



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

**DISEÑO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE  
PARA ALDEA EL TEOCINTE Y DISEÑO DE INSTITUTO  
EDUCACIÓN BÁSICA POR COOPERATIVA EN ALDEA DON  
GREGORIO, MUNICIPIO DE SANTA CRUZ NARANJO,  
SANTA ROSA.**

**Jessica Janeth Torres Morales**

Asesorada por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, febrero de 2006



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DISEÑO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE  
PARA ALDEA EL TEOCINTE Y DISEÑO DE INSTITUTO  
EDUCACIÓN BÁSICA POR COOPERATIVA EN ALDEA DON  
GREGORIO, MUNICIPIO DE SANTA CRUZ NARANJO,  
SANTA ROSA.**

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

**JESSICA JANETH TORRES MORALES**  
**ASESORADA POR: EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA**

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERA CIVIL**

**GUATEMALA, FEBRERO DE 2006**



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



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

<b>DECANO</b>	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Ángel Roberto Sic García
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
<b>SECRETARIA</b>	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF. EPS. MAOSUP. 031.2005

Guatemala

28 de octubre de 2005

Ingeniero  
Angel Roberto Sic Garcia  
Coordinador de EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería  
USAC.

Respetable Ingeniero Sic Garcia.

Por medio de la presente, envío a usted el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), titulado: DISEÑO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA ALDEA EL TECUINTE Y DISEÑO DE INSTITUTO EDUCACIÓN BÁSICA POR COOPERATIVA EN ALDEA DON GREGORIO, MUNICIPIO DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA.


Este trabajo lo desarrolló el estudiante JESSICA JANETH TORRES MORALES quien fue asesorado y supervisado por el suscrito.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de ley, solicito dale el trámite correspondiente.

Sin otra particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente.

"D Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Ing. Marco Alfredo Amillano Guevara  
Supervisor de EPS





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 31 de octubre de 2005  
Ref. EPS. C. 415.10.05

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Escobar Alvarez.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA ALDEA EL TEOCINTE Y DISEÑO DE INSTITUTO EDUCACIÓN BÁSICA POR COOPERATIVA EN ALDEA DON GREGORIO, MUNICIPIO DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA"**.

Este trabajo lo desarrolló la estudiante universitaria **JESSICA JANETH TORRES MORALES**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el **Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta**.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la **APROBACION DEL MISMO** por parte de asesor y supervisor, **ESTA COORDINACION TAMBIEN APRUEBA SU CONTENIDO**; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

Ing. Angel Roberto Sic Garcia  
Coordinador Unidad de EPS



cc. Archivo  
ARSG/jm



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 25 de enero de 2006

Ingeniero  
Oswaldo Romeo Escobar Álvarez  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

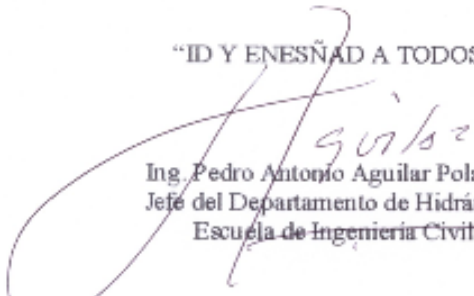
Estimado Ing. Escobar Álvarez

Atentamente y por ese medio, envío a usted, el trabajo de graduación titulado "DISEÑO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA ALDEA EL TEOCINTE Y DISEÑO DE INSTITUTO EDUCACIÓN BÁSICA POR COOPERATIVA EN ALDEA DON GREGORIO, MUNICIPIO DE SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA". Este trabajo lo desarrolló la estudiante JESSICA JANETH TORRES MORALES.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de ley del referido trabajo; y existiendo la APROBACIÓN DEL MISMO, por parte del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y del coordinador de la Unidad del Ejercicio Profesional Supervisado, Ing. Ángel Roberto Sic García; y habiéndose efectuado todas las observaciones técnicas el suscrito lo da POR APROBADO en lo referente al diseño de la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme, atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Jefe del Departamento de Hidráulica  
Escuela de Ingeniería Civil



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

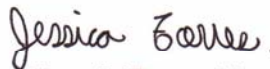


**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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 LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE  
PARA ALDEA EL TEOCINTE Y DISEÑO DE INSTITUTO  
EDUCACIÓN BÁSICA POR COOPERATIVA, EN ALDEA DON  
GREGORIO, MUNICIPIO DE SANTA CRUZ NARANJO,  
SANTA ROSA.**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 19 de septiembre de 2005.

  
**Jessica Janeth Torres Morales**



## **AGRADECIMIENTOS A:**

Dios por ser la luz que iluminó mi mente y darme sabiduría en mis estudios y decisiones.

La Universidad de San Carlos de Guatemala, especialmente a la Facultad de Ingeniería.

Ingeniero Manuel Alfredo Arrivillaga, por la asesoría prestada en la realización del presente trabajo de graduación.

Ingenieros Angel Sic, Luis Alfaro y Murphy Paiz, por su apoyo en la realización de mi E.P.S., así como en este trabajo de graduación.

Los habitantes de Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa, por haberme brindado su ayuda y amistad, durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **MIS PADRES**

Yolanda Lucitana Morales Valdez,  
que Dios la bendiga por todos sus sacrificios y  
esfuerzos, para sacarme adelante.  
Angel Gabriel Torres Mendoza (QEPD),  
que despierte un instante y pueda compartir conmigo  
la alegría de mi triunfo.

### **MIS HERMANOS**

Angel G. Torres M.  
Marlon A. Torres M.  
Yolanda N. Torres M.  
Por el anhelo de ver culminados mis estudios y  
especialmente a:  
Erik S. Torres M.  
Quien con su sacrificio incondicional me brindó  
siempre su ayuda y apoyo en todo momento; que mi  
triunfo sea para él una pequeña recompensa, que Dios  
los Bendiga.



MI ABUELITA

María Valdez C.

Le agradezco su cariño.

MI FAMILIA Y AMIGOS

EN GENERAL

En especial a:

Ing. Juan R. Rosales,

Andrea G. Mejía R. y

Astrid G. Pineda G.

Gracias por su cariño.



# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO .....	VII
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS .....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV

## 1. Fase de investigación

1.1 <b>Monografía de la cabecera municipal de Santa Cruz Naranjo ....</b>	<b>1</b>
1.1.1. Localización geográfica .....	1
1.1.2. Accesos y comunicaciones .....	1
1.1.3. Topografía del lugar .....	2
1.1.4. Aspectos climáticos .....	3
1.1.5. Vivienda .....	3
1.1.6. Educación .....	4
1.1.7. Salud .....	5
1.1.8. Actividades económicas .....	5
1.1.9. Servicios públicos .....	6
1.2 <b>Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios     básicos e infraestructura .....</b>	<b>7</b>
1.2.1 Descripción de las necesidades .....	7
1.2.2 Priorización de las necesidades .....	7

## 2. Fase del servicio técnico-profesional

2.1 <b>Diseño de la línea de conducción de agua en la aldea El     Teocinte.....</b>	<b>9</b>
--	----------

2.1.1. Descripción del proyecto .....	9
2.1.2. Levantamiento topográfico.....	9
2.1.3. Diseño del sistema .....	10
2.1.3.1 Aforo de fuente .....	10
2.1.3.2 Muestras de agua .....	10
2.1.3.2.1 Examen bacteriológico .....	10
2.1.3.2.2 Examen físico-químico sanitario .....	10
2.1.3.3 Diseño hidráulico .....	11
2.1.3.3.1 Calculo de población .....	11
2.1.3.3.1.1 Tasa de crecimiento.....	11
2.1.3.3.1.2 Periodo de diseño.....	11
2.1.3.3.1.3 Población futura.....	11
2.1.3.3.2 Dotación .....	12
2.1.3.3.3 Factores de consumo.....	12
2.1.3.3.3.1 Consume medio diario.....	12
2.1.3.3.3.2 Consumo máximo diario.....	13
2.1.3.3.4 Formulas, coeficientes y diámetros de tubería.....	14
2.1.3.3.5 Clases y presiones de trabajo de tubería.....	15
2.1.3.3.6 Velocidades y presiones, mínimas y máximas.....	15
2.1.3.3.7 Diseño hidráulico de la línea de conducción.....	15
2.1.3.4 Obras Hidráulicas .....	24
2.1.3.4.1 Caja de captación.....	24
2.1.3.4.2 Válvula de limpieza .....	24
2.1.3.4.3 Válvula de aire .....	25
2.1.4 Sistema de desinfección.....	25
2.1.4.1 Hipoclorador.....	26
2.1.4.2 Dosis de cloro necesaria.....	26
2.1.5 Planos .....	27
2.1.6 Cuantificación de materiales y mano de obra.....	27

2.1.7	Presupuesto .....	27
2.1.8	Operación y mantenimiento .....	29
2.1.8.1	Costos de operación y mantenimiento .....	29
2.1.8.2	Propuesta de tarifa .....	30
<b>2.2</b>	<b>Evaluación socio-económica. ....</b>	<b>30</b>
2.2.1	Valor presente neto.....	30
2.2.2	Tasa interna de retorno.....	31
<b>2.3</b>	<b>Evaluación de impacto ambiental.....</b>	<b>32</b>
2.3.1	Control ambiental.....	33
<b>2.4</b>	<b>Diseño de instituto educación básica por cooperativa en aldea</b>	
<b>Don Gregorio</b>	<b>.....</b>	<b>35</b>
2.4.1	Descripción del proyecto .....	35
2.4.1.1	Ubicación .....	35
2.4.1.2	Tamaño .....	36
2.4.1.3	Economía .....	36
2.4.1.4	Entorno .....	36
2.4.1.5	Infraestructura física .....	36
2.4.1.6	Acceso .....	37
2.4.1.7	Ventilación .....	37
2.4.1.8	Aspectos climáticos .....	37
2.4.1.9	Altura .....	38
2.4.2	Levantamiento topográfico .....	38
2.4.3	Cargas .....	38
2.4.3.1	Carga viva .....	38
2.4.3.2	Carga muerta .....	39
2.4.3.3	Carga de sismo .....	39
2.4.4	Estudio de suelos .....	40
2.4.4.1	Prueba triaxial .....	40
2.4.4.2	Limites de Atterberg .....	42

2.4.5	Diseño arquitectónico .....	42
2.4.6	Análisis estructural .....	43
2.4.7	Diseño .....	44
2.4.7.1	Diseño de techo .....	44
2.4.7.2	Diseño de vigas .....	45
2.4.7.3	Diseño de columnas .....	49
2.4.7.4	Diseño de cimientos.....	52
2.4.8	Planos .....	56
2.4.9	Cuantificación de materiales y mano de obra.....	56
2.4.10	Presupuesto del proyecto .....	57
2.4.11	Cronograma de ejecución .....	58
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>59</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>61</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>63</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>65</b>

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Viga V-2.....	47
2.	Corte viga V-2.....	49
3.	Corte columna C-1.....	52
4.	Zapata Z-2.....	56
5.	Examen bacteriológico.....	66
6.	Análisis físico químico sanitario.....	67
7.	Ensayo de compresión triaxial.....	68
8.	Ensayo de proctor.....	69
9.	Limites de Atterberg.....	70
10.	Diagrama de momentos B.....	71
11.	Diagrama de corte B.....	72
12.	Diagrama de fuerza axial B.....	73
13.	Diagrama de momentos F2.....	74
14.	Diagrama de corte F2.....	75
15.	Diagrama de fuerza axial F2.....	76
16.	Cronograma de ejecución.....	77
17.	Plano de planta general de diseño línea de conducción.....	78
18.	Planta amoblada y fachadas.....	79
19.	Planta acotada.....	80
20.	Planta de techos y vigas.....	81
21.	Detalle de vigas.....	82
22.	Planta de cimientos y columnas.....	83
23.	Planta de instalaciones de agua potable.....	84
24.	Planta de instalaciones de aguas negras.....	85
25.	Planta de instalaciones eléctricas.....	86
26.	Planta de muros y detalles.....	87

## TABLAS

I.	Número de viviendas por aldea.....	3
II.	Materiales utilizados para la construcción de viviendas.....	4
III.	Presupuesto.....	27
IV.	Cálculo de TIR.....	31
V.	Área por alumno.....	42
VI.	Presupuesto.....	57



## GLOSARIO

<b>Aforo</b>	Medir el volumen de agua que lleva una corriente por unidad de tiempo.
<b>Agua potable</b>	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua escurrido en la unidad del tiempo (segundo).
<b>Cloración</b>	Desinfección del agua por medio del cloro.
<b>Columna de agua</b>	Carga de presión, en $\frac{\text{Newton} - \text{metro}}{\text{Newton}}$
<b>Consumo</b>	Cantidad de agua utilizada por la población en litros/habitante/día.
<b>Cota piezométrica</b>	Altura de presión de agua que se tiene en un punto específico, en $\frac{\text{Newton} - \text{metro}}{\text{Newton}}$
<b>Mortero</b>	Mezcla de un cementante, un agregado fino y agua, para la cementación de piezas de concreto.

<b>Pérdida de carga</b>	Baja de la presión debido a la fricción que existe entre el agua y las paredes de la tubería.
<b>Acero mínimo</b>	Cantidad mínima de refuerzo por flexión.
<b>Corte basal</b>	En cálculo estructural, es la fuerza total lateral que se aplica a una edificación, para simular sobre un modelo matemático, los efectos del sismo en la estructura.
<b>Esfuerzo</b>	Fuerza por unidad de área.
<b>Estribos</b>	Refuerzo empleado para resistir esfuerzos cortantes y de torsión en un elemento estructural.
<b>Excentricidad</b>	Es la distancia del centro de masa al centro de rigidez.
<b>Momento</b>	Esfuerzo al que está sometido un cuerpo, resultado de la aplicación de una fuerza a “x” distancia de su centro de masa.

<b>Rigidez</b>	Capacidad de resistencia de un elemento estructural a la deformación.
<b>Sismo</b>	Ruptura repentina de las capas superiores de la tierra, que algunas veces se extiende a la superficie de ésta y produce vibración del suelo, que de ser lo suficientemente fuerte causará el colapso de edificios y la destrucción de vidas y propiedades.
<b>Solera</b>	Elemento estructural horizontal de los muros de mampostería reforzada, el cual tiene la función de confinar y resistir esfuerzos de corte
<b>Topografía</b>	Ciencia que estudia al conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas, según los tres elementos del espacio. Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación.



## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación es el resultado de la labor realizada dentro del programa de E.P.S., el cual fue realizado en el Municipio de Santa Cruz Naranjo del departamento de Santa Rosa. El fin del mismo fue proporcionar a la municipalidad, soluciones a problemáticas que presentaran en el área de infraestructura. Se inicio con un análisis de las necesidades básicas del municipio y se priorizaron, para entregar a la municipalidad el diseño de dos proyectos con planos y presupuestos. Una de las necesidades que se encontró en éste municipio fue el sistema de agua potable de la Aldea El Teocinte, ya que los pobladores de la comunidad tenían problemas en la época de verano, debido a que el caudal con el que cuentan no es suficiente. Se determinó que el diseño constaría de una línea de conducción que saldrá de la captación del nacimiento Los Conventos, para luego ser conducida por gravedad hasta el tanque de distribución de la aldea teniendo una longitud de 2,302 mts. Debido a que la topografía del lugar es bastante quebrada ayuda a que el agua del nacimiento pueda ser llevada al tanque de distribución. Otra de las necesidades que se encontró fue la deficiencia en los servicios de educación, por lo que se realizo el diseño de un edificio escolar en la aldea Don Gregorio, el cual constara de dos niveles, teniendo en el primer nivel 2 aulas e igualmente en el segundo nivel, además de contar con una dirección en el primer nivel y un salón para estudio en el segundo nivel, en cada nivel se construirán un juego de baños.



