms}^2 \quad (\text{En ambos sentidos})$$

Con este acero propuesto se cumple con el área de acero requerido para el diseño de las zapatas.

## 2.6 - Diseño de la red de distribución del sistema

La red de distribución del presente sistema, será en base al método de ramales abiertos, debido a que las viviendas se encuentran dispersas. Los criterios básicos serán los siguientes:

1.- Se tomará como base el caudal medio de diseño de la red de distribución calculado en el inciso 2.4.4.

2.- En base al caudal medio se calculará el caudal de hora máxima (QHM) y con éste se diseñará la red.

3.- Los factores básicos a tomar en cuenta serán los siguientes:

- En cada nudo del sistema, el caudal de entrada es igual al caudal de salida.
- La presión mínima y máxima dentro de la red deberá ser de 10 metros columna de agua (m.c.a) y de 40 metros columna de agua (m.c.a), respectivamente.
- Caudal de distribución = Variable dependiendo de cada ramal a analizar
- Factor hora máxima de 2.00
- Diámetros de tubería de 4" ,3" , 2 1/2" , 2" , 1 1/2" , 1" , 3/4"

### ***Diseño de la red de distribución:***

Según el cálculo anterior se tiene un caudal de hora máximo (QHM) entonces:

$$\text{Caudal unitario por vivienda} = \frac{QHM}{\text{Nodiviviendas}} = \frac{4.22}{217}$$

$$\text{Caudal unitario por vivienda} = 0.01945 \text{ lts/seg/vivienda}$$

### TRAMO DE 0-1:

Datos básicos para el diseño:

$$\text{Caudal de distribución} = 4.22 \text{ lts/seg}$$

$$\text{Caudal unitario por viviendas del tramo} = 4.22 \text{ lts/seg}$$

No se tiene ninguna vivienda en ese tramo pero luego de este se encuentra toda la red de distribución por lo cual se analiza como si existieran todas las viviendas.

$$\text{Caudal instantáneo} = k\sqrt{n-1} \quad \text{donde } k = 0.15 \text{ para menos de 55 viviendas} \\ k = 0.20 \text{ para mas de 55 viviendas}$$

$$\text{Caudal instantáneo} = 0.20\sqrt{217-1} = 2.94 \text{ lts/seg}$$

Entonces el tramo se diseñará con:

$$\text{Longitud} = 14.75 \text{ metros}$$

$$Q \text{ diseño para este tramo} = 4.22 \text{ lts/seg}$$

$$C \text{ (coeficiente de Hazen Williams)} = 150 \text{ (para PVC)}$$

$$H_f \text{ (Pérdidas propuestas según topografía)} = \text{Cota terreno inicial} - \text{Cota terreno final}$$

$$H_f = 100.00 - 100.23 = -0.23 \text{ metros (se toma siempre como positiva)}$$

Ahora utilizando la formula de Hazen-Williams:

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.811141 * Q_{\text{tramo}}^{1.852} * Longitud}{C^{1.852} * H_f}} \quad D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.811141 * 4.22^{1.852} * 14.75}{150^{1.852} * 0.23}}$$

D = 2.81 pulgadas por ser el tramo de salida hacia toda la red se utilizará tubería de 4 pulgadas, para brindar una buena distribución en todo el sistema.

Ahora se calculan las pérdidas reales mediante:

$$H_f = \frac{1743.811141 * Q_{\text{tramo}}^{1.852} * Longitud}{C^{1.852} * \phi^{4.87}} \quad H_f = \frac{1743.811141 * 4.22^{1.852} * 14.75}{150^{1.852} * 4^{4.87}}$$

$$H_f = 0.04038 \text{ metros}$$

### TRAMO 1-2:

Datos básicos para el diseño:

$$\text{Caudal unitario por viviendas del tramo} = 0.01945 * 107 = 2.08 \text{ lts/seg}$$

Se tienen 2 viviendas en ese tramo pero luego de este se encuentran 105 viviendas mas entonces se calcula el unitario para un total de 107 viviendas.

$$\text{Caudal instantáneo} = k\sqrt{n-1} \quad \text{donde } k = 0.15 \text{ para menos de 55 viviendas}$$
$$k = 0.20 \text{ para mas de 55 viviendas}$$

$$\text{Caudal instantáneo} = 0.20\sqrt{107-1} = 2.06 \text{ lts/seg}$$

Entonces el tramo se diseñará con:

$$\text{Longitud} = 64.97 \text{ metros}$$

$$Q \text{ diseño para este tramo} = 2.08 \text{ lts/seg}$$

$$C \text{ (coeficiente de Hazen Williams)} = 150 \text{ (para PVC)}$$

$$H_f \text{ (Pérdidas propuestas según topografía)} = \text{Cota terreno inicial} - \text{Cota terreno final}$$

$$H_f = 100.23 - 101.08 = -0.85 \text{ metros (se toma siempre como positiva)}$$

Ahora utilizando la fórmula de Hazen-Williams:

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.811141 * Q_{\text{tramo}}^{1.852} * Longitud}{C^{1.852} * H_f}} \quad D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.811141 * 2.08^{1.852} * 64.97}{150^{1.852} * 0.85}}$$

D = 2.22 pulgadas por ser un ramal principal de la red de distribución se utilizará tubería de 2 1/2 pulgadas.

Ahora se calculan las pérdidas reales mediante:

$$H_f = \frac{1743.811141 * Q_{\text{tramo}}^{1.852} * Longitud}{C^{1.852} * \phi^{4.87}} \quad H_f = \frac{1743.811141 * 2.08^{1.852} * 64.97}{150^{1.852} * 2.5^{4.87}}$$

$$H_f = 0.48 \text{ metros}$$

### TRAMO 1-69:

Datos básicos para el diseño:

Caudal unitario por viviendas del tramo =  $0.01945 * 110 = 2.14$  lts/seg

Se tienen 2 viviendas en ese tramo pero luego de este se encuentran 108 viviendas mas entonces se calcula el unitario para un total de 110 viviendas.

Caudal instantáneo =  $k\sqrt{n-1}$  donde  $k = 0.15$  para menos de 55 viviendas  
 $k = 0.20$  para mas de 55 viviendas

$$\text{Caudal instantáneo} = 0.20\sqrt{110-1} = 2.09 \text{ lts/seg}$$

Entonces el tramo se diseñará con:

Longitud = 61.59 metros

Q diseño para este tramo = 2.14 lts/seg

C (coeficiente de Hazen Williams) = 150 (para PVC)

Hf (Pérdidas propuestas según topografía) = Cota terreno inicial – Cota terreno final

Hf =  $100.23 - 101.08 = -0.85$  metros (se toma siempre como positiva)

Ahora utilizando la formula de Hazen-Williams:

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.811141 * Q_{\text{tramo}}^{1.852} * Longitud}{C^{1.852} * Hf}} \quad D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.811141 * 2.14^{1.852} * 61.59}{150^{1.852} * 0.85}}$$

D = 2.22 pulgadas por ser un ramal principal de la red de distribución se utilizará tubería de 2 1/2 pulgadas.

Ahora se calculan las pérdidas reales mediante:

$$Hf = \frac{1743.811141 * Q_{\text{tramo}}^{1.852} * Longitud}{C^{1.852} * \phi^{4.87}} \quad Hf = \frac{1743.811141 * 2.14^{1.852} * 61.59}{150^{1.852} * 2.5^{4.87}}$$

Hf = 0.47 metros

**El resumen final del cálculo hidráulico de la aldea El Paraíso se encuentra en el anexo No. 5**

## 2.7 - Detalles generales

### 2.7.1 Pasos elevados sostenidos en puentes

Estos pasos elevados se colocarán sostenidos sobre los puentes existentes dentro de la aldea, en total se cuenta con un total de cinco puentes de 2.50 metros de longitud cada uno, para lo cual se tiene prevista la colocación de tubería de HG (hierro galvanizado), sostenida con abrazaderas conectadas a los puentes. Se permitirá una holgura entre el tubo y la abrazadera para permitir movimientos, esto para que al momento de un sismo el puente se mueva en una dirección, la tubería pueda alternarse con éste y no permanezca demasiado rígida, ya que de lo contrario la tubería sufrirá fracturas o explosiones, debido a las fuerzas que se ejercerán sobre ésta.

El diámetro de cada tubería a utilizar para estos pasos elevados se encuentra detallado en el plano general de diseño de la red.

## 2.8 - Desinfección del sistema

### 2.8.1 Propósito de la desinfección

El fin primordial de un sistema de desinfección es la eliminación total de bacterias, amebas y virus, brindando a los habitantes de la comunidad un sistema de agua potable apto para el consumo humano, como herramienta principal en la desinfección del agua se utilizará el cloro, en forma de tabletas.

### ACCIÓN DEL CLORO EN EL AGUA



### 2.8.2 Hipoclorador

Para desinfectar el sistema se utilizará un Hipoclorador, en éste se dosificarán las tabletas de cloro, el cual será diluido en agua en pequeñas dosis, directamente en el tanque de distribución.

Tomando en cuenta el caudal que entrará al tanque de distribución (4.09 lts/seg, se deberá observar cuidadosamente que este caudal únicamente ingresará al tanque durante las 10 horas de bombeo diarias), para el desarrollo de este proyecto se recomienda el uso de un Hipoclorador tipo PPG 3015.

Éste es usado para tratar agua en comunidades de dimensiones similares a la del diseño de este sistema, y en sistemas de gravedad y bombeo. El mantenimiento del Hipoclorador es muy sencillo, y lo puede realizar el fontanero o la persona encargada del funcionamiento del sistema.

### 2.8.3 Dosis para la demanda de cloro

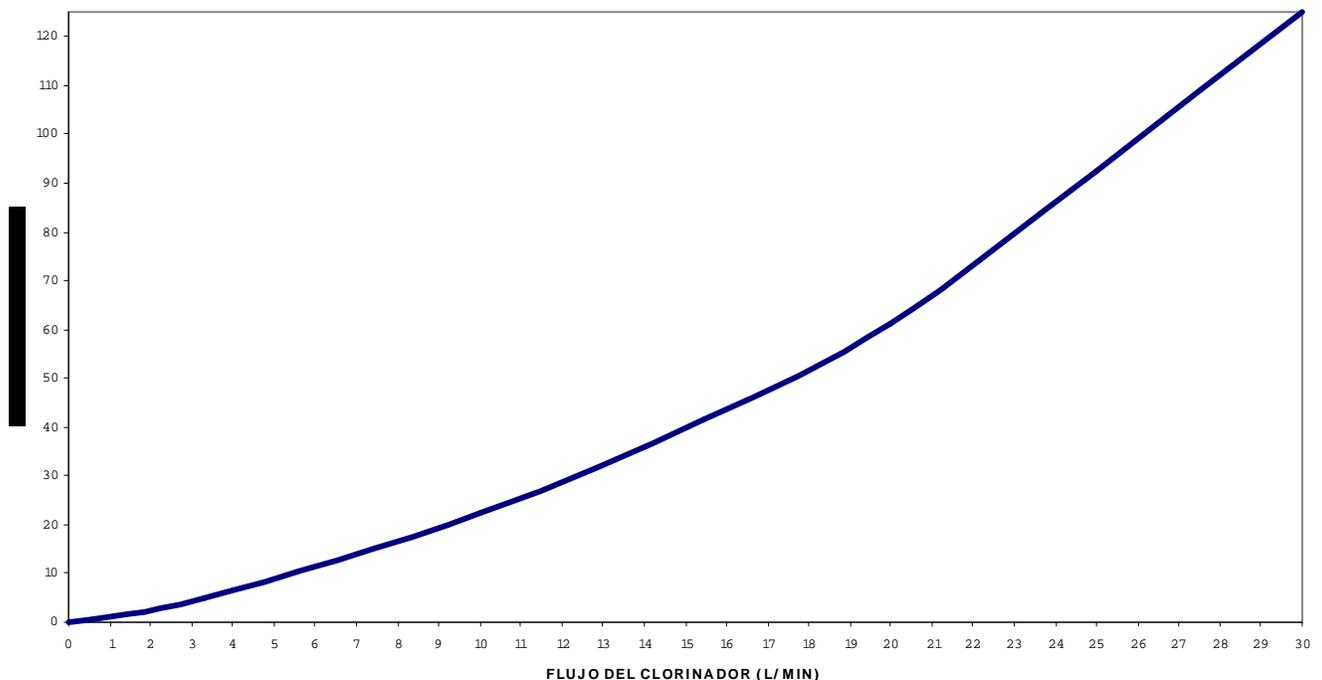
Ya que como se observó en los resultados de laboratorio el agua no es potable, para poder tratarla se hace necesario inyectar una demanda de 0.4 mg/L de cloro. El flujo del cloro (FC) en gramos/hora está determinado por esta fórmula:

$$FC = Q * Dc * 0.06$$

Donde: Q = Caudal de agua conducida en litros/minuto

Dc = Demanda de cloro en mg/litro ó PPM

Figura 11. Clorinador modelo 3015



Normalmente este flujo es muy pequeño y se obtendrá mediante la calibración de la válvula de compuerta que se colocará al ingreso del clorinador, por tanto, es necesario calcular el tiempo en segundos que tarda en llenarse un recipiente de un litro. Este cálculo vendrá dado por la fórmula siguiente:

$$t = 60 / Sc$$

Donde: t = tiempo en segundos de llenado del recipiente de un litro.

Sc = Flujo de solución de cloro en litros/minuto

Ejemplo básico del cálculo de la demanda del cloro:

Sistema de agua potable aldea el Paraíso

Utilizando un Hipoclorador modelo PPG 3015

$$Q = 4.09 \text{ lts/seg} = 243.60 \text{ lts/minuto}$$

1.- Ya que el pozo provee una agua clara se estima una demanda de cloro de 0.4 mg/L

2.- Entonces:  $FC = Q * Dc * 0.06$

$$FC = 243.60 * 4 * 0.06 = 58.46 \text{ gramos/hora}$$

3.- Al plotear el FC de 58.46 gramos/hora en la grafica del clorinador modelo 3015, nos resulta un flujo  $Sc = 19.6 \text{ L/minuto}$

4.- Entonces se procede a la calibración del flujo de la solución del cloro:

$$t = 60 / Sc$$

$t = 60 / 19.6 = 3.06$  segundos, que es el tiempo en que un recipiente de un litro debe llenarse por completo, según este sistema.

EL flujo de cloro del hipoclorador es de 58.46 gramos/hora, entonces la cantidad de tabletas que consumirán cada hora será de:

$$58.46 \text{ gr/hora} \times 1 \text{ tableta} / 300 \text{ gr} = 0.1948 \text{ tabletas/hora}$$

**1/4 de tableta / hora**

**En el anexo No. 7 se presenta un esquema de instalación típica de un clorinador, esta colocación se tendrá que adaptar a éste sistema de agua potable.**

## 2,9 Análisis de costos

**Tabla V. Presupuesto desglosado por renglones**  
**PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**  
**ALDEA EL PARAÍSO, MOYUTA, JUTIAPA**

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Precio Unit.	Total
	<b>Materiales</b>				
<b>1</b>	<b>Trabajos Preliminares</b>	<b>12,968,23</b>	<b>metros</b>		
	Herramienta para zanjeo y relleno	70,00	Unidad	80,00	Q5.600,00
	Madera de pino rustico	200,00	Pie-Tabla	3,50	Q700,00
				<b>Total</b>	<b>Q6.300,00</b>

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Precio Unit.	Total
	<b>Materiales</b>				
<b>2</b>	<b>Red de distribución</b>	<b>12,968,23</b>	<b>metros</b>		
	Adaptador hembra de 1"	150,00	unidad	4,50	Q675,00
	Adaptador hembra de 1 1/2"	250,00	unidad	6,70	Q1.675,00
	Adaptador hembra de 2 1/2"	145,00	unidad	27,00	Q3.915,00
	Adaptador hembra de 2"	260,00	unidad	10,15	Q2.639,00
	Adaptador hembra de 3/4"	160,00	unidad	3,50	Q560,00
	Adaptador hembra de 4"	2,00	unidad	54,00	Q108,00
	Adaptador macho de 1 1/2"	125,00	unidad	6,90	Q862,50
	Adaptador macho de 1"	75,00	unidad	5,15	Q386,25
	Adaptador macho de 1/2"	217,00	unidad	1,60	Q347,20
	Adaptador macho de 2"	130,00	unidad	10,25	Q1.332,50
	Adaptador macho de 3/4"	80,00	unidad	2,80	Q224,00
	Adaptador macho de 4"	2,00	unidad	55,10	Q110,20
	Bushing Reductor 4" a 2 1/2"	3,00	unidad	85,00	Q255,00
	Bushing Reductor 2 1/2" a 1"	4,00	unidad	35,00	Q140,00
	Bushing Reductor 2 1/2" a 2"	6,00	unidad	32,00	Q192,00
	Bushing Reductor 2 1/2" a 1 1/2"	7,00	unidad	35,00	Q245,00
	Bushing Reductor 2 1/2" a 3/4"	5,00	unidad	33,00	Q165,00
	Bushing Reductor 2" a 1 1/2"	6,00	unidad	11,00	Q66,00
	Bushing Reductor 2" a 1"	5,00	unidad	10,95	Q54,75
	Bushing Reductor 2" a 3/4"	4,00	unidad	10,80	Q43,20
	Bushing Reductor 1 1/2" a 1"	6,00	unidad	7,30	Q43,80
	Bushing Reductor 1 1/2" a 3/4"	5,00	unidad	7,30	Q36,50
	Bushing Reductor 1" a 3/4"	7,00	unidad	4,65	Q32,55
	Cemento solvente	20,00	galón	473,81	Q9.476,20
	Codo PVC 45ª de 2"	3,00	unidad	17,75	Q53,25
	Codo PVC 45ª de 1 1/2"	2,00	unidad	14,21	Q28,42
	Codo PVC 90ª de 2 1/2"	2,00	unidad	71,15	Q142,30
	Codo PVC 90ª de 1"	2,00	unidad	7,55	Q15,10
	Codo PVC 90ª de 2"	3,00	unidad	16,37	Q49,11
	Codo PVC 90ª de 3/4"	3,00	unidad	3,85	Q11,55
	Codo PVC 45ª de 1"	2,00	unidad	8,90	Q17,80
	Codo PVC 45ª de 3/4"	6,00	unidad	7,26	Q43,56
	Tapon hembra de 1"	6,00	unidad	4,75	Q28,50
	Tapon hembra de 3/4"	5,00	unidad	2,90	Q14,50
	Tee de 4"	1,00	unidad	147,64	Q147,64
	Tee de 2 1/2"	7,00	unidad	66,98	Q468,86
	Tee de 2"	12,00	unidad	18,37	Q220,44
	Tee de 1 1/2"	7,00	unidad	14,18	Q99,26
	Tee de 1"	5,00	unidad	7,31	Q36,55
	Tee de 3/4"	4,00	unidad	4,22	Q16,88
	Tubo HG de 2 1/2"	1,00	unidad	775,00	Q775,00
	Abrazaderas de metal de 2 1/2"	12,00	unidad	5,00	Q60,00
				<b>Van . . . .</b>	<b>Q25.813,37</b>

		Vienen . . . .		Q25.813,37
Tubo PVC 160 PSI de 4"	3,00	unidad	465,00	Q1.395,00
Tubo PVC 160 PSI de 2 1/2"	284,00	unidad	190,00	Q53.960,00
Tubo PVC 160 PSI de 2"	526,00	unidad	130,00	Q68.380,00
Tubo PVC 160 PSI de 1 1/2"	518,00	unidad	80,00	Q41.440,00
Tubo PVC 160 PSI de 1"	391,00	unidad	50,00	Q19.550,00
Tubo PVC 250 PSI de 3/4"	367,00	unidad	38,85	Q14.257,95
Cruz de PVC 2 1/2"	4,00	unidad	45,63	Q182,52
Cruz de PVC 2"	5,00	unidad	65,41	Q327,05
Cruz de PVC 1 1/2"	3,00	unidad	45,63	Q136,89
Yee PVC 2 1/2"	5,00	unidad	58,55	Q292,75
Yee PVC 2"	3,00	unidad	49,42	Q148,26
Yee doble PVC 2"	3,00	unidad	222,50	Q667,50
			Total	Q226.551,29

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Precio Unit.	Total
	<b>Materiales</b>				
<b>3</b>	<b>Línea de impulsión</b>	<b>50,00</b>	<b>metros</b>		
	Tubo hierro galvanizado HG de 4"	8,00	unidad	1975,00	Q15.800,00
	Uniones universales para HG de 4"	8,00	unidad	95,00	Q760,00
				Total	Q16.560,00

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Precio Unit.	Total
	<b>Materiales</b>				
<b>3</b>	<b>Conexiones Domiciliares</b>	<b>217,00</b>	<b>Unidad</b>		
1	Válvula Compuerta Br 1/2"	217,00	Unidad	90,00	Q19.530,00
3	Caja P/Válvula Prefabricadas	217,00	Unidad	75,00	Q16.275,00
4	Codo HG a 90 rosca hembra de 1/2"	217,00	Unidad	7,10	Q1.540,70
5	Niple HG de 1/2" por 1 pie rosca macho	217,00	Unidad	14,50	Q3.146,50
6	Niple HG de 1/2" por 5 pie rosca macho	217,00	Unidad	55,00	Q11.935,00
7	Llave de chorro Br de 1/2" rosca macho	217,00	Unidad	59,00	Q12.803,00
8	Copla HG de 1/2"	217,00	Unidad	5,25	Q1.139,25
9	Tubo P.V.C. 315 P.S.I. de 1/2"	868,00	Unidad	29,50	Q25.606,00
				Total	Q91.975,45

Subtotal de materiales:

Q341.386,74

<b>Mano de Obra Calificada</b>					
No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Precio Unit.	Total
1	Trabajos Preliminares	12968,23	Metros	8,00	Q103.745,84
2	Red de distribución	12968,23	Metros	17,00	Q220.459,91
3	Conexiones domiciliarias	217,00	Unidad	95,00	Q20.615,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					Q344.820,75
PRESTACIONES					Q72.412,36
TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					Q417.233,11

Subtotal de mano de obra de trabajos preliminares, red de distribución, conexiones domiciliarias

Q417.233,11

Subtotal de Trabajos preliminares, red de distribución y conexiones domiciliarias

Q758.619,85

Fletes, acarreo e imprevistos

Q113.792,98

Total de Trabajos preliminares, red de distribución y conexiones domiciliarias

Q872.412,82

NOTA: Dentro del presente presupuesto únicamente se detallan, costos directos de la obra.

**Tabla VI. Presupuesto  
TANQUE ELEVADO DE DISTRIBUCIÓN  
MATERIALES.**

DESCRIPCIÓN	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio total
Lámina negra Norma a 36 4 * 8 * ¼"	38	Lámina	1200.50	Q45619.00
Lámina antideslizante 4 * 8 * ¼"	6	Lamina	1435.00	Q8610.00
Tubo negro de 6" Cédula 40 standard	12	Tubo	2355.35	Q28264.20
Tubo proceso ½"	10	"	56.00	Q560.00
Tubo proceso 1"	28	"	112.90	Q3161.20
Tubo negro de 5" cédula 40 standard	30	"	1755.70	Q52761.00
Tubo conduit ½" galvanizado	1	"	63.50	Q63.50
Foco para tráfico aéreo	1	Foco	51.50	Q51.50
Cedazo de 1/16"	1	Yarda	55.00	Q55.00
Estructura metálica sección "L" de 4" * 4" * ½" Norma A-36	54	Unidad	1270.00	Q68580.00
Hierro liso de 1"	6	Varillas	213.05	Q1278.30
Pernos de 1 1/2" * 2 ½"	200	perno	21.00	Q4200.00
Electrodo 7011 punta café	10	Libra	12.50	Q125.00
Electrodo 7013 punta café	10	Libra	10.80	Q108.00
Pintura anticorrosivo	55	Galón	65.00	Q3575.00
Tubo HG de 4"	8	Tubo	713.50	Q5708.00
Válvula de cheque de 4"	1	Válvula	540.00	Q540.00
Sacos de cemento	75	Saco	37.00	Q2775.00
Arena de río	6	m <sup>3</sup>	120.00	Q720.00
Piedrín de ½"	8	m <sup>3</sup>	210.00	Q1680.00
Hierro No. 8 grado 40	3	qq	260.00	Q780.00
Hierro No. 4 grado 40	8	qq	208.11	Q1664.88
Hierro No. 3 grado 40	4	qq	222.95	Q891.80
Alambre de amarre calibre 16	75	lbs	3.40	Q255.00
Pino rústico	150	pie-tab.	3.50	Q525.00
Clavo de 2"	3	lbs	3.30	Q9.90
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q232561.28</b>

**Tabla VII. Presupuesto  
TANQUE ELEVADO DE DISTRIBUCIÓN  
MANO DE OBRA**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unit.</b>	<b>Precio total</b>
Excavación	40	m <sup>3</sup>	22.00	Q880.00
Armado y centrado de zapatas	4	zap.	41.00	Q164.00
Armado de cimiento	68	ml	12.50	Q850.00
Armado y centrado de pedestales	4	unidad	22.00	Q88.00
Armado y centrado de canastas	4	Unidad	22.00	Q88.00
Fabricación y colocación de tacos de concreto.	60	Unidad	0.50	Q30.00
Fundición de zapatas	1.4	m <sup>3</sup>	50.00	Q70.00
Fundición de cimiento corrido	68	ml	4.60	Q312.80
Colocación de formaleta para pedestales	7.68	m <sup>3</sup>	18.40	Q141.31
Fundición de pedestales	0.75	m <sup>3</sup>	43.50	Q32.63
Desencofrado de formaleta	7.68	m <sup>3</sup>	3.70	Q28.42
Relleno	30	m <sup>3</sup>	6.60	Q198.00
Construcción de torre fabricación y colocación de: escalera, pasarela, depósito cilíndrico y accesorios.	1	global	40,000.00	Q40,000.00
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q42,883.16</b>
<b>PRESTACIONES 41.43%</b>				<b>Q17,766.49</b>
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 60,649.65</b>

**RESUMEN DE COSTOS DIRECTOS**

MATERIALES	232,561.28
MANO DE OBRA	60,649.65
TRANSPORTE ( 5 VIAJES )	<u>2,500.00</u>
SUBTOTAL	Q. 295,710.93
IMPREVISTOS 15%	<u>44,356.64</u>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>Q 340,067.57</b>

**Tabla VIII. Presupuesto  
CAJA DOSIFICADORA DE CLORO EN TABLETAS**

DESCRIPCIÓN	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio total
Adaptador macho diámetro de 1 ½" PVC	1	Unidad	6.90	Q6.90
Adaptador macho diámetro de ½" PVC	3	Unidad	1.60	Q4.80
Alambre de amarre	3	Libra	3.40	Q10.20
Arena de río	1	M3	120.00	Q120.00
Bushing reductor 3" a 1 ½"	1	Unidad	55.00	Q55.00
Candados de 2"	1	Unidad	70.00	Q70.00
Cemento gris U.G.C.	16	Sacos	37.00	Q592.00
Clavo de 3"	2	Libra	3.30	Q6.60
Clavo de 4"	0.5	Libra	3.30	Q1.65
Codo PVC a 90 grados de 1 ½"	1	Unidad	12.00	Q12.00
Codo PVC a 90 grados de ½"	1	Unidad	4.00	Q4.00
Piedra bola	1.5	M3	200.00	Q300.00
Piedrín	0.5	M3	210.00	Q105.00
Reglas de 2" *4"	36	Pie-tabla	3.50	Q126.00
Sifón PVC de 2"	1	Unidad	80.00	Q80.00
Tablas (1" *12" *8')	90	Pie-tabla	3.50	Q315.00
Tee PVC de 3"	1	Unidad	112.00	Q112.00
Tee PVC reductora de 3" a 1 ½"	1	Unidad	132.50	Q132.50
Válvula de compuerta de ½"	1	Unidad	45.00	Q45.00
Hierro grado 40 de 3/8"	8	Varillas	17.15	Q137.20
Hierro grado 40 de ¼"	4	Varillas	9.60	Q38.40
Total de Materiales				Q2,274.25
Mano de obra	1	Caja	2500.00	Q2500.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>Q4,774.25</b>

**Tabla IX. Presupuesto  
BOMBA SUMERGIBLE  
Equipo de Bombeo**

Bomba Sumergible STA-RITE 5 HP	Q	7,314.00
Motor sumergible Franklin 12 Etapas	Q	6,049.00
1 panel de control Franklin	Q	2,644.00
1 Contactor 2*30 230V	Q	108.00
1 Flip-On 2*50 Amp	Q	105.00
1 Base para Flip-on	Q	98.00
1 Monitor de voltaje 1F 250V	Q	686.00
1 Luz piloto Siemens	Q	173.00
1 Selector 3 posiciones	Q	226.00
1 Pararrayos C.H. 600V	Q	645.00
1 Gabinete de metal T-1	Q	697.20
1 Switch flote	Q	201.00
1 Contrapeso para switch flote	Q	59.74
6 tubos galvanizado 2 ½"	Q	4,883.16
1 Válvula de cheque Simmons de 2"	Q	337.00
140 pies de cable sumergible	Q	1,356.60
140 lí nea de aire de 1/4"	Q	142.80
1 Niple T.P. 2 ½ * 8'	Q	112.83
1 Tee galvanizada de 2 ½"	Q	269.42
1 Tapón Macho Galvanizado 2 ½"	Q	43.57
1 Unión universal 2 ½"	Q	290.32
1 Collarí n Soporte 2 ½"	Q	245.00
1 Sello sanitario 8" *2 ½"	Q	248.00
Mano de obra instalación equipo	Q	1,780.00
Kilometraje incurrido en obra	Q	1,568.00
Accesorios menores	Q	3,000.00
Accesorios para empalme vulcanizado	Q	225.00
Movilización de maquinaria	Q	3,648.00
Instalación de tuberí a 2 ½" y 3"	Q	1,860.00
 Costo total	 Q	 39,015.64

**Resumen total de costos directos del Proyecto:  
Construcción del sistema de agua potable de aldea El Paraíso, Moyuta,  
Jutiapa.**

Preliminares, red y conexiones	Q	872,412.82	
Tanque de Distribución	Q	340,067.57	
Caja para sistema de cloración	Q	4,774.25	
Equipamiento de bomba	Q	39,015.64	
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>Q</b>	<b>1,256,270.28</b>	<b>\$ 166,393.41</b>

Son: **Un millón doscientos cincuenta y seis mil doscientos setenta quetzales con 28/100.-**

Son: **Ciento sesenta y seis mil trescientos noventa y tres céntimos con 41/100.-**

## **2.10 Gastos de operación, mantenimiento y tarifa.**

### **Gastos de operación:**

Se tiene contemplada la contratación de un fontanero, quien tendrá a su cargo la operación del servicio de agua, manteniendo una constante supervisión a los accesorios de este sistema para mantenerlo operando eficientemente y a la vez deberá supervisar el correcto funcionamiento del sistema de cloración. Estos costos de operación se detallan en el cuadro de resumen de gastos.