## **OBJETIVOS**

1. Diseñar el sistema de conducción de agua potable de la aldea El Teocinte, del municipio de Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa.
2. Diseñar un establecimiento de educación básica en la aldea Don Gregorio, del municipio de Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa.





## INTRODUCCIÓN

El déficit actual de cobertura de los servicios de agua potable en el área rural, así como los sistemas que proveen agua con cierto grado de alteración, por falta de tratamiento adecuado y la alteración de los sistemas hídricos (cuencas hidrográficas), han provocado que gran parte de la población guatemalteca sufra de enfermedades de origen hídrico. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), de las diez primeras causas de morbilidad que se relacionan con enfermedades infecciosas, el 50% están relacionadas con agua y saneamiento, y la principal causa de mortalidad general del país corresponde a enfermedades infecciosas intestinales, que representan entre el 15 y 20 % de todas las causas de muerte en el país y el 40% de la mortalidad infantil, siendo la principal causa las enfermedades diarreicas y las cifras más altas se registran en el área rural.

Según la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidenta (SEGEPLAN) y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), el déficit de cobertura de los servicios de agua potable en el área rural fue de 51%, el 30% de esta población servida cuenta con un servicio deficiente debido a la mala calidad del agua suministrada, sistemas de control, operación y mantenimiento deficientes, índices elevados de pérdidas, deficiencias en los materiales y sistemas constructivos, falta de tecnologías apropiadas, ausencia de sistemas apropiados de tarifas y recaudación, carencia total de recursos humanos calificados, todo esto reduce dramáticamente el porcentaje de cobertura de estos servicios.

En Santa Cruz Naranjo, el sector educación no ha sido una prioridad, por lo que los servicios públicos y privados de educación han sufrido un estancamiento, a tal grado que ni siquiera la cabecera municipal cuenta con estudios a nivel de diversificado.

No se tienen registros acerca del número de aulas, sin embargo, los representantes comunitarios manifestaron que la mayoría de aulas están en mal estado, no están equipadas, tienen problemas con los servicios sanitarios, ya que sólo llega agua en invierno. Las comunidades que sólo tienen maestros/as contratados/as por Programa Nacional de Autogestión para el Desarrollo Educativo (PRONADE), dan clases en galeras, por lo que en época de lluvia tienen limitaciones. Asimismo, reciben clases hasta tres grados en la misma aula, lo que limita el aprendizaje.

La infraestructura, el personal, el equipamiento y los materiales educativos son insuficientes, para la población en edad escolar.

Estas problemáticas mencionadas en los párrafos anteriores no son ajenas del municipio de Santa Cruz Naranjo, departamento de Santa Rosa, siendo así uno de los objetivos principales del presente trabajo de graduación, proponer una solución al problema de agua potable que afronta la aldea El Teocinte, por medio de un sistema de agua potable por gravedad y el diseño de un establecimiento educativo en la aldea Don Gregorio.

## **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Monografía de la cabecera municipal de Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa**

#### **1.1.1 Localización geográfica**

El municipio está localizado a una latitud  $14^{\circ}23'06''$  y longitud  $90^{\circ}22'15''$ . Tiene una extensión territorial de 97 kilómetros cuadrados. Geográficamente, limita al Norte con Fraijanes, Guatemala; al Este con Santa Rosa de Lima y Nueva Santa Rosa, Santa Rosa; al Sur con Barberena, Santa Rosa y al Oeste con Barberena, Santa Rosa y Fraijanes, Guatemala.

La cabecera municipal se encuentra a una distancia de 66 kilómetros de la ciudad capital y a 23 de la cabecera departamental.

#### **1.1.2 Accesos y comunicaciones**

La pobreza en este municipio, está estrechamente relacionada con la falta de vías de comunicación y acceso a las comunidades. En el municipio en la mayoría las vías de comunicación a las comunidades son de terracería y están en muy mal estado.

En Barberena la carretera Interamericana CA-1 es asfaltada y entronca en su Km. 53.70 con la carretera departamental Santa Rosa 3-N, que aproximadamente 7 Km. al norte enlaza con la departamental Santa Rosa 9, que unos 5 Km. al norte lleva a la cabecera municipal.

Cuenta también con caminos, roderas y veredas que unen a sus poblados y propiedades rurales entre sí y con los municipios vecinos.

La red vial que comunica al municipio con la capital y la cabecera departamental, está en buenas condiciones, pero las vías de comunicación hacia las comunidades no solo son insuficientes sino que además están en mal estado por falta de mantenimiento.

De Santa Cruz Naranjo a la ciudad capital hay 66 kilómetros, a la cabecera departamental Cuilapa hay 23 kilómetros en carretera asfaltada, de los cuales 8 kilómetros de asfalto están en jurisdicción del municipio.

En Santa Cruz Naranjo existen 240 líneas telefónicas fijas, localizadas en la cabecera municipal. Comparado con 4,906 líneas fijas que tiene el departamento de Santa Rosa, constituyen el 4.9 por ciento.

### **1.1.3 Topografía del lugar**

Los accidentes orográficos de Santa Cruz Naranjo, son los siguientes: cerros El Cementerio, Pepe Nance, Plan de la Caña, Santa Sofía y Vivo; la montaña El Bosque.

La hidrografía está constituida por 7 ríos, 9 quebradas, 1 laguna y 4 lagunetas. Los ríos: Agua Blanca, Don Gregorio, El Balsamar, Las Cañas, Los Conventos, Naranjo, Teocinte. La Laguna del Pino y las Lagunetas: El Bosque, El Junquillo, Lagunita y El Pijije.

Las quebradas son: Jocote I, Jocote II, Seca, Honda, La Barranca, Los Conventos, Cerro Vivo, Potrerillos y Agua Tibia. La laguna del Pino. Estas quebradas solo tienen agua durante el invierno.

#### 1.1.4 Aspectos climáticos

Santa Cruz Naranjo se encuentra a una altitud de 1,770 metros sobre el nivel del mar. Posee un clima templado. Está ubicado en la zona de vida de Bosque Húmedo subtropical (templado). Temperatura media de 15 a 25°C. La precipitación anual promedia entre 700 a 2,500 mm. anuales.

El municipio presenta topografía variable, cerros bien definidos, con altitudes de 700 a 1,300 metros sobre el nivel del mar.

#### 1.1.5 Vivienda

El área de salud, reporta 2,190 viviendas para el año 2,004, distribuidas en las diferentes comunidades como se presenta en el cuadro siguiente.

**Tabla I. Número de viviendas por aldea**

Núm.	Aldeas	Núm. Total de Viviendas	Porcentaje
1	El Naranjo	306	14.1
2	Don Gregorio	259	11.8
3	El Carmen	202	9.2
4	Potrerrillo	117	5.3
5	El Teocinte	399	18.2
6	El Bosque	165	7.5
	Santa Cruz Naranjo	742	33.9
		2190	100

Los materiales utilizados para la construcción de viviendas han cambiado en los últimos años, son los tradicionalmente utilizados en el área rural del país.

**Tabla II. Materiales utilizados para la construcción de viviendas**

Área urbana		Área rural	
Material	%	Material	%
Adobe	5	Adobe	40
Block	80	Block	60
Ladrillo	5	Ladrillo	-
Bajareque	5	Bajareque	-
Madera	5	Madera	-
Piso de tierra	-	Piso de tierra	40
Piso de cemento	60	Piso de cemento	40
Piso de torta de cemento	40	Piso de torta de cemento	20
Otro	0	Otro	0

### **1.1.6 Educación**

En Santa Cruz Naranjo el sector educación no ha sido una prioridad, por lo que los servicios públicos y privados de educación han sufrido un estancamiento, a tal grado que ni siquiera la cabecera municipal cuenta con estudios a nivel de diversificado.

La infraestructura, el personal, el equipamiento y los materiales educativos son insuficientes, para la población en edad escolar.

Los representantes comunitarios informaron que la tasa de promoción al grado inmediato superior es muy baja, debido a que hay escuelas que dan los seis grados de primaria, pero los/as alumnos/as están en solo una o dos aulas y con uno o dos maestros/as, por lo que se distraen mucho y se pierde el control, incluso cuando se han pasado a otras escuelas, los han bajado de grado, porque no responden adecuadamente.

Se observa una tasa de deserción total de 13.6 por ciento, sin embargo para el primer grado es mayor, alcanzando un 14.8 por ciento y 11.8 por ciento en el sexto grado.

La tasa de repitencia total es de 19.6 por ciento para hombres y de 13.4 por ciento para mujeres, siendo mayor en el primer grado, donde alcanza 36.4 por ciento para hombres y 28.0 por ciento para mujeres hasta llegar a 1.1 y 1.5 por ciento en el sexto grado para hombres y mujeres respectivamente. La repitencia de mujeres es menor que la de los hombres.

### **1.1.7 Salud**

En Santa Cruz Naranjo se ha ampliado la cobertura de los servicios de salud a través de la implementación del Sistema Integrado de Atención en Salud (SIAS), incorporando a las comunidades organizadas y a las Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) en la prestación de los servicios de salud, sin embargo, son insuficientes para cubrir la demanda en el municipio, debido a que el centro de salud, los puestos de salud, los centros de convergencia y las unidades mínimas de salud no están equipadas, carecen de personal permanente y medicamentos.

### **1.1.8 Actividades económicas**

Las principales actividades del municipio son la producción y comercialización de los siguientes cultivos: café, maíz, fríjol, camote, yuca, manía, papa, tomate, maicillo, rábano. En Santa Cruz Naranjo se ha iniciado la producción de mango de la variedad Tommy.

El 12.3 por ciento, equivalente a 839 hectáreas del territorio de Santa Cruz Naranjo, tienen potencial para la agricultura, sin embargo, se ha hecho un uso inadecuado de los suelos, avanzando en áreas con potencial forestal.

### **1.1.9 Servicios públicos**

En la cabecera municipal existe un rastro donde destazan bovinos y porcinos, aunque en algunas comunidades hay rastros no declarados.

Santa Cruz Naranjo tiene un mercado, ubicado en el centro de la cabecera municipal.

En Santa Cruz Naranjo existen 7 salones comunales ubicados en las aldeas, el Naranjo, Don Gregorio, Potrerillos, el Bosque, el Teocinte, el Cantón Agua Blanca y en la cabecera municipal.

Santa Cruz Naranjo, tiene además 4 cementerios, localizados en las aldeas el Teocinte, el Carmen y las Joyas.

En Santa Cruz Naranjo hay representación institucional de correos y telégrafos, la Policía Nacional Civil, y Juzgado de Paz.

El centro de salud se encuentra localizado en la cabecera municipal, los puestos de salud está ubicado en las aldeas El Teocinte, El Carmen y El Naranjo, existen dos unidades mínimas de salud en las aldeas El Potrerillo y El Bosque. La clínica privada se localiza en la cabecera municipal de Santa Cruz Naranjo. Los promotores de Asociación Pro-bienestar de la familia APROFAM, están uno en cada aldea y algunos caseríos.



## **1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura**

### **1.2.1 Descripción de las necesidades**

En el municipio de Santa Cruz Naranjo, existen deficiencias en los servicios de educación, son insuficientes y de mala calidad tanto en preprimaria como en primaria, el nivel básico en el área rural no se imparte, tampoco el nivel diversificado en el municipio.

En cuanto al servicio de agua entubada, tienen infraestructura, pero debido a la falta de fuentes de agua, el servicio sólo llega en época lluviosa. En el área rural del municipio no existe un sistema de tratamiento de agua para consumo humano. Tienen letrinas en el área rural el 86 por ciento de viviendas, pero no las usan, no hay un sistema de drenaje, tratamiento de desechos sólidos y líquidos, situación que causa infecciones respiratorias y digestivas.

Existe deficiencia de los servicios de salud por falta de personal permanente, sobre todo en el área rural, ya que solo una enfermera asiste una vez a la semana a cada uno de los puestos de salud y centros de convergencia, el centro de salud ya no es suficiente en cuanto a personal, equipamiento y medicamentos para atender las necesidades de la población.

### **1.2.2. Priorización de las necesidades**

Las aldeas El Teocinte y Don Gregorio, han tenido problemas por la falta de un sistema de agua potable y de un lugar para la educación básica, respectivamente. Recientemente en la aldea El Teocinte se han dado problemas por la falta de agua, la

topografía del lugar es bastante quebrada lo que ayuda a que las aguas de los nacimientos puedan ser llevadas al tanque de distribución.

En la aldea Don Gregorio se han sufrido problemas debido a que no existe un lugar adecuado para que se imparta la educación básica, ocupando los alumnos la escuela de párvulos del lugar, por lo que es necesario la construcción de un instituto para mejorar la docencia a ese nivel.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO-PROFESIONAL**

### **2.1 Diseño de línea de conducción de agua en la aldea El Teocinte**

#### **2.1.1 Descripción del proyecto**

Como ya existe una línea de conducción para el abastecimiento de agua pero el caudal no es suficiente para satisfacer a la población el proyecto consiste en el diseño de una línea de conducción que abastecerá de agua a la comunidad de la aldea El Teocinte, en la siguiente forma; la línea de conducción, saldrá de la captación del nacimiento Los Conventos, propiedad del para luego ser conducida por gravedad hasta el tanque de distribución de la aldea, teniendo una longitud de 2,302 mts.

#### **2.1.2 Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico se realizó en la línea de conducción, así como sus cotas de terreno para que cuando se ejecute el proyecto se tenga un dato exacto de que el agua llegará al tanque sin ningún problema, en la libreta topográfica se anotaron todos los accidentes geográficos como quebradas, zanjones, veredas, puntos altos del terreno, etc.

### **2.1.3 Diseño del sistema**

#### **2.1.3.1 Aforo de fuente**

La fuente de agua es un manantial, ubicado en Los Conventos el cual es propiedad del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), fue aforado en época de verano en el mes de abril del año 2005, por medio del método volumétrico, el recipiente utilizado fue de 18.9 litros de volumen, se llenó 3 veces, tomando cada vez el tiempo de llenado para obtener el tiempo promedio, el resultado fue de 2 l/s;

#### **2.1.3.2 Muestras de agua**

##### **2.1.3.2.1 Examen bacteriológico**

Según los resultados del Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, los exámenes de calidad del agua que se presentan en el anexo, presentan, un número más probable de gérmenes coliformes en una muestra de 100 cm<sup>3</sup> mayor de 1600 coliformes totales, por lo que desde el punto de vista bacteriológico, el agua no exige más que un simple tratamiento de desinfección en el nacimiento según Normas Internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua..

##### **2.1.3.2.2 Examen físico-químico sanitario**

Desde el punto de vista de calidad física y calidad química el análisis del agua del nacimiento, éste cumple con la Norma Internacional de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua, por lo que solo se recomienda una cantidad de cloro para desinfección.

### **2.1.3.3 Diseño hidráulico**

#### **2.1.3.3.1 Calculo de población**

##### **2.1.3.3.1.1 Tasa de crecimiento poblacional**

La comunidad de la aldea El Teocinte no cuenta con censos de población, por tal motivo se tomó la tasa de crecimiento de la cabecera municipal. Según el Instituto Nacional de Estadística INE es del 2.8%

##### **2.1.3.3.1.2 Período de diseño**

Éste es el tiempo que contempla que el servicio será satisfactorio para la población de diseño, para determinar este tiempo se tomó en cuenta el período de vida útil de los materiales y el tipo de proyecto, siendo este período de 5 años máximo, aunque el INFOM establece que el periodo mínimo de diseño para línea de conducción es de 20 años, este sistema se diseñó para este tiempo debido a que una persona de la comunidad regaló el manantial el cual no tiene la capacidad de suplir la demanda para 20 años; además los miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) se comprometieron a conseguir que les donaran parte de la tubería .