### **Gastos de mantenimiento:**

Se tiene contemplado para los gastos de mantenimiento la compra de accesorios como tubos, pegamento, codos, llaves, uniones, sistema de cloración, etc., durante el proceso de operación del proyecto. Estos gastos se detallan en el cuadro de resumen de gastos.

**Tabla X. Cuadro de resumen de gastos de operación y mantenimiento**

<b>Gasto</b>	<b>Cantidad</b>		
Operación	<b>Q.</b>	<b>800.00</b>	<b>Mensuales</b>
Mantenimiento	<b>Q.</b>	<b>2,250.00</b>	<b>Mensuales</b>

El costo de energía eléctrica debido a la potencia de la bomba y a la profundidad del pozo, se estima en una cantidad de Q 3,200.00 mensuales por lo cual con la tarifa prevista a cobrar y un pequeño aporte municipal de Q 850.00 mensuales, se pretende satisfacer este gasto de energía, así como los gastos de operación y mantenimiento del proyecto.

**Tarifa:**

Durante la operación de este servicio se pretende cobrar una tarifa por vivienda de Q 25.00 los cuales se utilizarán para cubrir gastos generados por el proyecto. Para esto se elaborará un reglamento para normar el uso del agua. Con estas tarifas y un aporte municipal se mantendrá el sistema de desinfección, gastos de operación y mantenimiento.

**2.11 Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema**

Mantenimiento preventivo del sistema:

La limpieza del tanque de distribución deberá realizarse por lo menos dos veces al año, así mismo deberá verificarse la válvula de retención que existe entre la bomba y el tanque para evitar fallos posteriores y que ésta sufra algún daño. La limpieza del tanque deberá realizarse con un cepillo metálico o de alambre y con una solución compuesta por un recipiente de cinco galones de agua limpia y un vaso de 250 mililitros de cloro líquido, se tendrá la utilización de escobas, botas de hule y guantes para la seguridad de las personas que realicen la limpieza. Al contar con los materiales y accesorios que se describieron anteriormente se deberán seguir los siguientes pasos:

Una persona será la encargada de observar que la válvula de retención funcione correctamente, a la vez se deberá abrir el sistema de desagüe del tanque para vaciarlo, y de esta forma poder trabajar dentro del mismo, limpiando cuidadosamente las paredes, fondo y esquinas del tanque, y por último lavándolo con agua limpia.

Luego se procederá a poner a funcionar la bomba para el llenado del tanque, y esperar a que éste llegue a su nivel para poder operar correctamente.

Si fuese posible se recomienda recubrir con pintura anticorrosiva el tanque por lo menos una vez al año, ya que en dicho lugar afecta de forma indirecta la brisa del mar, la cual contiene sales dañinas para el acero, del cual está formado el tanque.

Con respecto a la red de distribución se deberán observar las siguientes situaciones para evitar que el sistema falle o que se causen daños posteriores:

Se deberá tener mucho cuidado y observar detalladamente si existiesen deslizamientos o hundimientos en la tierra, ya que pueden dañar la tubería y provocar fugas en el sistema, si se notase cualquier área húmeda dentro de la aldea, ésta deberá ser explorada y verificada para lograr determinar si alguna tubería ha sido dañada.

Para las conexiones domiciliarias, se deberán revisar las válvulas de compuerta, limpiándolas del polvo y girándolas lentamente para verificar su correcto funcionamiento, si éstas no giraran se deberán lubricar con algún aceite para que se encuentren en óptimas condiciones.

Mantenimiento correctivo del sistema:

Si alguna tubería se encontrará dañada o se observasen algunas fugas y su reemplazo fuera necesario, se deberán tener presentes los siguientes pasos:

Se deberá cerrar la válvula de control o de compuerta que surta hacia el ramal respectivo, con el fin de trabajar sin molestias y sin desperdiciar el agua.

Se hace necesaria la excavación de una zanja mediante la cual se pueda trabajar de forma cómoda, sin dañar a otra parte de la tubería, teniendo mucho cuidado en el momento de la excavación.

Se deberá cortar la parte de la tubería afectada, cortándola con sierra de metal, realizando un corte recto y removiendo la rebaba con una liga fina.

Se deben revisar los accesorios y tubería a colocar para evitar que éstos se encuentren tapados o en malas condiciones, el pegamento a utilizar para pegar el tubo con los accesorios y con la línea de tubería existente debe ser el adecuado para evitar fugas posteriores, se colocará el tubo y se girará un cuarto de vuelta para verificar que éste llegue hasta el fondo del accesorios y se limpiará el exceso de pegamento que se obtenga de esta colocación.

Por último se abrirá la válvula de compuerta o de control de ese ramal, y se observará que el tramo reparado funcione de una manera correcta, rellenando al final la zanja, colocando arena más fina al fondo hasta cubrir por lo menos unos 0.25 metros por encima del tubo y luego compactar de forma manual, se

colocarán ligeras capas de arena de 0.15 metros de espesor hasta cubrir la zanja por completo teniendo el cuidado de que la compactación llegue a su máximo para evitar problemas posteriores.

## **2.12 Impacto ambiental del proyecto**

### 2.12.1 Información general

*Nombre del proyecto:* diseño del sistema de agua potable de la aldea El Paraíso, Moyuta, Jutiapa.

*Vida útil del proyecto:* veinte años.

*Ubicación:* aldea El Paraíso, 52 kilómetros al sur oriente de la Cabecera Municipal, treinta y dos de asfalto y veinte de terracería.

*Área o situación legal donde se ubicará el proyecto:* el proyecto estará ubicado en terrenos adquiridos por la Municipalidad, en las calles y predios de la comunidad.

*Superficie estimada del proyecto:* 12,968.23 metros lineales de tubería.

*Colindancias y actividad que desarrollan en el predio:* se encuentra en el área rural del municipio de Moyuta, Jutiapa, por lo que las colindancias las constituyen terrenos y lotes de los vecinos de la comunidad beneficiada por el proyecto.

*Trabajos necesarios para preparación de terreno:* limpieza del área donde se ubicará el proyecto.

*Vías de acceso:* el acceso a la aldea El Paraíso es por la ruta asfaltada que va desde La Cabecera Municipal hacia la frontera con El Salvador, cruzando hacia la aldea La Barrona, luego diez kilómetros hacia delante hasta encontrar el cruce del Paraíso, diez kilómetros después.

### 2.12.2 Influencia del proyecto

*Fuente de suministro y requerimiento de energía y combustible a utilizar:* para el funcionamiento del proyecto, actualmente se cuenta con un banco de transformación de energía, el cual satisface la demanda exigida para la operación de la bomba.

*Fuentes de suministro de agua y sus requerimientos de agua cruda y/o potable:* se utilizará el agua de los pozos artesanales de los vecinos los cuales brindarán el agua necesaria para la ejecución del proyecto.

*Recursos naturales que serán aprovechados en las diferentes etapas:* se utilizará piedra, arena para la construcción del cimiento del tanque, además el suelo removido durante el zanjeo, se aprovechara para cubrir la tubería.

*Indicar cada sustancia o material que será utilizado en el proceso:* únicamente se utilizará cal, cemento, tubería PVC, hierro, arena, piedra, solvente, agua, piedra bola, y madera.

### 2.12.3 Control Ambiental

*Residuos y/o contaminantes que serán generados (en cantidades y contenidos):* durante el proceso de construcción será generado suelo suelto y polvo, el cual será remojado para minimizar dicho impacto.

*Emisiones a la atmósfera (gases, humo, etc.):* tanto en la etapa de construcción como en la de operación, no se generara ningún tipo de emisión de gases, ni humo a la atmósfera.

*Descarga de aguas residuales:* debido a que no se tiene un sistema de drenaje en la comunidad, cada servicio tendrá su propia fosa séptica artesanal.

*Desechos sólidos (que clase de basura):* durante la construcción del cimiento del tanque se irán acumulando bolsas vacías de cemento y sobrantes de otros materiales como lo son tubos, etc., los que serán llevados hacia otro lugar donde se podrán arrojar a la basura o reutilizarlos en forma de ripio.

*Ruidos y/o vibraciones:* debido a que el proyecto funcionará con una bomba sumergible, los niveles de ruido y vibración se encuentran por debajo de los 80 decibeles, con lo cual se determina que no representará ningún impacto al ambiente.

*Contaminación visual:* se generará algún tipo de contaminación visual por la acumulación del material suelto, el cual al rellenar las zanjas se reutilizará y el

resto se recogerá y depositará en un lugar adecuado, con lo cual dicha contaminación desaparecerá.

#### 2.12.4 Plan de mitigación

Previo a realizar excavaciones se humedecerá el suelo para evitar que se genere polvo. Al estar excavados los primeros metros y colocada la tubería, se procederá a rellenar las zanjas lo antes posible para evitar accidentes y contaminación visual.

Inmediatamente después de rellenada la zanja retirar del área de trabajo el material sobrante del proyecto ejecutado.

Dotar al personal encargado de la construcción, del equipo adecuado como cascos, botas, guantes, etc. para evitar accidentes.

### **3. Diseño de escuela para párvulos, aldea Ciudad Pedro de Alvarado**

#### **3.1 - Información para el proyecto**

Las necesidades de esta comunidad, fueron planteadas por los vecinos y el consejo comunitario de desarrollo, ellos dentro de sus planes de trabajo planean satisfacer la necesidad existente en educación por lo cual, solicitaron el diseño de la escuela para párvulos que tanta falta hace en la comunidad, para lo cual fue necesaria una visita de campo, pasar encuestas en la población y realizar un diseño exacto y en optimas condiciones.

Durante la visita de campo se realizó un recorrido general para tener una idea exacta de la magnitud del terreno donde se piensa construir la escuela, se obtuvo una idea de la topografía del lugar, se obtuvieron datos de campo mediante la boleta general de información de comunidades, para la fase de investigación técnica, la cual se elaboró en base a las boletas SAS del sistema nacional de información de agua y saneamiento y a la necesidad de otra información que no se encuentra en estas boletas. Esta boleta se encuentra en el anexo 1.

Con la recopilación de toda esta información se obtuvo un panorama claro y conciso de la necesidad de la ejecución de este proyecto de infraestructura.

En resumen la información general conseguida durante esta visita se expresa a continuación:

Mediante el apoyo del consejo comunitario de desarrollo de la Aldea Ciudad Pedro de Alvarado, se mostró el área donde ellos planean construir el edificio escolar, con esto se detalló su ubicación dentro del terreno. Se pensó rápidamente en el factor del viento e iluminación para obtener una ubicación exacta y optima para poder cubrir la necesidad de la comunidad.

El terreno donde se piensa ejecutar el proyecto es propiedad de la comunidad, por lo cual no existirá ningún problema con relación a obtener derechos de paso o a tener que comprar algún terreno para la ejecución del proyecto.

Se hizo necesario obtener el área total del terreno en mención, utilizando equipo de topografía, se observó la conexión para los servicios con los que contara esta escuela, encontrando agua potable, energía eléctrica y drenajes.

Se obtuvo información general del número de viviendas existentes en la aldea, las cuales se beneficiarán con la ejecución del proyecto.

Actualmente los habitantes de la comunidad no cuentan con un edificio comunitario para enviar a sus hijos a recibir la educación pre-primaria, dejando atrasos en el nivel de educación de los niños, los cuales se reflejan, más adelante cuando estos ingresan a nivel superiores de educación, así también al no contar con una educación prematura, los niños no desarrollan sus capacidades al 100 por ciento, ocasionando problemas de retraso y pérdida de años posteriores.

Al no contar con una escuela de educación pre-primaria, algunos padres de familia que buscan el bien de sus hijos se ven obligados a inscribirlos en instituciones privadas.

Esto afecta directamente la economía de la comunidad, causando gastos desmedidos e innecesarios, ya que dentro de los planes de gobierno, la educación debe ser un factor primordial, con lo cual se ven obligados a construir más edificios para lograr cubrir las demandas en educación de la población.

### **3.2 - Descripción general del proyecto**

La construcción de una escuela de párvulos para la Aldea Ciudad Pedro de Alvarado, es una gran necesidad, para lo cual ya se cuenta con un terreno para la ejecución de este proyecto.

El proyecto consiste en el diseño de tres aulas para impartir clases, se contará también con una bodega, una cocina, dirección y servicios sanitarios para ambos sexos.

Estas aulas serán de 7.41\*7.95 metros, la bodega será de 2.75\*2.80 metros, la cocina de 2.75\*2.80 metros, la dirección de 3.85\*2.80, los servicios sanitarios serán de 2.67\*7.95 para hombres y mujeres respectivamente, el levantado de las paredes será de block de 0.15\*0.20\*0.40 visto y limpio, existirán columnas principales y secundarias, así también existirán vigas para los tramos donde existan demasiadas ventanas y no se pueda levantar los muros, contará con un cimiento corrido fundido de concreto, todas las soleras respectivas, de humedad, intermedia y superior, la cubierta del edificio será de estructura metálica con techo de lamina galvanizada, se realizarán las conexiones necesarias para, energía eléctrica, agua potable y drenajes.

Por ultimo se realizarán ciertos acabados como pintura, repello en algunas partes, etc., esto para brindar un ambiente agradable para los niños que recibirán clases dentro de este edificio.

### **3.3 –Espacios Educativos**

Se denomina así al conjunto de espacios destinados al ejercicio de la acción educativa, la cual se desarrolla en forma gradual e integrada por medio de actividades tendientes al desarrollo psicomotor, socio emocional, de la actividad creadora y de la sensibilidad estética, lo cual exige la aplicación de diversas técnicas y recursos pedagógicos, atendiendo a la naturaleza de las mencionadas actividades.

Lo anterior incide en que las características de los espacios educativos varí en de acuerdo a los requerimientos pedagógicos de las distintas asignaturas a través de las cuales se logra el desarrollo de dichas actividades.

A continuación se encontrarán los lineamientos generales para el diseño de diversos espacios educativos.

Se ha considerado aquí , únicamente los espacios más característicos, se ha procurado, en la medida de lo posible, enunciar las características principales de la acción pedagógica que es posible y necesario desarrollar en dichos espacios.

Esas características se refieren principalmente a la función o funciones que por requerimientos pedagógicos es necesario desarrollar para alcanzar los objetivos contenidos en los planes y programas de estudio; la capacidad, es decir el número de usuarios recomendable; el índice de superficie total; la forma del local; el mobiliario y equipo requeridos; las instalaciones de que es preciso dotarlos; los acabados y las condiciones de seguridad, tanto para los usuarios como para el mantenimiento y conservación del local en sí .

### 3.3.1 Aula Teórica

#### a) Función:

La naturaleza teórica parcial o total, de los contenidos de los programas de estudios de algunas asignaturas, exige espacios educativos flexibles y versátiles que permitan el desarrollo no solo del método tradicional expositivo, sino también el de otras técnicas didácticas que generen otro tipo de actividades.

En este tipo de locales, los alumnos pueden permanecer sentados en sitios fijos de trabajo en forma de auditorio, manteniendo la atención hacia el maestro, tomando notas, exponiendo ideas o haciendo preguntas, o bien, modificar la ubicación del mobiliario colocándolo en la forma tal que facilite el desarrollo de trabajos en equipo, efectúan mesas redondas, debates, etc.

En el nivel pre-primario el aula teórica no puede concebirse como un elemento cerrado, al contrario, debe tener su contraparte abierta o Aula Exterior cuyos objetivos principales son los de darle al aula teórica una extensión hacia fuera, permitiendo que el quehacer educativo se expanda con ella; proveer un espacio donde el niño pueda manipular y experimentar el ambiente que lo rodea y, proveer un área completamente flexible a los métodos y programas de estudio de ese nivel educativo.

#### b) Capacidad:

El número de alumnos recomendable para desarrollar actividades en este tipo de locales educativos, atendiendo los distintos niveles, es la siguiente:

**Tabla XI. Capacidad de alumnos por aula teórica**

N I V E L	CAPACIDAD DE ALUMNOS POR AULA	
	OPTIMO	MÁXIMO
Pre-primario	25	30
Primario	30	40
Medio Básico	30	40
Medio Diversificado	30	40

c) Área por alumno:

La superficie por alumno en aulas teóricas dependerá del nivel educativo, así tenemos que:

**Tabla XII. Área por alumno en aula teórica**

N I V E L	ÁREA POR ALUMNO		
	MÁXIMO	MÍ NIMO	AULA EXTERIOR
Pre-primario	2.40	2.00	2.00
Primario	1.50	1.25	---
Medio Básico	1.50	1.30	---
Medio Diversificado	1.50	1.30	---

d) Superficie total:

Para la determinación del área se considera únicamente el caso crítico, es decir aquel en que se toma la capacidad máxima del aula, entonces tenemos:

**Tabla XIII. Superficie por nivel**

N I V E L	S U P E R F I C I E T O T A L		
	Para capacidad máxima del aula		
	OPTIMO	MÍ NIMO	AULA EXTERIOR
Pre-primario	72.00	60.00	60.00
Primario	60.00	50.00	----
Medio Básico	60.00	52.00	----
Medio Diversificado	60.00	52.00	----

e) Forma:

Son recomendables los locales de forma cuadrada o rectangular en este último caso es preferible que la proporción ancho-largo, no exceda de una relación de 1:1.5.

En el caso de aulas exteriores del nivel pre-primario se recomienda una forma regular, adyacente al elemento cubierto y excenta de obstáculos que representen un peligro para los niños.

La altura mínima deberá ser en todos casos de 2.50 metros y la altura máxima de 3.00 metro; en las escuelas de párvulos esta deberá ser lo mas semejante posible a la proporción de altura del hogar.

f) Confort:

- Visual

La distancia máxima del alumno sentado en la ultima fila al pizarrón, no deberá exceder a 8.00 metros y el ángulo horizontal de visión respecto al pizarrón, de un alumno sentado en cualquier lugar no será menor de 30 grados.

La iluminación natural deberá ser bilateral diferenciada, considerando como fuente principal la proveniente del lado izquierdo del estudiante, vendo hacia el pizarrón. Para asegurar que la iluminación natural sea suficiente y uniforme, la superficie de ventanas deberá ser por lo menos el equivalente a un tercio (1/3) del área del local (área de piso).

El nivel de iluminación deberá ser uniforme (para las aulas teóricas de acuerdo a los distintos niveles educativos.

- Acústico

Se consideran a las aulas teóricas como locales tipo 3 de generación de ruidos y como tipo 3 de tolerancia. El aislamiento acústico recomendable considera un nivel de atención de ruido de 20 a 30 decibeles como mínimo para los elementos de cierre lateral.

- Térmico

De acuerdo con la localización geográfica, se debe tratar de proporcionar una ventilación constante, alta cruzada y controlable por medios mecánicos.

El área de apertura de las ventanas deberá permitir un mínimo de 6 cambios por hora de volumen total de aire contenido en el local.

En todo caso y especialmente cuando la orientación resultante sea desfavorable durante las horas de clase, deberá considerarse el uso de aleros para proteger el ambiente interior de la penetración de los rayos solares directos del reflejo de radiación solar.

El volumen interior no deberá ser menor de 3.00 metros cúbicos por alumno; en lugares de clima caluroso debe aumentarse a 4.00 metros cúbicos por alumno.

El aula exterior del nivel pre-primario debe estar expuesta al sol, pero con protección contra los elementos donde el clima lo requiera (soleamiento y vientos excesivos, lluvia, etc.)

g) Mobiliario y Equipo:

Dentro de los prototipos existentes, se elegirán aquellos que estén concebidos de acuerdo a las características antropométricas de la población escolar, de acuerdo a las edades previstas en los diferentes niveles educativos y que no atenten contra el normal y correcto desarrollo de la misma, los muebles en general deberán ser livianos y fáciles de mover, con aislamiento acústico en las patas y con superficies de acabado liso y mate, para evitar deslumbramiento sobre el plano de trabajo. Además deben ser materiales fáciles de limpiar.

El mobiliario para el maestro esta incluido bajo estas consideraciones.

h) Instalaciones:

- Eléctricas

Además de la necesaria para proporcionar la energía eléctrica requerida para obtener el nivel de iluminación artificial requerido, deberán existir 2 tomacorrientes monofásicos a 0.40 metros de altura sobre el nivel de piso terminado, de estos uno deberá estar localizado adyacentemente al área del profesor y el otro hacia el fondo del aula.

i) Acabados:

- Piso

Deberán ser resistentes al impacto y a la abrasión y de fácil mantenimiento. En el aula exterior del nivel pre-primario debe estudiarse el pavimento según las características climáticas del lugar, para asegurar su uso continuo sin problemas de mantenimiento.

- Muros

Estos deben ser de materiales con cualidades de aislamiento acústico, resistentes al impacto, la abrasión, la desintegración y la erosión. Su acabado será mate y de preferencia llevará colores claros.

j) Seguridad:

Las puertas deberán ser de preferencia de una hoja, en caso de ser de dos hojas, la que abre primero deberá tener un ancho mínimo de 0.90 metros, el ancho óptimo de las puertas es de 1.20 y el máximo de 1.40 metros (para puertas de una hoja).

La altura mínima recomendable es de 2.10 metros. Todas las puertas deberán abrir hacia fuera en el sentido del flujo de la circulación exterior y abatir 180 grados; en pasillo nunca deberán situarse frente a otras.

### 3.3.2 Dirección

a) Función:

Estos locales servirán para alojar al director quien es el responsable del funcionamiento del establecimiento.

En tal virtud, le corresponde coordinar al personal docente, administrativo y de servicio que está a su cargo y es quien organiza y coordina todas las actividades contempladas en el programa escolar.

Cada centro educativo cuenta con un director por lo que se hace necesaria la construcción de lugar apropiado para que este pueda desenvolverse de manera correcta.

b) Capacidad:

La dirección tendrá una capacidad para 6 personas como máximo.

c) Área por usuario:

Considérese un promedio de 1.70 metros cuadrados por persona como mínimo y 2.00 metros cuadrados como óptimo.

d) Superficie total:

La dirección tendrá un área aproximada de 10.00 metros cuadrados como mínimo y 12.00 metros cuadrados como superficie optima. Sin embargo se deberá dejar prevista un área mayor susceptible de subdividirse funcionalmente, con el objeto de garantizar locales separados para los directores de los establecimientos que en distintas jornadas funcionen en el edificio.

e) Forma:

Se deberá observar las relaciones de coordinación modular a fin de subdividir funcionalmente el espacio compartido por varios directores.

f) Confort:

- Visual

La iluminación deberá ser suficiente y uniforme alcanzando un nivel de 300 luxes sobre la superficie de trabajo.

- Acústico

Se deberá dotar a estos locales de un debido aislamiento acústico, de modo de garantizar un ambiente tranquilo y de privacidad.

- Térmico

De acuerdo con la localización geográfica de la escuela, se deberá proporcionar a estos locales de una ventilación alta, cruzada, constante y controlable por medios mecánicos. El área de apertura de las ventanas deberá permitir un mínimo de 5 cambios por hora del volumen total de aire contenido en el local.

g) Mobiliario y Equipo:

Básicamente estará integrado por:

1 Escritorio de oficina con su respectivo sillón

4 Sillas de visita

1 Archivador de tres gavetas

1 Tablero de anuncios

1 Basurero

h) Instalaciones:

- Electricidad

Dos tomacorrientes monofásicos de 120 voltios.

- Teléfono

Una salida para una línea.

i) Acabados:

- Piso

Deberán ser resistentes al impacto y a la abrasión y de fácil mantenimiento.

- Muros

Los materiales que se empleen en los muros deben ser resistentes al impacto, la abrasión, la desintegración y la erosión. Su acabado será mate y de preferencia llevará colores claros.

j) Seguridad:

La puerta deberá ser de preferencia de una hoja, con un ancho mínimo de 0.90 metros y una altura mínima de 2.10 metros. La puerta deberá abrir hacia adentro y abatir a 90 grados deberán ser livianas para que se puedan accionar con facilidad y deberán proveer seguridad suficiente para la protección del equipo y documentos.

### 3.3.3 Cocina-Bodega

a) Función:

Tomando en cuenta las deficiencias que actualmente presenta el balance nutritivo de cada habitante, dentro de la población guatemalteca, el Ministerio de Educación, ha dispuesto que en los establecimientos públicos educativos de los niveles pre-primario y primario, se les proporcione a los alumnos, “ la refacción escolar” .

Esta consiste en un vaso de leche o cereal, con un complemento alimenticio que en la actualidad es la llamada “ Galleta Nutritiva o pan nutritivo” , por lo que se hace necesario contar con un local adecuado dentro de las instituciones educativas, para lograr preparar esta refacción para los estudiantes y a la vez una lugar de almacenamiento de alimentos o cualquier otro bien del mismo ramo que debiera ser conservado en condiciones adecuadas para su mantenimiento.

b) Capacidad:

La capacidad total del local en cuanto al número de personas será de una, quien es la encargada de preparar la refacción que recibirán los estudiantes.

c) Superficie total:

El tamaño del local estará vinculado a la capacidad de la escuela, y no al nivel correspondiente e incluye áreas de almacenamiento, preparación y limpieza.

- Para escuelas de hasta 500 alumnos: 15 metros cuadrados
- Para escuelas de 500 a 1000 alumnos: 25 metros cuadrados

d) Forma:

Es necesario indicar que estos locales deben contar con cuatro áreas atendiendo a la función a la que están destinados:

- área de almacenamiento de materia prima.
- área de preparación de la refacción escolar.
- área de lavado de equipo de cocina.
- área de almacenaje de equipo de cocina.

Es conveniente que entre el área de almacenamiento de materia prima y las demás áreas exista una separación máxima en escuelas que funcionen varios establecimientos, debiendo en este último caso existir una diferenciación de áreas de almacenaje de materia prima (leche en polvo, complementos y esencias) y de equipo de cocina por nivel educativo.

La forma en términos generales, deberá ser regular, de preferencia rectangular.

El local podrá disponer de un mostrador hacia el exterior en un punto de la circulación próximo a las áreas de recreación, que fungirá como TIENDA ESCOLAR, aprovechándose las instalaciones existentes.

e) Confort:

- Visual

La iluminación del local deberá ser uniforme y el nivel mínimo aceptable sobre la superficie de trabajo será de 150 a 200 luxes.

- Térmico

El local deberá tener facilidad de una buena ventilación, la cual será alta, cruzada, constante y uniforme, previéndose como mínimo 6 cambios por hora de volumen del aire del local. De preferencia se colocará malla fina en las ventanas exteriores para garantizar un grado mayor de higiene.

f) Mobiliario y Equipo:

1) En las áreas de almacenaje

Estanterías para materias primas (leche en polvo, incaparina, azúcar, esencias, etc.), estanterías para implementos de cocina (ollas, cucharas, jarras, etc.).

2) En el área de preparación

Mesa y estufa.

3) En el área de limpieza

Lavatrastos (en las escuelas rurales en donde las posibilidades de contar con agua corriente son remotas, el local de refacción escolar se localizará cerca al depósito de agua)

g) Instalaciones:

- Eléctricas

Cuando se cuente con estufa eléctrica, un tomacorriente de 220 voltios, y próxima al área de preparación 1 tomacorriente de 110 voltios, ubicados ambos a 0.90 metros del piso terminado.

- Agua potable

Una toma donde se localice el lavatrastos.

- Drenajes

Una salida para el Lavatrastos.

- Gas

En caso que se use estufa de gas, en el exterior del local deberá dejarse previsto un espacio para colocación de tambos, debidamente protegida y lejos de áreas de circulación.

h) Acabados:

- Pisos

Deberán ser resistentes al impacto y a la abrasión y de fácil mantenimiento.

- Muros

Además de presentar resistencia a la desintegración y a la erosión, deberán presentar facilidades de mantenimiento y limpieza.

i) Seguridad:

La puerta deberá ser de preferencia de doble hoja, las puertas deberán abrir hacia fuera en el sentido del flujo de la circulación exterior y abatir 180 grados; su ancho y altura mínima serán de 0.90 metros y 2.10 metros respectivamente.

### 3.3.4 Servicios Sanitarios

a) Función:

La instalación de sanitarios en el edificio escolar se hará principalmente con el fin de proporcionar los medios adecuados de higiene (aseo y necesidades fisiológicas), dependiendo su eficacia tanto de la cantidad de unidades necesarias en relación al número de alumnos como su estratégica ubicación en relación a las áreas a las que deben servir.

b) Capacidad:

El número de artefactos sanitarios estará determinado por el número de alumnos del plantel. En el caso de pre-primaria bastará con dos lavamanos para varones y dos lavamanos para mujeres, dos sanitarios para varones con un urinal, y para mujeres cuatro sanitarios.

c) Área por alumno:

Se aplicará como mínimo 0.12 metros cuadrados por alumno o usuario para servicios sanitarios que incluyan lavamanos, inodoros y mingitorios.

d) Superficie total:

El área total dependerá del número de alumnos para el que esté diseñado el edificio, sin embargo, deberán observarse ciertos índices generales. Por ejemplo los recintos para inodoros tendrán como mínimo 1.20 metros de largo por 0.80 metros de ancho o sea 0.96 metros cuadrados por inodoro (esta dimensión deberá respetarse para garantizar la comodidad en el uso del artefacto y su limpieza). El área mínima de sanitario será de 6 metros cuadrados.

e) Forma:

El local destinado a la instalación de servicios sanitarios deberá diseñarse en forma tal que en la distribución interior se observen las dimensiones adecuadas de recintos (como en el caso citado para inodoros), puertas, separación de artefactos.

También la fluidez en las circulaciones interiores con el fin de facilitar su adecuado uso, limpieza, reparación e inspección, deberán observarse además las indicaciones para protección de las instalaciones propuesta en el capítulo de instalaciones sanitarias.

En el caso particular de la instalación de inodoros las puertas no deberán tener un ancho menor de 0.60 metros y estarán levantadas del piso entre 0.20 metros y 0.30 metros.

f) Confort:

- Visual

La iluminación será de 100 luxes mínimo y estará colocada de forma tal que permita el uso adecuado y seguro de todos los artefactos.

- Térmico

El área de ventilación será igual a 1/5 de la superficie del local. Cuando se coloquen sistemas de ventilación forzada podrá disminuir este índice pero no deberá ser menor de 1/10 del área de piso.

g) Mobiliario y Equipo:

El mobiliario en los sanitarios estará constituido primeramente por lavamanos, inodoros, mingitorios, bebederos, duchas. Deberá contarse además con mobiliario secundario consistente en cortapapel, toalleros, basureros, espejos, jaboneras, etc., determinándose el número de cada uno con base en la capacidad de los sanitarios.

h) Instalaciones:

- Eléctricas

Además de la necesaria para proporcionar la energía eléctrica requerida para obtener el nivel de iluminación artificial requerido, deberá existir 1 tomacorriente de 110 voltios a 0.30 metros de altura sobre el nivel de piso terminado.

- Agua potable

Es aconsejable la concentración de los servicios en núcleos únicos, a fin de lograr una mayor economía, localizados en los lugares de mayor demanda como son los patios de recreo. Para varios niveles la concentración deberá buscarse en sentido vertical localizando en un solo ducto las tuberías de alimentación y desagüe de artefactos. Deberá contarse con una toma para cada artefacto.

- Drenajes

Todos los artefactos contarán con sifón de agua y en general deberán aplicarse las recomendaciones incluidas en el capítulo de instalación sanitaria.

i) Acabados:

El local para sanitarios tendrá piso de mosaico antideslizante y estará revestido con azulejos hasta no menos de 1.20 metros de altura y en área de duchas a 1.80 metros.

Podrán utilizarse otros materiales siempre que sean resistentes a la humedad y de fácil limpieza.

Las piezas sanitarias deberán estar construidas de materiales duros, resistentes e impermeables; como porcelana o hierro esmaltado. Las superficies de las piezas serán lisas y no presentarán defectos interior ni exteriormente.

j) Seguridad:

El material empleado en los pisos será del tipo antideslizante, especialmente en el área de duchas. Se deberá garantizar la duración de los artefactos utilizando materiales resistentes y protegiendo las partes que sea factible su destrucción.

### **3.4 –Materiales de construcción**

Es necesario dentro de nuestra construcción obtener un bajo costo, esto sin poner en riesgo la calidad de nuestro diseño, por ello se debe tratar de utilizar todos los materiales predominantes en la región o sea que sean de fácil acceso o fácil obtención. El uso de estos materiales deberá brindar beneficios de buena iluminación, ventilación, seguridad, economía y comodidad.

En el área sur-oriente del país se debe tener mucha atención en los factores de acondicionamiento térmico, ya que estas áreas son sumamente calidas y es necesario contar con un buen sistema de enfriamiento, a través de una adecuada ventilación natural, esto se logrará en base a la correcta ubicación de nuestro edificio, ubicación de puertas y ventanas y de otros elementos que nos ayuden a lograr una ventilación libre y natural.

Las escuelas deben situarse correctamente en relación al sol, a factores de clima y factores de topografía del terreno, debiendo excluirse la incidencia de los rayos del sol directamente sobre los distintos ambientes, así también los materiales a utilizarse deberán cumplir con los requisitos básicos de seguridad, comodidad y presentación.

En algunos materiales la transmisión de calor y humedad, depende de su naturaleza y grosor, en donde la capacidad de retener calor de un material depende de su calor específico, y densidad. La temperatura de la superficie de un área, no es afectada sólo por la temperatura del aire y el coeficiente de transmisión de calor, sino que también por el aumento de la temperatura debido a la radiación. La radiación emitida por el sol o por cualquier otro cuerpo puede ser absorbida, es decir convertida en calor, al pegar sobre un muro, techo o ser reflejada, es decir que no se absorbe del todo, esto es válido también para muros dobles porque la transmisión de calor por radiación es independiente del medio y se da aún en el vacío.

La emisión de calor de un cuerpo es directamente proporcional a su absorción y la cantidad de calor que absorbe un cuerpo de la radiación solar depende mucho del color de la superficie, en la tabla siguiente se puede apreciar el % de reflexión y absorción de radiación solar para algunos materiales empleados en la construcción de edificios escolares.

### **3.5 - Aspectos Visuales**

El aspecto visual dentro del proceso enseñanza-aprendizaje es un factor muy importante, debe marcar de forma agradable y atractiva la primera vista del lugar, creando un ambiente cómodo y confortable para el estudiante, entonces los acabados vienen a constituir de forma primordial la presentación del lugar, y en base a estos requisitos se enmarcan los siguientes aspectos básicos:

#### **3.5.1 Muros:**

Estos en su mayoría serán de block expuesto o ladrillo visto, debiendo observarse que queden en su mayoría libres de desechos de material aglomerante (savieta) y conservando una alineación o colocación adecuada.

Cuando se presentan casos de block sucio, por efectos de manejo de la savieta, una forma fácil y efectiva de lograr que queden limpios, es el de frotar las superficies manchadas con un pedazo de block del que queda de sobrante de la obra.

No es recomendable el uso de repello, cernido o blanqueado en donde se tenga que utilizar arena blanca o amarilla, a menos de que existan bancos de material próximos al proyecto, ya que de lo contrario aumentarí an los costos al contratar mano de obra calificada para su aplicación, así también el pago del transporte para el traslado hacia el lugar.

Una forma sencilla y aplicable para brindarle una nueva apariencia a los blocks y a la vez impermeabilizarlo es aplicándole una lechada de agua y cemento cuya proporción aconsejable será a de 1/10 (cemento/agua).

#### 3.5.2 Pisos:

Actualmente en muchas escuelas se tiene que el piso es el terreno del lugar, por lo que es recomendable fundir una torta de concreto de un espesor de 0.08 metros, aunque también se podrí an utilizar ladrillos de cemento liquido.

#### 3.5.3 Techos:

Dentro de este diseño se presentará la modalidad de la estructura metálica para la base y lámina galvanizada para la cubierta, siendo la estructura metálica la más utilizada actualmente, debido a su colocación, obtención y capacidad de resistir cargas muy altas.

#### 3.5.4 Puertas:

Estas generalmente son de duelas de pino, las cuales se fabrican por artesanos del lugar y la mayoría no presenta ningún tipo de acabado o pintura, siendo además inseguras.

Se recomienda el uso de puertas de metal debidamente pintadas y de aspectos atractivos.

### 3.5.5 Ventanas:

Lo que generalmente se usa es un tipo de balcón formado por tubos de metal, teniendo en algunos casos un acabado de pintura anticorrosivo y un adorno conocido generalmente con colochos, los cuales suelen ser muy atractivos y brindan cierta presentación a las ventanas.

## 3.6 –Sistema constructivo, análisis y diseño estructural:

### *SISTEMA CONSTRUCTIVO:*

**Cimentación:** La cimentación será a base de concreto armado, la cual estará conformada por dos tipos de estructuras, las cuales serán las Zapatas y luego el cimiento corrido, estos dos tipos de estructuras se detallarán en la parte de análisis y diseño estructural.

**Muros:** El proceso constructivo que se utilizará para los muros será en base a mampostería, la cual ira reforzada por columnas y soleras de amarre para obtener una mayor resistencia y durabilidad del proyecto.

**Estructura de techo:** Luego de un análisis detallado y consultando con fabricantes de estructuras y perfiles metálicos, se llego a la conclusión de utilizar, Perfil Tipo C (costanera), para esta las medidas se detallarán mas adelante en el diseño de la estructura del techo, sobre esta estructura se colocará una cubierta de Lamina Galvanizada troquelada fabricada por la Empresa INGASA, cuyas características se plantearán en el diseño final, es necesario mencionar que para la colocación de este tipo de estructura se deberá seguir los pasos recomendados por el fabricante para la colocación de estas piezas, esta colocación se detalla en los planos del anexo No. 6.

### 3.6.1 Distribución del área de los ambientes:

#### *ANÁLISIS Y DISEÑO:*

**Aulas:** La estructura será diseñada para un nivel pre-primario, utilizando los criterios de áreas por alumno presentados por el manual de normas y diseños del ministerio de educación y que se encuentran en la sección 3.3.1 inciso C, la cual nos indica que el área mínima por alumno debe ser de 2.00 metros cuadrados, entonces como se tiene previsto que estas aulas tengan una capacidad de 30 alumnos tendremos:

$$30 \text{ alumnos} \times 2.00 \text{ m (área mínima)} = \mathbf{50} \text{ metros cuadrados}$$

Entonces, para calcular el lado de cada aula, se procederá a proponer las medidas hasta que estas cumplan con el área requerida para obtener la capacidad óptima.

Sección  $7.41 \times 7.95 = \mathbf{58.90}$  metros cuadrados, la cual cumple con ser mayor que el área requerida. Por ser un área calida la altura mínima será de 2.40 metros, la cual cumple con la altura mínima requerida.

**Dirección:** El área según el manual de normas y diseños del ministerio de educación y como se detalla en la sección 3.3.2 inciso C, será de 1.70 metros cuadrados por persona y esta deberá contar con una capacidad para 6 personas:

$$6 \text{ personas} \times 1.70 \text{ m (área mínima)} = \mathbf{10.20} \text{ metros cuadrados}$$

Entonces, para calcular cada lado de la dirección, se procederá a proponer las medidas hasta que estas cumplan con el área requerida para obtener la capacidad óptima.

Sección  $3.70 \times 2.80 = \mathbf{10.36}$  metros cuadrados.

Esta sección cumple con ser mayor que el área requerida. Por ser un área calida la altura mínima será de 2.40 metros, la cual cumple con la altura mínima requerida.

**Cocina y bodega:** El área según el manual de normas y diseños del ministerio de educación y como se detalla en la sección 3.3.3 inciso C, será de 15.00 metros cuadrados para un número menor de 500 alumnos:

Entonces, para calcular cada lado de la cocina-bodega, se procederá a proponer las medidas hasta que estas cumplan con el área requerida para obtener la capacidad óptima.

Sección  $5.50 \times 2.80 = 15.40$  metros cuadrados, la cual cumple con ser mayor que el área requerida. Por ser un área calida la altura mínima será de 2.40 metros, la cual cumple con la altura mínima requerida.

**Servicios Sanitarios:** Según el manual de normas y diseños del ministerio de educación y como se detalla en la sección 3.3.4 inciso C, el área será de 0.12 metros cuadrados por alumno:

Entonces, para calcular cada lado de los servicios sanitarios, se procederá a proponer las medidas hasta que estas cumplan con el área requerida para obtener la capacidad óptima.

Entonces  $0.12 \times 90$  alumnos = 10.8 metros cuadrados, tomando el caso mas critico en el cual los noventa alumnos fueran del mismo sexo.

De donde proponemos: Sección  $2.67 \times 7.95 = 21.23$  metros cuadrados, la cual cumple con ser mayor que el área requerida, por lo cual se propone construir un servicio para damas y otro para caballeros con las medidas propuestas. Por ser un área calida la altura mínima será de 2.40 metros, la cual cumple con la altura mínima requerida.

**3.6.2 DISEÑO DEL TECHO Y CUBIERTAS**  
**CALCULO DE LA COSTANERA**  
 INTEGRACION DE CARGAS

Donde:  $\gamma_{acero} = 7,85 \text{ T/m}^3$   
 $\gamma_{acero} = 7850 \text{ Kg/m}^3$

**Carga Muerta**

W Lámina 4,55 Kg/m<sup>2</sup> Nota:  
 W Costanera 4,00 → Costanera  
 W Instalaciones 0,68 Kg/m<sup>2</sup> (15% W lámina)  
**W<sub>C.M.</sub> = 9,23 Kg/m<sup>2</sup>**

base	alto	espesor	dimensional
2"	4"	1/16"	(pulgs)
5,080	10,160	0,159	(cms)

$$C = \left[ \frac{(alto) + 2(base)}{100} \right] * espesor * \gamma_{acero} \longrightarrow C = 2,53 \text{ Kg/m}$$

**Carga Viva**

Carga de servicio = 97,80 Kg/m<sup>2</sup> Que es el peso de las personas que colocarán la lamina, esto según código UBC-97 Tabla 23-C

La carga viva es igual a la carga de servicio más la carga de viento, y el procedimiento es el siguiente:

**Carga de viento**

q = 0.005 V<sup>2</sup> donde V = mayor velocidad del viento registrada para Guatemala  
 q = 0.005 \* (150 Km/h)<sup>2</sup> V = 150 Km/h

Entonces el valor será de q = 12,5 Kg/m<sup>2</sup>

Sin embargo la carga de viento debe afectarse por un factor, el cual resulta del contacto que la fuerza ejerce sobre la estructura, como existen aberturas (ventanas) en el edificio escolar, cuando el viento golpea externamente la edificación el factor es 0.8, y cuando el viento produce contacto en el interior de la estructura el factor toma el valor de 0.5, para este caso como suceden ambas situaciones, se tomará como factor la suma de ambos.

PV = factor \* q factor = 0.8 golpe externo factor promedio = factor golpe externo + factor golpe interno  
 PV = factor promedio \* q 0.5 golpe interno factor promedio = 0.80+0.50 = 1.3  
 PV = 1.3 \* 12,5 Kg/m<sup>2</sup>  
**PV = 146,25 Kg/m<sup>2</sup>**

**Entonces la carga viva será igual a = 146,25 Kg/m<sup>2</sup> + 97,8 kg/m<sup>2</sup> = 244,05 Kg/m<sup>2</sup>**  
**Entonces la carga Total será = 244,05 Kg/m<sup>2</sup> + 9,23 kg/m<sup>2</sup> = 253,28 Kg/m<sup>2</sup>**

**CALCULO DE LA SEPARACION DE COSTANERAS**

w = separación \* (W<sub>C.M.</sub> + W<sub>C.V.</sub>) + W<sub>costanera</sub>  
 w = separación \* (9,23 Kg/m<sup>2</sup> + 244,05 Kg/m<sup>2</sup>) + 2.53 Kg/m → ① Ecuación I

Nota:  
 De acuerdo a la distribución de ambientes la mayor luz es de: 7.95 mts.

Luz = L = luz mayor / 3  
 L = 7.95 mts / 3  
 L = 2.65 mts.

**Cálculo de momento:**

$M = \frac{wL^2}{8}$   
 M = (w \* (2.65)<sup>2</sup>) / 8 → ② Ecuación II  
 M = 0.88 \* w

Cálculo del momento resistente:

$$\text{de } f = \frac{Mc}{I} = \frac{M}{S} \quad \text{despejando } S = \frac{I}{c}$$

Por teorema de ejes paralelos se calcula la inercia con:

$$\Sigma I = \frac{bh^3}{12} + Ad^2$$

$$I = \frac{(t)(\text{alto})^3}{12} * 2 + \left[ \frac{(\text{alto})(t)^3}{12} + (\text{alto})(t)(\text{base})^2 \right] * 2$$

$$I = ((0.159) * (10.16)^3 / 12) * 2 + (((10.16) * (0.159)^3 / 12) + (10.16 * 0.159 * (5.08)^2)) * 2$$

$$I = 55.50 \text{ cm}^4$$

Cálculo del módulo de sección:

$$S = I / c$$

$$S = 55.50 \text{ cm}^4 / 5.08 \text{ cms}$$

$$S = 10.93 \text{ cm}^3$$

Cálculo del momento resistente:

de AISC  $F_b = 0.6 F_y$

$$F_b = 0.6 * 2531.16 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_b = 1518.70 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_r = S * F_b$$

$$M_r = 10.93 \text{ cm}^3 * 1518.70 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_r = 16599.39 \text{ Kg - cm}$$

$$M_r = 165.99 \text{ Kg - m}$$

Igualando ecuaciones 1 y 2:

$$M = 0.76 * w \longrightarrow \textcircled{2}$$

$$w = \text{separación} * (244,05 \text{ Kg/m}^2 + 9,23 \text{ Kg/m}^2) + 2.53 \text{ Kg/m} \longrightarrow \textcircled{1}$$

$$0.88 * (\text{separación} * (9,23 \text{ Kg/m}^2 + 244,05 \text{ Kg/m}^2) + 2.53 \text{ Kg/m}) = M_r$$

$$253,30 * 0.88 * \text{separación} = M_r - 2.53(0.88)$$

$$222,90 \text{ separación} = 165.99 - 2,23$$

$$222,90 \text{ separación} = 163,76$$

$$\text{separación} = 163,76 / 222,90$$

$$\text{separación} = 0,7347 \text{ mts.}$$

Donde:

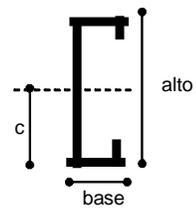
M = momento

I = inercia

S = modulo de sección

c= distancia al eje neutro

Detalle Costanera



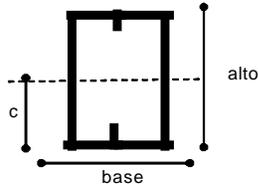
En el caso de colocar las costaneras con una separación de 0,73 mts, la cubierta corre el riesgo de flexionarse en caso de hacer algún tipo de mantenimiento en el techo de la edificación, además con el propósito de resguardar la seguridad de los usuarios y por fines constructivos, se optará por colocar costaneras con una separación de 0.70 mts.

### 3.6.3 DISEÑO DE LAS VIGAS PRINCIPALES

#### VIGA DE METAL

Nota: se toma como una viga simplemente apoyada, conformada por la unión de dos costaneras, ver detalle de armado de techo.

Detalle Viga



Debido a que la viga esta formada por la unión de dos costaneras, la inercia y el módulo de sección serán el doble del dato calculado para una costanera

$$I = 111 \text{ cm}^4$$

$$S = 21.86 \text{ cm}^3$$

$$F_b = 1518.70 \text{ Kg/cm}^2$$

Cálculo del peso de la costanera en Kg/m<sup>2</sup>

Si usamos costaneras @ 0.70 m de separación, y C = 2.53 Kg/m, peso calculado de

$$C = \left[ \frac{(\text{alto}) + 2(\text{base})}{100} \right] * \text{espesor} * \gamma_{\text{acero}}$$

$$W_{\text{costanera}} = C / 0.70$$

$$W_{\text{costanera}} = 2.53 \text{ Kg / m} / 0.70 \text{ mts.}$$

$$\mathbf{W_{\text{costanera}} = 3.61 \text{ Kg/m}^2}$$

Cálculo del momento resistente para la viga:

$$M_r = S \times F_b$$

$$M_r = 21.86 \text{ cm}^3 * 1518.70 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_r = 33198.78 \text{ Kg - cm}$$

$$\mathbf{M_r = 331.99 \text{ Kg - m}}$$

Integración de cargas para la viga metálica:

#### Carga Muerta

$$W_{\text{Lámina}} = 4.55 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{\text{Costanera}} = 3.61 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{\text{Instalaciones}} = \underline{0.68 \text{ Kg/m}^2} \quad (15\% W_{\text{lámina}})$$

$$W_{\text{C.M.}} = 8.84 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{\text{C.V.}} = \underline{244.05 \text{ Kg/m}^2}$$

$$\mathbf{W_{\text{C.V.}} + W_{\text{C.M.}} = 252.89 \text{ Kg/m}^2}$$

Cálculo del peso de la viga = Peso de la costanera \* 2 = 2.53 \* 2 = 5.06 Kg/m

$$w = \text{separación} * (W_{\text{C.M.}} + W_{\text{C.V.}}) + W_{\text{VIGA}}$$

$$w = 0.7 \text{ mts.} * (252.89 \text{ Kg/m}^2) + 5.06 \text{ Kg/m}$$

$$\mathbf{w = 182.08 \text{ Kg/m}}$$

Igualando el momento para una viga simplemente apoyada con el momento resistente se tiene:

$$M = \frac{wL^2}{8}$$

$$M_r = S \times F_b$$

$$wL^2/8 = S \times F_b$$

$$wL^2/8 = S \times F_s$$

Despejando  $F_s$ :

$$\text{Donde: } L = 2.65 \text{ mts.}$$

$$F_s = wL^2/8S$$

$$F_s = 182,08 \text{ Kg/m} \times (2.65 \text{ mts})^2 \times 100/8(21.86 \text{ cm}^3)$$

$$F_s = 731,16 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_s < F_b, F_s = 731,16 \text{ Kg/cm}^2 \text{ es menor a } F_b = 1518.70 \text{ Kg/cm}^2$$

#### CALCULO DE PERNOS

Donde:

$$L = 2.65 \text{ mts.}$$

$$\text{separación} = 0.70 \text{ MTS.}$$

$$w = \text{separación} \times (W_{C.M.} + W_{C.V.}) + W_{VIGA}$$

$$w = 0.70 \text{ mts.} \times (252,89 \text{ Kg/m}^2) + 5.06 \text{ Kg/m}$$

$$w = 182,08 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Tensión en apoyos} = wl$$

$$T = wl$$

$$T = 182,08 \text{ Kg/m} \times 2.65 \text{ mts.}$$

$$T = 482,51 \text{ Kg}$$

$$F_y = 2531.16 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_{pt} = 0.5 F_y$$

$$F_{pt} = 0.5 \times 2531.16 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_{pt} = 1265.58 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T = A \times f_s$$

Despejando  $A$ :

$$A = \frac{T}{f_s}$$

$$A = T / F_{pt}$$

$$A = 482,51 \text{ Kg} / 1265.58 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A = 0.38 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. de pernos} = A/A_{perno}$$

$$\text{No. de pernos} = 0.38 \text{ cm}^2 / 0.32 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. de pernos} = 1,18 > 1$$

$$\text{No. de pernos} = 2 \text{ pernos de } \varnothing 1/4"$$

Se utilizarán 2 pernos de  $\varnothing 1/4"$

Revisando acciones en apoyos de pieza de metal

$$w = \text{separaci3n} * (W_{C.M.} + W_{C.V.}) + W_{VIGA}$$

$$w = 0,7 \text{ mts.} * (252,89 \text{ Kg/m}^2) + 5,06 \text{ Kg/m}$$

$$w = 182,08 \text{ Kg/m}$$

$$V = w/2$$

$$V = (182,08 \text{ Kg/m} * 7,95 \text{ mts}) / 2$$

$$V = 723,77 \text{ Kg}$$

$$P = A_c * f$$

Despejando  $A_c$ :

$$A_c = \frac{P}{f}$$

Donde:

$$F_c = 0,4 F_y$$

$$F_c = 0,4 * 2531,16 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_c = 1012,46 \text{ Kg / cm}^2$$

$$A = V/F_c$$

$$A = 723,77 \text{ Kg} / 1012,46 \text{ Kg / cm}^2$$

$$A = 0,71 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. de pernos} = A/A_{\text{perno}}$$

$$\text{No. de pernos} = 0,71 \text{ cm}^2 / 0,32 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. de pernos} = 1,22 > 1$$

$$\text{No. de pernos} = 4 \text{ pernos de } \varnothing 1/4''$$

En resumen y por seguridad se utilizar3n 4 pernos de  $\varnothing 1/4''$

### 3.6.4 DISEÑO DE COLUMNAS

Cálculo de la carga que llega a la columna

$$w = W (\text{separación}) + CV (\text{separación}) + W_{\text{viga}} = \text{separación} (W + CV) + W_{\text{viga}}$$

donde

separación = 2.65 mts.

W = peso carga muerta = 12,85 Kg/m<sup>2</sup>

CV = peso de la carga viva = 244,05 Kg/m<sup>2</sup>

Wviga = peso de la viga = 5.06 Kg/m

$$w = \text{separación} * (W_{\text{C.M.}} + W_{\text{C.V.}}) + W_{\text{VIGA}}$$

$$w = 2.65 \text{ mts.} * (256,90 \text{ Kg/m}^2) + 5.06 \text{ Kg/m}$$

$$w = \mathbf{685,85 \text{ Kg/m}}$$

$$P = \frac{wl}{2}$$

$$l = 7.95 \text{ mts}$$

$$P = (685,85 \text{ Kg/m} * 7.95 \text{ mts}) / 2$$

$$P = 2726,25 \text{ Kg}$$

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

$$fc = 2726,25 \text{ Kg} / 225 \text{ cms}^2$$

$$fc = 12,12 \text{ Kg/cm}^2$$

Cálculo del armado de la columna

Asumiendo el valor de  $\rho = 1\% = 0.01$

$$\rho A_g = 0.01(225 \text{ cms}^2)$$

$$\rho A_g = 2.25 \text{ cm}^2$$

Si se utiliza 4 varillas No. 3, el área de acero es 2.84 cms<sup>2</sup>

$$\rho = \frac{2.84 \text{ cms}^2}{225 \text{ cms}^2}$$

$$\rho = 0,01262$$

Usando un reductor de carga a compresión:

$$P_0 = \theta [0.85 f'c (A_g - A_s) + f_y A_s] \quad \text{donde } \begin{matrix} \theta = 0.70 \\ \theta = 0.75 \end{matrix}$$

$$P_0 = 0.75 * 0.70(((0.85)*(210)*(225-2.84)+(2820)*(2.84)))$$

$$P_0 = \mathbf{25.023,79 \text{ Kgs.}}$$

$P_0 >> P$  entonces basta con colocar 4 varillas No. 3

### 3.6.5 DISEÑO DE MUROS Y SOLERAS

Para esta estructura que tiene diafragma flexible encima, el corte y momento por sismo se calcula por área tributaria

WT= peso a sostener

$$WT = W_{C.M.} + W_{C.V.}$$

#### Carga Muerta

W Lámina			4,55	Kg/m <sup>2</sup>
W Costanera	$W_{\text{costanera}} / l$	$l=0.70$ mts.	5,71	Kg/m <sup>2</sup>
W Instalaciones	$(15\% W_{\text{lámina}})$		0,68	Kg/m <sup>2</sup>
Viga	$W_{\text{viga}} / L$	$L=L/3=7.95/3$	1,91	Kg/m <sup>2</sup>
			<b>W<sub>C.M.</sub> =</b>	<b>12,85 Kg/m<sup>2</sup></b>

Nota: la separación l es igual a 0.60 m, que es la separación entre costaneras

Nota: la separación L es igual a 7.95 m, que es la luz del aula, y se divide en tres ya que existen dos vigas entre los muros, ver detalle de techos.

#### Carga Viva

$$W_{C.V.} = \underline{\underline{244,05 \text{ Kg/m}^2}}$$

$$W_{C.V.} + W_{C.M.} = \underline{\underline{256,90 \text{ Kg/m}^2}}$$

#### Para un muro interior de aulas

L muro = 7.95 mts.

$W_1 =$  Carga Distribuida = P = Peso Total x ancho tributario x largo del muro

$$W_1 = 256,90 \text{ Kg/m}^2 \times 2.65 \text{ mts.} \times 7.95 \text{ mts.}$$

$$W_1 = 5412,24 \text{ Kg}$$

Cálculo de la carga de sismo para el muro

$$F_s = 0.20 W$$

$$F_s = 0.20 * 5412,24 \text{ Kg}$$

$$F_s = 1082,45 \text{ Kg}$$

Cálculo del Momento generado por la fuerza de sismo

$$M_s = F_s h$$

h muro = 3.20 mts.

$$M_s = 1082,45 \text{ Kg} * 3.20 \text{ mts.}$$

$$M_s = 3463,84 \text{ Kg-m}$$

Chequeo a Compresión

$$f_c = \frac{P}{A} \quad A_{\text{muro}} = \text{espesor del muro} \times \text{largo del muro}$$

$$A_{\text{muro}} = 15 \text{ cms} \times 795 \text{ cms} = 11925,00 \text{ cm}^2$$

$$f_c = W_1 / A_{\text{muro}}$$

$$f_c = 5412,24 \text{ Kg} / 11925 \text{ cm}^2$$

$$f_c = 0.454 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_c = 0.45 \text{ Kg/cm}^2 < f_u = 25 \text{ Kg/cm}^2$$

## Chequeo a Flexión

Hay un procedimiento conocido como  
**TECNICA UNIVERSAL DE DISEÑO A FLEXION ELASTICA**

Llamando  $F_b = f_b$  permisible  
 y a  $F_s = f_s$  permisible

el momento basado en el esfuerzo a compresión de la mampostería es

$$M = bd^2 (jk/2) F_b, \text{ puede despejarse } (2/jk) = (bd^2) * F_b / M$$

de la misma forma ya que el momento basado en el esfuerzo del acero es

$$M = bd^2 (\rho j) F_s, \text{ puede despejarse } n \rho j = nM / (bd^2) * F_s$$

Entonces, pueden tabularse valores de  $(2/jk)$  y de  $(n \rho j)$  que puede encontrarse en algunas publicaciones sobre mampostería, ó pueden calcularse, y de ellos despejar el valor de  $(\rho)$ .