##### **2.1.3.3.1.3 Población futura**

El cálculo de población futura, según el período de diseño adoptado para el proyecto, se calculó por medio del método de crecimiento geométrico por ser el que se adapta al crecimiento de países en vías de desarrollo, tomando como población actual la proporcionada por los miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE).

$$PF_{total} = P_{actual} \times \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde:

PF = población futura

$P_{\text{actual}}$  = población actual

$r$  = tasa de crecimiento poblacional en %

$n$  = período de diseño

Sustituyendo datos en la fórmula se obtiene:

$$PF_{\text{total}} = 1,853 \times \left(1 + \frac{2.8}{100}\right)^5$$

$$PF_{\text{total}} = 2,128 \text{ habitantes}$$

### 2.1.3.3.2 Dotación

Para determinar la dotación de estas comunidades se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: el clima es templado, capacidad y disponibilidad de pago, pero principalmente se tomó en cuenta la disponibilidad de agua de las fuentes, por lo que la cantidad de agua asignada en un día para cada usuario es de 65 litros/habitantes/día.

### 2.1.3.3.3 Factores de consumo

#### 2.1.3.3.3.1 Consumo medio diario

El caudal medio se obtiene del producto de la dotación adoptada por el número de habitantes, que se estiman al final del período de diseño.

$$Qm = \frac{P_{\text{futura}} \times \text{Dot}}{86400}$$

Donde:

$Qm$  = Caudal medio en litros/segundo

$P_{\text{futura}}$  = Población futura

$\text{Dot}$  = Dotación en litros/habitante/día

Sustituyendo datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_m = \frac{65l / hab / dia \times 2128 habitan tes}{86400 segundos}$$

$$Q_m = 1.60 litros / segundo$$

#### 2.1.3.3.3.2 Consumo máximo diario

El consumo máximo diario o caudal de conducción, es el mayor consumo que se da en un día del año, a falta de registros de consumos en el año de esta comunidad, este consumo será el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor que oscila entre 1.2 y 1.5, 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1000 habitantes y 1.5 para poblaciones futuras menores de 1000 habitantes, se adoptó para el proyecto un factor de 1.2

$$Q_c = FMD \times Q_m$$

Donde:

$Q_c$  = Consumo máximo diario o caudal de conducción

FMD = Factor Máximo Diario

$Q_m$  = Consumo medio diario

Sustituyendo datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_c = 1.60 litros / segundo \times 1.2$$

$$Q_c = 1.92 litros / segundo$$

Se debe de comprobar que:

$$Q_{aforo} > Q_{conduccionTotal}$$

*2litros / segundo > 1.92litros / segundo*

Con una dotación de 65 litros/habitante/día para cada beneficiario, la fuente satisface la demanda de la población para un período de diseño de 5 años.

#### **2.1.3.3.4 Fórmulas, coeficientes y diámetros de tubería**

Para el cálculo de la línea de conducción se utilizaron las ecuaciones de continuidad y de conservación de la energía, y la fórmula empírica para fluidos de agua, de Hazen  $\xi$  Williams, utilizada para las pérdidas de carga en tuberías cerradas a presión. A continuación se describe la ecuación de Hazen  $\xi$  Williams:

$$hf = \frac{1743.811 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

Donde:

hf = Pérdida de carga por fricción en metros

L = Longitud del tramo en metros

Q = Caudal conducido en litros / segundo

C = Coeficiente de fricción de Hazen  $\xi$  Williams, que depende de la rugosidad del material, para tubería PVC se adoptará 150 y para HG 100 (adimensional)

D = Diámetro interno de la tubería en pulgadas



#### **2.1.3.3.5 Clase y presiones de trabajo de tuberías**

En el proyecto se utilizará tubería de cloruro de polivinilo PVC, bajo las denominaciones *SDR* (relación de diámetro exterior, espesor de pared), de las cuales se usaran las siguientes:

SDR 17, presión de trabajo de 250 PSI (175 mca)

SDR 32.5 presión de trabajo de 125 PSI (88 mca)

#### **2.1.3.3.6 Velocidades y presiones mínimas y máximas**

La velocidad mínima recomendable es de 0.60 metros / segundo, pero debido a que el caudal no contiene sedimentos, este valor puede ser menor. La velocidad máxima será de 3 metros/segundo.

La presión estática en la línea de conducción no debe ser mayor al 80% de la presión de trabajo de las tuberías. La presión mínima de llegada a cualquier obra de arte y en cualquier línea debe ser de 5 metros columna de agua, según normas de diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales de Guatemala.

#### **2.1.3.3.7 Diseño hidráulico de la línea de conducción**

A continuación, se diseñará la línea de la caja captación E-0+000 a la E-1+116 (Cresta):

Datos del tramo:

Longitud = 1,116 metros

Caudal = 1.92 litros / segundo

Tubería PVC	=	150 (coeficiente de Hazen Williams)
Cota E-0+000	=	1002.23 metros
Cota E-1+116	=	985.66 metros

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

$$CD = (Cota_{E-0+000} - Cota_{Piezometrica_{E-1+116}}) = (1002.23 - 990.66) = 11.57 \text{ metros}$$

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

$$D_{teórico} = \left( \frac{1743.811 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times CD} \right)^{\frac{1}{4.87}} ; \text{ sustituyendo datos se obtiene:}$$

$$D_{teórico} = \left( \frac{1743.811 \times 1116 \times 1.92^{1.85}}{150^{1.85} \times 11.57} \right)^{\frac{1}{4.87}} = 2.26 \text{ pulgadas}$$

Este resultado se aproxima a un diámetro comercial superior e inferior, calculando para cada diámetro la pérdida de carga. Para este el mayor fue de 2 ½" y 2" siendo éstos de SDR 32.5, con un diámetro interno de 2.655" y 2.193", respectivamente.

Sí: L en metros, Ø en pulgadas, Q en L/s, entonces;

$$L_2 = L_t * ((CD - H_1) / (H_2 - H_1))$$

$$L_1 = L_t - L_2$$

Ingreso de datos:

CD:	11.57	m
H1:	5.28	m
H2:	13.39	m
Lt:	1,116.00	m

Resultados:

L1:	<b>249.87</b>	m	equivalencia:	<b>42</b>	tubos 2 1/2"
L2:	<b>866.13</b>	m		<b>145</b>	tubos 2"

$$hf_1 = \frac{1743.811 \times 252 \times 1.92^{1.85}}{150^{1.85} \times 2.655^{4.87}} = 1.19 \text{ metros}$$

$$hf_2 = \frac{1743.811 \times 870 \times 1.92^{1.85}}{150^{1.85} \times 2.193^{4.87}} = 10.44 \text{ metros}$$

La presión estática en este tramo será igual a la carga disponible o diferencia de nivel entre las dos estaciones, es decir: 16.57 mca (metros columna de agua), el 80% de la presión de trabajo de la tubería propuesta es de 70 mca, el cual es superior a la presión estática, lo cual asegura que la tubería propuesta resistirá la presión de diseño.

La cota piezométrica en las estaciones se calcula con la siguiente fórmula:

$$CP_{E-0+252} = (Cota_{E-0+000} - hf_{E-0+000AE0+252}) = (1002.23 - 1.19)mca = 1001.04mca$$

$$CP_{E-1+116} = (Cota_{E-0+000} - hf_{E-0+000AE-1+116}) = (1002.23 - 11.63)mca = 990.60mca$$

La velocidad en este tramo se obtiene de la fórmula siguiente:

$$V = \frac{1.974 \times Q}{D^2};$$

donde:

V = Velocidad en metros por segundo

Q = Caudal en litros / segundo

D = Diámetro del conducto en pulgadas

Sustituyendo datos se obtiene;

$$V_1 = \frac{1.974 \times 1.92}{2.655^2} = 0.53 \text{ metros / segundo}$$

$$V_2 = \frac{1.974 \times 1.92}{2.193^2} = 0.77 \text{ metros / segundo}$$

No está dentro del rango  $0.60 \text{ m/s} < \text{velocidad} < 3 \text{ m/s}$ , pero por estar libre de sedimentos, ésta puede ser menor.

A continuación, se diseñará de la E-1+116 (Cresta) a la E-1+710:

Datos del tramo:

Longitud = 594 metros

Caudal = 1.92 litros / segundo

Tubería PVC = 150 (coeficiente de Hazen  $\xi$  Williams)

Cota E-1+116 = 985.66 metros

Cota E-1+710 = 947.91 metros

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

$$CD = (Cota_{E-1+116} - Cota_{Piezometrica_{E-1+710}}) = (985.66 - 952.91) = 32.75 \text{ metros}$$

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

$$D_{teórico} = \left( \frac{1743.811 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times CD} \right)^{\frac{1}{4.87}} ; \text{ sustituyendo datos se obtiene:}$$

$$D_{teórico} = \left( \frac{1743.811 \times 594 \times 1.92^{1.85}}{150^{1.85} \times 32.75} \right)^{\frac{1}{4.87}} = 1.60 \text{ pulgadas}$$

Este resultado se aproxima a un diámetro comercial superior e inferior, calculando para cada diámetro la pérdida de carga. Para este el mayor fue de 1 ½ ” y 1 ¼ ” siendo estos de SDR 32.5, con un diámetro interno de 1.754” y 1.532”, respectivamente.

Sí: L en metros, Ø en pulgadas, Q en L/s, entonces;

$$L_2 = L_t * ((CD - H_1) / (H_2 - H_1))$$

$$L_1 = L_t - L_2$$

Ingreso de datos:

CD:	32.75	m
H1:	21.14	m
H2:	40.87	m
Lt:	594.00	m

Resultados:

		equivalencia:
L1:	<b>244.54</b> m	<b>41</b> tubos 1 1/2"
L2:	<b>349.46</b> m	<b>59</b> tubos 1 1/4"

$$hf_1 = \frac{1743.811 \times 246 \times 1.92^{1.85}}{150^{1.85} \times 1.754^{4.87}} = 8.76 \text{ metros}$$

$$hf_2 = \frac{1743.811 \times 354 \times 1.92^{1.85}}{150^{1.85} \times 1.532^{4.87}} = 24.36 \text{ metros}$$

La presión estática en este tramo será igual a la carga disponible o diferencia de nivel entre las dos estaciones, es decir: 54.32 mca (metros columna de agua), el 80% de la presión de trabajo de la tubería propuesta es de 70 mca, el cual es superior a la presión estática, lo cual asegura que la tubería propuesta resistirá la presión de diseño.

La cota piezométrica en la estación E-1+710 se calcula con la siguiente fórmula:

$$CP_{E-1+362} = (Cota_{E-0+000} - hf_{E-0+000AE-1+362}) = (1002.23 - 20.38)mca = 981.85mca$$

$$CP_{E-1+710} = (Cota_{E-0+000} - hf_{E-0+000AE-1+710}) = (1002.23 - 44.74)mca = 957.49mca$$

La velocidad en este tramo se obtiene de la fórmula siguiente:

$$V = \frac{1.974 \times Q}{D^2};$$

donde:

V = Velocidad en metros por segundo

Q = Caudal en litros / segundo

D = Diámetro del conducto en pulgadas

sustituyendo datos se obtiene;

$$V_1 = \frac{1.974 \times 1.92}{1.754^2} = 1.21 \text{ metros / segundo}$$

$$V_2 = \frac{1.974 \times 1.92}{1.532^2} = 1.59 \text{ metros / segundo}$$

La velocidad está dentro del rango  $0.60 \text{ m/s} < \text{velocidad} < 3 \text{ m/s}$ .

A continuación, se diseñará de la E-1+710 a la E- 2+300(Tanque):

Datos del tramo:

Longitud	=	590 metros
Caudal	=	1.92 litros / segundo
Tubería PVC	=	150 (coeficiente de Hazen $\xi$ Williams)
Cota E-1+710	=	947.91 metros
Cota E-2+300	=	861.426 metros

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

$$CD = (Cota_{E-1+710} - Cota_{Piezometrica_{E-2+300}}) = (947.91 - 866.43) = 81.48 \text{ metros}$$

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

$$D_{teórico} = \left( \frac{1743.811 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times CD} \right)^{\frac{1}{4.87}} ; \text{ sustituyendo datos se obtiene:}$$

$$D_{teórico} = \left( \frac{1743.811 \times 590 \times 1.92^{1.85}}{150^{1.85} \times 81.48} \right)^{\frac{1}{4.87}} = 1.33 \text{ pulgadas}$$

Este resultado se aproxima a un diámetro comercial superior e inferior, calculando para cada diámetro la pérdida de carga. Para este tramo el mayor fue de 1 ¼" y el menor de 1" siendo éstos de SDR 17, con un diámetro interno de 1.464" y 1.161", respectivamente.

Sí: L en metros, Ø en pulgadas, Q en L/s, entonces;

$$L_2 = L_t \cdot \left( \frac{CD - H_1}{H_2 - H_1} \right)$$

$$L_1 = L_t - L_2$$

Datos:

CD:	81.48	m
H1:	50.64	m
H2:	156.66	m
Lt:	590.00	m

Resultados:

L1:	<b>378.00</b>	m	equivalencia:	<b>63</b>	tubos 1 1/4"
L2:	<b>212.00</b>	m		<b>36</b>	tubos 1"

$$hf_1 = \frac{1743.811 \times 378 \times 1.92^{1.85}}{150^{1.85} \times 1.464^{4.87}} = 32.44 \text{ metros}$$

$$hf_2 = \frac{1743.811 \times 212 \times 1.92^{1.85}}{150^{1.85} \times 1.161^{4.87}} = 56.29 \text{ metros}$$



La presión estática en este tramo será igual a la carga disponible o diferencia de nivel entre las dos estaciones, es decir: 140 mca (metros columna de agua), la presión de trabajo de la tubería propuesta es de 140 mca, el cual es igual a la presión estática, lo cual asegura que la tubería propuesta resistirá la presión de diseño.

La cota piezométrica en las estaciones se calcula con la siguiente fórmula:

$$CP_{E-2+088} = (Cota_{E-0+000} - hf_{E-0+000AE-2+088}) = (1002.23 - 77.19)mca = 925.04mca$$

$$CP_{E-2+300} = (Cota_{E-0+000} - hf_{E-0+000AE-2+300}) = (1002.23 - 133.48)mca = 868.75mca$$

La velocidad en este tramo se obtiene de la fórmula siguiente:

$$V = \frac{1.974 \times Q}{D^2};$$

donde:

V = Velocidad en metros por segundo

Q = Caudal en litros / segundo

D = Diámetro del conducto en pulgadas

sustituyendo datos se obtiene;

$$V_1 = \frac{1.974 \times 1.92}{1.464^2} = 1.74 \text{ metros / segundo}$$

$$V_2 = \frac{1.974 \times 1.92}{1.161^2} = 2.76 \text{ metros / segundo}$$

La velocidad está dentro del rango  $0.60\text{m/s} < \text{velocidad} < 3 \text{ m/s}$ .

#### **2.1.3.4 Obras hidráulicas**

Las obras hidráulicas que irán en el proyecto son: válvula de limpieza y válvula de aire.

##### **2.1.3.4.1 Caja de captación**

El tipo de captación que existe es para un manantial de brote definido en una ladera, la captación está conformada de un filtro de piedra bola, grava y arena con una capacidad de 1 metro cúbico, la cual tiene una tubería hacia la caja de captación de la misma capacidad, ambas con su respectivo rebalse, la tubería de salida lleva una válvula de compuerta de bronce. Alrededor de la captación se colocará malla perimetral además de una contra cuneta, para que el agua de lluvia proveniente de la ladera no contamine el manantial.

##### **2.1.3.4.2 Válvula de limpieza**

Son utilizadas para extraer los sedimentos que hayan ingresado en la tubería y que se acumulan en los puntos más bajos de la línea de conducción, la válvula será de compuerta de bronce de diámetro 3/4". El total de válvulas de aire del proyecto son 4 y están ubicadas en las siguientes estaciones:

V.L. No.1	Ø 3/4"	caminamiento	0+453
V.L. No.2	Ø 3/4"	caminamiento	0+920
V.L. No.3	Ø 3/4"	caminamiento	1+371
V.L. No.4	Ø 3/4"	caminamiento	1+485

### 2.1.3.4.3 Válvula de aire

La función de una válvula automática de aire es expulsar el aire disuelto en el agua que tiende a depositarse en los puntos más altos de la línea de conducción, esta acumulación de aire reduce la sección de la tubería, y por consiguiente, la capacidad de conducción. El total de válvulas de aire del proyecto son 5 y están ubicadas en las siguientes estaciones:

V.A. No.1	Ø 1"	caminamiento	0+284
V.A. No.2	Ø 1"	caminamiento	0+880
V.A. No.3	Ø 1"	caminamiento	1+057
V.A. No.4	Ø 1"	caminamiento	1+436
V.A. No.5	Ø 1"	caminamiento	1+620

### 2.1.4 Sistema de desinfección

Con el propósito de proveer agua libre de bacterias, virus y amebas a los usuarios, se debe incorporar un sistema de desinfección. En nuestro medio se aplica tanto en el área rural como en el área urbana, el cloro, ya sea como gas o como compuestos clorados.

#### **2.1.4.1 Hipoclorador.**

Se usará un solo hipoclorador que dosifique una solución de hipoclorito de calcio al 65%, diluido en agua en pequeñas dosis, directamente al caudal de entrada en la caja distribuidora de caudales.

#### **2.1.4.2 Dosis de cloro necesaria.**

La solución para aplicar en la entrada al tanque, es decir, el flujo de cloro ( $F_c$ ) en gramos / hora, se calcula con la siguiente fórmula:

$$F_c = Q_e * D_c * 0.06$$

Donde:

$Q_e$  = caudal de agua en la entrada del tanque en litros / minuto.

$Q_b = 1.92$  litros / segundos =  $115.2$  litros / minuto.

$D_c$  = Demanda de cloro en mg / litro. (Se estima una demanda de cloro de  $0.2$  mg / litro.

Por ser un manantial o nacimiento que provee agua clara).

Al sustituir los datos en la fórmula anterior se obtiene:

$$F_c = 115.2 * 2 * 0.06$$

$$F_c = 13.83 \text{ gramos / hora.}$$

El flujo de cloro del hipoclorito es de 13.83 gramos / hora, entonces la cantidad de tabletas (Ct) que consumirá en un mes será de:

$$Ct = 13.83 \text{ gramos / hora} * 24 \text{ horas / 1 día} * 30 \text{ días / 1 mes.}$$

$$Ct = 9957.60 \text{ gramos / mes} * 1 \text{ tableta / 300 gramos}$$

$$Ct = 33.19 \approx 34 \text{ tabletas / mes.}$$

### 2.1.5 Planos

Ver Anexos.

### 2.1.6 Cuantificación de materiales y mano de obra

Se integró el costo de tubería y accesorios de PVC, de la línea de conducción, el precio de estos materiales se obtuvo del listado de precios de Amanco. Se integró un 5% de imprevistos, calculado sobre el costo directo de construcción, y para la mano de obra se integró, por medio del costo por tubo PVC instalado, así como sus accesorios, con maestros de obra.

### 2.1.7 Presupuesto del proyecto

**Tabla III. Presupuesto**

**PROYECTO: LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA ALDEA "EL TEOCINTE"**

Costo directo de construcción:	Q 122,807.68	\$16,011.43
Transporte (5%)	Q 6,140.38	\$800.57
Imprevistos de construcción (5%:)	Q 6,447.40	\$840.60

Continuación.

Gastos Administrativos (10%)	Q 13,539.55	\$1,765.26
Utilidad (15%)	Q 21,373.14	\$2,786.59
Valor total por Administración:	<b>Q 170,308.16</b>	<b>\$22204.45</b>

Material	MATERIALES			
	Cantidad	Unidad	P.U	Costo
Caja de Válvula	9.00	u	342.12	Q 3,079.08
Tubo PVC Ø=2 ½" y 2", 125 psi	186.00	u	226.72	Q 42,169.92
Codos 45° 2 ½ "	6.00	u	75.04	Q 450.24
Coplas 2 ½ "	186.00	u	49.41	Q 9,190.26
Tubo PVC Ø=1 1/2", 125 psi	99.00	u	68.20	Q 6,751.80
Reducidor de 2 ½ " a 2"	1.00	u	50.24	Q 50.24
Coplas 1 1/2"	99.00	u	6.12	Q 605.88
Codos 45° 1 1/2"	3.00	u	13.21	Q 39.63
Tubo PVC Ø=1 1/4", 250 psi	63.00	u	94.62	Q 5,961.06
Coplas 1 1/4"	63.00	u	5.06	Q 318.78
Reducidor de 1 1/2" a 1 1/4"	1.00	u	6.31	Q 6.31
Reducidor de 1 1/4" a 1"	1.00	u	6.16	Q 6.16
Coplas 1"	36.00	u	3.50	Q 126.00
Codos 90° 1"	3.00	u	6.54	Q 19.62
Codos 45° 1 1/4"	1.00	u	10.24	Q 10.24
Tubo PVC Ø=1", 250 psi	36.00	u	58.90	Q 2,120.40
Llaves de compuerta Ø=3/4"	4.00	u	48.08	Q 192.30
Válvula Aire Ø=1"	5.00	u	69.84	Q 349.20
Pegamento para PVC	1.00	Galón	443.81	Q 443.81
Hipoclorador	1.00	u	3780.00	Q 3780
Subtotal:				<b>Q 75,670.93</b>

Actividad	MANO DE OBRA			
	Cantidad	unidad	P.U	Costo
Zanjeo (15 ayudantes)	25.00	días	600.00	Q 15,000.00

Continuación.				
Relleno (15 ayudantes)	13.00	días	600.00	Q 7,800.00
Pegado tubería 3"	186.00	u	18.00	Q 3,348.00
Pegado tubería 1 1/2"	99.00	u	9.00	Q 891.00
Pegado tubería 1 1/4"	63.00	u	7.50	Q 472.50
Pegado tubería 1"	36.00	u	6.00	Q 216.00
Prestaciones 70%				Q 19,409.25
Subtotal:				<b>Q 47,136.75</b>

Cambio del día: Q 7.67

## **2.1.7 Operación y mantenimiento**

### **2.1.7.1 Costos de operación y mantenimiento**

Inspeccionar áreas aledañas para buscar posibles fuentes de contaminación, tales como fugas, basura, insectos, animales en general y eliminarlas. Inspeccionar el interior a fin de descubrir obstáculos en la entrada del agua y deterioro en elementos como válvulas, pichachas, tapaderas de cajas y candados.

Revisar las válvulas y reparar averías cuanto estas se presenten. Revisar el total de conexiones domiciliarias para verificar su estado.

En el sistema de desinfección verificar el funcionamiento del hipoclorador y revisar la dosificación de cloro.

Q2,500 Fontanero

Q2,900 Cloro

Q1000	Materiales
Q6400	Total

### 2.1.7.2 Propuesta de tarifa

La propuesta de tarifa se consideró tomando en cuenta que habrá un fontanero que se encarguen de distribuir el agua, además de realizar las reparaciones que se necesiten en el sistema.

$$\text{Tarifa} = Q6400 / 399 = Q16.04$$

La tarifa propuesta es de Q16.04 por vivienda.

## 2.2 Evaluación socioeconómica

### 2.2.1 VPN

Designa una cantidad presente o actual de dinero. Sobre la escala de tiempo ocurre en el punto cero o en cualquier otro punto desde el cual se escoge medir el tiempo. El concepto de valor presente se basa en la creencia de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe.

$$VPN = F \left(1 + \frac{j}{m}\right)^{-mn}$$

Donde:

F= dinero actual(Q170,308.16)

j= tasa de interes (11%)

m= pagos al año(anualmente)

n= años(5)



$$VPN = 170,308.16(1 + \frac{0.11}{1})^{-(1)(5)} = Q101,069.60$$

### 2.2.2 TIR

La tasa interna de retorno es el método mas utilizado para comparar alternativas de inversión. Proporciona una cifra de porcentaje que indica la ganancia relativa lograda con diferentes empleos de capital.

Entrada:  $Q16.04 \times 399 = Q6,399.96$

Salida:  $Q170,308.16$                       Mantenimiento =  $Q6,400$

TIR= 5.02%.

#### Tabla IV. Cálculo de TIR

#### CÁLCULO DE TIR 5%

Costo:  $Q170,308.16$

Mantenimiento:  $Q6,400.00$

Año	Entradas	Salidas	Flujo Neto
0		Q170,308.16	-Q165,066.10
1	Q6,399.96	Q6,400.00	Q12,799.96
2	Q6,399.96	Q6,400.00	Q12,799.96
3	Q6,399.96	Q6,400.00	Q12,799.96
4	Q6,399.96	Q6,400.00	Q12,799.96
5	Q6,399.96	Q6,400.00	Q12,799.96

Año	Flujo Neto	FVA 5%	FVA 10%
0	- Q170,308.16	- Q170,308.16	- Q170,308.16
1	Q12,799.96	Q12,190	Q11,636
2	Q12,799.96	Q11,610	Q10,578
3	Q12,799.96	Q11,057	Q9,617
4	Q12,799.96	Q10,531	Q8,743
5	Q12,799.96	Q10,029	Q7,948

### **2.3 Evaluación de impacto ambiental**

Un estudio de impacto ambiental es un documento que describe las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutará para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos.

Algunos de los fines cubiertos por el estudio del impacto ambiental son:

- 1-.** Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos.
- 2-.** Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
- 3-.** Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
- 4-.** Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- 5-.** Alteración de monumentos, sitios con valor antropológicos, arqueológicos, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

### **2.3.1 Control Ambiental**

Residuos y/o contaminantes que serán generados (en cantidades y contenidos): durante el proceso de construcción será generado suelo suelto y el polvo el cual será remojado para minimizar dicho impacto. Tanto en la etapa de construcción como en la de operación, no se generará ningún tipo de emisión de gases, ni humo a la atmósfera.

Recursos naturales que serán aprovechados en las diferentes etapas: se utilizará piedra, arena para la construcción de la cajas de válvulas, además el suelo removido durante el zanjeo, se aprovechara para cubrir la tubería. Será utilizado en el proceso: Cal, cemento, tubería pvc, hierro, arena, piedrin, solvente, agua, piedra bola y madera.



## **2.4 Diseño de instituto de educación básica por cooperativa en aldea Don Gregorio**

### **2.4.1 Descripción del proyecto**

El área rural siempre ha estado al margen en su desarrollo urbano, por lo cual la aldea Don Gregorio, tiene una inadecuada infraestructura, principalmente en lo concerniente al área de la educación.

Valiéndose de los materiales que se puedan obtener cerca o en el lugar destinado, para la construcción de una escuela, se puede lograr satisfacer las necesidades de la población, con una obra que reúna tanto los requisitos de funcionalidad así como de seguridad. Se pretende utilizar materiales de fácil obtención ya que con esto se puede construir un edificio escolar en un menor tiempo posible en forma económica. El edificio escolar de la aldea Don Gregorio constara de dos niveles, teniendo en el primer nivel 2 aulas e igualmente en el segundo nivel, además de contar con una dirección en el primer nivel y un salón para estudio en el segundo nivel, con respecto a los baños se construirán un juego de baños en cada nivel.

#### **2.4.1.1 Ubicación**

La ubicación dependerá de un diagnostico en el que se consideraron aspectos como: disponibilidad, población a servir, radios de acción de los edificios escolares existentes. El establecimiento se ubicara dentro de la zona de residencia a la cual sirve, considerando además las proyecciones futuras del desarrollo habitacional y de población.

#### **2.4.1.2 Tamaño**

El tamaño adecuado del terreno para la construcción de un edificio escolar es aquel que permite desarrollar la totalidad del programa de necesidades del edificio, sin forzar el desarrollo en altura por encima de los niveles correspondientes a la edad de los alumnos. El área del terreno es de 313.85 m<sup>2</sup>.

#### **2.4.1.3 Economía**

La preocupación por obtener el mejor rendimiento de los recursos disponibles, debe estar presente en todos y cada uno de los aspectos de la programación y el diseño, con la finalidad de poder alcanzar la solución económica mas favorable, no solo en cuanto al costo absoluto del edificio, sino también en el ajuste y utilización de superficies; en la reducción del tiempo de ejecución, gastos de conservación y costo operativo del establecimiento.

#### **2.4.1.4 Entorno**

La tarea escolar debe desarrollarse en un ambiente tranquilo y agradable, por lo que las mejores condiciones de entorno las proporcionan las zonas residenciales con espacios abiertos y arbolados, calles tranquilas y de poco transito, alejadas no menos de 120 metros de centros generadores de ruidos y malos olores, 300 metros de hospitales y 500 metros de cementerios.

#### **2.4.1.5 Infraestructura física**

Para el mejor funcionamiento de un plantel escolar, es indispensable la existencia de servicios públicos, tales como: líneas de electricidad, agua, drenajes, transportes,

pavimento, teléfono, etc. El lugar debe contar con el máximo de servicios para obtener las mejores condiciones de acceso y comunicación.

#### **2.4.1.6 Acceso**

Para una buena elección de terreno, debe tomarse en cuenta sus facilidades de acceso, de acuerdo con las características de las calles circundantes y la afluencia natural de personas, deberá estar alejado de las vías del tráfico intenso, rápido o pesado y el número de entradas o salidas será reducido al mínimo para el control de ingresos y egresos.

#### **2.4.1.7 Ventilación**

Aspecto de suma importancia, debido a que cada aula mantiene durante los periodos de clase un numero considerable de alumnos que llenan el aire contenido en ella de anhídrido carbónico lo cual roba el oxígeno, por lo que se hace necesario proveer el aula de una ventilación, preferentemente natural, evitando así, que el aire se contamine y afecte la salud de los alumnos, lo que perjudica a su vez el rendimiento.

#### **2.4.1.8 Aspectos climáticos**

Es muy importante tener en cuenta los factores climáticos en las actividades escolares, a tal punto que cualquier falta de previsión en este sentido puede llevar a niveles inaceptables en el rendimiento de los espacios educativos.

Por lo que las características climáticas que corresponden a temperaturas, precipitación pluvial, vientos dominantes, humedad, asoleamiento y luminosidad

son determinantes en las condiciones adecuadas de habitabilidad de los espacios educativos.

#### **2.4.1.9 Altura**

La altura mínima para los muros debe ser de 2.50 metros y de 3.00 como máximo. Este valor dependerá en su mayoría para el nivel educativo que serán destinadas las aulas.