$E_m = 400 * f'_m$	cuando	$f'_m < 50$	$k = \sqrt{(\rho * n)^2 + (2 * \rho * n)} - \rho * n$
$E_m = 600 * f'_m$	cuando	$f'_m > 50$	
$E_m = 800 * f'_m$	cuando	$f'_m > 100$	

Asumiendo un valor para  $f_u$  de 25 -kg/cm<sup>2</sup>:

$f_u =$	25 Kg/cm <sup>2</sup>
$f'_m = 0.7 f_u =$	17,5 Kg/cm <sup>2</sup>
$f_b = 0.3 f'_m =$	5,25 Kg/cm <sup>2</sup>
$E_m = 400 f'_m =$	7000 Kg/cm <sup>2</sup>
$f_s = 0.5 f_y =$	1405 Kg/cm <sup>2</sup> donde $F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$

Calculando el valor de  $n$

$$n = E_{\text{acero}} / E_{\text{mampostería}}$$

$$n = 2 \times 10^6 / E_m$$

$$n = 2000000 \text{ Kg/cm}^2 / 7000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$n = 286$$

Por mampostería:

$$\frac{2}{jk} = \frac{bd^2 f_b}{M} = \frac{(15 \text{ cms}) * (795 \text{ cms})^2 * (5.25 \text{ Kg / cms}^2)}{105400 \text{ Kg - cms}}$$

$$\frac{2}{jk} = \frac{bd^2 f_b}{M} = 472$$

Por acero:

$$n \rho j = \frac{nM}{bd^2 F_s} = \frac{(286) * (105400 \text{ Kg - m})}{(15 \text{ cms}) * (795 \text{ cms})^2 * (1405 \text{ Kg/cm}^2)}$$

$$n \rho j = \frac{nM}{bd^2 F_s} = 0,0023$$

Asumimos un valor de  $n \rho$

Calculamos el valor de  $k$ , el valor de  $j$ , y los valores de  $(2/jk)$  y  $(n \rho j)$

**Tabla XIV. Cálculo de factores de diseño**

$n\rho$	$k$	$j$	$(2/jk)$	$(n\rho j)$
0,00000100	0,00141321	0,99952893	1415,88089679	0,00000100
0,00000200	0,00199800	0,99933400	1001,66761096	0,00000200
0,00000300	0,00244649	0,99918450	818,16440408	0,00000300
0,00000400	0,00282443	0,99905852	708,77478320	0,00000400
0,00000500	0,00315728	0,99894757	634,12369163	0,00000499
0,00000600	0,00345811	0,99884730	579,01857124	0,00000599
0,00000700	0,00373466	0,99875511	536,19091686	0,00000699
0,00000800	0,00399201	0,99866933	501,66855496	0,00000799
0,00000900	0,00423365	0,99858878	<b>473,07319026</b>	0,00000899
0,00001000	0,00446215	0,99851262	448,88237326	0,00000999
0,00001100	0,00467943	0,99844019	428,07031348	0,00001098
0,00235100	0,06626042	0,97791319	30,86565477	0,00229907
0,00235200	0,06627403	0,97790866	30,85946050	<b>0,00230004</b>
0,00235300	0,06628763	0,97790412	30,85327017	0,00230101
0,00235400	0,06630124	0,97789959	30,84708379	0,00230198
0,00235500	0,06631483	0,97789506	30,84090136	0,00230294
0,00235600	0,06632843	0,97789052	30,83472286	0,00230391

$$n\rho = 0,00230004$$

$$\rho = 0,00230004/n$$

$$\rho = 0,00230004/286 = 0,000008042$$

$$A_s = \rho b d$$

$$A_s = 0,000008042 * 15 \text{ cms} * 795 \text{ cms}$$

$$A_s = 0,096 \text{ cms}^2$$

Como el área de acero calculada anteriormente es menor al área de acero mínimo entonces, los muros de mampostería reforzada se diseñaran con refuerzo mínimo de acuerdo con las normas del Instituto de Fomento de Hipotecas (FHA), las que recomiendan ubicar columnas principales con 4 varillas No. 3, estribos No. 2 @ 0.20 mts. al centro de la luz. Para marcos de puertas y ventanas se recomiendan columnas intermedias.

Revisando Corte:

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

$$P = F_s = 1082,45 \text{ Kg}$$

$$A = t * l = 15 \text{ cms} * 795 \text{ cms} = 11925 \text{ cms}^2$$

$$f_u = 1082,45 \text{ Kg} / 11925 \text{ cms}^2$$

$$f_u = 0,091 \text{ Kg/cm}^2$$

**Si  $f_u$  es  $< 0.50$  utilizar refuerzo mínimo**

### Refuerzo horizontal

$$\rho_h = \frac{A_s h}{d * t} \geq 0.0007$$

### Refuerzo Vertical

$$\rho_h = \frac{A_s h}{d * t} \geq 0.0007$$

Donde :

b= longitud del muro

t = espesor del muro

Diseño de muros longitudinales

a) Diseño a flexión:

As vertical= 0.0007 (795 cms)(15 cms)

As vertical= 8,35 cm<sup>2</sup>

Usando varillas No. 3 (0.71 cm<sup>2</sup>) tenemos

$$\text{Número de varillas} = \frac{8.35 \text{ cm}^2}{0.71 \text{ cm}^2}$$

Número de varillas = 11,76 ≈ 12 varillas a lo largo del muro.

Por ser un muro de más de 7.00 mts. Se usarán tres columnas con 4 varillas No. 3 y estribos No. 2 @ cada 0.15 mts. Proporcionando un área de acero de 8,52 cm<sup>2</sup> a lo largo del muro, cubriendo de esta manera el área de acero requerida (8.35 cm<sup>2</sup>).

b) Diseño a corte:

As horizontal= 0.0009 (795cms)(15cms)

As horizontal= 10,73 cm<sup>2</sup>

se utilizó un 0.0009 tomando en cuenta que estamos en un país altamente sísmico.

Usando varillas No. 3 (0.71 cm<sup>2</sup>) tenemos

$$\text{Número de varillas} = \frac{10.73 \text{ cm}^2}{0,71}$$

Número de varillas = 15,11 ≈ 16 varillas a lo largo del muro.

Se usarán 5 y 4 soleras, según la altura del muro

4 varillas No. 3 y estribos No. 2 @ cada 0.20 mts.,

proporcionando de esta manera un área de acero de 11.36 cms<sup>2</sup> cubriendo así el área de acero requerida (10.73 cm<sup>2</sup>).

### 3.6.6 DISEÑO DEL CIMIENTO

#### CIMIENTO CORRIDO

#### INTEGRACION DE CARGAS

Peso del muro

$$W_{\text{muro}} = \text{alto} * \text{ancho} * \gamma_{\text{mampostería}}$$

$$W_{\text{muro}} = 3.20 \text{ mts.} * 0.15 \text{ mts.} * 1800 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{\text{muro}} = 864,00 \text{ Kg/m}$$

Donde:

$$\text{ancho} = 0.15 \text{ mts.}$$

$$\text{alto} = 3.20 \text{ mts.}$$

$$\gamma_{\text{mampostería}} = 1800 \text{ Kg/m}^3$$

Peso del cimiento

$$W_{\text{cimiento}} = \text{alto} * \text{ancho} * \gamma_{\text{concreto}}$$

$$W_{\text{cimiento}} = 0.40 \text{ mts.} * 0.20 \text{ mts.} * 2400 \text{ Kg/m}^3$$

$$W_{\text{cimiento}} = 192 \text{ Kg/m}$$

Donde:

$$\text{ancho} = 0.40 \text{ mts.}$$

$$\text{alto} = 0.20 \text{ mts.}$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2400 \text{ Kg/m}^3$$

Peso que tributa al muro

$$W_{\text{que tributa al muro}} = (W_{\text{lámina}} + W_{\text{costanera}} + W_{\text{instalaciones}} + W_{\text{viga}}) * a$$

$$W_{\text{que tributa al muro}} = (4,55 + 5,71 + 0,68 + 1,91) * 2.65$$

$$W_{\text{que tributa al muro}} = 34,05 \text{ Kg/m}$$

Donde:

$$a = \text{ancho tributario}$$

$$a = 2.65 \text{ mts.}$$

Peso de la carga viva

$$W_{\text{C.V.}} = 244,05 \text{ kg/m}^2 * a$$

$$W_{\text{C.V.}} = 244,05 \text{ kg/m}^2 * 2,65 \text{ mts.}$$

$$W_{\text{C.V.}} = 646,73 \text{ kg/m}$$

Peso total del muro

$$W_{\text{muro}} = 1.4 W_{\text{C.M.}} + 1.7 W_{\text{C.V.}}$$

$$W_{\text{muro}} = 1.4 (864,00 \text{ Kg/m} + 192 \text{ Kg/m} + 34,05 \text{ Kg/m}) + 1.7 (646,73 \text{ Kg/m})$$

$$W_{\text{muro}} = 1526,07 \text{ Kg/m} + 1,099,44 \text{ Kg/m}$$

$$W_{\text{muro}} = 2625,51 \text{ Kg/m}$$

DETERMINACION DEL ANCHO

Donde:

b= ancho del cimiento

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

$$Fy = 2810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Fs = 15,000 \text{ Kg/m}^2$$

$$Fs = P/A \quad \longrightarrow \quad A = P/Fs \quad \longrightarrow \quad A = b * l$$

donde

$$b = P/Fs$$

$$b = (2625,51 \text{ Kg/m}) / (15,000 \text{ Kg/m}^2)$$

$$b = 0.18 \text{ mts.}$$

$$b < 2t \quad \text{donde } t = \text{espesor del muro} = 0.15 \text{ mts.}$$

Para efectos de diseño se asumirá un ancho de cimiento de 0.40 mts. Y peralte de 0.13 mts., con 0.07 mts. de recubrimiento

### CHEQUEO A CORTE SIMPLE

Con los datos asumidos en el párrafo anterior se verifica si el corte actuante es menor al corte resistente, si es así los datos asumidos son correctos.

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c}$$

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

$$V_r = 0.85 * 0.53 * (210)^{1/2}$$

$$V_r = 6.53 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_a = (2625,51 \text{ Kg/m}) / (40 * 13)$$

$$V_a = 5,05 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_a < V_r \quad \text{Si Chequea}$$

### CHEQUEO A FLEXION

Tomando los datos de 0.40 mts. De base, 0.13 mts. De peralte y 0.07 mts. De recubrimiento se tiene:

$$W = P/b$$

Donde:

P = peso del muro intermedio

b = base del cimiento

$$W = (2625,51 \text{ Kg/m}) / 0.40 \text{ mts}$$

$$W = 6563,78 \text{ Kg/m}$$

Cálculo del momento

$$M = \frac{WL^2}{2}$$

$$M = ((6563,78 \text{ Kg/m}) * (0.13)^2) / 2$$

$$M = 55,46 \text{ Kg-m}$$

Cálculo del refuerzo

$$M_u = 59.84 \text{ Kg-m}$$

$$b = 40 \text{ cms.}$$

$$d = 13 \text{ cms.}$$

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

$$A_s = 0.1691 \text{ cm}^2$$

Cálculo del refuerzo mínimo

$$A_{s_{\min}} = 0.40 (14.1 / F_y) * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = 0.40 (14.1 / 2810) * 40 * 13$$

$$A_{s_{\min}} = 1.04 \text{ cm}^2$$

$$A_s < A_{s_{\min}}, \text{ entonces se toma el valor de } A_{s_{\min}} = 1.04 \text{ cms}^2$$

Como el área de acero mínimo es mayor que el área de acero requerida, se utilizará el acero mínimo.

$$\text{Número de varillas} = A_{s_{\min}} / \text{Area varilla No. 3}$$

$$\text{Número de varillas} = 1.04 \text{ cms}^2 / 0.71 \text{ cms}^2$$

$$\text{Número de varillas} = 1.46 \text{ cms}^2 = 2 \text{ varillas No. 3}$$

**Por seguridad se usarán 3 varillas No. 3 con eslabones No. 2 @ 0.20 mts.**

## ZAPATAS

Se diseñaran las zapatas tomando como columna crítica las que se localizan en el corredor con una sección de 0.15 mts. \* 0.15 mts. y una altura de 3.20 mts.

Se toman como datos:

$$F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$$

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

$$\mu = \text{capacidad de carga permisible del terreno} = 15,000 \text{ Kg/m}^2$$

### INTEGRACION DE CARGA

La integración de carga se toma para la columna crítica en el corredor.

Longitud del corredor = 13.05 mts.

Total Peso de la cubierta = 469,54 Kg

$$\text{Total Peso de la columna} = 0.15 \text{ mts.} * 0.15 \text{ mts.} * 3.20 \text{ mts.} * 2400 \text{ Kg/cm}^2 = 172,80 \text{ Kg}$$

Total de columnas del corredor del tramo calculado = 4

$$\text{Peso sobre cada columna} = 469,54 \text{ Kg} / 2 \text{ columnas} = 234,77 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso total sobre la zapata} = 172,8 \text{ Kg} + 234,77 \text{ Kg} = 407,57 \text{ Kg}$$

Se asumen zapatas con las siguientes dimensiones: 0.50 mts. \* 0.50 mts. \* 0.20 mts.

$$W_{\text{zapata}} = 0.50 \text{ mts.} * 0.50 \text{ mts.} * 0.20 \text{ mts.} * 2400 \text{ Kg/mts}^3$$

$$W_{\text{zapata}} = 120 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{total}} = W_{\text{zapata}} + W_{\text{total sobre la zapata}}$$

$$W_{\text{total}} = 120 \text{ Kg} + 407,57 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{total}} = 527.57 \text{ Kg}$$

### AREA DE ZAPATA REQUERIDA

$$A = P/\mu$$

$$A = 527.57 \text{ Kg} / 15,000 \text{ Kg/m}^2$$

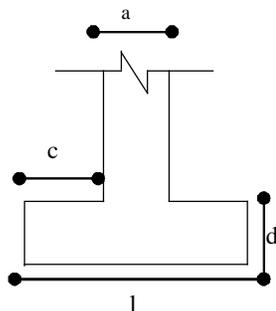
$$A = 0.0352 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{propuesta}} = 0.50 \text{ mts.} * 0.50 \text{ mts.} = 0.25 \text{ m}^2$$

$$A < A_{\text{propuesta}}$$

El área propuesta es mayor que la calculada, por lo que las dimensiones asumidas están correctas.

Figura 12. Nomenclatura de la zapata



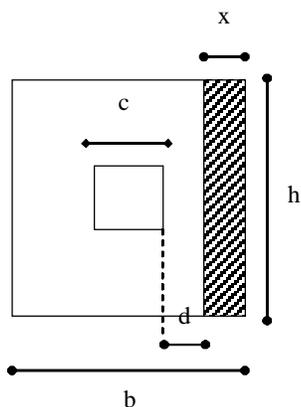
**PRESION DEL SUELO**

Donde:  
 $Q = P/Az$        $P =$  peso de la columna crítica  
 $Az =$  área de la zapata

$Q = 527,57 \text{ Kg} / 0.25 \text{ m}^2$   
 $Q = 2110,28 \text{ Kg/m}^2$

**Figura 13. Chequeo a corte simple**

Area de chequeo a corte simple



$Vr = 0.85 * 0.53 * (bd) * \sqrt{f'c}$

Donde:  
 $x =$  distancia de chequeo de corte simple  
 $h =$  base de la zapata  
 $Q =$  presión del suelo  
 $d =$  peralte = 13 cms.

$Vac = x * h * Q$

$x = b/2 - c/2 - d$   
 $x = 50/2 - 15/2 - 13$   
 **$x = 4.5 \text{ cms}$**

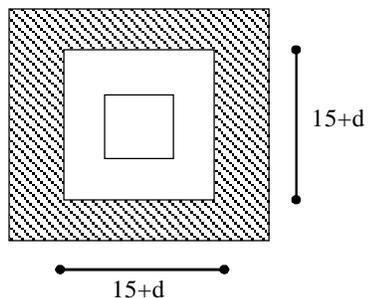
$Vr = 0.85 * 0.53 * (210)^{1/2} * 50 * 13 = 4243,44 \text{ Kg}$   
 $Vac = 0.95 * 0.60 * 2110,28 = 1202,86 \text{ Kg}$

**$Vac < Vr$**

Las dimensiones de la zapata cumplen con el chequeo por corte simple.

**Figura 14. Chequeo a corte punzonante**

Area de chequeo de punzonamiento



$$Vr = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * bo * d$$

Donde:

bo = perímetro de sección crítica de punzonamiento

$$bo = 4 (15+d)$$

$$bo = 4 (15+13)$$

$$bo = 112 \text{ cms}$$

$$Vr = 0.85 * 0.53 * (210)^{1/2} * 112 * 13$$

$$Vr = 9505.30 \text{ Kg}$$

$$Va = ((0.50*0.50) - (0.28*0.28)) * (2110,28)$$

$$Va = 362,12 \text{ Kg}$$

$$Vr > Va$$

$$9505.30 \text{ Kg} > 362,12 \text{ Kg}$$

Las dimensiones de la zapata cumplen el chequeo punzonante.

#### CHEQUEO A FLEXION

Datos:

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

$$d = 13 \text{ cms}$$

$$M = \frac{WL^2}{2}$$

$$M = \frac{Ql^2}{2}$$

$$M = (2110,28 * (0.50)^2) / 2$$

$$M = 263,79 \text{ Kg - m}$$

Cálculo del refuerzo

$$Mu = 263,79 \text{ Kg-m}$$

$$b = 50 \text{ cms.}$$

$$d = 13 \text{ cms.}$$

$$As = \left[ bd - \sqrt{\left( (bd)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 f'c} \right)} \right] * 0.85 * \frac{f'c}{Fy}$$

$$As = 0.81 \text{ cm}^2$$

Cálculo del refuerzo mínimo

$$As_{min} = 0.40(14.1/Fy) * b * d$$

$$As_{min} = 0.40(14.1/2810) * 40 * 13$$

$$As_{min} = 1.04 \text{ cm}^2$$

$$As < As_{min} \text{ , entonces se toma el valor de } As_{min} = 1.04 \text{ cms}^2$$

Como el área de acero mínimo es mayor que el área de acero requerida, se utilizará el acero mínimo.

$$\text{Número de varillas} = As_{min} / \text{Area varilla No. 3}$$

$$\text{Número de varillas} = 1.04 \text{ cms}^2 / 0.71 \text{ cms}^2$$

$$\text{Número de varillas} = 1.46 \text{ cms}^2 = 2 \text{ varillas No. 3}$$

**Por seguridad se usarán 5 varillas No. 3 en ambos sentidos.**

### 3.6.7 Instalaciones generales:

El lugar donde se pretende edificar este tipo de proyecto, actualmente cuenta con la mayoría de los servicios básicos necesarios, por lo cual el establecimiento contará con sistema de agua y energía eléctrica, que se detalla en los planos de instalaciones en el Anexo No. 5, quedando planteada la idea que para el sistema de drenajes se deberá construir una fosa séptica y un pozo de absorción a no menos de 20 metros del área de las aulas, entonces de esta forma se podrán construir los servicios sanitarios para satisfacer las necesidades fisiológicas de los niños de una manera limpia y mas sana.

### 3.6.8 Pisos:

Para el piso de las aulas, la dirección, la cocina-bodega y para los servicios sanitarios, se tiene prevista la fundición de planchas de concreto de 0.08 metros de espesor, las cuales deberán ser fundidas en forma de cuadrícula de sección no mayor a 2.00\*2.00 metros, esta fundición deberá hacerse sobre una base debidamente compactada de material del lugar.

Se deberá tener especial cuidado que dicho material no presente materia orgánica, u otro elemento que pudiera causar en un futuro algún tipo de asentamiento o resquebrajamiento de la superficie. El piso deberá ser fundido de forma monolítica, en base a una proporción de 1:2:3, para obtener una buena resistencia y evitar cualquier tipo de problema posteriormente.

### 3.6.9 Acabados:

**Acabado de Muros:** Todos los muros serán de block visto, sisado en ambas caras; para la sisa se utilizará un sisador hecho con una varilla de diámetro de 3/8", luego se impermeabilizarán los muros con una lechada a base de agua y cemento en una proporción de 1/10, la cual deberá aplicarse con brocha.

**Acabado de estructura de techo:** Los Perfiles tipo C (costaneras) deberán ser pintadas con 2 manos de pintura anticorrosiva de color negro, dicha estructura antes de ser pintada deberá estar limpia de óxido, escoria, aceite o de cualquier

otro tipo de elementos que perjudiquen la aplicación de la pintura, la cual ayudará a proteger y a mantener la vida útil de la estructura.

**Acabado de puertas y ventanas:** Las puertas y ventanas serán de metal, tratadas con pintura anticorrosiva color negro, con las siguientes características:

*Ventanas:*

Serán del tipo balcón, formadas con angular de  $1\frac{1}{4}$  \*  $1\frac{1}{4}$  \*  $1/8$ " y barrote de hierro cuadrado de  $1/2$ " (ver plano de detalles Anexo No. 5) e irán colocadas con 6 patas, las cuales estarán fijadas tanto a los sillares, dinteles y columnas.

*Puertas:*

Serán formadas con tubo cuadrado de  $1\frac{1}{4}$  , lamina de  $3/64$ " , prensada con angular de  $3/4$  y perfil plano de  $1/2$ " con pasador y portacandado (ver plano de detalles Anexo No. 5), deberán tener un ancho variable entre 1.00, 0.90 ó 0.95 metros y una altura de 2.00 ó 1.80 metros, mas un sobremarco de lamina de  $3/64$ " .

**Acabado de Pisos:** Luego de fundida la torta de concreto, se deberá aplicar un cernido alisado, en una proporción de 1:3, lo cual ayudará a mantener los pisos limpios, ya que su limpieza será más sencilla.

### 3.7 Análisis de Costos

**Tabla XV. Cantidades de trabajo**  
**PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ESCUELA DE PÁRVULOS**  
**CIUDAD PEDRO DE ALVARADO, MOYUTA, JUTIAPA**

No.	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	Q PRECIO	Q TOTAL	\$ TOTAL
1	CIMIENTO CORRIDO	124,34	ml	279,33	Q34.731,89	\$4.534,19
2	MURO CIMENTACION	99,47	m2	114,14	Q11.353,51	\$1.482,18
3	SOLERA DE HUMEDAD	124,34	ml	206,7	Q25.701,08	\$3.355,23
4	COLUMNAS	210	ml	293,07	Q61.544,70	\$8.034,56
5	LEVANTADO DE MUROS	310,85	m2	127,24	Q39.552,55	\$5.163,52
6	SOLERAS INTERMEDIAS	122	ml	216,11	Q26.365,42	\$3.441,96
7	SOLERAS DE SILLARES	70	ml	153,40	Q10.738,00	\$1.401,83
8	SOLERA DE CORONA	100	ml	208,10	Q20.810,00	\$2.716,71
11	ZAPATA TIPO I	15	unidades	646,78	Q9.701,70	\$1.266,54
11	BANQUETA EXTERIOR	96	m2	81,95	Q7.867,20	\$1.027,05
12	PISO DE CONCRETO ALISADO	45,32	m2	113,88	Q5.161,04	\$673,77
13	ESTRUTURA TECHO METALICO	360	ml	113,26	Q40.773,60	\$5.322,92
14	CUBIERTA DE TECHO	430	m2	137,07	Q58.940,10	\$7.694,53
15	PUERTAS TIPO I	5	unidad	1163,50	Q5.817,50	\$759,46
16	PUERTAS TIPO II	7	unidad	975,00	Q6.825,00	\$890,99
17	VENTANAS	168	m2	565,50	Q95.004,00	\$12.402,61
18	INSTALACION ELECTRICA	1	global	8489,00	Q8.489,00	\$1.108,22
19	INSTALACION DE AGUA POTABLE	1	Global	12324,00	Q12.324,00	\$1.608,88
20	INSTALACION DE DRENAJES (Fosa Septica)	1	Global	13468,00	Q13.468,00	\$1.758,22
	<b>COSTO TOTAL</b>				<b>Q495.168,29</b>	<b>\$64.643,38</b>

**Tabla XVI. Descripción de materiales a utilizar**  
**PROYECTO: CONSTRUCCIÓN ESCUELA CIUDAD PEDRO DE ALVARADO, MOYUTA, JUTIAPA**

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	Q. PRECIO	Q TOTAL	\$ TOTAL
1	Cemento	1065	Sacos	40,00	Q42.600,00	\$5.561,36
2	Arena	132	m3	125,00	Q16.500,00	\$2.154,05
3	Piedrin	99	m3	230,00	Q22.770,00	\$2.972,58
4	Hierro 3/8"	260	qq	260,00	Q67.600,00	\$8.825,07
5	Hierro 1/4"	120	qq	130,00	Q15.600,00	\$2.036,55
6	Alambre de Amarre	6	qq	450,00	Q2.700,00	\$352,48
7	Clavos	200	libras	3,50	Q700,00	\$91,38
8	Madera	2500	pie-tb	4,50	Q11.250,00	\$1.468,67
9	Block de 15x20x40	15000	unidad	3,25	Q48.750,00	\$6.364,23
11	Subcontratos	1	global	266698,29	Q266.698,29	\$34.817,01
	<b>TOTAL DE MATERIALES Y SUBCONTRATOS</b> <b>(incluye mano de obra no calificada, y costos indirectos)</b>				<b>Q495.168,29</b>	<b>\$64.643,38</b>

## CONCLUSIONES

1 - Se hizo necesario recopilar información de las necesidades básicas de la aldea El Paraíso y Ciudad Pedro de Alvarado; estas necesidades ayudaron a determinar la prioridad de cada proyecto, quedando como principales, el diseño del sistema de agua potable y el diseño de la escuela para párvulos, para cada comunidad respectivamente.

2 - Ambos sistemas no están expuestos a ningún tipo de riesgo amenazador, pero fue necesario examinarlos y diseñarlos, para que resistan, toleren y sobrelleven las condiciones más críticas a las que pudieran ser sometidos.

3 - El sistema constructivo utilizado en el edificio escolar, es en base a mampostería reforzada, ésta basa su diseño en el análisis de techos, muros, columnas y cimentación, todos estos elementos son afectados directamente por las cargas aplicadas a la estructura.

4 - Se detalló un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas, todo esto con el objeto de mantenerlos en condiciones óptimas de trabajo y que cumplan con su vida útil.

5 - Los costos detallados en ambos proyectos, presentarán una constante variación, debido a la inflación en nuestro país. Estas variaciones se considerarán aceptables hasta en un máximo de más o menos cinco por ciento del total de cada obra.

6 - El Ejercicio Profesional Supervisado, brindado por los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, es un apoyo técnico a las municipalidades, con el fin de contribuir en el desarrollo de las comunidades.

7 - La ejecución de ambos proyectos planteados, vendrá a satisfacer muchas necesidades dentro de las comunidades más pobres del municipio, evitándoles constantes gastos extras, al no contar con una serie de servicios básicos, mejorándole de esta manera la calidad de vida a cada habitante.



## RECOMENDACIONES

1 - Se deberán realizar reuniones periódicas, para concienciar a la población sobre los daños que le provocan al medio ambiente al talar árboles y al destruir la vegetación. Estos actos pueden influir de gran manera en el período de diseño de ambos proyectos y afectar la vida útil con que cuentan.

Al talar árboles, el ciclo del agua ya no se cumple de una manera correcta y al no existir éste, los niveles freáticos descienden de gran manera, por lo cual llegará un momento en el cual el sistema de agua deberá ser sectorizado, con lo que se ocasionará disgusto en la población, ya que no contarán con el vital líquido durante todo el día.

Al destruir la vegetación de los campos, se hace que el agua y el aire fluyan menos, con lo cual se erosionan de gran manera las tierras y se vuelven zonas áridas en donde llegará un momento en el que serán inhabitables.

2 - En ambos proyectos se debe capacitar, de forma paralela a su ejecución, a las personas que laboren directamente en ellos, se deberá contar con la supervisión constante de un ingeniero que conozca a fondo la forma en que se ejecutarán las obras, así como brindarles información detallada a todos los vecinos de la comunidad sobre la descripción de cada proyecto, para que al momento que ellos notasen alguna anomalía, la puedan informar y de esta manera evitar problemas posteriores.

3 - El mantenimiento de ambos sistemas será el adecuado, siempre y cuando se contrate los servicios de una persona que ejerza como fontanero o como guardián para cada proyecto respectivamente, y éste devengará un salario mensual, el cual se recolectará de la tarifa mensual que se cobrará por el servicio prestado.

4 - Es recomendable seguir al pie de la letra los consejos brindados dentro de este trabajo, en caso de que surgiera cualquier tipo de riesgo que amenace al sistema.

5 - Será necesario un replanteo en los costos de cada proyecto, si las tasas de inflación del país rebasarán los límites permitidos.