#### **2.4.2 Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico se realizó en el terreno donde se localizará el instituto, así como sus cotas de terreno para que cuando se ejecute el proyecto se tenga un dato exacto de las diferencias de nivel existentes.

#### **2.4.3 Cargas**

##### **2.4.3.1 Carga viva**

Las cargas vivas son aquellas fuerzas producidas por mobiliario, materiales y mercancías almacenadas, por maquinas y ocupantes. En nuestro caso la losa tipo monolit esta diseñada para soportar una carga viva de 375 kg/m<sup>2</sup> en aulas y de 500 kg./m<sup>2</sup> en pasillos. Según normas AGIES, Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.



### 2.4.3.2 Carga muerta

Las cargas muertas son todas aquellas cargas que permanecen constantes, inamovibles y permanentes dentro de una estructura. Generalmente están constituidas por el peso de los elementos que integran una estructura, es decir, peso del concreto, madera, mampostería, acabados, etc. Las cargas muertas siempre ejercen una fuerza descendente de manera constante y acumulativa desde la parte más alta del edificio hasta su base.

### 2.4.3.3 Carga de sismo

La corteza terrestre no es estática esta sujeta constantemente a movimientos que se producen por la energía disipada en dicha corteza, la cual provoca ondas y a su vez movimientos en la tierra como lo son temblores y terremotos. Debido a que Guatemala esta catalogada como un país de zona sísmica es necesario involucrar la carga de sismo para el diseño estructural. El método de la SEAOC, Asociación de Ingenieros Estructurales de California, nos permite calcular el corte en la base de una estructura. Las ecuaciones a utilizar son:

$$V = (Z * I * C * K * S) * (W), \quad \frac{F_i = (V - F_t) * W_i * H_i}{\sum W_i * H} \quad F_t = 0.07 * t * V$$

Donde

Z = Constante dependiendo de la zona (Guatemala=1)

I = Coeficiente de ocupación  $1 \geq I \geq 1.5$

C = Coeficiente que depende del periodo de oscilación

K = Coeficiente que depende del tipo de estructura

S = Coeficiente del suelo

W = Peso de la estructura + 25% de la carga viva

Fi = Corte en el nivel i

Ft = Fuerza adicional cúspide, siendo  $(0.07 * T * V)$

WI\*Hi = Integración de cargas de toda la estructura por la altura

H = Altura total del edificio

B = Base paralela al eje x

## **2.4.4 Estudio de Suelos**

### **2.4.4.1 Prueba Triaxial**

Para encontrar el valor soporte del suelo, se realizo una excavación a una profundidad de 1.50 mts de donde se obtuvo una muestra inalterada de 1 pie<sup>3</sup>, se realizo el ensayo de compresión triaxial, mediante la prueba de no consolidado y no drenado, el cual dio los parámetros de corte, con un ángulo de fricción interna de  $\phi = 9.71^\circ$  y carga ultima  $C_u = 1.5 \text{ T/m}^2$ , con la descripción de “Arcilla limo arenosa color café oscuro con presencia de materia vegetal”. Ver anexo.

El método utilizado para el calculo del valor soporte fue el del Dr. Kart Terzaghi, que ha demostrado se lo suficientemente aproximado para todos los casos en el campo de su aplicación practica. La resolución siguiente es para suelo arcilloso.

$\phi$  en radianes

$$\phi_{rad} = \frac{\phi * \pi}{180}$$

$$\phi_{rad} = \frac{9.71 * \pi}{180} = 0.1695$$

Factores de flujo de carga = Nq

$$Nq = \frac{e^{(3/2\pi - \phi_{rad}) * \tan \phi}}{2 \cos^2(45 + \frac{\phi}{2})} \quad Nq = \frac{e^{(3/2\pi - 0.1695) * \tan 9.71}}{2 \cos^2(45 + \frac{9.71}{2})} = 2.69 \text{ Ton/m}^2$$

Factor de flujo de carga ultima = Nc

$$Nc = \cot \phi (Nq - 1) \quad Nc = \cot 9.71 (2.69 - 1) = 9.94 \text{ Ton/m}^2$$

Factor de flujo N $\gamma$

$$N\gamma = 2(Nq + 1) \tan \phi \quad N\gamma = 2(2.69 + 1) \tan 9.71 = 1.26 \text{ Ton/m}^2$$

Pero según Dr. Terzaghi, el valor de N $\gamma$  debe ser 0 para suelos arcillosos, por lo tanto N $\gamma$ =0

Valor Soporte ultimo = Vo

$$Vo = 0.4 * \gamma_{suelo} * B * N\gamma + 1.3 * Cu * Nc + \gamma_{suelo} * D * Nq$$

$$Vo = 0.4 * 1.54 * 1 * 0 + 1.3 * 1.5 * 9.88 + 1.54 * 2 * 2.69 = 27.67 \text{ Ton/m}^2$$

Factor de seguridad (f.s.), depende del suelo en estudio, el cual puede estar entre 1.5 < f.s. < 3, para arcilla se debe usar fs=2

$$Vd = Vo / f.s = 27.67 / 2 = 13.83 \text{ ton / m}^2$$

#### 2.4.4.2 Límites de Atterberg

Las propiedades plásticas de los suelos arcillosos o limosos pueden ser estudiadas aproximadamente por medio de estas pruebas.

El límite líquido es el contenido de agua o % de humedad, tal que, para un material dado, fija la división entre el estado casi líquido y el estado plástico.

El límite plástico es el contenido de agua que limita el estado plástico del estado resistente semi-sólido de un suelo.

Ver anexo.

#### 2.4.5 Diseño Arquitectónico

El espacio educativo que se conoce comúnmente como aula o salón de clases y que tiene que tener una serie de requerimientos, entre los cuales podemos mencionar la capacidad.

Las aulas deben construirse para acomodar como máximo 40 alumnos. La superficie de alumnos depende del nivel educativo como se puede ver en la siguiente tabla:

**Tabla V. Área por alumno**

Nivel	Área por alumno m <sup>2</sup>	
	Óptimo	Mínimo
Primario	1.50	1.25
Medio Básico	1.50	1.30

En la elección del sistema estructural influyen, en la toma de decisión, los factores de resistencia, economía, estética, los materiales disponibles en el lugar y la técnica para realizar la obra. El resultado debe comprender el tipo estructural, formas y dimensiones, los materiales y el proceso de ejecución.

Para este caso, se decidió utilizar un sistema estructural del tipo de marcos dúctiles, con losas prefabricadas y muros tabiques de mampostería de block; además, todo el sistema se construirá en obra usando los métodos tradicionales.

#### **2.4.6 Análisis Estructural**

Análisis estructural es el proceso para determinar las respuestas de la estructura ante las acciones exteriores que puedan afectarla.

Las aulas se diseñaran par un nivel diversificado, utilizando los criterios de áreas por alumno presentados en el cuadro anterior, una aula para una cantidad de 30 alumnos, utilizando un área de 1.30m<sup>2</sup> por alumno se tiene que es de:

$$30 \text{ alumnos} * 1.30 \text{ (área)} = 39 \text{ m}^2$$

Se construirán 4 salones de clase de forma rectangular, de 6.75 metros de largo por 5.85 metros de ancho, el cual da un área de 39.49 m<sup>2</sup> que es mayor que el mínimo. Por ser un clima templado la altura mínima del salón es de 2.40 m, en nuestro caso será de 3.00 metros de piso a cielo.

Ver anexos.

## **2.4.7 Diseño**

### **2.4.7.1 Diseño de techos**

El diseño del techo de la escuela será de tipo losa plana prefabricada tipo vigueta y bovedilla.

Se considera al conjunto de elementos prefabricados de hormigón armado (viguetas) y su sistema de bovedillas de alivianamiento, realizados generalmente en procesos industriales. Destinados a satisfacer similares requerimientos que las losas elaboradas en sitio, y que requieren como complemento, acero de refuerzo para su incorporación estructural a las vigas de hormigón armado ejecutadas en obra y del vertido y compactación del hormigón en obra. Los componentes, son esencialmente:

- Vigueta
- Bovedillas
- Rigidizante

Datos:

- Diseños para carga viva de 200, 375 y 500 Kg./cm<sup>2</sup>
- Longitud de Bastón = luz/4
- Separación de viguetas = 0.60 m (de centro a centro de viguetas)
- Bovedilla = 7.7 unidades x m<sup>2</sup>
- Electromalla de 6 X 6 – 9/9
- Área/12 = cantidad de mallas
- Rigidizante a cada 1.50 m

Solución:

Longitud de bastón =  $3.30 / 4 = 0.82$  m

Bovedilla 1er. nivel =  $7.7$  unidades x  $164.03 \text{ m}^2 = 1263$  bovedillas de 15 cm.

Bovedilla 2do. nivel =  $7.7$  unidades x  $181.58 \text{ m}^2 = 1398$  bovedillas de 10 cm.

Electromallas 1er. nivel =  $164.03 \text{ m}^2 / 12 = 14$  unidades de 9/9

Electromallas 2do. nivel =  $181.58 \text{ m}^2 / 12 = 15$  unidades de 9/9

Rigidizante 1er. nivel a cada 1.50 m = 11 rigidizantes

Rigidizante 2do. nivel a cada 1.50 m = 12 rigidizantes

#### **2.4.7.2      Diseño de vigas**

Las vigas son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de flexión, compresión, tensión y corte. Las vigas de concreto simple son ineficientes como elementos sometidos a flexión debido a que la resistencia a la tensión en flexión es una pequeña fracción de la resistencia a la compresión. En consecuencia, estas vigas fallan en el lado sometido a tensión a cargas bajas mucho antes de que se desarrolle la resistencia completa del concreto en el lado de la compresión. Por esta razón se colocan barras de acero de refuerzo en el lado sometido a tensión, tan cerca como sea posible del extremo de la fibra sometida a tensión, conservando en todo caso una protección adecuada del acero contra el fuego y la corrosión.

En una viga de concreto reforzada, el acero resiste la tensión, mientras que el concreto es capaz de resistir solo la compresión. Los datos necesarios para el diseño son momentos últimos y cortes últimos actuantes que se toman del análisis estructural.

## Análisis de Viga Típica 2

CV: 500 kg/cm<sup>2</sup>

CM: 300 kg/cm<sup>2</sup>

SC: 90 kg/cm<sup>2</sup>

Longitud: 1.40 m

- Carga de Diseño

$$CM(\text{kg/m}) = CM * A_{\text{tributaria}} / \text{Long}$$

$$CM = \frac{0.98 * 300}{1.40} + 0.30 * 0.45 * 2400 + 1.40 * 150 \frac{0.98 * 90}{1.40} = 807 \text{ kg/m}$$

$$CV(\text{kg/m}) = CV * A_{\text{tributaria}} / \text{Long}$$

$$CV = \frac{0.98 * 500}{1.40} = 350 \text{ kg/m}$$

- Área de acero

$$\begin{aligned} As_{\text{min}} &= (14.1/f_y) * b * d & \text{cm}^2 \\ As_{\text{min}} &= 6.17 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} As_{\text{max}} &= 0.5 \rho b * b * d \\ As_{\text{max}} &= 22.755 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$As = (0.85 * f_c) / f_y * (b * d - ((b * d)^2 - ((\mu * b)) / (0.003825 * f_c))^{(1/2)})$$

fc=	210	As(+)=	2.0224 cm <sup>2</sup>
fy=	2810	As(-)=	0.0000 cm <sup>2</sup>
b=	30	As(-)=	8.5334 cm <sup>2</sup>
d=	41		
m(+)=	2069.85		
m(-)=	0.00		



$$m(-) = 8365.03$$

Cama Superior 33% As(-) o Asmin

$$33\%As(-) = 2.82 \text{ cm}^2$$

$$Asmin = 6.17 \text{ cm}^2$$

$$3 \text{ No.6} = 8.55 \text{ cm}^2 \text{ corrido}$$

Cama Inferior 50% As(+) o 50% As(-) o Asmin

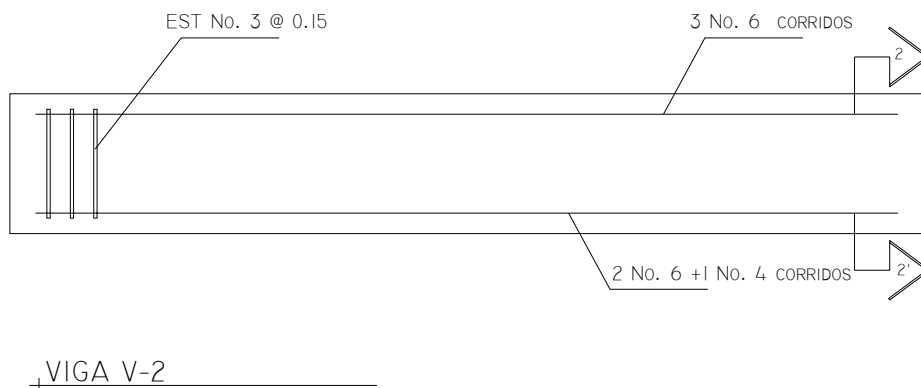
$$50\% As(-) = 4.27 \text{ cm}^2$$

$$50\% As(+) = 1.01 \text{ cm}^2$$

$$Asmin = 6.17 \text{ cm}^2$$

$$2 \text{ No.6} + 1 \text{ No. 4} = 6.97 \text{ cm}^2 \text{ corrido}$$

**Figura 1. Viga V-2**



**Acero Transversal (estribos):** El diseño por cortante es importante en las estructuras de concreto, debido a que la resistencia del concreto a corte es considerablemente menor que la de compresión. Por ello, los objetivos de colocar acero transversal son: por armado, manteniendo el refuerzo longitudinal en la posición deseada y para contrarrestar los esfuerzos de corte; esto último en caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir esta función.

Refuerzo a corte por cortante directo

Esfuerzo de corte resistente del concreto

$$V_{cm} = \phi * 0.53 * ((f_c)^{1/2}) * b * d$$

$$\phi = 0.85$$

$$f_c = 210$$

$$b = 30$$

$$d = 41$$

$$V_{cm} = 8029.89 \quad \text{kg/cm}^2$$

$$V_u = 10730.91$$

$$V_s = V_u - V_{cm}$$

$$V_u = 10730.91$$

$$V_s = 2701.02$$

$$V_{cm} = 8029.89$$

Espaciamiento en el corte máximo actuante

$$S = \frac{2 * A_v * f_y * d}{V_s}$$

$$A_v = 0.71$$

$$f_y = 2810$$

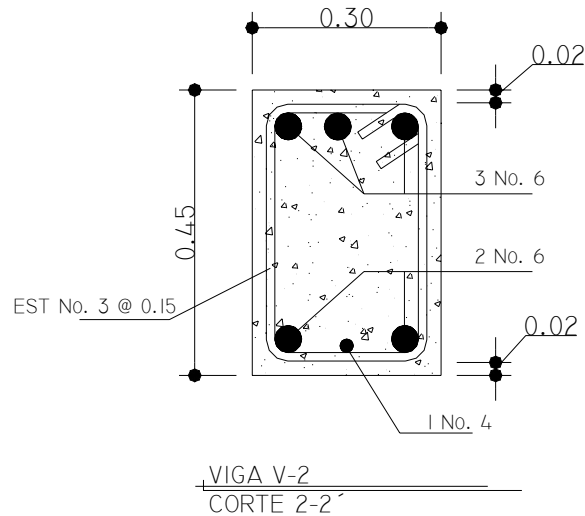
$$d = 41$$

$$V_u = 10730.91$$

$$S = 15.25 \quad \text{cm}$$

Estribos No. 3 @ 0.15m

**Figura 2. Corte viga V-2**



### 2.4.7.3 Diseño de columnas

Las columnas se definen como elementos estructurales que sostienen principalmente cargas a compresión. En general, las columnas también soportan momentos flectores con respecto a uno o a los dos ejes de la sección transversal y esta acción de flexión puede producir fuerzas de tensión sobre una parte de la sección transversal. Aun en estos casos, se hace referencia a las columnas como elementos a compresión puesto que las fuerzas de compresión dominan su comportamiento.

El refuerzo principal en las columnas, es longitudinal, paralelo a la dirección de la carga. La relación del área de acero longitudinal  $A_s$  al área de la sección transversal bruta de concreto  $A_g$  esta en el intervalo de 1% a 8% conforme al código ACI del año 99, sección 10.9.1.

El límite inferior es necesario para garantizar una resistencia a momentos flectores no tenidos en cuenta en el análisis y para reducir los efectos del flujo plástico y de la retracción de fraguado del concreto sometido a compresión sostenida. Relaciones mayores al 8% no son solamente antieconómicas, sino que producen dificultades relacionadas con la congestión del refuerzo, en particular en las zonas de empalme de acero.

Según el código ACI del año 99, sección 10.9.2, se requiere un mínimo de cuatro barras longitudinales cuando estas están encerradas por estribos regularmente espaciados y un mínimo de seis, cuando las barras longitudinales están encerradas por una espiral continua.

Para el diseño, la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna, esta carga se determina por áreas tributarias.

Para este caso, se diseña por cada nivel únicamente las columnas críticas, o sea las que están sometidas a mayores esfuerzos. El diseño resultante para cada columna es aplicado a todas las columnas del nivel respectivo.

$$A_{smin} = 0.01(30 \times 30) = 9 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 0.08(30 \times 30) = 72 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0.02(30 \times 30) = 18 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armado Propuesto: } 8 \text{ No. } 6 = 8 \times 2.85 = 22.80 \text{ cm}^2$$

$$P_u = 0.80 \times 0.70 \times (0.85f'_c(A_g - A_s) + A_s f_y)$$

$$P_u = 0.80 \times 0.70 \times (0.85(210)(900 - 22.80) + 22.80(2810))$$

Carga que resiste la columna:

$$P_u = 123,562.99 \text{ Kg.}$$

Carga que actúa en la columna:

$$P_u' = 78,046.40 \text{ Kg.}$$

Como  $P_u > P_u'$  el armado propuesto si resiste las cargas aplicadas, si no fuera así, se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla con la condición.

### **Refuerzo Transversal (Estribos):**

Según el ACI 318-99 capítulo 2, definiciones, un estribo es una armadura empleada para resistir esfuerzos de corte y de torsión en un elemento estructural; por lo general barras, alambres o malla electro soldada de alambre ya sea sin dobleces o doblados en forma de L, de U o formas rectangulares y situados perpendicularmente o en ángulo con respecto a la armadura longitudinal.

Después de calcular el acero longitudinal de las columnas, es necesario proveer refuerzo transversal por medio de estribos o zunchos para resistir los esfuerzos de corte y/o por armado. Por otro lado en zonas sísmicas, como en Guatemala se debe proveer suficiente ductilidad a las columnas, esto se logra por medio del confinamiento del refuerzo transversal en los extremos de la misma.

Refuerzo a corte por cortante directo

Esfuerzo de corte resistente del concreto

$$V_{cm} = \phi * 0.53 * (f_c)^{1/2} * b * d$$

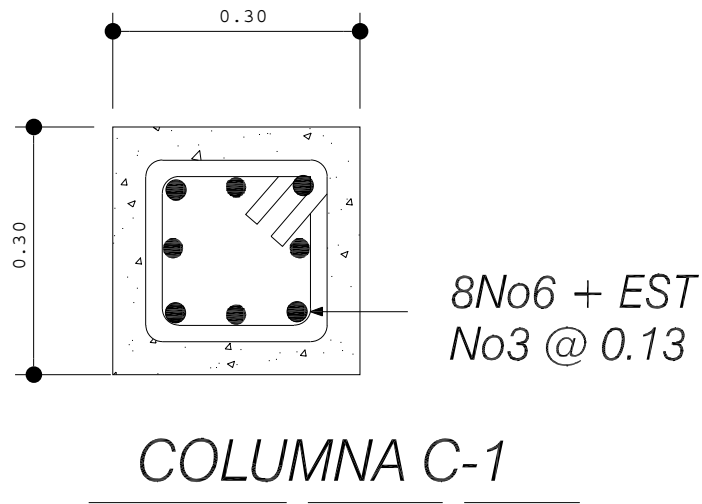
$\phi =$	0.85		
$f_c =$	210		
$b =$	30	$V_{cm} =$	5287.98 kg/cm <sup>2</sup>
$d =$	27		

$$V_u = 3499.45$$

Como  $V_{cm} > V_u$  estribos a  $S = d/2$

Estribos No. 3 @ 0.13m

**Figura 3. Corte columna C-1**



#### **2.4.7.4 Diseño de cimientos**

Cimiento es aquella parte de la estructura que se coloca generalmente por debajo de la superficie del terreno y que transmite las cargas al suelo o rocas subyacentes. Los dos requisitos esenciales en el diseño de cimentaciones son: que el asentamiento total de la estructura este limitado a una cantidad tolerablemente pequeña y que en lo posible, el asentamiento diferencial de las distintas partes de la estructura se elimine.

Para limitar los asentamientos de la manera indicada es necesario:

- Transmitir la carga de la estructura hasta un estrato de suelo que tenga la resistencia suficiente.
- Distribuir la carga sobre un área suficientemente grande de este estrato para minimizar las presiones de contacto.

## Zapata tipo 2

Las zapatas para columnas individuales son por lo general cuadradas, algunas veces rectangulares y representan el tipo de cimentación mas sencillo y económico.

### Diseño de Zapatas Tipo 2

Mux=	4.41 Ton	Pu=	60.15 Ton
Muy=	7.07 Ton	FCU=	1.6
V.S=	18 Ton/m <sup>2</sup>	g <sub>suelo</sub> =	1 Ton/m <sup>3</sup>

### Cargas de Trabajo

$$PT=Pu/FCU \quad MX= Mux/FCU \quad MY= Muy/FCU$$

PT=	37.60
MX=	2.76
MY=	4.42

### Predimensionamiento

$$A_{zapata} = (1.5*PT/VS)^{(1/2)}$$

A <sub>zapata</sub> =	1.77	Propongo=	2.40 X 2.40
-----------------------	------	-----------	-------------

### Chequeo de presión sobre el suelo

$$S_x=S_y= 1/6*a*b$$

S <sub>x</sub> =	0.96
S <sub>y</sub> =	0.96

$$P_a = P_T + P_{col} * P_{zap} + P_{suelo}$$

$$P_{col} = (a * b) * h_{col} * g_{concreto}$$

$$P_{col} = 0.96 \text{ ton}$$

$$P_{zap} = (a * b) * t * g_{concreto} \quad t = 0.51 \quad d = 0.43$$

$$P_{zap} = 7.05024 \text{ ton} \quad rec = 0.08$$

$$P_{suelo} = (a * b) * h_{cim} * g_{suelo}$$

$$P_{suelo} = 13.824 \text{ ton}$$

$$P_a = 59.43 \text{ ton}$$

$$P = P_a / A + M_x / S_1 + M_y / S_2$$

$$P(+)= 17.79 < 18 \quad \text{si cumple}$$

$$P = P_a / A - M_x / S_1 - M_y / S_2$$

$$P(-)= 2.84 > 0 \quad \text{si cumple}$$

### Chequeo por Corte Simple

$$W_u = P(+)*FCU$$

$$W_u = 28.47$$

$$V_a = W_u * (b/2 - x/2 - d)$$

$$V_a = 42.36$$

$$V_r = 0.85 * 0.53 * (f_c)^{1/2} * (h * d / 1000)$$

$$V_r = 67.37 \quad V_a < V_r \quad \text{si cumple}$$

### Chequeo por Corte Punzonante

$$V_p = W_u * (b * h - (x+d) * (y+d))$$

$$V_p = 161.30$$

$$V_r = (0.85 * 1.07 * (f_c)^{1/2} * (2 * (x+d) + 2 * (y+d)) * d) / 1000 \quad x, y, d \text{ en cm}$$

$$V_r = 165.49$$

como  $V_p < V_r$  si cumple



## Diseño de Refuerzo

$$L1 = (a - col) / 2$$

$$L1 = 1.05$$

$$L2 = (b - col) / 2$$

$$L2 = 1.05$$

### *Momento Ultimo*

$$Mu = Wu * L1^2 / 2$$

$$Mu = 15693.53 \text{ kg-m}$$

$$As = \frac{(0.85 * fc) / fy * (b * d - ((b * d)^2 - (mu * b)) / (0.003825 * fc))^{(1/2)}}{fy}$$

$$fc = 210$$

$$fy = 2810 \quad As(+) = 16.4580 \text{ cm}^2$$

$$b = 100$$

$$d = 39$$

$$Mu = 15693.53$$

$$As_{min} = (14.1 / fy) * b * d$$

$$As_{min} = 19.57 \text{ cm}^2$$

$$\text{Varilla por eje} = As / A_{\text{varilla}}$$

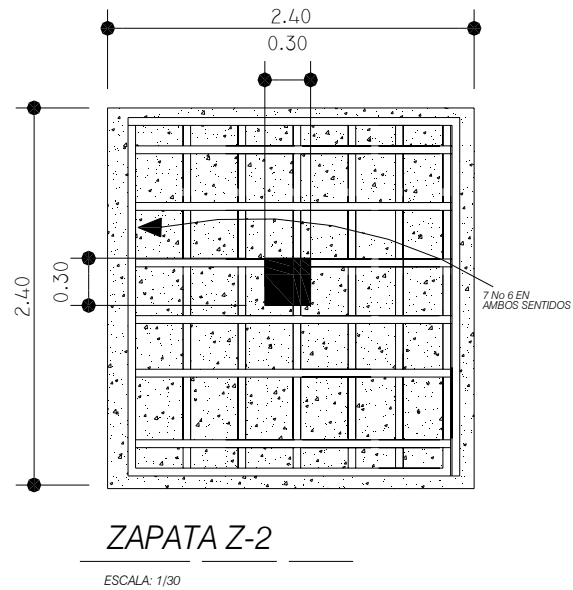
$$\text{Varilla por}$$

$$\text{eje} = 6.87 \quad 7 \text{ No. 6}$$

$$S = (b - rec) / (\text{var por eje})$$

$$S = 13.39847 \quad S = 13 \text{ cm (espaciamiento entre varillas)}$$

**Figura 4. Zapata Z-2**



### 2.4.8 Planos

Ver anexos.

### 2.4.9 Cuantificación de materiales y mano de obra

Se integró el costo de materiales, del instituto, el precio de estos materiales se obtuvo del listado de precios del lugar. Se integró un 5% de imprevistos, calculado sobre el costo directo de construcción, y para la mano de obra se integró, por medio del precios unitarios, con maestros de obra.

## 2.4.10 Presupuesto del proyecto

**Tabla VI. Presupuesto**

**PROYECTO:**

INSTITUTO DE EDUCACION BASICA POR COOPERATIVA EN ALDEA DON GREGORIO

Costo Directo	Q622,969.36	\$93,398.70
Transporte 5%	Q31,148.47	\$4,061.08
Imprevistos de Construcción 5%	Q32,705.89	\$4,264.13
Gastos Administrativos 10%	Q68,682.37	\$5,984.68
Utilidad 15%	Q108,420.03	\$14,135.59
<b>Valor Total Por Administración</b>	<b>Q863,926.13</b>	<b>\$112,637.04</b>

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
LIMPIEZA	M2	313.85	15.45	Q4,848.73
TRAZO Y ESTAQUEADO	ML	140.10	16.54	Q2,317.25
EXCAVACIÓN ESTRUCTURAL	M3	98.50	44.39	Q4,372.42
RELLENO ESTRUCTURAL	M3	73.00	48.56	Q3,544.52
CIMIENTO CORRIDO	ML	100.95	134.70	Q13,597.78
ZAPATA TIPO 1	U	16.00	2,707.75	Q43,324.04
ZAPATA TIPO 2	U	8.00	3,052.25	Q24,418.04
SOLERA DE HUMEDAD	ML	100.95	80.30	Q8,106.11
SOLERA DE CORONA	ML	201.90	80.30	Q16,212.21
SOLERA INTERMEDIA CON BLOCK U	ML	325.50	46.34	Q15,082.05
SOLERA INTERMEDIA	ML	35.00	43.34	Q1,516.88
LEVANTADO DE BLOCK 0.15	M2	528.00	99.22	Q52,389.44
LEVANTADO DE BLOCK DE 0.10	M2	28.94	93.00	Q2,691.35
VIGA 1	ML	77.35	212.58	Q16,442.86
VIGA 2	ML	113.10	246.54	Q27,883.13
VIGA 3	ML	46.80	276.37	Q12,934.33
VIGA 4	ML	11.20	289.81	Q3,245.83
VIGA 5	ML	11.85	241.79	Q2,865.24
COLUMNA 1	ML	106.80	217.70	Q23,250.21
COLUMNA 2	ML	82.80	897.41	Q74,305.51
COLUMNA 3	ML	144.90	168.89	Q24,472.85
COLUMNA 4	ML	110.40	114.54	Q12,645.33
LOSA DE ENTREPISO	Global	1.00	17,523.22	Q17,523.22
LOSA 2do. NIVEL	Global	1.00	17,261.80	Q17,261.80
CERNIDO CIELO	M2	364.00	34.01	Q12,379.64
GRADAS	Global	1.00	12,000.00	Q12,000.00
PISO	M2	364.00	135.30	Q49,249.20
PUERTA DE METAL CHAPA YALE	U	11.00	1,300.00	Q14,300.00

PUERTA DE MADERA	U	10.00	900.00	Q9,000.00
MARCO DE HIERRO MAS VIDRIO	M2	87.00	400.00	Q34,800.00
RED DE AGUA POTABLE	Global	1.00	849.59	Q849.59
RED DE DRENAJES	Global	1.00	2,220.81	Q2,220.81
INODOROS	U	16.00	800.00	Q12,800.00
LAVAMANOS	U	8.00	650.00	Q5,200.00
MINGITORIO	U	4.00	1,250.00	Q5,000.00
LAMPARAS FLUOR. 2 TUBO	U	42.00	480.98	Q20,201.29
TOMACORRIENTE DOBLE 120 V	U	12.00	334.81	Q4,017.71
PIZARRON	U	4.00	1,300.00	Q5,200.00
BARANDA DE METAL	ML	30.00	350.00	Q10,500.00

Cambio del día: Q7.67

#### **2.4.11 Cronograma de ejecución**

Ver Anexos.