## BIBLIOGRAFÍA

- 1- Diseño y construcción de una escuela típica rural económica para el área de la región oriente del país.  
Ángel Esteban Gómez Boche  
Trabajo de graduación, Facultad de Ingeniería  
87 páginas, Año 1995  
Universidad de San Carlos de Guatemala.
- 2- Diseño del sistema de agua potable para los caseríos de El Rosario y La Granadilla, Conguago, Jutiapa.  
Carlos Encarnación Tetzaquic Car  
Trabajo de graduación, Facultad de Ingeniería  
81 páginas, Año 2000  
Universidad de San Carlos de Guatemala.
- 3- Diseño y construcción de una escuela de seis aulas, cocina, dirección, letrinas y juegos infantiles.  
Carlos Guillermo Lehr Arriola  
Trabajo de graduación, Facultad de Ingeniería  
109 páginas, Año 1983  
Universidad de San Carlos de Guatemala.
- 4- Diseño del sistema de agua potable del caserío Puerto Viejo y colonia La Playa del puerto de Iztapa, Escuintla.  
Carlos Omar Rodas del Castillo  
Trabajo de graduación, Facultad de Ingeniería  
93 páginas, Año 1998  
Universidad de San Carlos de Guatemala.
- 5- Plan Municipal del Agua y Saneamiento para el área rural, del municipio de San Andrés Xecul, Departamento de Totonicapán.  
Eldin Leonidas Moscoso Xitumul  
Trabajo de graduación, Facultad de Ingeniería  
71 páginas, Año 1997  
Universidad de San Carlos de Guatemala.
- 6- American Institute of Steel Construction  
Manual para arquitectos, Ingenieros y Constructores de edificios y otras estructuras de acero (A.I.S.C.).

- 7- Criterios normativos para el diseño de edificios escolares.  
Unidad de investigación y planificación educativa (USIPE)  
División de infraestructura física  
Ministerio de Educación.
- 8- Código de diseño de hormigón armado, basado en el American  
Concrete Institute. (ACI-318-95)  
Comisión de Diseño Estructural en Hormigón Armado y Albañilerías,  
perteneciente a la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la  
Cámara Chilena de la Construcción.
- 9- Método práctico de presupuestos en construcción.  
Arquitecto Nery William García  
Guatemala, Guatemala  
Edición, Año 2000

ANEXO No. 1

BOLETAS DE INFORMACIÓN GENERAL DE LAS COMUNIDADES

**BOLETA GENERAL DE INFORMACIÓN DE COMUNIDADES  
PARA LA FASE DE INVESTIGACIÓN TÉCNICA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO**

Comunidad: ALDEA EL PARÍS Municipio: MOYUTA  
Departamento: JUTIAPA

Fecha de inspección: 06/10/04 (dd/mm/aaaa)  
Responsable(s): CHRISTIAN TEJERA Cargo(s): EPESISTA

Entidad que solicitó la Información: MUNICIPALIDAD DE MOYUTA / USAC

**I. CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD: (Información para proyectos en general)**

**1. Tipo de Comunidad:**

• Rural:  Aldea  Caserío Otro: \_\_\_\_\_

• Urbana:  Marginal  Urbano

• Colindancias:

NORTE: ALDEA LA NUEVA MONTUFA  
SUR: BASES DEL JIOTE  
ESTE: ALDEA VAQUE NUEVO  
OESTE: MUNICIPALIDAD DE PASACO

**2. Generalidades:**

• Área territorial: 16 Km<sup>2</sup>

• Clima: CÁLIDO

• Temperatura: 33 °C

• Fecha de fundación o creación de la comunidad: HACE 70 AÑOS APROXIMADAMENTE.

• Topografía:

Montañas En el caso de ser un río complete la siguiente información:

Barrancos Nombre de la cuenca: \_\_\_\_\_ Vertiente: \_\_\_\_\_

Ríos Área de la cuenca: \_\_\_\_\_ Longitud: \_\_\_\_\_

Lagos

Océano: PACÍFICO

Manglar

• Altura sobre el nivel del mar: 10 METROS

• Coordenadas:

Latitud: 13° 48' NORTE  
Longitud: 90° 12' OESTE

### 3. Acceso a la Comunidad:

3.1 Distancia desde la comunidad a la cabecera municipal: 52 Km.

3.2 Tipo de Acceso \_\_\_\_\_ Distancia: \_\_\_\_\_

• Carretera:

Pavimentada 32 Km.

Terracería 20 Km. ¿transitable todo el tiempo?

• Otro Acceso

Brecha \_\_\_\_\_ Km.

Acuático \_\_\_\_\_ Km.

Otro \_\_\_\_\_ Km.

3.3 Tiempo de Acceso 1 horas 00 minutos. (VEHÍCULO)

3.4 Descripción breve de cómo llegar a la comunidad desde la cabecera municipal:

DESDE MOUNTA SE TOMA LA CARRETERA QUE CONDUCE A LA COSTA SUR HASTA ENCONTRAR EL CRUCE DEL OMBAJE DE LA CARRETERA CA-2, SE SIGUE LA CARRETERA QUE CONDUCE HACIA LA FRONTERA DE PEDRO DE ANDRÉS, EN LA COMUNIDAD ANTIGUA SE CRUZAN BUSCONDO LA BARRERA, 10 Km ADELANTE SE CRUZAN A LA DERECHA Y SE DEBE PASAR POR LAS AGUAS CALIENTES ADMINISTRATIVO Y VOLCAN NIEVO.

### II. SERVICIOS DE LA COMUNIDAD:

1. Salud  Hospital

Centro de Salud

Puesto de Salud

Botiquín Rural

Ninguno

2. Educación (Escuelas, Institutos, Técnicos, etc.)

Pre-Primaria: Si  Cuantas: UNA

No

Primaria: Si  Cuantas: UNA

No

3. Energía Eléctrica:

Si  110

No  220

Básicos: Si  Cuantas: \_\_\_\_\_

No

Monofásica

Diversificado Si  Cuantas: \_\_\_\_\_

Trifásica

No

4. Otros Servicios:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Mercado                                       | <input type="checkbox"/> Estación de policía           |
| <input checked="" type="checkbox"/> Teléfonos domiciliarios            | <input checked="" type="checkbox"/> Telefonía celular  |
| <input type="checkbox"/> Telégrafo                                     | <input checked="" type="checkbox"/> Iglesia evangélica |
| <input checked="" type="checkbox"/> Iglesia católica                   | <input type="checkbox"/> Estación de bomberos          |
| <input checked="" type="checkbox"/> Salón comunal o de usos múltiples. |  |

III. DEMOGRAFÍA:

1. Número de Habitantes 1,085 Año 2,004 Fuente de Información Censo local 20/08/04

Hombres: <u>540</u>	00-06 Años: <u>221</u>	Indígenas: <u>84</u>
Mujeres: <u>545</u>	07-14 Años: <u>295</u>	No indígenas: <u>1,031</u>
	15-64 Años: <u>542</u>	
	65 adelante: <u>27</u>	

- Tasa de Crecimiento: 2.5 %
- Índice de Morbilidad: 13.26 \* %/1,000
- Índice de mortalidad: 3.3 \* %/1,000

2. Actividades que realizan: ( a qué se dedican)

Hombres: Trabajos de jornal, Agricultura y Ganadería  
Mujeres: Trabajos de casa  
Niños: Estudian y ayudan a sus padres

3. Religión Predominante: Católica

4. Costumbres y tradiciones: Feria patronal en honor a San José y  
Navidad en el mes de enero.

5. Número de Viviendas 217

6. Tipo de vivienda: Pobre, a base de bambú y lámina, algunas de bloque y lámina.

7. Distribución de Viviendas:

- Concentradas
- Dispersas Observaciones: Una parte está en el centro y otras dispersas.
- En Línea

IV. ¿EXISTE TREN DE ASEO O ACARREO DE BASURA?

- SI  ¿Quién lo realiza? \_\_\_\_\_
- NO

**V. ORGANIZACIÓN COMUNITARIA:**

- ¿Existe comité?  Si  No      ¿Podría dedicarse a actividades de agua y saneamiento o cualquier clase de proyecto de infraestructura?  Si  No

- Miembros del Comité existente:

Cargo	Sexo	Nombre
Presidente	Hombre	ALONSO RAMOS
Secretario	Mujer	ROSA PARUSA
Tesorero	Hombre	PEDRO DEEVOLD
Vocal	Hombre	CARMELO AGUIRRE
Vocal	Hombre	RAFAEL GUDIOL
Vocal	Hombres	LEONARDO HERRERA
Vocal	Mujer	GLORIA RAMÍREZ
Vocal	Hombres	SANTOS LIMA

- ¿Puede la comunidad colaborar en la construcción de un sistema de agua, o en algún otro proyecto de infraestructura para beneficio de la comunidad?  Si  No

Indicar el tipo de jornada y días que la comunidad puede trabajar: todos los días con excepción de feriados entre ellos.

- Recursos disponibles en la comunidad:

Mano de Obra Calificada	Si	No
Albañiles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carpinteros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plomeros	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Materiales Locales	Si	No
Piedra bola o de río	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Piedrín	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arena de río	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Madera	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Otros	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Otros recursos	Si	No
Alojamiento a trabajadores no locales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alimentación a trabajadores no locales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Transporte	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Aporte Comunitario	Si	No
Mano de obra calificada	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mano de obra no calificada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Almacenamiento de Materiales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transporte	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Efectivo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



**3. Datos legales de la fuente:**

• Tipo de propietario:  
(MARQUE UNA OPCIÓN)

Privado/Particular  
Comunal  
Municipal  
Estatal

Privado/Particular  
Comunal  
Municipal  
Estatal

Privado/Particular  
Comunal  
Municipal  
Estatal

• Derechos legales:

De Paso  
De Fuente  
De Área

De Paso  
De Fuente  
De Área

De Paso  
De Fuente  
De Área

**4. Cuando la Fuente es un pozo:**

• Profundidad en metros:

30.49 m

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

• Nivel de la superficie del agua:

2.13 m

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

• Diámetro en pulgadas:

4"

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

• Forma de extracción:  
(MARQUE UNA OPCIÓN)

Cubeta y Lazo  
Bomba Manual  
Bomba diesel o Gas  
Bomba Eléctrica  
Otro

Cubeta y Lazo  
Bomba Manual  
Bomba diesel o Gas  
Bomba Eléctrica  
Otro

Cubeta y Lazo  
Bomba Manual  
Bomba diesel o Gas  
Bomba Eléctrica  
Otro

• Existen letrinas en un radio  
de 15 metros:

Si  No

Si  No

Si  No

• Entidad que perforó el pozo:

PERGUSA.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

BOLETA GENERAL DE INFORMACIÓN DE COMUNIDADES  
PARA LA FASE DE INVESTIGACIÓN TÉCNICA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

Comunidad: Ciudad Pedro de Alvarado Municipio: Moyuta  
Departamento: Jutiapa

Fecha de Inspección: 06/10/04 (dd/mm/aaaa)  
Responsable(s): CHRISTIAN TEJEDA Cargo(s): Espesista

Entidad que solicitó la Información: Municipalidad de Moyuta / USAC

I. CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD: (Información para proyectos en general)

1. Tipo de Comunidad:

• Rural:  Aldea  Caserío Otro: \_\_\_\_\_

• Urbana:  Marginal  Urbano

• Colindancias:

NORTE: ALDEA COLONIA SANTIAGO  
SUR: ALDEA EL ROSARIO  
ESTE: EL SALVADOR  
OESTE: ALDEA POZA DEL LLANO

2. Generalidades:

• Área territorial: 9 Km<sup>2</sup>

• Clima: caluro

• Temperatura: 35 °C

• Fecha de fundación o creación de la comunidad: HACE 60 AÑOS APROXIMADAMENTE.

• Topografía:

Montañas En el caso de ser un río complete la siguiente información:

Barrancos Nombre de la cuenca: Río Paz Vertiente: Del Pacífico

Ríos Área de la cuenca: 1,332 Km<sup>2</sup> Longitud: 133.80 Km.

Lagos

Océano: \_\_\_\_\_

Manglar

• Altura sobre el nivel del mar: 50 metros

• Coordenadas:

Latitud: 13° 52' Norte

Longitud: 90° 05' Oeste

3. Acceso a la Comunidad:

3.1 Distancia desde la comunidad a la cabecera municipal: 32 Km.

3.2 Tipo de Acceso \_\_\_\_\_ Distancia: \_\_\_\_\_

• Carretera:

Pavimentada 32 Km.

Terracería \_\_\_\_\_ Km. ¿transitable todo el tiempo? Si  No

• Otro Acceso:

Brecha \_\_\_\_\_ Km.

Acuático \_\_\_\_\_ Km.

Otro \_\_\_\_\_ Km.

3.3 Tiempo de Acceso 0 horas 30 minutos. (VEHÍCULO)

3.4 Descripción breve de cómo llegar a la comunidad desde la cabecera municipal:

Desde Moyuta, se toma la carretera que conduce a la  
Costa Sur hasta encontrar el cruce del Océano  
en la carretera CA-2, se sigue esta carretera hacia  
la frontera del Salvador, aproximadamente 7 km.  
Después de este cruce se encuentra la aldea.

II. SERVICIOS DE LA COMUNIDAD:

1. Salud

Hospital

Centro de Salud

Puesto de Salud

Botiquín Rural

Ninguno

2. Educación (Escuelas, Institutos, Técnicos, etc.)

Pre-Primaria: Si  Cuantas: UNA

No

Primaria: Si  Cuantas: CUATRO  
(públicas y privadas).

No

3. Energía Eléctrica:

Si  110

No  220

Básicos: Si  Cuantas: DOS  
(públicas y privadas).

No

Monofásica

Trifásica

Diversificado Si  Cuantas: DOS  
(públicas y privadas).

No

4. Otros Servicios:

- Mercado
- Estación de policía
- Teléfonos domiciliarios
- Telefonía celular
- Telégrafo
- Iglesia evangélica
- Iglesia católica
- Estación de bomberos
- Salón comunal o de usos múltiples.

III. DEMOGRAFÍA:

1. Número de Habitantes 2,896 Año 2004 Fuente de Información Censo Local 20/08/04

Hombres: 1,507 00-06 Años: 609 Indígenas: 58  
Mujeres: 1,389 07-14 Años: 694 No indígenas: 2,838  
15-64 Años: 1,500  
65 adelante: 93

- Tasa de Crecimiento: 2.5 %
- Índice de Morbilidad: 4.7 \* %/1,000
- Índice de mortalidad: 1.6 \* %/1,000

2. Actividades que realizan: ( a qué se dedican)

Hombres: comercio, Ganadería y Agrícolas  
Mujeres: Amas de casa  
Niños: ayudan y ayudan a los padres

3. Religión Predominante: Católica

4. Costumbres y tradiciones: Feria patronal en honor a thro. Pedro de San José de Betancourt.

5. Número de Viviendas 579

6. Tipo de vivienda: Casas de bloques y lámina y algunas con terraza y balcones.

7. Distribución de Viviendas:

- Concentradas
- Dispersas Observaciones: Tomas en el censo
- En Línea

IV. ¿EXISTE TREN DE ASEO O ACARREO DE BASURA?

- SI  ¿Quién lo realiza? LA MUNICIPALIDAD.  
NO

**V. ORGANIZACIÓN COMUNITARIA:**

- ¿Existe comité?  Si  No      ¿Podría dedicarse a actividades de agua y saneamiento o cualquier clase de proyecto de infraestructura?  Si  No !!

• Miembros del Comité existente:

Cargo	Sexo	Nombre
Presidente	Hombre	Gilberto Marañones
Secretario	Hombre	Israel Rodríguez
Tesorero	Hombre	Mynor Umata
Vocal	Mujer	Nora Valiente
Vocal	Hombre	Marvin Vásquez
Vocal	Mujer	Priley Ochoa
Vocal	Hombre	Wilson Rivera
Vocal	Hombre	Orlando Grady

- ¿Puede la comunidad colaborar en la construcción de un sistema de agua, o en algún otro proyecto de infraestructura para beneficio de la comunidad?  Si  No !!

Indicar el tipo de jornada y días que la comunidad puede trabajar: todos los días con rotación de turnos.

• Recursos disponibles en la comunidad:

Mano de Obra Calificada	Si	No
Albañiles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Carpinteros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plomeros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Materiales Locales	Si	No
Piedra bola o de río	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Piedrín	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arena de río	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Madera	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otros	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Otros recursos	Si	No
Alojamiento a trabajadores no locales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alimentación a trabajadores no locales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Transporte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Aporte Comunitario	Si	No
Mano de obra calificada	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mano de obra no calificada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Almacenamiento de Materiales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Transporte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Efectivo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ANEXO No. 2

ANÁLISIS DE LABORATORIO PARA PRUEBAS DE AGUA



**LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA**  
**ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) -CENTRO**  
**DE INVESTIGACIONES ( CII )**  
**DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12**

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO

O.F. No. 18320

INF. No. 21757

INTERESADO	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA -EPS-</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD</u>
RECOLECTADA POR	<u>Christian E. Tejeda Reyes</u>	DEPENDENCIA:	<u>U S A C</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN	<u>Aldea El Paraiso</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2005-01-28; 06 h 45 min</u>
	<u>Pozo 4 pulgadas</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO	<u>2005-01-28; 11 h 30 min</u>
MUNICIPIO	<u>Moyuta</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>
DEPARTAMENTO	<u>Jutiapa</u>		

**RESULTADOS**

1 ASPECTO:	<u>Claro</u>	4. OLOR:	<u>Lig. Hidrógeno Sulf.</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	<u>-- ° C</u>
2 COLOR:	<u>02,00 Unidades</u>	5. SABOR:	<u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	<u>1 222,00 µmhos/cm</u>
3 TURBIEDAD:	<u>00,67 UNT</u>	6. pH :	<u>07,20 unidades</u>		
	<b>SUSTANCIAS</b>		<b>SUSTANCIAS</b>		<b>SUSTANCIAS</b>
	mg/L		mg/L		mg/L
1 AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,84	6. CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )	280,00	11. SÓLIDOS TOTALES	674,00
2 NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,00	7. FLUORUROS (F <sup>-</sup> )	00,49	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	217,00
3 NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	00,88	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	42,00	13. SÓLIDOS FIJOS	457,00
4 CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,20	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	02,00
5 MANGANESO (Mn)	0,260	10. DUREZA TOTAL	28,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	648,00

**ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)**

HIDRÓXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	188,00	188,00

OTRAS DETERMINACIONES

**OBSERVACIONES:** Desde el punto de vista de la calidad física OLOR ligero a hidrógeno sulfurado (rechazable). Desde el punto de vista de la calidad química indicadores químicos de contaminación AMONIACO sobrepasa el límite mínimo de contaminación. Según Normas Internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TECNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 19 TH EDITION 1995, NORMA COGUA 10000-010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2005-02-08

Vo Bo.

*Francisco Javier Quiroz de la Cruz*  
 Ing. Francisco Javier Quiroz de la Cruz  
 DIRECTOR CII USAC



**ZENON MUCH SANTOS**  
 Ing. Químico Col. No. 420  
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS  
 HIDRÁULICOS (ERIS) – CENTRO DE INVESTIGACIONES (CI)  
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

EXAMEN BACTERIOLÓGICO		O.T. No. 1832G	INF. No. A-191206
INTERESADO	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA EPS</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Christian E. Tejeda Reyes</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Aldea El Paraíso</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2005-01-28; 06 h 45 min.</u>
FUENTE:	<u>Pozo 4 pulgadas</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2005-01-28; 11 h 30 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>Moyuta</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Jutiapa</u>	SABOR:	<u>-----</u>
		SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>claro</u>	COLOR RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>Lig. Hidrógeno Sulfurado</u>		

**INVESTIGACIÓN DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)**

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACIÓN DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10.00 cm <sup>3</sup>	-----	Innecesaria	Innecesaria
01.00 cm <sup>3</sup>	-----	Innecesaria	Innecesaria
00.10 cm <sup>3</sup>	-----	innecesaria	innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		< 2	< 2

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 19<sup>TH</sup>  
 NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

**CONCLUSIÓN** CLASIFICACIÓN I. Calidad Bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según Normas Internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

Guatemala, 2005-02-08

Vo.Bo.

Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz  
DIRECTOR CI / USAC

ZENÓN MUÑOZ SANTOS  
Ing. Químico Col. No. 420  
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria

ANEXO No. 3

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL POZO

# PERGUSA

PERFORADORA GUATEMALTECA DE POZOS, S.A.

16 CALLE 3-33 EL ZAPOTE ZONA 2, GUATEMALA

TELÉFONOS: 516511 - 518282

SEÑOR: I N P R E C O . Atn. Ingeniero Walter Juárez.

DIRECCION: Gran Centro Comercial Zona 4, Local 252. Tel.: 335 2228

TUBERÍA	PROFUNDIDAD Mts. pies	Sim- bolo	FORMACIÓN	DATOS
	10		TIERRA Y FANGO.	PERFIL ESTRATIGRÁFICO
	20		LIMO NEGRO.	
	30		ARENA NEGRA FINA.	Empezado: <u>Junio 2 de 1994</u>
	40			Terminado: <u>Junio 15 de 1994.</u>
	50			
	60			
	70		ARENA NEGRA FINA Y PIEDRA SUELTA.	Pozo No. <u>1.-</u>
	80			Localización: _____
	90			Tipo de Pozo: <u>Mecánico.</u>
	100			Diseño: <u>J. Luna.</u>
	10		PIEDRA SUELTA Y ARENA NEGRA FINA.	Operador: <u>A. Nicholas.</u>
	20			Método de perforación: <u>Rotativo.</u>
	30			Máquina: <u>Maelow 1000.</u>
	40			Nivel estático del agua: <u>7</u> Pies
	50		BARRO CAFÉ CON PIEDRA SUELTA Y ARENA NEGRA FINA.	Cementado hasta: <u>5</u> Pies
	60			Profundidad total: <u>160</u> Pies
	70			Entubado:
	80			Metal: <u>Acero negro, mediano.</u>
	90		BARRO CAFÉ CON PIEDRA SUELTA Y ARENA NEGRA FINA.	Longitudes (pies) Diámetros (plg.)
	100			<u>0 - 160</u> <u>4"</u>
110				
120				
130		BARRO CAFÉ CON PIEDRA SUELTA Y ARENA NEGRA FINA.	Tipo de unión: <u>Copla y rosca.</u>	
140			Coladera: <u>Tubo ranurado.</u>	
150			Metal: <u>Acero negro, mediano.</u>	
160			Longitudes (pies) Diámet. (Pulg.)	
170		BARRO CAFÉ CON PIEDRA SUELTA Y ARENA NEGRA FINA.	<u>40 - 160</u> <u>4"</u>	
180				
190				
200				
10	<p><b>PERGUSA</b> PERFORADORA GUATEMALTECA DE POZOS, S.A. 16 Calle 3-33 El Zapote, Zona 2 Teléfonos: 288-8403 - 288-4089 Telefax: 288-3364</p>		Aforos: _____	
20			Fechas: _____	
30			Por: _____	
40			Bomba usada: _____	
50			Galones por minuto: _____	
60			Abatimiento: _____	
70			Horas de bombeo: _____	
80			Prof. de bomba: _____	
90				
100				

# PERGUSA

PERFORADORA GUATEMALTECA DE POZOS, S.A.  
16 CALLE 3-33 EL ZAPOTE ZONA 2, GUATEMALA  
TELEFAX: 288-3364, 288-4089 Y 288-8402

Guatemala,  
Marzo 3 de 1998.

Señores  
I N P R E C O .  
Atn. Ing. Walter Juárez  
Presente.

INFORME DE PRUEBA DE BOMBEO POZO ALDEA EL PARAISO, DEPARTAMENTO DE JUTIAPA.

Fecha: Febrero 27 y 28 de 1998.

Duración: 24 horas.

Bomba usada: Sta Rite 40H de 3 HP.

Profundidad de instalación del equipo de bombeo: 100 pies.

Producción: 75 galones por minuto.

Nivel estático del pozo: 7 pies.

Nivel dinámico: 47 pies.

Abatimiento: 40 pies

Recuperación del nivel estático: 12 minutos.

Recomendaciones: Se sugiere la instalación de un equipo de bombeo sumergible de 5 HP. para una producción de +/- 110 galones por minuto, equivalentes a 305.47 pajas de agua en 24 horas de bombeo o sea 12.72 pajas de agua por hora de bombeo.

Profundidad de instalación del equipo de bombeo: 120 pies.

Tubería de descarga: 2 1/2 pulgadas de diámetro.

Sin otro particular atentamente los saluda,  
P E R G U S A .

**PERGUSA**

PERFORADORA GUATEMALTECA DE POZOS, S.A.

Gerente General.

16 Calle 3-33, Zona 2,  
Teléfonos: 288-8402 - 288-4089

Telefax: 288-3364

JLW/bb

c. c. file

## **PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL POZO**

Al realizar un análisis detallado del perfil estratigráfico del pozo de la aldea El Paraíso, el cual fue elaborado en el año 1998, se observa que los niveles estáticos y dinámicos del pozo, así como su recuperación luego del bombeo, son datos similares a los obtenidos en las pruebas de bombeo realizadas en este año.

Luego de la perforación de este pozo, en el año 1998, la mayoría de vecinos de la aldea en mención, al ver que el problema de agua potable no era solucionado, optaron por realizar sus propios pozos artesanales, los cuales son estimados para la presente fecha en un 90% del total de número de viviendas existentes en la aldea, lo cual deja en qué pensar en relación a que al existir tanta cantidad de pozos en dicho lugar, éstos puedan contribuir de gran forma en la disminución de los niveles freáticos, no obstante, tras realizar el análisis respectivo el presente año, se pudo constatar que estos niveles han disminuido insignificadamente, lo cual refleja que al momento de ejecutar el proyecto previsto, el pozo funcionará en condiciones óptimas y los resultados serán excelentes.