## CONCLUSIONES

1. El caudal total de la fuente es de dos litros/segundo, el cual es suficiente para abastecer al total de beneficiarios del proyecto, con una dotación de 65 litros/habitante/día, para un período de diseño de cinco años, aunque el INFOM establece que el período mínimo de diseño para línea de conducción es de 20 años, este sistema se diseñó para este tiempo debido a que una persona de la comunidad regaló el manantial y los miembros del COCODE se comprometieron a conseguir que les donaran parte de la tubería, además de que ya existe una línea de conducción y ésta sólo será una línea alterna para satisfacer los caudales en verano.
2. Debe complementarse el caudal para poder satisfacer más adelante las necesidades de agua que se puedan presentar en el futuro.
3. El sistema de agua potable para la comunidad de la aldea El Teocinte será por gravedad, con tubería de cloruro de polivinilo PVC bajo las denominaciones SDR 17, presión de trabajo 250 PSI(175mca) y SDR 32.5 presión de trabajo 125 PSI (88mca) .
4. El proyecto de introducción de agua, desde el punto de vista financiero, no es viable ya que en el tiempo de vida que tiene el proyecto no se recuperará el dinero

de la inversión, sin embargo, los beneficios sociales son de gran magnitud, pero muy difíciles de cuantificar en términos monetarios.

5. Como el área del terreno no tiene las dimensiones adecuadas para diseñar la escuela en una sola planta, fue necesario diseñarla de dos niveles con las dimensiones y normas óptimas para cada aula.
6. Se diseñó dicho proyecto con el método de losa prefabricada, el cual es avanzado y moderno, y se logra tener una buena calidad de obra.

## **RECOMENDACIONES**

1. Legalizar las fuentes de agua y los derechos de pasos, para que no existan conflictos durante la ejecución del proyecto.
2. Al entrar en funcionamiento el sistema de agua potable, darle el mantenimiento adecuado (abrir las válvulas de limpieza para evitar los sedimentos existentes, observar que no hayan fugas o daños causados por deterioro o accidentes, realizar inspecciones periódicas en el tanque, etc.) para garantizar así, la vida del proyecto.
3. Construir el proyecto basándose en los planos respectivos, sin alterar las especificaciones de los materiales de construcción y de la tubería propuesta.
4. Que los materiales de las losas sean de tipo vigueta y bovedilla acorde a los planos y especificaciones.
5. Contratar a un ingeniero civil residente para la supervisión de cada uno de los proyectos con lo que se garantice la aplicación de especificaciones y normas de diseño contenidas en los planos.





## BIBLIOGRAFÍA

1. Quevedo Monterroso, Emilio Alberto. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el Caserío Llano de la Puerta, San Pedro Pinula, Jalapa. Trabajo de graduación, Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002.
2. Chay Medrano, Héctor Henry. Planificación y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea Santa Avelina y de la escuela de la aldea San Felipe Chenlá, del municipio de San Juan Cotzal, Departamento del Quiché. Trabajo de Graduación, Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001.
3. Estudio realizado por **Asociación Pro Agua del Pueblo**. Diseño del sistema de agua potable de el Cantón Centinela, Barillas, Huehuetenango. 2001.



# ANEXOS


Figura 5. Examen bacteriológico



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

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 19313		INF. No. A-194288	
INTERESADO	<u>Facultad de Ingeniería</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Jessica Torres</u>	DEPENDENCIA:	<u>U S A C</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Aldea El Teocinte</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2005-10-02: 09 h 30 min.</u>
FUENTE:	<u>Nacimiento</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2005-10-03: 08 h 45 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>Santa Cruz Naranjo</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Santa Rosa</u>		
SABOR:	<u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>clara</u>	CLORO RESIDUAL	<u>----</u>
OLOR:	<u>inodora</u>		
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10.00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+----
01.00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+----
00.10 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+----
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		> 1 600	9
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 20 <sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
CONCLUSION Bacteriológicamente <b>CLASIFICACIÓN I</b> . 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, 2005-10-13			
Vo.Bo. Ing. César Alfonso García Guerra DIRECTOR CII / USAC			

Figura 6. Análisis físico químico sanitario



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

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO				INF. No. 22085	
O.T. No. 19313					
INTERESADO:	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	PROYECTO:	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>		
RECIBIDA POR:	Jessica Torres	DEPENDENCIA:	U.S.A.C.		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Aldea El Teocinte Sta. Cruz Naranjo	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2005-10-02; 09 h 30 min.		
FUENTE:	Nacimiento	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2005-10-03; 08 h 45 min.		
MUNICIPIO:	Santa Cruz Naranjo	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Con refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Santa Rosa				
RESULTADOS					
1 ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) -- ° C	
2. COLOR:	04.00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	
3. TURBIEDAD:	02.84 UNT	6.POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH):	07,70 unidades	246,00 µmhos/cm	
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,20	6. CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )	12,00	11. SOLIDOS TOTALES	151,00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,00	7. FLUORUROS ( F <sup>-</sup> )	00,33	12. SOLIDOS VOLÁTILES	13,00
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	07,48	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	06,00	13. SOLIDOS FIJOS	138,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,07	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	03,00
5. MANGANESO (Mn)	----	10. DUREZA TOTAL	106,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	130,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L.	CARBONATOS mg/L.	BICARBONATOS mg/L.	ALCALINIDAD TOTAL mg/L.		
00,00	00,00	112,00	112,00		

OTRAS DETERMINACIONES \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química los resultados obtenidos en la muestra de agua analizada cumple con las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 20<sup>th</sup> EDITION 2000, NORMA COGUANOR NGO-4-010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 ( AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS). GUATEMALA.

Guatemala, 2005-10-17

Vo.Bo  
 Ing. César Alfonso García Guerra  
 DIRECTOR CIUSAC



*[Signature]*  
 ZELINDA BUCHI TORRES  
 Ing. Química Cel. 1 420  
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria

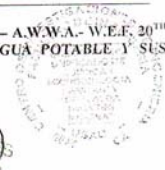


Figura 7. Ensayo de compresión triaxial

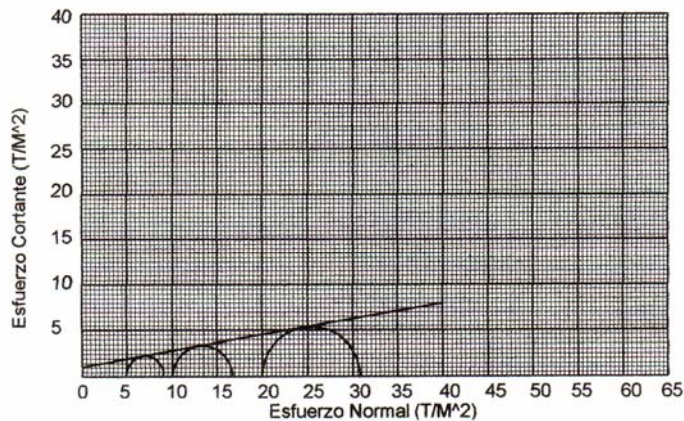


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 278 S.S. O.T.No.: 19.333  
 INTERESADO: Jessica Janeth Torres Morales  
 PROYECTO: Trabajo de Graduación EPS  
 UBICACION: Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa FECHA: 10 de octubre de 2005  
 Pozo No.: 1 Profundidad: 1,5 mts.



PARAMETROS DE CORTE:  $\phi = 9,71^\circ$ ,  $C_u = 1,5 \text{ T/M}^2$   
 TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.  
 DESCRIPCION DEL SUELO: Arcilla limo arenosa color café oscuro con presencia de materia vegetal  
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"  
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL $\sigma_3$ (T/m <sup>2</sup> )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA $q$ (T/m <sup>2</sup> )	3,97	6,74	10,81
PRESION INTERSTICIAL $u$ (T/m <sup>2</sup> )			
DEFORMACION EN ROTURA $Er$ (%)	3,5	6,0	8,5
DENSIDAD SECA (T/m <sup>3</sup> )	1,54	1,54	1,54
HUMEDAD (%H)	25,8	25,8	25,8

Vo. Bo.   
 Ing. Cesar Alfonso Garcia Guerra  
 DIRECTOR CII/USAC



  
 Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC  
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
 Telefono directo 476-3992, Planta 443-9500 Ext. 1502, FAX: 476-3993  
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Figura 8. Ensayo de proctor



SOLEL BONEH INTERNATIONAL LIMITED.

PROYECTO: C - A 2W TIQUISATE



PROCTOR

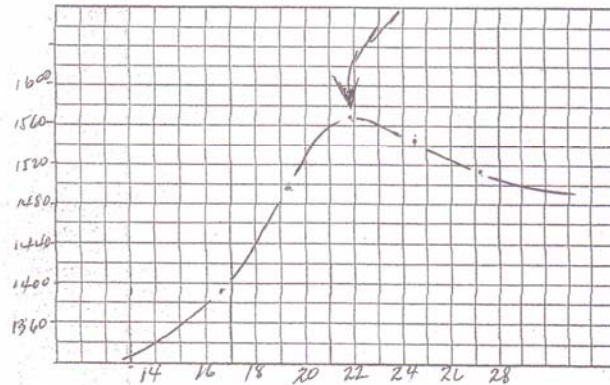
PROYECTO:	FECHA: 22 Agosto 05
ESTACION	No. DE REGISTRO DE LAB.
CLASE DE MATERIAL	No. DE REGISTRO DE LAB.

P.B	TARA	P.N.	VOL.CIL	P.U.H.	TARRO	P.B.H.	P.B.S.	TARA	DIF.	P.N.S.	% HUM.	P.U.S
5.269	4234	1530	0.924	1671	1	77.77	75.00	61.1	2.77	16.67	16.6	1390
5.924	/	1683	/	1785	2	81.15	77.30	60.55	3.95	20.60	19.2	1497
6.042	/	1803	/	1910	1	81.26	76.85	61.1	4.41	20.16	21.0	1567
6.052	/	1813	/	1921	2	79.47	77.83	60.85	4.44	18.92	24.5	1543
6.057	/	1820	/	1928	1	78.55	73.80	61.1	4.75	17.45	27.2	1514

P. U. S. MAXIMO : 1567 KG/M3  
 P. U. S. MAXIMO : 97.8 LB/PS  
 % HUM. OPT. : 21.9

TIPO DE PROCTOR M100 T180  
 No. DE CILINDRO 1  
 CANT. DE MAT. 2 VOL.  
 AGUA INICIAL  
 SEGUIDO CON 100

OBSERVACIONES



EFFECTUO	REVISO	SUPERVISO
<i>[Signature]</i>		

Figura 9. Limites de Atterberg



**SBBB** **Bolivia** **International** **Inc.**

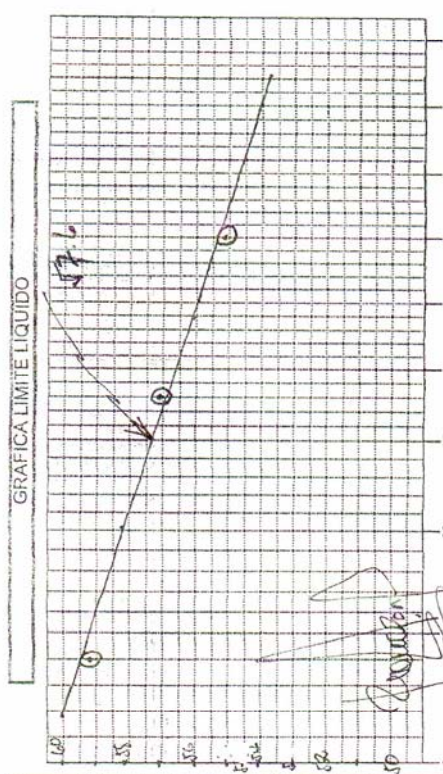
LIMITES DE CONSISTENCIA  
AASHTO DESIGNATION T - 89 & T - 90

Proyecto	RIO BRAVO - TIQUISATE	Clase de material	
No. De ensayo		Tramo	
Interesado		Fecha	24 Agosto/65

LIMITE LIQUIDO		
TARRO	1	2
P.B.H.	80.35	88.95
P.B.S.	73.51	73.45
TARA	6.11	6.55
F.N.S.	12.41	14.28
DIF.	6.84	8.15
% HUM.	55.1	52.2
No. PROM.	40	28

LIMITE PLASTICO		
TARRO	1	2
P.B.H.	64.39	64.49
P.B.S.	63.20	63.25
TARA	6.58	6.33
P.N.S.	2.82	2.82
DIF.	1.19	1.24
% HUM.	48.198	42.446
No. PROM.	42.3	