ANEXO No. 4

LIBRETA FINAL DE TOPOGRAFÍA

# LIBRETA FINAL DE TOPOGRAFÍA

**PROYECTO:** Sistema de agua potable  
**ALDEA:** El Paraíso  
**MUNICIPIO:** Moyuta  
**DEPARTAMENTO:** Jutiapa

Est.	Po.	Azimut			Distancia	Cota de terreno	Caminamiento	Número de viviendas
		°	'	"				
0	1	353	23	10	14.75	100.23	14.75	0
1	2	95	37	0	64.97	101.08	79.72	2
2	3	94	5	23	55.00	100.78	134.72	2
2	68	41	35	58	87.19	100.96	221.91	2
3	6	94	38	52	117.93	100.77	339.84	2
3	4	201	47	0	38.95	100.53	378.79	0
4	5	203	1	0	137.69	101.08	516.48	2
4	7	285	52	28	110.06	100.14	626.54	2
5	70	300	51	33	166.02	101.53	792.56	3
5	10	119	56	56	219.83	101.63	1012.39	3
6	8	107	10	7	125.70	100.91	1138.09	3
6	7	204	44	34	62.45	100.14	1200.54	0
7	9	113	24	7	121.35	100.08	1321.89	2
8	11	108	32	30	77.19	100.78	1399.08	3
8	9	207	13	0	76.25	100.08	1475.33	0
9	12	110	14	15	77.09	100.43	1552.42	2
9	10	206	59	54	177.52	101.63	1729.94	2
10	13	108	28	39	77.21	99.49	1807.15	1
11	14	102	59	0	82.97	100.57	1890.12	3
11	12	207	2	49	78.44	100.43	1968.56	0
12	15	110	30	35	89.48	100.55	2058.04	2
12	13	207	3	50	175.15	99.49	2233.19	2
13	17	110	48	59	107.59	99.83	2340.78	1
14	41	21	48	58	66.51	101.05	2407.29	0
14	18	102	59	0	63.46	100.86	2470.75	3
14	15	201	38	0	88.90	100.55	2559.65	1
15	20	115	43	7	63.13	101.19	2622.78	1
15	16	200	25	59	59.96	101.19	2682.74	1
16	21	135	45	0	74.46	100.30	2757.20	0
16	17	201	29	28	114.64	99.83	2871.84	2
17	23	110	46	13	107.53	100.14	2979.37	1
18	19	85	54	0	10.94	100.63	2990.31	0
18	35	112	6	0	127.96	101.42	3118.27	0
18	20	201	30	0	102.94	101.19	3221.21	1
35	36	114	58	0	227.74	100.30	3448.95	0
36	37	99	43	0	92.53	100.90	3541.48	0
37	38	106	42	0	179.87	101.01	3721.35	0
38	39	126	11	20	195.85	100.50	3917.20	1
20	21	197	28	29	86.11	100.30	4003.31	1
21	22	181	11	20	75.45	99.83	4078.76	1
22	23	153	3	0	17.98	100.14	4096.74	0

23	24	134	10	50	63.88	100.64	4160.62	1
24	25	182	46	45	389.72	100.81	4550.34	3
25	26	183	15	18	299.79	100.82	4850.13	4
26	27	183	12	13	299.79	100.85	5149.92	2
27	28	183	10	7	299.78	100.23	5449.70	3
28	29	183	1	58	65.48	100.35	5515.18	2
29	30	113	0	13	79.92	100.55	5595.10	1
30	31	77	18	53	102.45	101.19	5697.55	1
31	32	152	17	53	69.34	99.73	5766.89	0
32	33	147	29	6	55.99	100.03	5822.88	0
33	34	203	51	3	99.70	99.80	5922.58	1
19	40	9	35	34	62.62	100.53	5985.20	1
40	41	282	59	0	60.00	101.05	6045.20	7
40	44	9	39	4	63.90	100.32	6109.10	1
41	42	282	59	0	81.78	100.32	6190.88	9
41	45	21	10	24	64.45	101.36	6255.33	0
42	43	282	59	0	49.85	99.95	6305.18	6
42	46	20	17	50	64.32	101.08	6369.50	0
43	47	20	12	8	64.30	100.48	6433.80	1
44	45	282	59	0	47.10	101.36	6480.90	4
44	49	9	39	4	53.02	100.97	6533.92	1
45	46	282	58	59	82.77	101.08	6616.69	11
45	50	17	19	46	53.08	101.18	6669.77	0
46	47	282	58	50	49.96	100.48	6719.73	4
46	51	20	17	50	53.36	100.64	6773.09	0
47	48	282	58	57	55.04	99.70	6828.13	3
47	52	20	14	59	53.36	100.47	6881.49	0
48	53	20	17	50	53.37	100.48	6934.86	0
49	50	282	59	0	40.00	101.18	6974.86	3
50	51	282	59	0	80.00	100.64	7054.86	6
51	52	282	59	0	50.00	100.47	7104.86	5
52	53	282	59	0	55.00	100.48	7159.86	5
53	54	283	15	32	19.46	99.98	7179.32	3
49	55	9	39	37	235.89	100.10	7415.21	2
55	56	9	38	51	590.20	99.80	8005.41	3
1	69	108	0	30	61.59	101.08	8067.00	2
69	70	196	59	35	111.95	100.97	8178.95	2
69	71	289	5	10	86.72	101.53	8265.67	2
69	67	197	34	35	102.24	100.96	8367.91	2
71	66	119	36	59	103.81	100.56	8471.72	2
71	72	19	36	59	120.00	100.47	8591.72	2
68	67	110	59	49	160.93	100.96	8752.65	4
68	65	194	10	49	98.96	100.82	8851.61	1
67	66	110	11	19	83.08	100.56	8934.69	1
67	64	191	8	29	93.94	101.19	9028.63	2
66	63	195	25	29	72.96	100.41	9101.59	3
65	64	109	1	9	165.36	101.19	9266.95	3
65	62	191	35	33	30.96	100.00	9297.91	1
64	63	95	5	26	77.03	100.41	9374.94	2
64	61	190	31	48	57.98	100.79	9432.92	1

63	60	198	17	27	108.96	100.85	9541.88	3
62	61	117	55	49	172.00	100.79	9713.88	3
61	60	135	5	23	75.24	100.85	9789.12	1
60	59	197	50	59	116.90	101.17	9906.02	0
59	58	281	1	0	64.49	100.60	9970.51	0
58	57	280	42	1	140.29	100.34	10110.80	3
57	55	281	34	0	478.37	100.10	10589.17	0
70	72	284	2	11	92.28	100.47	10681.45	2
72	73	199	56	18	237.27	101.20	10918.72	2
73	74	199	48	11	164.34	100.10	11083.06	3
72	76	300	12	13	404.55	100.23	11487.61	4
71	75	287	21	39	118.86	101.46	11606.47	2
75	76	281	15	15	281.89	100.23	11888.36	3
76	77	296	41	45	66.98	100.85	11955.34	2
77	78	300	1	21	78.97	100.90	12034.31	2
77	79	261	32	15	109.97	100.69	12144.28	2
79	81	264	53	25	279.36	99.45	12423.64	2
78	80	291	56	15	337.76	100.41	12761.40	4
81	80	181	28	45	206.83	100.41	12968.23	4

ANEXO No. 5

RESUMEN DEL CÁLCULO HIDRÁULICO

# REDE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL PARAÍSO, MOYUTÁ, JUTIAPA

Núms		Longitud en metros	Diámetro en pulgadas	Caudal en lts/seg	Presión en PS	Velocidad en m/seg	Pérdidas en metros	Piezométrica		Cota terreno		Presión disponible
DE	A							Oricio	Cifra	Oricio	Cifra	

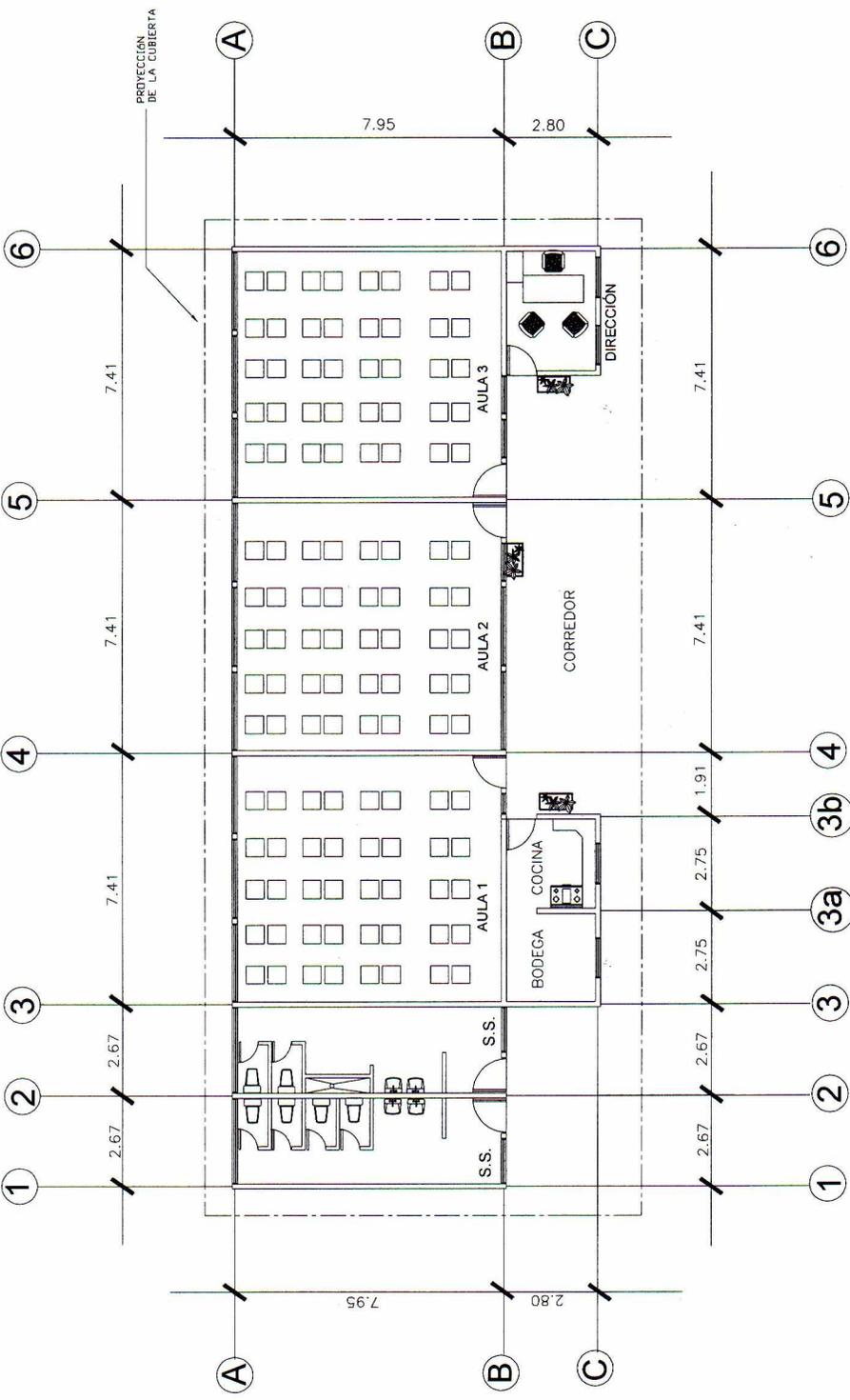
	0							-	11500	-	10000	1500
0	1	14.75	4	422	160	0.52	0.04	11500	11496	10000	10023	14.73
1	2	64.97	25	208	160	0.66	0.48	11496	11448	10023	101.08	13.40
2	68	87.19	1	0.17	160	0.34	0.54	11448	11394	101.08	100.96	12.98
2	3	55.00	25	1.89	160	0.60	0.34	11448	11414	101.08	100.78	13.36
3	6	117.98	25	0.93	160	0.29	0.20	11414	11394	100.78	100.77	13.17
3	4	38.95	2	0.92	160	0.45	0.19	11414	11396	100.78	100.53	13.43
4	5	137.69	1.5	0.18	160	0.16	0.13	11396	11382	100.53	101.08	12.74
4	7	110.06	2	0.74	160	0.37	0.35	11396	11360	100.53	100.26	13.34
5	70	166.02	1.5	0.20	160	0.18	0.19	11382	11363	101.08	101.53	12.10
5	10	219.83	1.5	0.34	160	0.30	0.68	11382	11314	101.08	101.63	11.51
6	8	125.70	25	0.91	160	0.29	0.20	11394	11374	100.77	100.91	12.83
6	7	62.45	0.75	0.03	250	0.11	0.06	11394	11388	100.77	100.14	13.74
7	9	121.35	2	0.68	160	0.34	0.33	11388	11355	100.14	100.08	13.47
8	11	77.19	25	0.91	160	0.29	0.12	11374	11362	100.91	100.78	12.84
8	9	76.25	1	0.06	160	0.12	0.07	11374	11355	100.91	100.08	13.47
9	12	77.09	2	0.51	160	0.25	0.12	11355	11342	100.08	100.43	12.99
9	10	177.52	1	0.07	160	0.14	0.21	11355	11333	100.08	101.63	11.70
10	13	77.21	25	0.31	160	0.10	0.02	11355	11325	101.63	99.49	13.76
11	14	82.97	25	0.90	160	0.28	0.13	11362	11349	100.78	100.57	12.92
11	12	78.44	0.75	0.04	250	0.14	0.14	11362	11373	100.78	100.43	13.30
12	15	89.48	1.5	0.37	160	0.32	0.32	11342	11310	100.43	100.55	12.55
12	13	175.15	1	0.06	160	0.12	0.16	11373	11325	100.43	99.49	13.76
13	17	107.59	1.5	0.32	160	0.28	0.30	11325	11295	99.49	99.83	13.12
14	18	63.46	25	0.89	160	0.28	0.10	11349	11340	100.57	100.86	12.54
14	15	88.90	0.75	0.05	250	0.18	0.23	11349	11326	100.57	100.55	12.71
15	20	63.13	1	0.13	160	0.26	0.24	11310	11312	100.55	101.19	11.93
15	16	59.96	1	0.13	160	0.26	0.23	11326	11303	100.55	101.19	11.84
16	21	74.46	0.75	0.05	250	0.18	0.19	11303	11284	101.19	100.30	12.54
16	17	114.64	0.75	0.06	250	0.21	0.42	11303	11295	101.19	99.83	13.12
17	23	107.53	1.5	0.31	160	0.27	0.28	11295	11291	99.83	100.14	12.77

18	19	1094	2	086	160	042	005	11340	11335	10086	10063	1272
18	35	12796	075	003	250	011	013	11340	11327	10086	101.42	11.85
18	20	10294	2	005	160	002	028	11340	11312	10086	101.19	11.93
35	36	22774	075	003	250	011	023	11327	11303	101.42	10030	1273
36	37	9253	075	003	250	011	009	11303	11294	10030	10090	1204
37	38	17987	075	003	250	011	018	11294	11276	10090	101.01	11.75
38	39	19585	075	003	250	011	020	11276	11256	101.01	10050	1206
20	21	8611	2	004	160	002	000	11312	11301	101.19	10030	1271
21	22	7545	2	007	160	003	000	11301	11301	10030	9983	1318
22	23	1793	2	006	160	003	000	11301	11301	9983	10014	1287
23	24	6388	2	035	160	017	005	11301	11295	10014	10064	1231
24	25	38972	2	033	160	016	028	11295	11267	10064	10081	11.86
25	26	29979	2	027	160	013	015	11267	11252	10081	10082	11.70
26	27	29979	15	019	160	017	032	11252	11221	10082	10085	11.36
27	28	29978	15	016	160	014	023	11221	11193	10085	10023	11.75
28	29	6548	1	010	160	020	015	11193	11182	10023	10035	11.47
29	30	7992	1	006	160	012	007	11182	11175	10035	10055	11.20
30	31	10245	075	004	250	014	018	11175	11153	10055	101.19	10.39
31	32	6934	075	003	250	011	007	11153	11150	101.19	9973	11.77
32	33	5599	075	003	250	011	006	11150	11145	9973	10003	11.42
33	34	9970	075	003	250	011	010	11145	11135	10086	9980	11.55
19	40	6262	2	086	160	042	027	11335	11303	10063	10053	1255
40	41	6000	15	043	160	038	029	11303	11280	10053	101.05	11.75
40	44	6390	2	041	160	020	007	11303	11301	10053	10064	1237
41	42	8178	15	029	160	025	019	11280	11261	101.05	10032	1229
42	43	4985	1	012	160	024	016	11261	11245	10032	9995	1250
44	45	4710	15	043	160	038	023	11301	11279	10064	101.36	11.43
44	49	5302	15	004	160	004	003	11301	11301	10064	10097	1204
45	46	8277	15	035	160	031	027	11279	11252	101.36	101.03	11.44
46	47	4996	1	014	160	028	022	11252	11230	101.03	10048	11.82
47	48	5504	1	006	160	012	005	11230	11225	10048	9970	1255
49	50	4000	15	047	160	041	023	11301	11278	10097	101.18	11.60
50	51	8000	15	037	160	032	029	11278	11249	101.18	10064	11.85
51	52	5000	1	025	160	049	063	11249	11186	10064	10047	11.39
52	53	5500	1	016	160	032	030	11186	11156	10047	10048	11.08
53	54	1946	075	006	250	021	007	11156	11149	10048	9993	11.51
49	55	23589	15	052	160	046	1.61	11301	11140	10097	10010	11.30
55	56	59020	1	006	160	012	053	11140	11087	10010	9980	11.07
1	69	6159	25	214	160	068	047	11496	11449	10023	101.03	1341
69	67	10224	2	085	160	042	043	11449	11406	101.03	10096	1310

69	70	111.95	1.5	0.36	160	0.32	0.39	114.49	114.10	101.08	100
69	71	86.72	2.5	0.86	160	0.27	0.12	114.49	114.37	101.08	101
71	66	103.81	1.5	0.18	160	0.16	0.10	114.37	114.27	101.53	100
71	72	120.00	1.5	0.13	160	0.11	0.06	114.37	114.31	101.53	100
68	65	98.96	1	0.08	160	0.16	0.15	113.94	113.79	100.96	100
68	67	160.93	0.75	0.05	250	0.18	0.42	113.94	113.52	100.96	100
67	64	93.94	2	0.55	160	0.27	0.17	114.06	113.89	100.96	101
67	66	83.08	1.5	0.20	160	0.18	0.10	114.06	113.96	100.96	100
66	63	72.96	2	0.33	160	0.16	0.05	114.27	114.22	100.56	100
65	62	30.96	0.75	0.04	250	0.14	0.05	113.79	113.74	100.82	100
65	64	165.36	0.75	0.04	250	0.14	0.29	113.79	113.50	100.82	101
64	61	57.98	2	0.40	160	0.20	0.06	113.89	113.83	101.19	100
64	63	77.03	0.75	0.05	250	0.18	0.20	113.89	113.69	101.19	100
63	60	108.96	2	0.32	160	0.16	0.07	114.22	114.15	100.41	100
62	61	172.00	0.75	0.03	250	0.11	0.17	113.74	113.57	100.00	100
61	60	75.24	1.5	0.36	160	0.32	0.26	113.57	113.31	100.79	100
60	59	116.90	2	0.68	160	0.34	0.32	114.15	113.83	100.85	101
59	58	64.49	2	0.68	160	0.34	0.18	113.83	113.65	101.17	100
58	57	140.29	2	0.62	160	0.31	0.33	113.65	113.32	100.60	100
57	55	478.37	2	0.62	160	0.31	1.11	113.32	112.21	100.34	100
70	72	92.28	1.5	0.07	160	0.06	0.02	113.82	113.80	101.53	100
72	73	237.27	1	0.10	160	0.20	0.55	113.80	113.25	100.47	101
73	74	164.34	1	0.06	160	0.12	0.15	113.25	113.11	101.20	100
72	76	404.55	1.5	0.06	160	0.05	0.05	113.80	113.75	100.47	100
71	75	118.86	2.5	0.43	160	0.14	0.05	114.37	114.32	101.53	101
75	76	281.89	2.5	0.39	160	0.12	0.09	114.32	114.23	101.46	100
76	77	66.98	2.5	0.31	160	0.10	0.01	114.23	114.21	100.23	100
77	78	78.97	2.5	0.13	160	0.04	0.00	114.21	114.21	100.85	100
77	79	109.97	2	0.14	160	0.07	0.02	114.21	114.19	100.85	100
79	81	279.36	2	0.10	160	0.05	0.02	114.19	114.17	100.69	99
78	80	337.76	2.5	0.10	160	0.03	0.01	114.21	114.20	100.90	100
81	80	206.83	1	0.03	160	0.06	0.05	114.17	114.12	99.45	100

ANEXO No. 6

PLANOS TÍPICOS DEL DISEÑO DE ESCUELA DE PÁRVULOS  
ALDEA CIUDAD PEDRO DE ALVARADO, MOYUTA, JUTIAPA



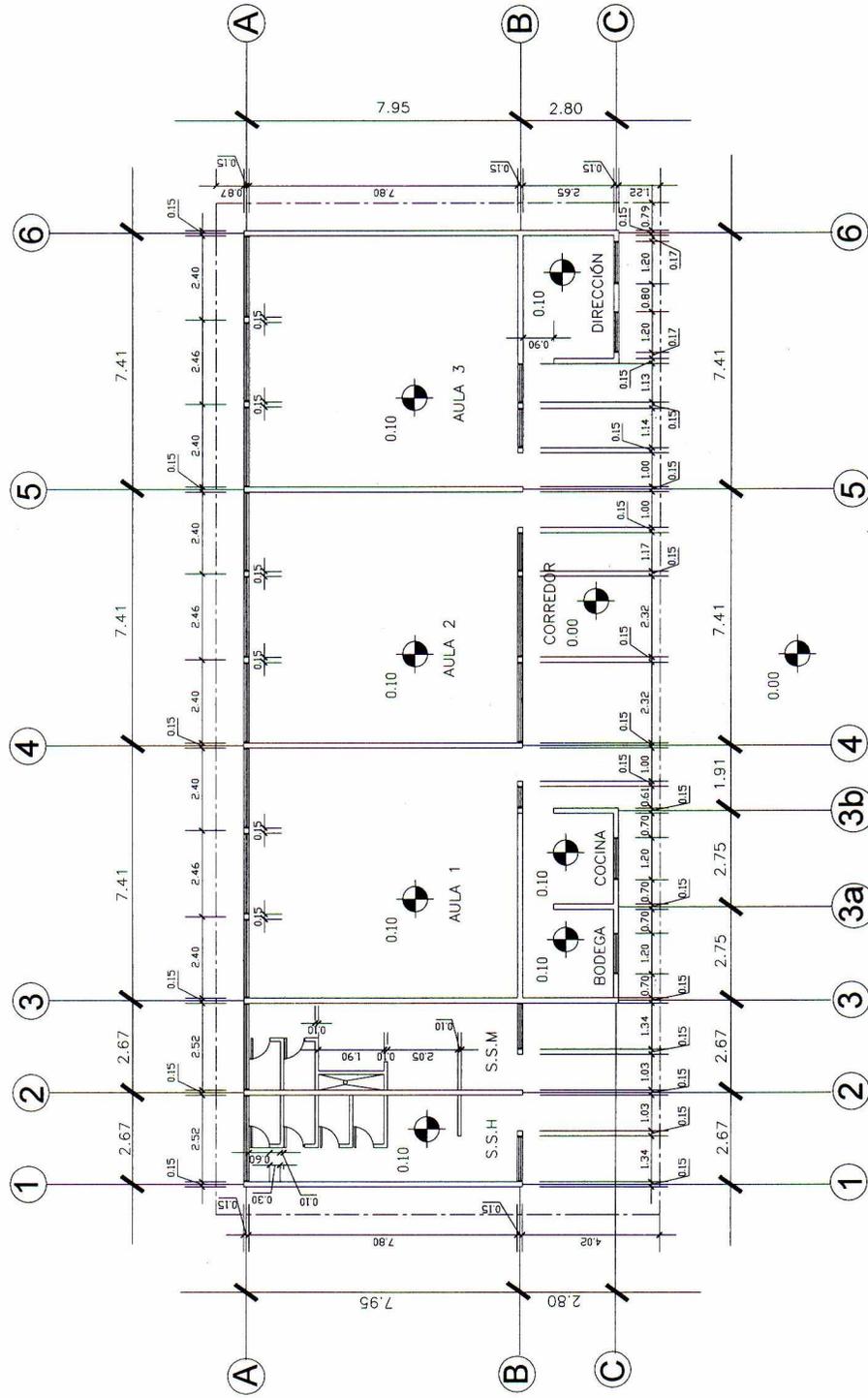
PLANTA DISTRIBUCIÓN DE AMBIENTES

ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLO DE GUATEMALA

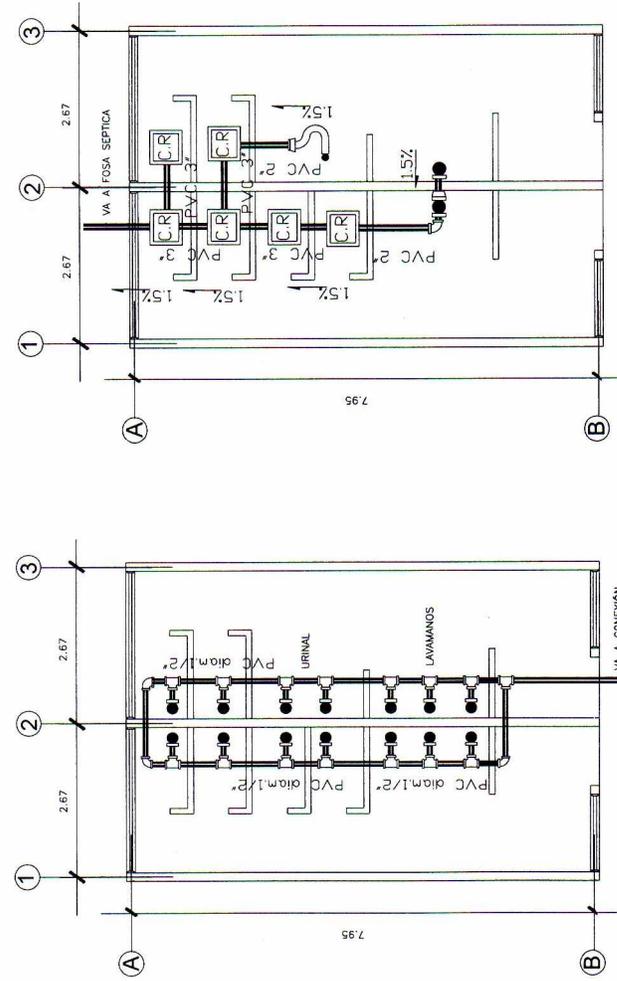
PROYECTO:	PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE AMBIENTES	Hoja No. 1 DE 8	EMPRESA: MUNICIPALIDAD DE MOYUTA	CÁLCULO: CHRISTIAN TEJEDA, E.P.S. 2004.	FECHA: 15/07/
		Vo. Ba.		DIBUJO: CHRISTIAN TEJEDA, E.P.S. 2004.	ESCALA INDICADA
				DESEÑO: CHRISTIAN TEJEDA, E.P.S. 2004.	



PLANTA ACOTADA DEL PROYECTO  
 ESCALA 1:100

MUNICIPALIDAD DE MOYUTA  
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO:	PLANTA ACOTADA	HOJA No. 2	FECHA:
EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DE MOYUTA	DE	15/11
PROYECTO:	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	INDIC:	2004
PROYECTO:	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	INDIC:	2004

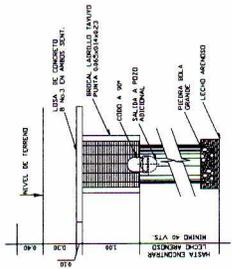


INSTALACIONES AGUA POTABLE Sin Escala

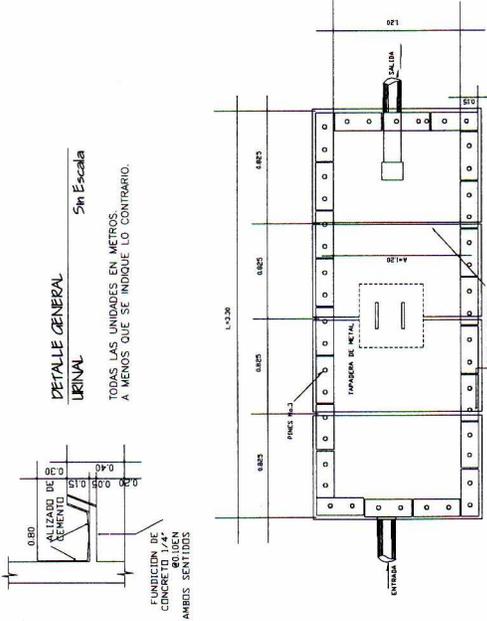
**NOMENCLATURA AGUA POTABLE**

- TUBERIA PVC DIAM. INDICADO
- CODO HORIZONTAL PVC A 90°
- TEE HORIZONTAL PVC A 90°
- CODO VERTICAL PVC A 90°

TOMAS LAS UNIDADES EN METROS. A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.

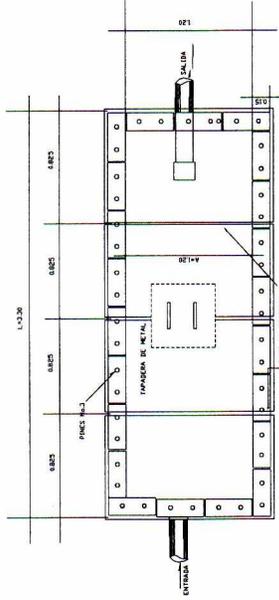


SECCION B-B POZO DE ABSORCION Sin Escala



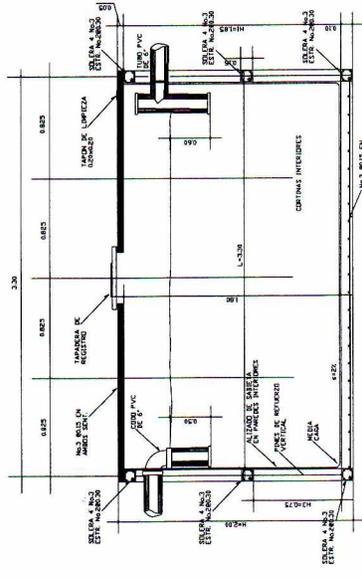
DETALLE GENERAL URINAL Sin Escala

TODAS LAS UNIDADES EN METROS. A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.



PLANTA FOSA SEPTICA Sin Escala

TODAS LAS UNIDADES EN METROS. A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.



SECCION A-A FOSA SEPTICA Sin Escala

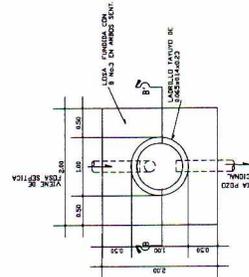
TODAS LAS UNIDADES EN METROS. A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.

INSTALACIONES DRENAJES Sin Escala

**NOMENCLATURA DRENAJES**

- TUBERIA PVC DIAM. INDICADO
- CODO PVC A 90° PARA DRENAJE
- CAJA DE REGISTRO DE 0.30x0.30
- CODO VERTICAL PVC A 90° PARA DRENAJE
- TEE VERTICAL PVC A 90° PARA DRENAJE
- SETPA TERMINAL PVC

TODAS LAS UNIDADES EN METROS. A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.



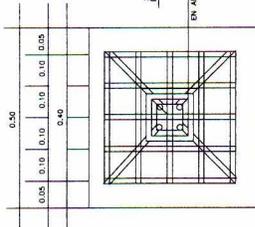
MUNICIPALIDAD DE MOYUTA DE GUATEMALA

PROYECTO:	PLANO DE INSTALACIONES	Ho. 06.
EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DE MOYUTA	Ho. 06.
FECHA:	02/07/2004	
INGENIERO:	CHRISTIAN TEJEDA, E.P.S. 2004	
INGENIERO:	CHRISTIAN TEJEDA, E.P.S. 2004	

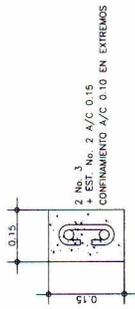


TODAS LAS UNIDADES EN METROS.  
A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.

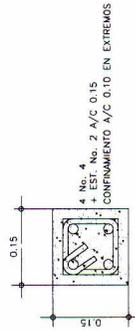
NOMENCLATURA	
TIPO	DESCRIPCION
C-1	INDICA TIPO DE COLUMNA P
CC-1	INDICA TIPO DE CIMENTO
Z-1	INDICA TIPO DE ZAPATA



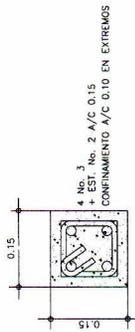
PLANITA DE ZAPATA  
Sin Escala



COLUMNA TIPO 3  
PLANITA  
SIN ESCALA



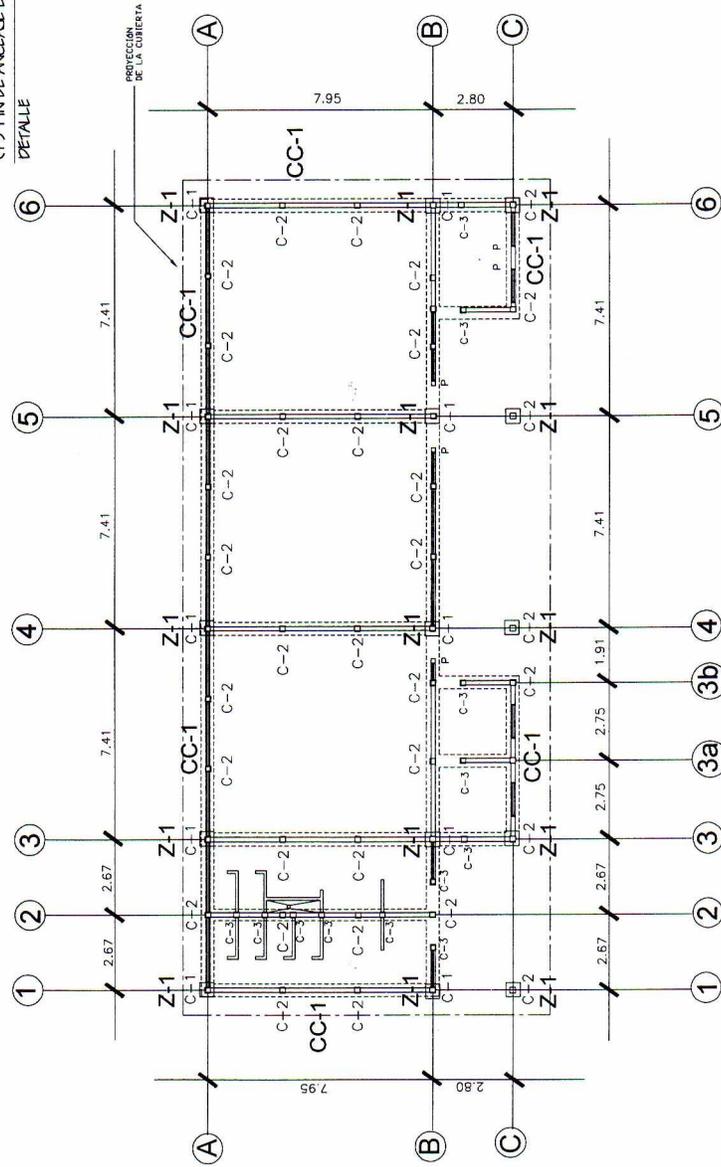
COLUMNA TIPO 1  
PLANITA  
SIN ESCALA



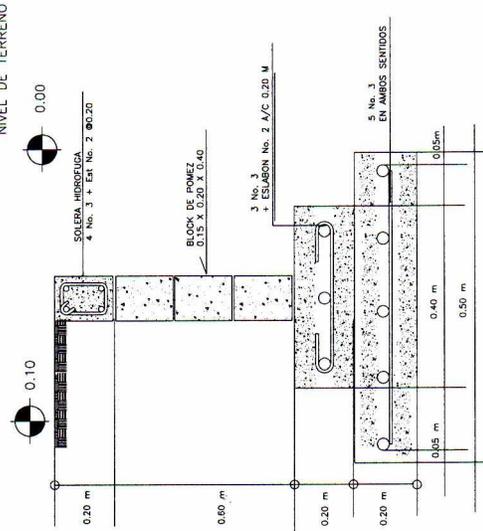
COLUMNA TIPO 2  
PLANITA  
SIN ESCALA



(P) PIN DE ANCLAJE EN PUERTAS Y VENTANAS  
DETALLE  
SIN ESCALA



PLANTA GENERAL  
CIMENTACION  
ESCALA 1:125



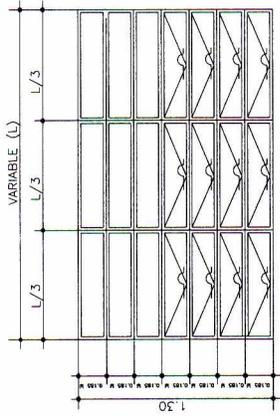
ZAPATA TIPO + CIMENTO CORRIDO  
SECCION  
SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

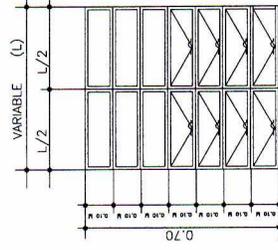
PLANO DE CIMENTACION	HDM No. 5 DE 8	EMPRESA: MUNICIPALIDAD DE MOYUTA	CALCULO: CRISTIAN TEJEDA, E.P.S. 2004	FECHA: 15/07/2
PROYECTO:	Vo. Bb.	Vo. Bb.	DIBUJO: CRISTIAN TEJEDA, E.P.S. 2004	ESCALA: INDICADA
			DISENO: CRISTIAN TEJEDA, E.P.S. 2004	INDICADA
			ALDEA: CIUDAD PEDRO DE AVARUA	



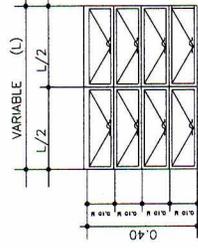


ELEVACION VENTANAS TIPO V-1 SIN ESCALA

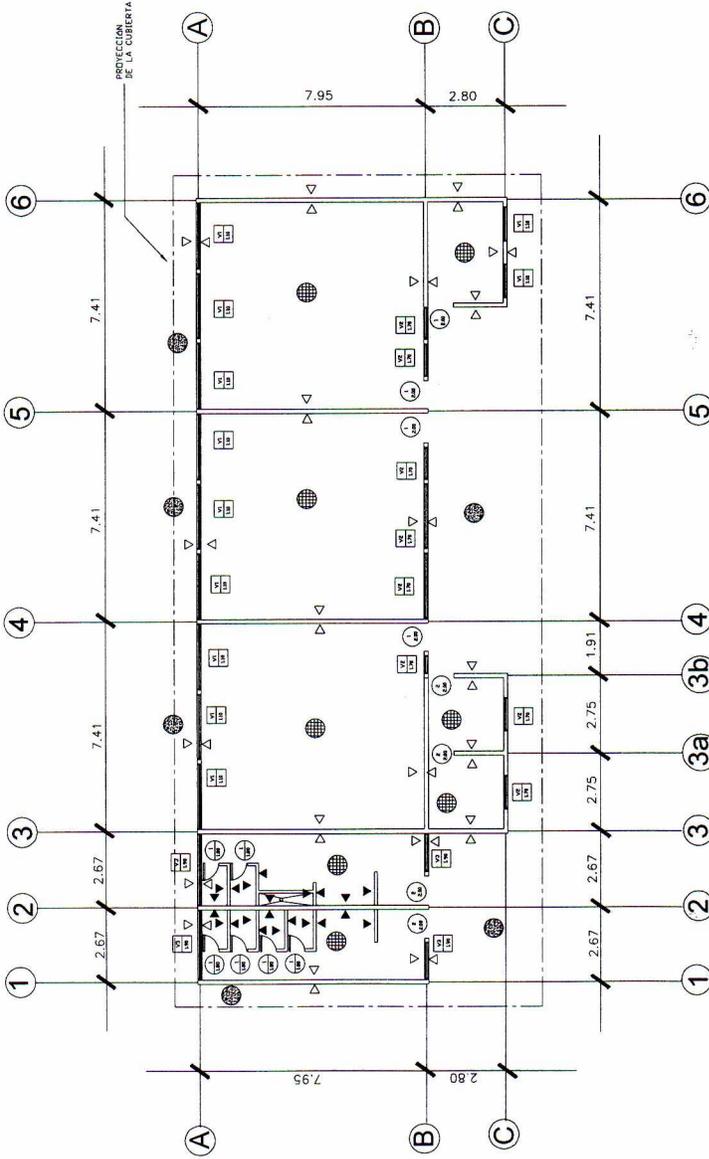
TODAS LAS UNIDADES EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.



ELEVACION VENTANAS TIPO V-2 SIN ESCALA



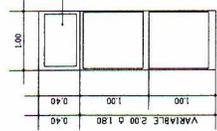
ELEVACION VENTANAS TIPO V-3 SIN ESCALA



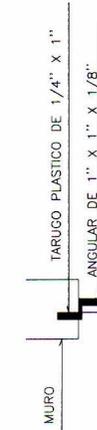
PLANTA GENERAL ACABADOS ESCALA 1:25

NOMENCLATURA	
⊕	INDICA TUBERIA DE CONCRETO CERRADA
⊕	INDICA PISO DE CEMENTO LIQUIDO
⊕	INDICA TIPO Y VANE DE LA PUERTA
⊕	INDICA TIPO Y VANE DEL SILLAR DE MUYAMA
⊕	INDICA ALZADO DE CEMENTO ALICATADO (ALICATADO DEL MURO)
⊕	INDICA BLOQUE LIMPIO

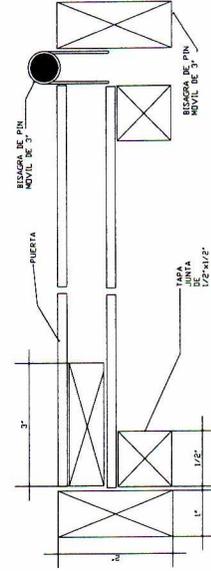
TODAS LAS UNIDADES EN METROS. A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.



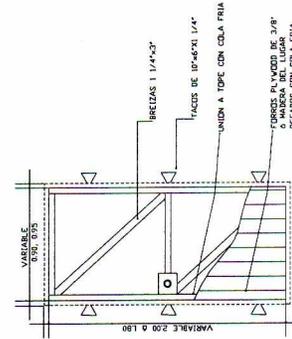
ELEVACION PLERIA TIPO 1 SIN ESCALA



ELEVACION PLERIA TIPO 1 SIN ESCALA



SECCION TRANSVERSAL PLERIA TIPO 2 SIN ESCALA



ELEVACION PLERIA TIPO 2 SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
MUNICIPALIDAD DE MOYUTA

FECHA: 15/07/2004	EMPRESA: MUNICIPALIDAD DE MOYUTA	PROYECTO: PLAN DE ACABADOS Y DETALLES
ESCALA: INDICADA	Hoja No. 7 DE 8	Vo. No.
INDICADA	Vo. No.	PROYECTO: PLAN DE ACABADOS Y DETALLES

FECHA: 15/07/2004  
ESCALA: INDICADA  
INDICADA  
INDICADA

PROYECTO: PLAN DE ACABADOS Y DETALLES



ANEXO No. 7

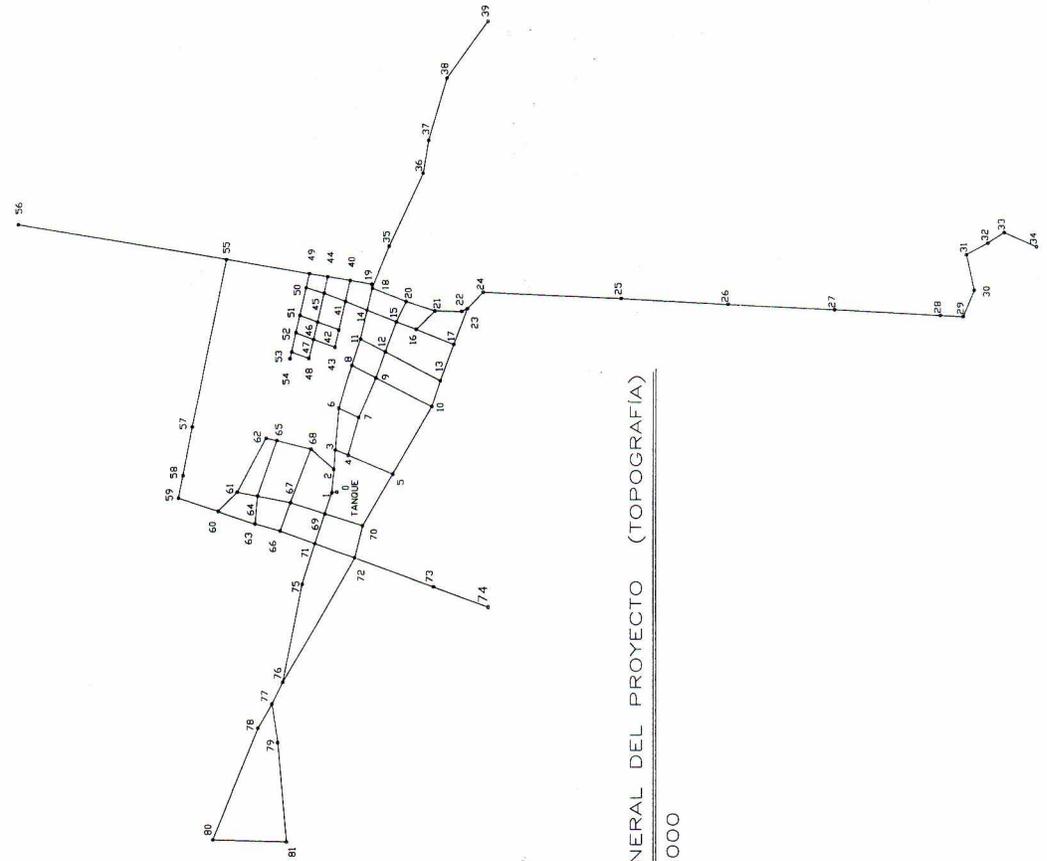
PLANOS DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
ALDEA EL PARAÍ SO, MOYUTA, JUTIAPA



LIBRETA FINAL DE TOPOGRAFIA

PROYECTO: Sistema de agua potable  
 MUNICIPIO: Moyuta  
 DEPARTAMENTO: Jutiapa

LONGITUD TOTAL DEL PROYECTO: 12,968.23 METROS



PLANTA GENERAL DEL PROYECTO (TOPOGRAFIA)  
 ESCALA 1:7000

Est.	Pto.	Azimuth	Distancia	Cota de Injerto	Campanario	Numero de Cuerpos
0	1	350	23	14.75	14.75	0
0	2	144	37	15.00	15.12	2
0	3	144	37	15.00	15.12	2
0	4	304	47	15.00	15.14	2
0	5	304	47	15.00	15.14	2
0	6	205	52	15.00	15.14	2
0	7	205	52	15.00	15.14	2
0	8	110	53	15.00	15.15	2
0	9	110	53	15.00	15.15	2
0	10	110	53	15.00	15.15	2
0	11	110	53	15.00	15.15	2
0	12	110	53	15.00	15.15	2
0	13	110	53	15.00	15.15	2
0	14	110	53	15.00	15.15	2
0	15	110	53	15.00	15.15	2
0	16	110	53	15.00	15.15	2
0	17	110	53	15.00	15.15	2
0	18	110	53	15.00	15.15	2
0	19	110	53	15.00	15.15	2
0	20	110	53	15.00	15.15	2
0	21	110	53	15.00	15.15	2
0	22	110	53	15.00	15.15	2
0	23	110	53	15.00	15.15	2
0	24	110	53	15.00	15.15	2
0	25	110	53	15.00	15.15	2
0	26	110	53	15.00	15.15	2
0	27	110	53	15.00	15.15	2
0	28	110	53	15.00	15.15	2
0	29	110	53	15.00	15.15	2
0	30	110	53	15.00	15.15	2
0	31	110	53	15.00	15.15	2
0	32	110	53	15.00	15.15	2
0	33	110	53	15.00	15.15	2
0	34	110	53	15.00	15.15	2
0	35	110	53	15.00	15.15	2
0	36	110	53	15.00	15.15	2
0	37	110	53	15.00	15.15	2
0	38	110	53	15.00	15.15	2
0	39	110	53	15.00	15.15	2
0	40	110	53	15.00	15.15	2
0	41	110	53	15.00	15.15	2
0	42	110	53	15.00	15.15	2
0	43	110	53	15.00	15.15	2
0	44	110	53	15.00	15.15	2
0	45	110	53	15.00	15.15	2
0	46	110	53	15.00	15.15	2
0	47	110	53	15.00	15.15	2
0	48	110	53	15.00	15.15	2
0	49	110	53	15.00	15.15	2
0	50	110	53	15.00	15.15	2
0	51	110	53	15.00	15.15	2
0	52	110	53	15.00	15.15	2
0	53	110	53	15.00	15.15	2
0	54	110	53	15.00	15.15	2
0	55	110	53	15.00	15.15	2
0	56	110	53	15.00	15.15	2
0	57	110	53	15.00	15.15	2
0	58	110	53	15.00	15.15	2
0	59	110	53	15.00	15.15	2
0	60	110	53	15.00	15.15	2
0	61	110	53	15.00	15.15	2
0	62	110	53	15.00	15.15	2
0	63	110	53	15.00	15.15	2
0	64	110	53	15.00	15.15	2
0	65	110	53	15.00	15.15	2
0	66	110	53	15.00	15.15	2
0	67	110	53	15.00	15.15	2
0	68	110	53	15.00	15.15	2
0	69	110	53	15.00	15.15	2
0	70	110	53	15.00	15.15	2
0	71	110	53	15.00	15.15	2
0	72	110	53	15.00	15.15	2
0	73	110	53	15.00	15.15	2
0	74	110	53	15.00	15.15	2
0	75	110	53	15.00	15.15	2
0	76	110	53	15.00	15.15	2
0	77	110	53	15.00	15.15	2
0	78	110	53	15.00	15.15	2
0	79	110	53	15.00	15.15	2
0	80	110	53	15.00	15.15	2
0	81	110	53	15.00	15.15	2

UNICIPALIDAD DE MOYUTA  
 DE  
 OYUTA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PLANTA DEL PROYECTO DE 10

PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PARAISO

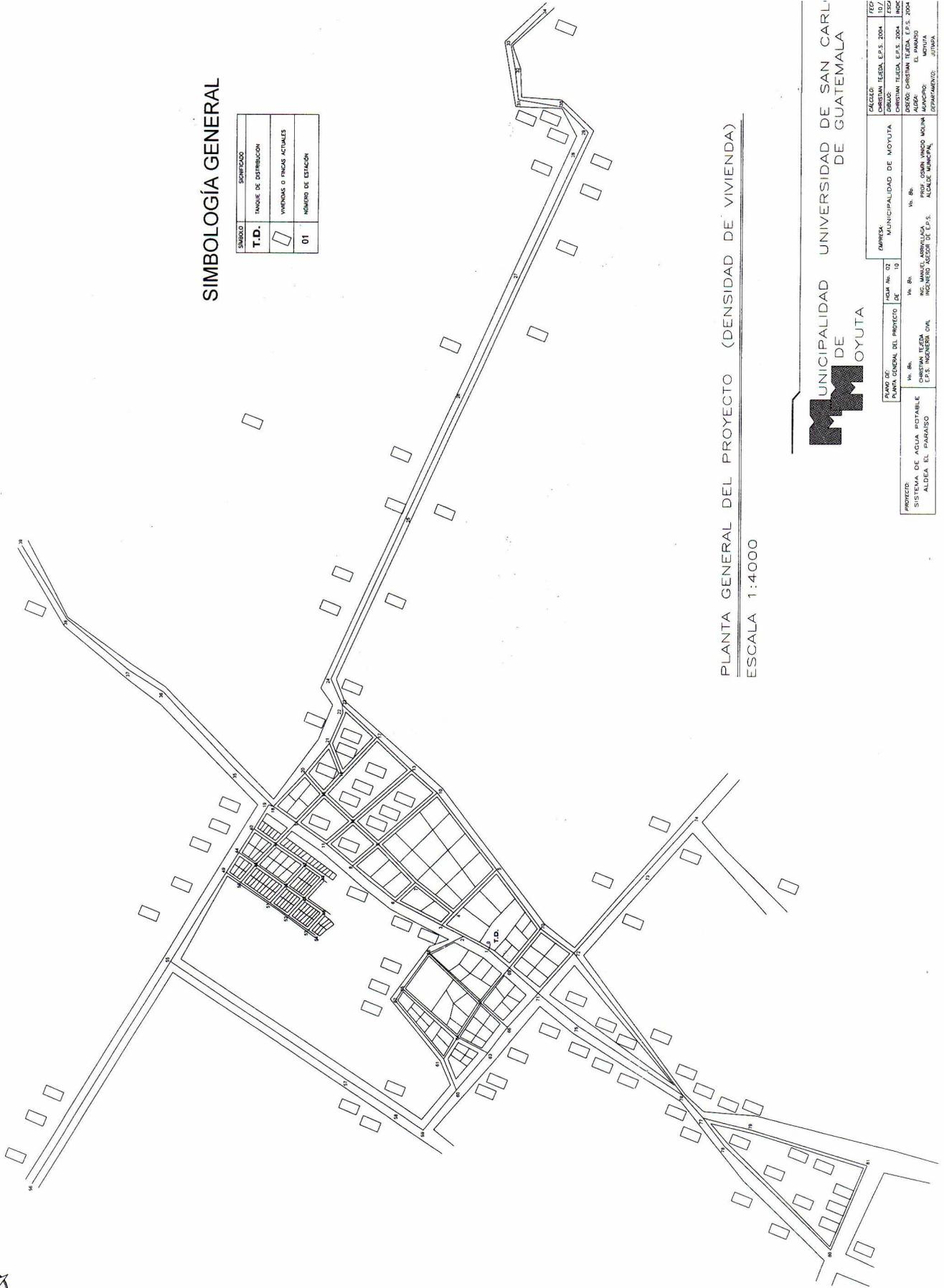
ING. MANUEL ABRILACUA  
 INGENIERO JEFE DE E.P.S.

DR. OSCAR VINCIGUAC  
 INGENIERO JEFE DE E.P.S.

MUNICIPALIDAD DE MOYUTA

DR. OSCAR VINCIGUAC  
 INGENIERO JEFE DE E.P.S.

DR. OSCAR VINCIGUAC  
 INGENIERO JEFE DE E.P.S.



### SIMBOLOGÍA GENERAL

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
T.D.	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
[Small rectangle]	VIVIENDAS O FINCAS ACTUALES
01	NÚMERO DE ESTACIÓN

PLANTA GENERAL DEL PROYECTO (DENSIDAD DE VIVIENDA)  
 ESCALA 1:4000



UNICIPALIDAD DE MOYUTA  
 DE  
 DE GUATEMALA

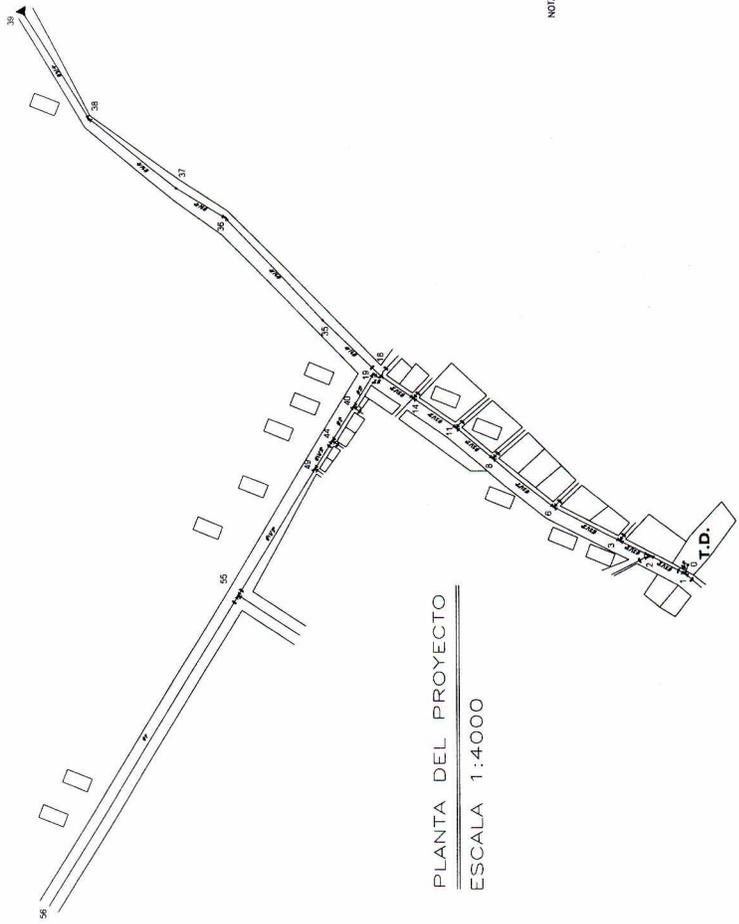
PROYECTO:	SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PARAISO	ING. MANUEL ARRIOLLA INGENIERO ASISTOR DE E.P.S.	ING. JORGE CRISTIAN TEJEDA E.P.S. 2004
PLANO DE:	PLANTA GENERAL DEL PROYECTO	ING. MANUEL ARRIOLLA INGENIERO ASISTOR DE E.P.S.	ING. JORGE CRISTIAN TEJEDA E.P.S. 2004
EMPRESA:	MUNICIPALIDAD DE MOYUTA	ING. MANUEL ARRIOLLA INGENIERO ASISTOR DE E.P.S.	ING. JORGE CRISTIAN TEJEDA E.P.S. 2004
CALCULO:	ING. MANUEL ARRIOLLA INGENIERO ASISTOR DE E.P.S.	ING. JORGE CRISTIAN TEJEDA E.P.S. 2004	ING. JORGE CRISTIAN TEJEDA E.P.S. 2004
ELABORADO POR:	ING. MANUEL ARRIOLLA INGENIERO ASISTOR DE E.P.S.	ING. JORGE CRISTIAN TEJEDA E.P.S. 2004	ING. JORGE CRISTIAN TEJEDA E.P.S. 2004

PLANTA GENERAL DEL PROYECTO (DISEÑO HIDRAULICO)  
 ESCALA 1:4000



**SIMBOLOGIA GENERAL Y  
 DETALLES DEL DISEÑO HIDRAULICO**

DE	A	DIAMETRO EN PULG	PVC	CONTRIO	CAUDAL (L/S)
1	2	2.1/2	1.100P25	44.87	2.06
2	4	1.100P25	87.19	0.17	0.43
3	3	2.1/2	1.100P25	50.00	1.89
4	4	1.100P25	34.66	0.85	0.33
5	6	1.100P25	34.66	0.85	0.33
6	8	1.100P25	107.69	0.15	0.14
7	10	1.100P25	180.00	0.30	0.27
8	12	1.100P25	152.93	0.51	0.47
9	14	1.100P25	152.93	0.68	0.64
10	16	1.100P25	171.38	0.86	0.82
11	18	1.100P25	171.38	1.04	0.98
12	20	1.100P25	171.38	1.22	1.16
13	22	1.100P25	171.38	1.40	1.34
14	24	1.100P25	171.38	1.58	1.52
15	26	1.100P25	171.38	1.76	1.70
16	28	1.100P25	171.38	1.94	1.88
17	30	1.100P25	171.38	2.12	2.06
18	32	1.100P25	171.38	2.30	2.24
19	34	1.100P25	171.38	2.48	2.42
20	36	1.100P25	171.38	2.66	2.60
21	38	1.100P25	171.38	2.84	2.78
22	40	1.100P25	171.38	3.02	2.96
23	42	1.100P25	171.38	3.20	3.14
24	44	1.100P25	171.38	3.38	3.32
25	46	1.100P25	171.38	3.56	3.50
26	48	1.100P25	171.38	3.74	3.68
27	50	1.100P25	171.38	3.92	3.86
28	52	1.100P25	171.38	4.10	4.04
29	54	1.100P25	171.38	4.28	4.22
30	56	1.100P25	171.38	4.46	4.40
31	58	1.100P25	171.38	4.64	4.58
32	60	1.100P25	171.38	4.82	4.76
33	62	1.100P25	171.38	5.00	4.94
34	64	1.100P25	171.38	5.18	5.12
35	66	1.100P25	171.38	5.36	5.30
36	68	1.100P25	171.38	5.54	5.48
37	70	1.100P25	171.38	5.72	5.66
38	72	1.100P25	171.38	5.90	5.84
39	74	1.100P25	171.38	6.08	6.02
40	76	1.100P25	171.38	6.26	6.20
41	78	1.100P25	171.38	6.44	6.38
42	80	1.100P25	171.38	6.62	6.56
43	82	1.100P25	171.38	6.80	6.74
44	84	1.100P25	171.38	6.98	6.92
45	86	1.100P25	171.38	7.16	7.10
46	88	1.100P25	171.38	7.34	7.28
47	90	1.100P25	171.38	7.52	7.46
48	92	1.100P25	171.38	7.70	7.64
49	94	1.100P25	171.38	7.88	7.82
50	96	1.100P25	171.38	8.06	8.00
51	98	1.100P25	171.38	8.24	8.18
52	100	1.100P25	171.38	8.42	8.36
53	102	1.100P25	171.38	8.60	8.54
54	104	1.100P25	171.38	8.78	8.72
55	106	1.100P25	171.38	8.96	8.90
56	108	1.100P25	171.38	9.14	9.08
57	110	1.100P25	171.38	9.32	9.26
58	112	1.100P25	171.38	9.50	9.44
59	114	1.100P25	171.38	9.68	9.62
60	116	1.100P25	171.38	9.86	9.80
61	118	1.100P25	171.38	10.04	9.98
62	120	1.100P25	171.38	10.22	10.16
63	122	1.100P25	171.38	10.40	10.34
64	124	1.100P25	171.38	10.58	10.52
65	126	1.100P25	171.38	10.76	10.70
66	128	1.100P25	171.38	10.94	10.88
67	130	1.100P25	171.38	11.12	11.06
68	132	1.100P25	171.38	11.30	11.24
69	134	1.100P25	171.38	11.48	11.42
70	136	1.100P25	171.38	11.66	11.60
71	138	1.100P25	171.38	11.84	11.78
72	140	1.100P25	171.38	12.02	11.96
73	142	1.100P25	171.38	12.20	12.14
74	144	1.100P25	171.38	12.38	12.32
75	146	1.100P25	171.38	12.56	12.50
76	148	1.100P25	171.38	12.74	12.68
77	150	1.100P25	171.38	12.92	12.86
78	152	1.100P25	171.38	13.10	13.04
79	154	1.100P25	171.38	13.28	13.22
80	156	1.100P25	171.38	13.46	13.40
81	158	1.100P25	171.38	13.64	13.58
82	160	1.100P25	171.38	13.82	13.76
83	162	1.100P25	171.38	14.00	13.94
84	164	1.100P25	171.38	14.18	14.12
85	166	1.100P25	171.38	14.36	14.30
86	168	1.100P25	171.38	14.54	14.48
87	170	1.100P25	171.38	14.72	14.66
88	172	1.100P25	171.38	14.90	14.84
89	174	1.100P25	171.38	15.08	15.02
90	176	1.100P25	171.38	15.26	15.20
91	178	1.100P25	171.38	15.44	15.38
92	180	1.100P25	171.38	15.62	15.56
93	182	1.100P25	171.38	15.80	15.74
94	184	1.100P25	171.38	15.98	15.92
95	186	1.100P25	171.38	16.16	16.10
96	188	1.100P25	171.38	16.34	16.28
97	190	1.100P25	171.38	16.52	16.46
98	192	1.100P25	171.38	16.70	16.64
99	194	1.100P25	171.38	16.88	16.82
100	196	1.100P25	171.38	17.06	17.00
101	198	1.100P25	171.38	17.24	17.18
102	200	1.100P25	171.38	17.42	17.36
103	202	1.100P25	171.38	17.60	17.54
104	204	1.100P25	171.38	17.78	17.72
105	206	1.100P25	171.38	17.96	17.90
106	208	1.100P25	171.38	18.14	18.08
107	210	1.100P25	171.38	18.32	18.26
108	212	1.100P25	171.38	18.50	18.44
109	214	1.100P25	171.38	18.68	18.62
110	216	1.100P25	171.38	18.86	18.80
111	218	1.100P25	171.38	19.04	18.98
112	220	1.100P25	171.38	19.22	19.16
113	222	1.100P25	171.38	19.40	19.34
114	224	1.100P25	171.38	19.58	19.52
115	226	1.100P25	171.38	19.76	19.70
116	228	1.100P25	171.38	19.94	19.88
117	230	1.100P25	171.38	20.12	20.06
118	232	1.100P25	171.38	20.30	20.24
119	234	1.100P25	171.38	20.48	20.42
120	236	1.100P25	171.38	20.66	20.60
121	238	1.100P25	171.38	20.84	20.78
122	240	1.100P25	171.38	21.02	20.96
123	242	1.100P25	171.38	21.20	21.14
124	244	1.100P25	171.38	21.38	21.32
125	246	1.100P25	171.38	21.56	21.50
126	248	1.100P25	171.38	21.74	21.68
127	250	1.100P25	171.38	21.92	21.86
128	252	1.100P25	171.38	22.10	22.04
129	254	1.100P25	171.38	22.28	22.22
130	256	1.100P25	171.38	22.46	22.40
131	258	1.100P25	171.38	22.64	22.58
132	260	1.100P25	171.38	22.82	22.76
133	262	1.100P25	171.38	23.00	22.94
134	264	1.100P25	171.38	23.18	23.12
135	266	1.100P25	171.38	23.36	23.30
136	268	1.100P25	171.38	23.54	23.48
137	270	1.100P25	171.38	23.72	23.66
138	272	1.100P25	171.38	23.90	23.84
139	274	1.100P25	171.38	24.08	24.02
140	276	1.100P25	171.38	24.26	24.20
141	278	1.100P25	171.38	24.44	24.38
142	280	1.100P25	171.38	24.62	24.56
143	282	1.100P25	171.38	24.80	24.74
144	284	1.100P25	171.38	24.98	24.92
145	286	1.100P25	171.38	25.16	25.10
146	288	1.100P25	171.38	25.34	25.28
147	290	1.100P25	171.38	25.52	25.46
148	292	1.100P25	171.38	25.70	25.64
149	294	1.100P25	171.38	25.88	25.82
150	296	1.100P25	171.38	26.06	26.00
151	298	1.100P25	171.38	26.24	26.18
152	300	1.100P25	171.38	26.42	26.36
153	302	1.100P25	171.38	26.60	26.54
154	304	1.100P25	171.38	26.78	26.72
155	306	1.100P25	171.38	26.96	26.90
156	308	1.100P25	171.38	27.14	27.08
157	310	1.100P25	171.38	27.32	27.26
158	312	1.100P25	171.38	27.50	27.44
159	314	1.100P25	171.38	27.68	27.62
160	316	1.100P25	171.38	27.86	27.80
161	318	1.100P25	171.38	28.04	27.98
162	320	1.100P25	171.38	28.22	28.16
163	322	1.100P25	171.38	28.40	28.34
164	324	1.100P25	171.38	28.58	28.52
165	326	1.100P25	171.38	28.76	28.70
166	328	1.100P25	171.38	28.94	28.88
167	330	1.100P25	171.38	29.12	29.06
168	332	1.100P25	171.38	29.30	29.24
169	334	1.100P25	171.38	29.48	29.42
170	336	1.100P25	171.38	29.66	29.60
171	338	1.100P25	171.38	29.84	29.78
172	340	1.100P25	171.38	30.02	29.96
173	342	1.100P25	171.38	30.20	30.14
174	344	1.100P25	171.38	30.38	30.32
175	346	1.100P25	171.38	30.56	30.50
176	348	1.100P25	171.38	30.74	30.68
177	350	1.100P25	171.38	30.92	30.86
178	352	1.100P25	171.38	31.10	31.04
179	354	1.100P25	171.38	31.28	31.22
180	356	1.100P25	171.38	31.46	31.40
181	358	1.100P25	171.38	31.64	31.58
182	360	1.100P25	171.38	31.82	31.76
183	362	1.100P25	171.38	32.00	31.94
184	364	1.100P25	171.38	32.18	32.12
185	366	1.100P25	171.38	32.36	32.30
186	368	1.100P25	171.38	32.54	32.48
187	370	1.100P25	171.38	32.72	32.66
188	372	1.100P25	171.38	32.90	32.84
189	374	1.100P25	171.38	33.08	33.02
190	376	1.100P25			

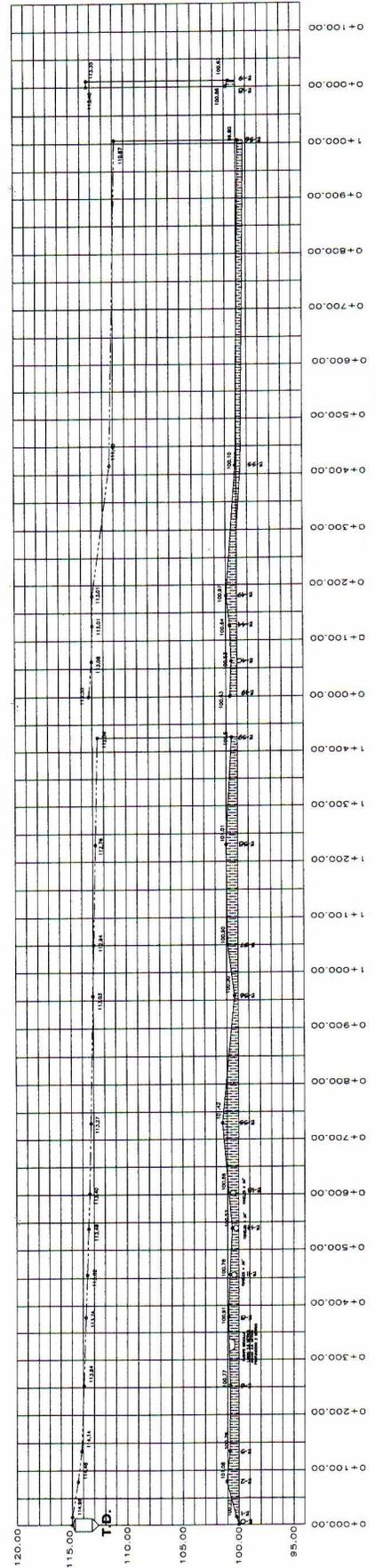


PLANTA DEL PROYECTO  
ESCALA 1:4000

SIMBOLOGÍA GENERAL

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
✱	CRUZ DE PVC
⊕	TE DE PLANTA
⊖	TE DE PVC PERFIL
⊗	CORDÓN PVC 80'
⊘	CORDÓN PVC 80'
⊙	CORDÓN PVC 45'
⊚	TE DOBLE PVC 45'
⊛	TE PVC 45'
⊜	TUBO PVC DIÁMETRO INDICADO
⊝	REDUCTOR BUSHING
⊞	TAPON HERRERA TERMINAL
⊟	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

NOTA:  
 LA TUBERÍA DE  $\phi$  1" - 1/2", 2", 2 1/2" Y DE 3" SERÁ DE 160 PSI  
 LA TUBERÍA DE  $\phi$  3/4" SERÁ DE 250 PSI  
 LA TUBERÍA DE  $\phi$  1/2" SERÁ PARA CONEXIÓN DOMICILIAR Y SE TIENE  
 PREVISTO COLOCAR 3 TUBOS POR DOMICILIO, EN AQUELLOS DONDE  
 LA DISTANCIA ES MAYOR LOS VECINOS CORRERÁN CON LOS GASTOS  
 EXTRAS DE TUBERÍA QUE SEAN NECESARIOS.



PERFIL DEL PROYECTO  
 ESCALA VERTICAL 1:200  
 ESCALA HORIZONTAL 1:4000

COTAS PIEZOMÉTRICAS  
 COTAS DE TERRENO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 MUNICIPALIDAD DE MOYUTA DE MOYUTA

PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PARAISO

PLANO DE: PLANTA - PERFIL

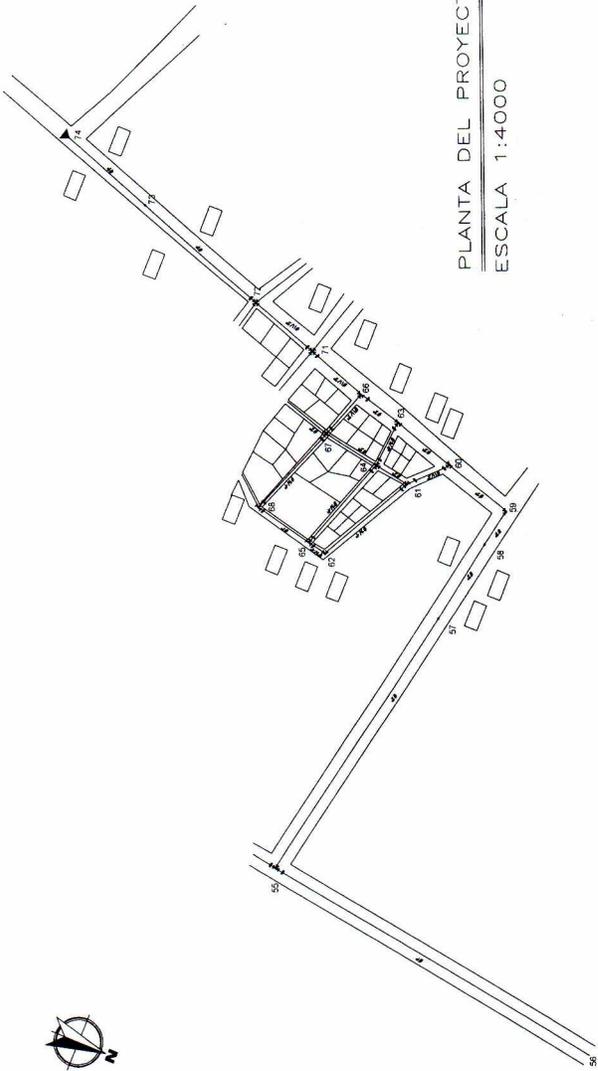
FECHA: 16/07/2004

ESCALA: INDICADA

DISEÑADO: CHRISTIAN TEJEDA, E.P.S. 2004

PROFESOR: PROF. DOMINICO MOLINA MANCOSO, E.L. MOYUTA

DEPARTAMENTO: JUTIPA

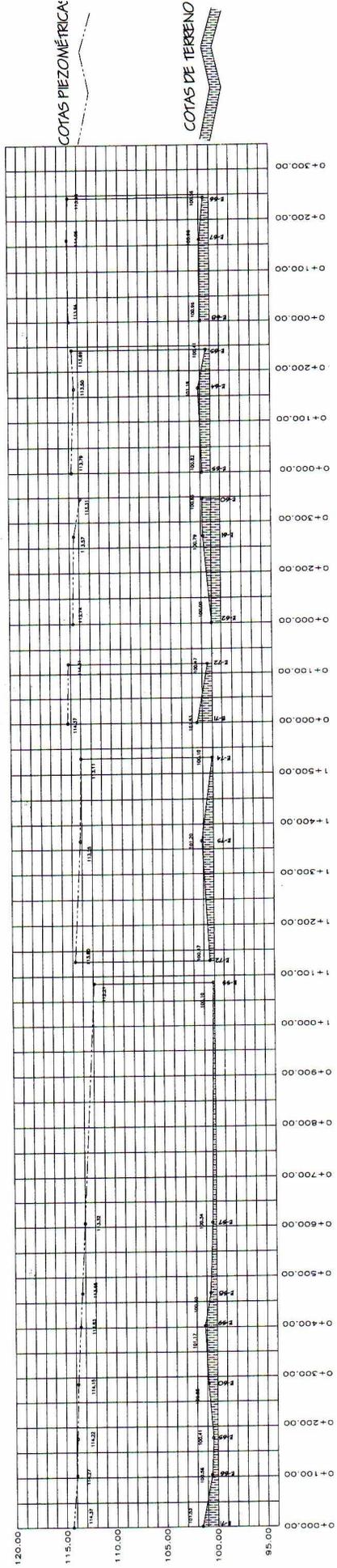


PLANTA DEL PROYECTO  
ESCALA 1:4000

**SIMBOLOGÍA GENERAL**

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CRUZ DE PVC
	TE DE PLANTA
	TE DE PVC REBIL
	CODO PVC 90° PLANTA
	CODO PVC 90°
	CODO PVC 90°
	CODO PVC 45°
	VE DOBLE PVC 45° PLANTA
	VE PVC 45°
	TUBO PVC DIAMETRO REDUCIDO
	REDUCIDOR BUSPVC
	TAPAN HERIDA TERMINAL
	TANQUE DE DISTRIBUCION
<b>T.D.</b>	

NOTA:  
LA TUBERIA DE 4" 1/2", 3", 2" 1/2" Y DE 3" SERA DE 160 PSI  
LA TUBERIA DE 6" 3/4" SERA DE 250 PSI  
LA TUBERIA DE 1/2" SERA DE 315 PSI  
EL TUBO DE 4" 1/2" SERA PARA CONEXION DOMICILIAR Y SE TIENE  
PRESTO COLOCAR 3 TUBOS POR DOMICILIO, EN AQUELLOS DONDE  
LA DISTANCIA ES MAYOR LOS VECINOS CORRERAN CON LOS GASTOS  
EXTRAS DE TUBERIA QUE SEAN NECESARIOS...



PERFIL DEL PROYECTO  
ESCALA VERTICAL 1:200  
ESCALA HORIZONTAL 1:4000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
**UNIVERSIDAD DE MOYUTA**

PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PARAISO	W. BR.: CHRISTIAN TEJEDA E.P.S. INGENIERIA CIVIL	W. BR.: ING. MANUEL ARVILA INGENIERO ASISTENTE DE E.P.S.	W. BR.: ING. OSCAR VINCIO MOLINA ACADEMICO MUNICIPAL	W. BR.: ING. JUAN CARLOS ACADEMICO MUNICIPAL	W. BR.: ING. JUAN CARLOS ACADEMICO MUNICIPAL
PLANO DE PLANTA - PERFIL	HOJA NO. DE 10	EMPRESA MUNICIPALIDAD DE MOYUTA			
CALCULO: CHRISTIAN TEJEDA, E.P.S. 2004					
DISEÑO: CHRISTIAN TEJEDA, E.P.S. 2004					
REVISOR: CHRISTIAN TEJEDA, E.P.S. 2004					
AUTOR: CHRISTIAN TEJEDA, E.P.S. 2004					
DEPARTAMENTO: JUTIPA					



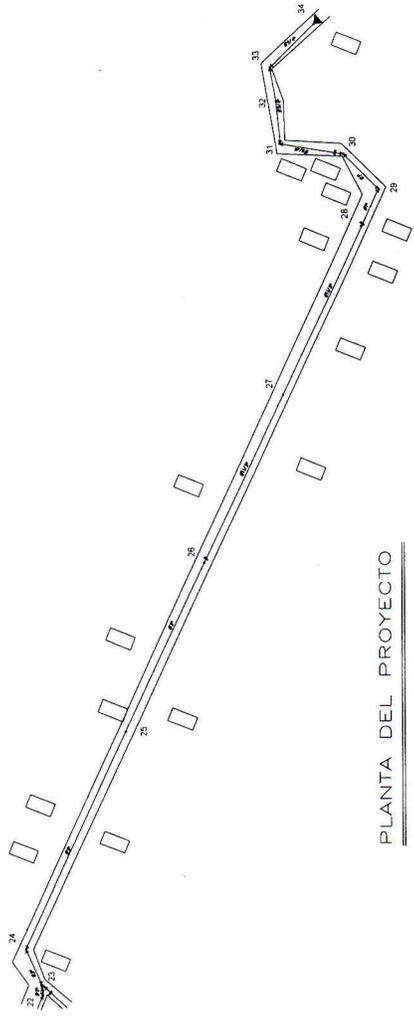




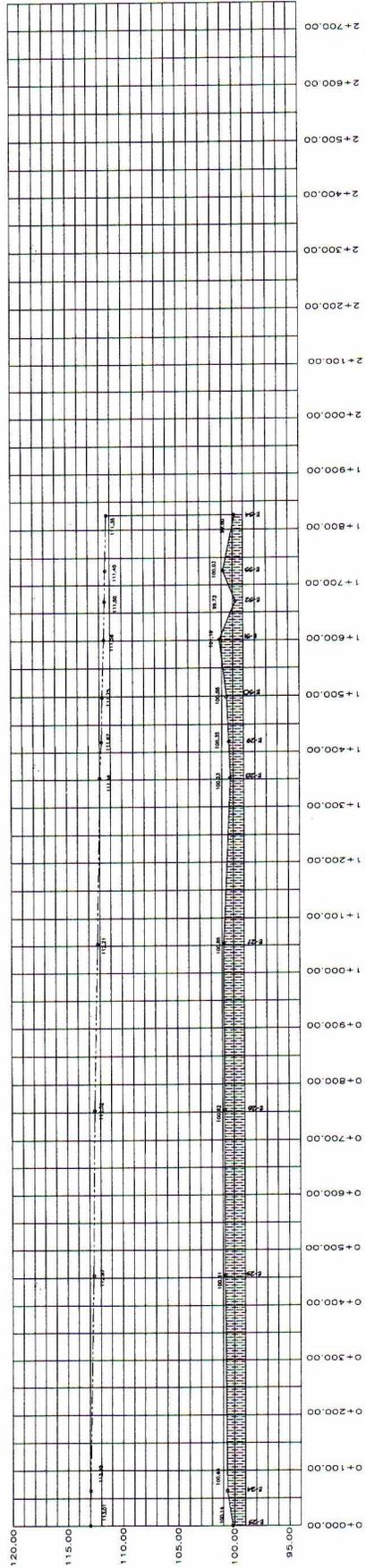
**SIMBOLOGÍA GENERAL**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CRUZ DE PVC
	TE DE PLANA
	TE DE PVC PERFIL
	COUDO PVC 90°
	COUDO PVC 45°
	TE DOBLE PVC 45°
	TE PVC 45° PERFIL
	TUBO PVC DIÁMETRO INDICADO
	REDUCTOR BUSHING
	TAPON FEMEA TERMINAL
	MANQUE DE DISTRIBUCIÓN

NOTA: LA TUBERÍA DE # 1 1/2", 2", 2 1/2" Y DE 3" SERÁ DE 180 PSI  
 LA TUBERÍA DE # 3/4" SERÁ DE 250 PSI  
 LA TUBERÍA DE # 1/2" SERÁ DE 315 PSI  
 EL TUBO DE # 1/2" SERÁ PARA CONEXIÓN DOMICILIAR Y SE TIENE PREVISTO COLOCAR 3 TUBOS POR DOMICILIO, EN AQUELLOS DONDE LA DISTANCIA ES MAYOR LOS REDONDOS CORRERÁN CON LOS GASTOS EXTRA DE TUBERÍA QUE SEAN NECESARIOS.-



**PLANTA DEL PROYECTO**  
 ESCALA 1:4000



COTAS PIEZOMÉTRICAS

COTAS DE TERRENO

**PERFIL DEL PROYECTO**  
 ESCALA VERTICAL 1:200  
 ESCALA HORIZONTAL 1:4000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

---

PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PARAISO

PAIS: GUATEMALA

CIUDAD: PANAUTZ

FECHA: 10/01/2004

ELABORADO POR: INGENIERO DE E.P.S.

EMPRESA: MUNICIPALIDAD DE MOYUTA

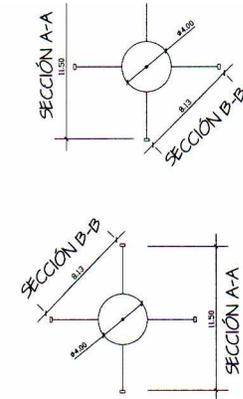
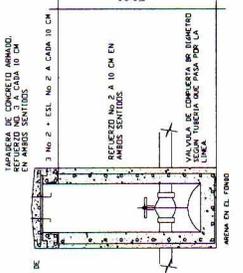
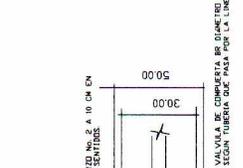
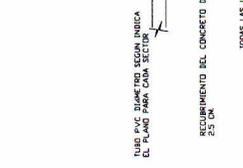
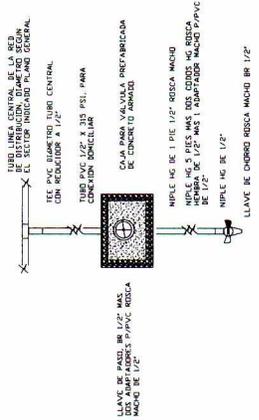
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PARAISO

CLIENTE: ALCALDE MUNICIPAL

FECHA: 10/01/2004

ELABORADO POR: INGENIERO DE E.P.S.





DETALLE PARA CONEXIÓN DOMICILIAR PLANTA

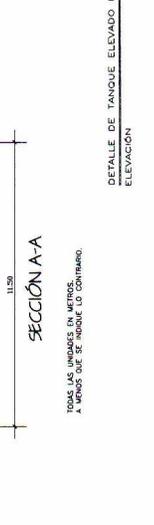
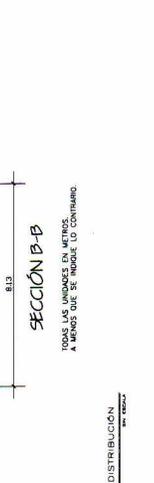
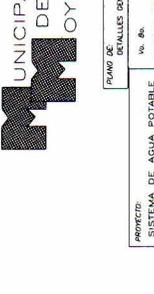
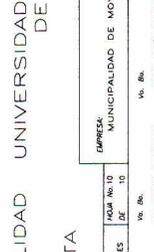
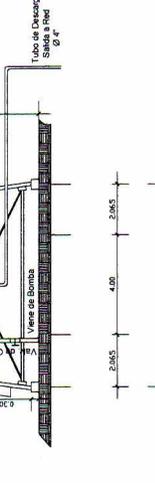
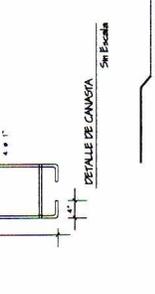
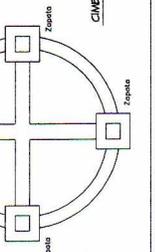
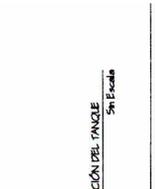
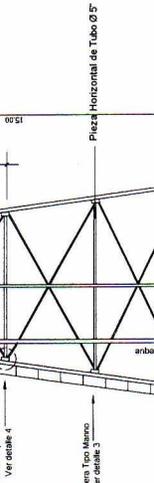
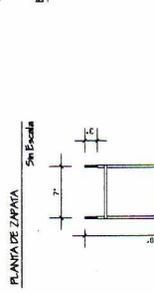
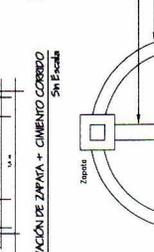
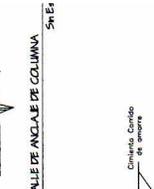
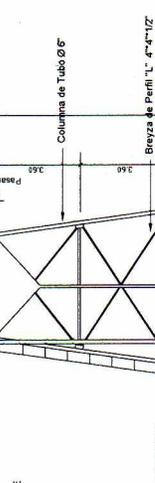
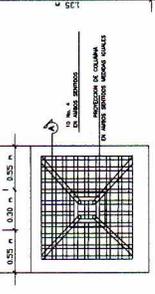
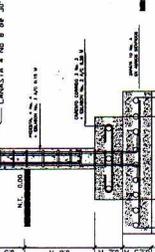
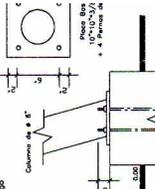
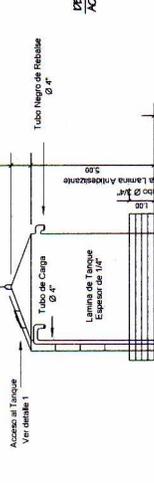
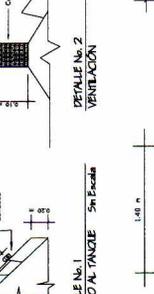
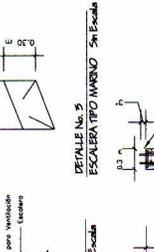
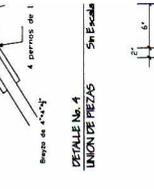
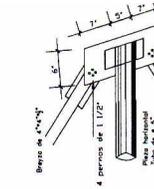
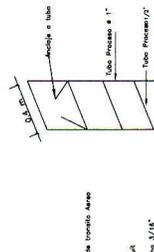
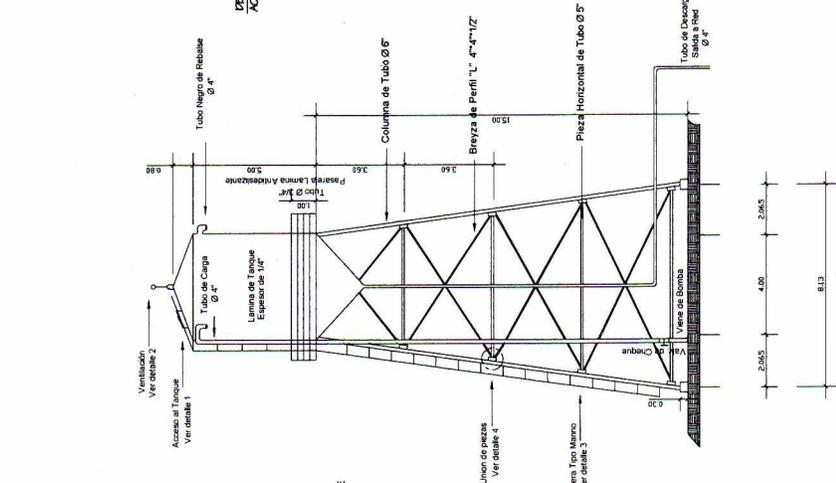
DETALLE PARA CAJA DE VALVULA DE CUPIERTA PLANTA

DETALLE PARA CAJA DE VALVULA DE CUPIERTA PLANTA

DETALLE PARA CAJA DE VALVULA DE CUPIERTA ELEVACION

DETALLE PARA CAJA DE VALVULA DE CUPIERTA PLANTA

DETALLE DE TANQUE ELEVADO DE DISTRIBUCIÓN PLANTA



PROYECTO:	SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDAMA EL PARANGUO	VA. IN.	CHRISTIAN TEJEDA E.P.S. 2004	ING. MANUEL ARRIVALACA INGENIERO ASISTENTE DE E.P.S.	VA. IN.	PROF. OSMA UNIDO MOLINA ALCALDE MUNICIPAL	VA. IN.	MUNICIPALIDAD DE MOYUTA	EMPRESA:	CHRISTIAN TEJEDA E.P.S. 2004	FORMA:	10/10
ESCALA:	CHRISTIAN TEJEDA E.P.S. 2004	INDICAR	CHRISTIAN TEJEDA E.P.S. 2004	INDICAR	CHRISTIAN TEJEDA E.P.S. 2004	INDICAR	CHRISTIAN TEJEDA E.P.S. 2004	INDICAR	CHRISTIAN TEJEDA E.P.S. 2004	INDICAR	CHRISTIAN TEJEDA E.P.S. 2004	INDICAR

MUNICIPALIDAD DE MOYUTA DE GUATEMALA  
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DETALLE DE TANQUE ELEVADO DE DISTRIBUCIÓN ELEVACION  
 TODAS LAS UNIDADES EN METROS, A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.