INDICE PLASTICO	CLASIFICACION	OBSERVACIONES	EFFECTUO
L.L. 57.6			R. H. G. S. U. T. 2.2. P.
L.P. 12.3			REVISO
I.P. 45.3			



Figura 10. Diagrama de momentos B

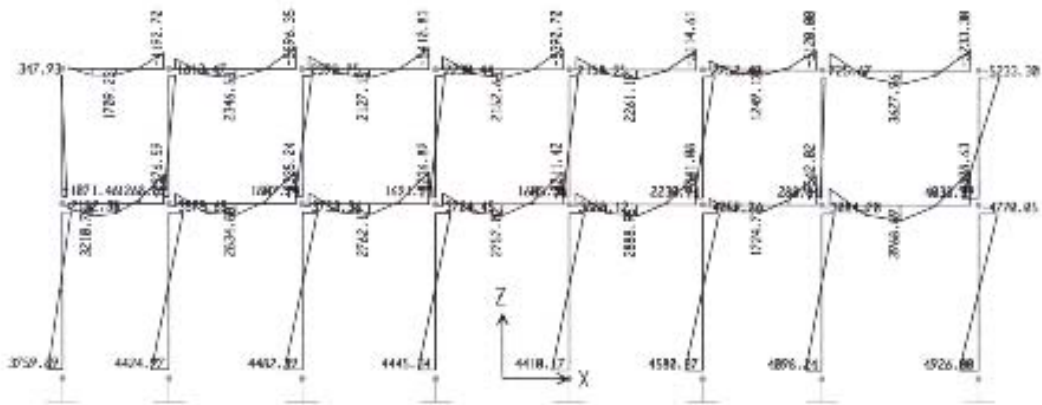


Figura 11. Diagrama de corte B

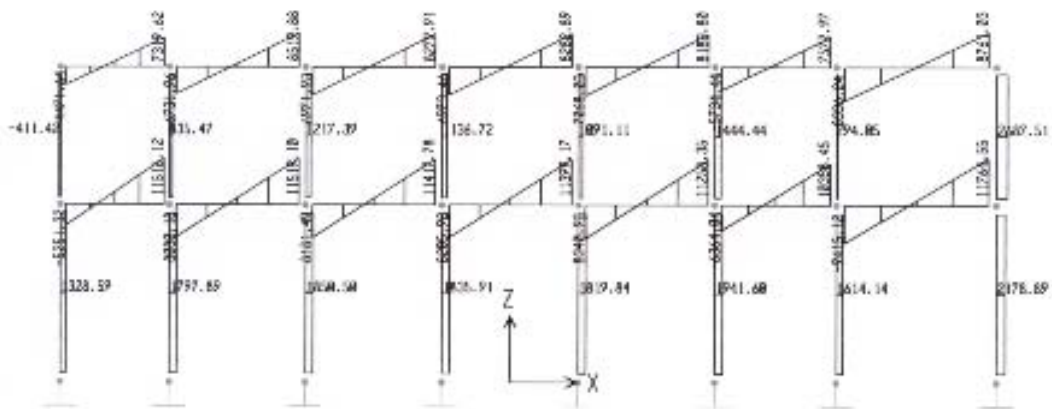


Figura 12. Diagrama de fuerza axial B



Figura 13. Diagrama de momentos F2

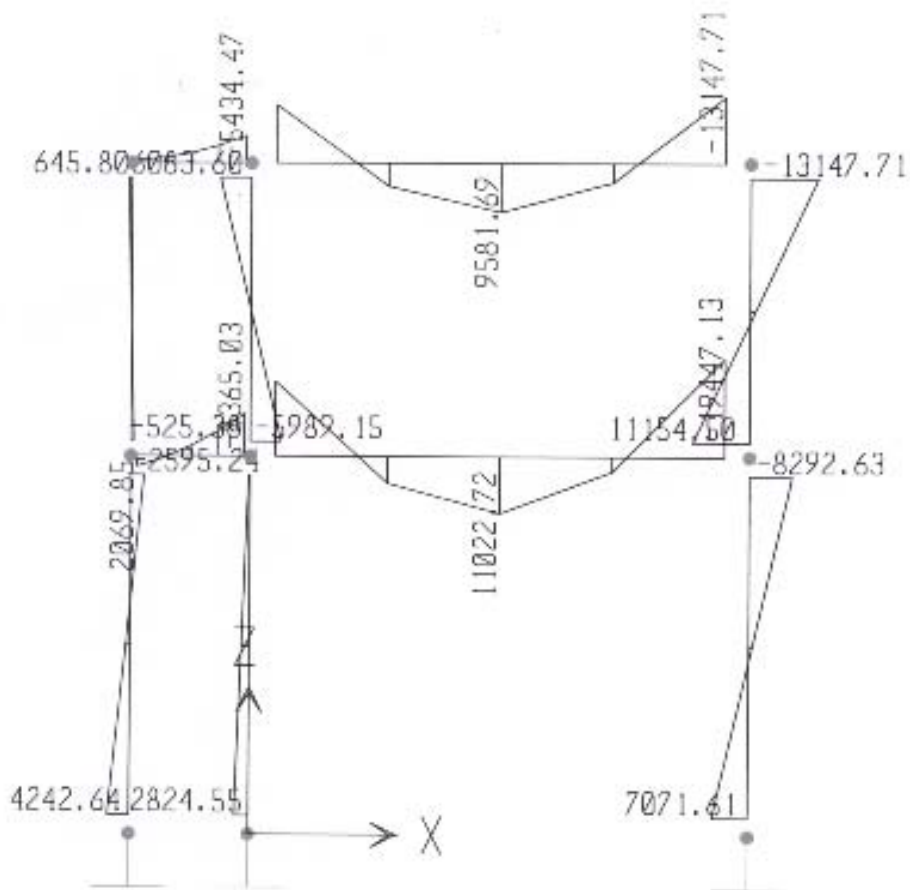


Figura 14. Diagrama de corte F2

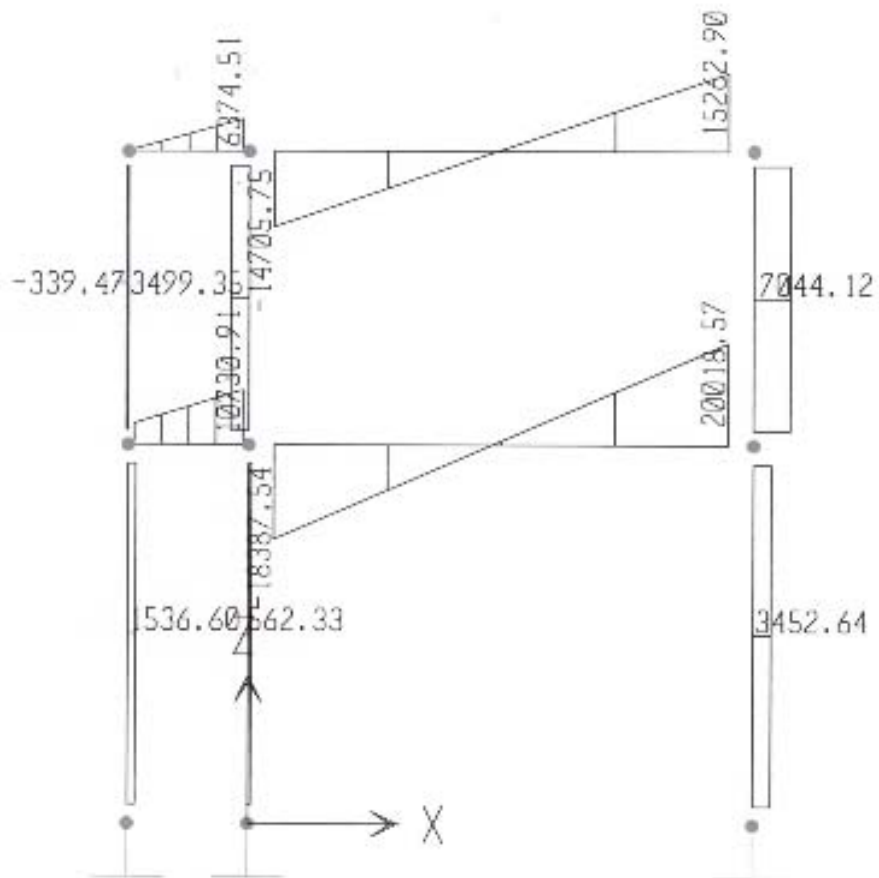


Figura 15. Diagrama de fuerza axial F2

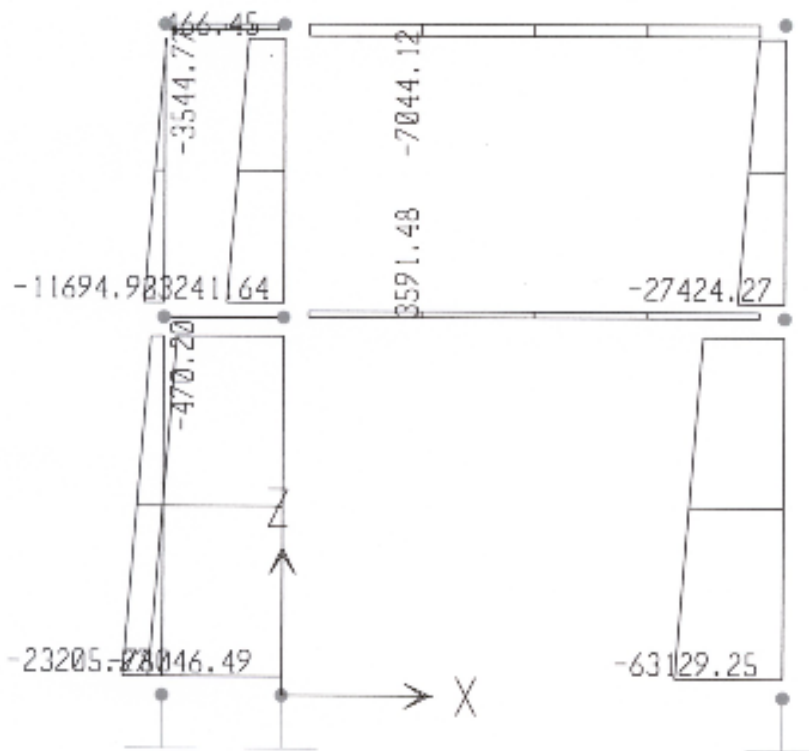


Figura 16. Cronograma de ejecución

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN  
INSTITUTO DE EDUCACIÓN  
BÁSICA ALDEA DON  
GREGORIO

No.	ACTIVIDAD	MES 1			MES 2			MES 3			MES 4			MES 5			MES 6			MES 7			MES 8		
1	Limpieza	■																							
2	Trazo y estaqueado		■																						
3	Excavación estructural			■																					
4	Relleno estructural					■	■																		
5	Cimientos y zapatas			■	■	■	■																		
6	Mampostería					■	■	■	■			■	■	■	■										
7	Vigas							■	■		■	■		■	■										
8	Losas								■	■	■	■			■	■	■								
9	Cernido cielo														■	■						■	■		
10	Gradas								■	■															
11	Piso															■	■						■	■	
12	Puertas, barandas y ventanas												■	■						■	■	■			
13	Agua potable y drenajes				■	■				■	■						■	■			■	■		■	
14	Electricidad				■	■				■	■						■	■			■	■		■	

Figura 17. Plano de planta general de diseño línea de conducción

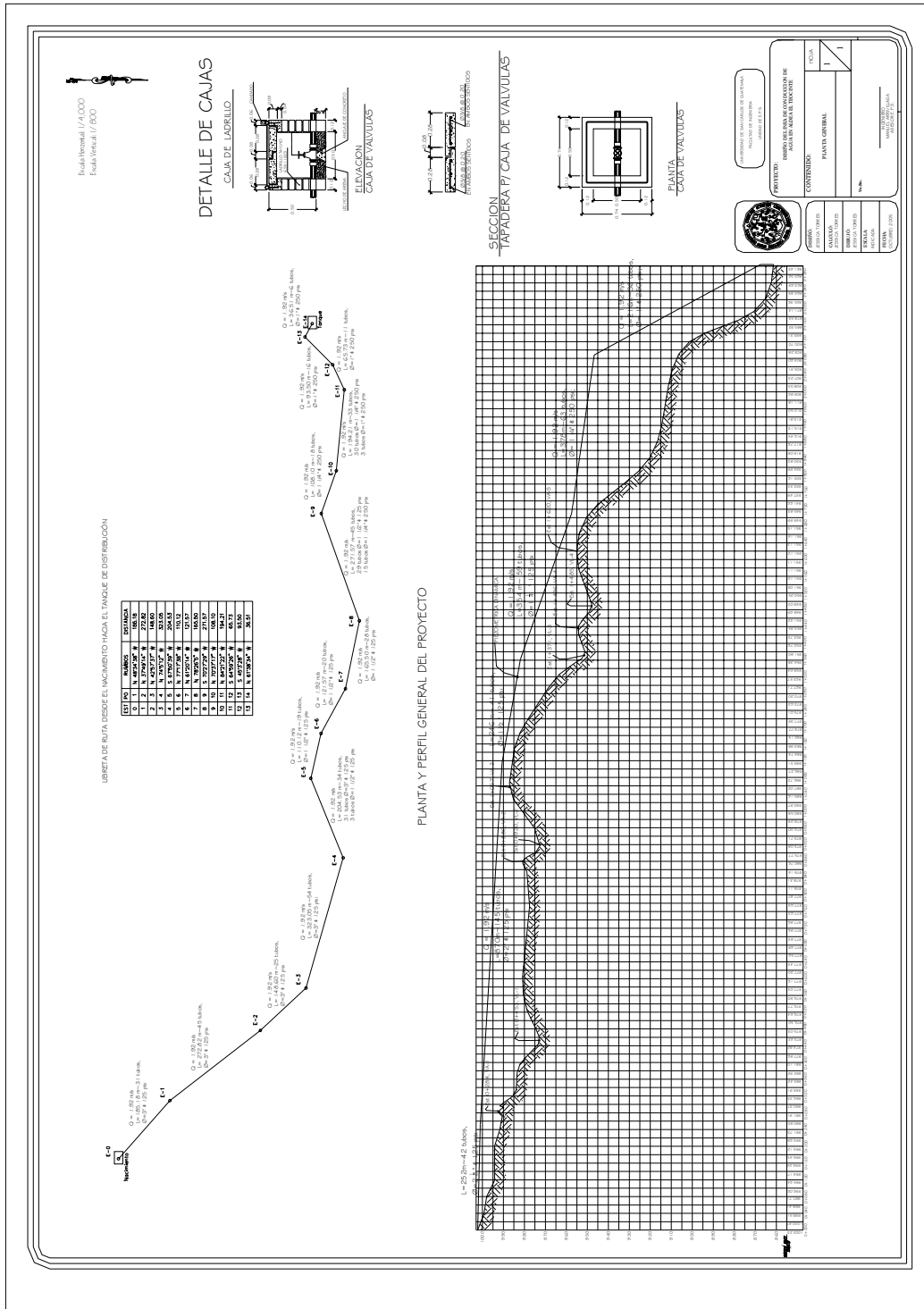




Figura 18. Planta amoblada y fachadas

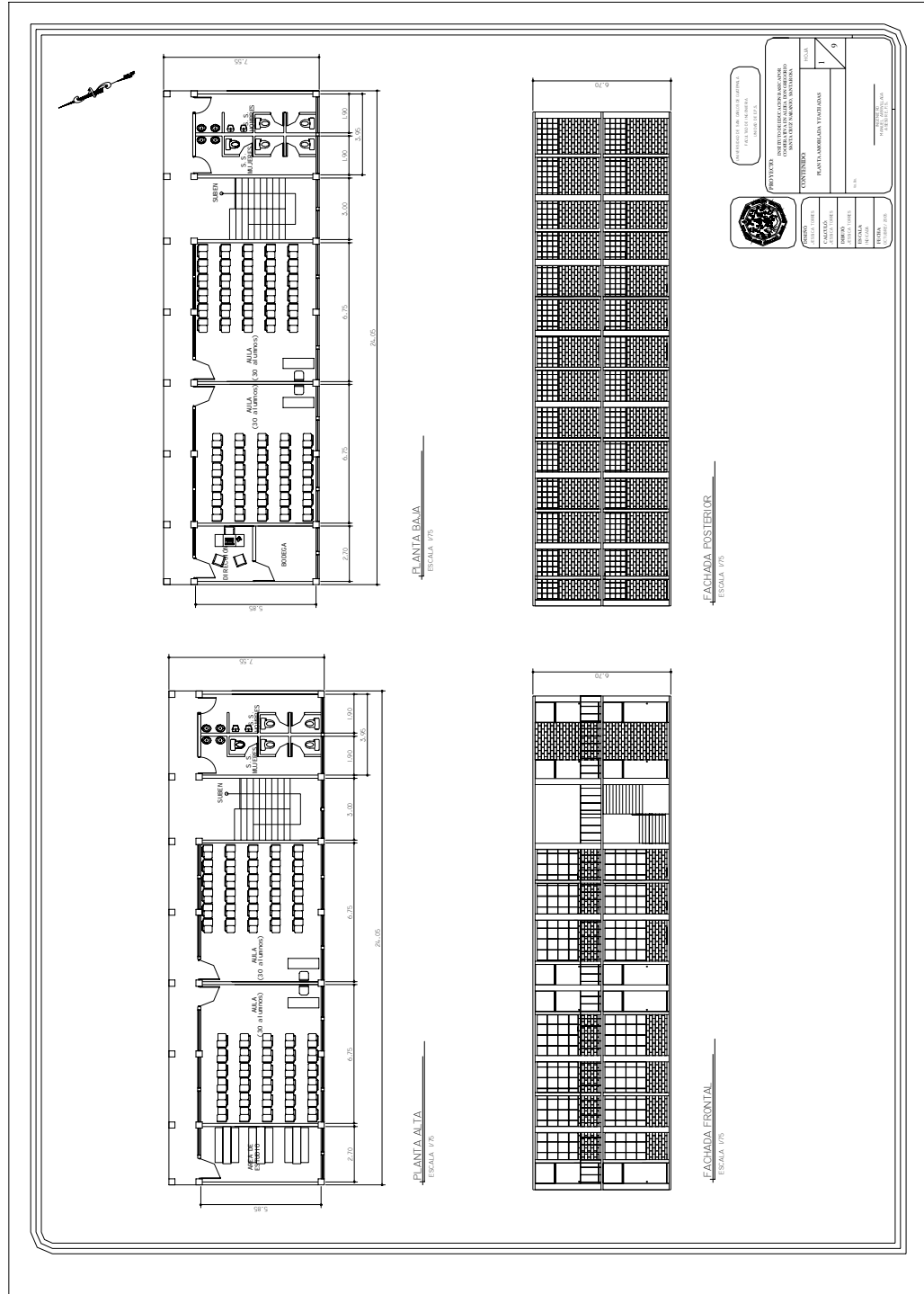


Figura 19. Planta acotada

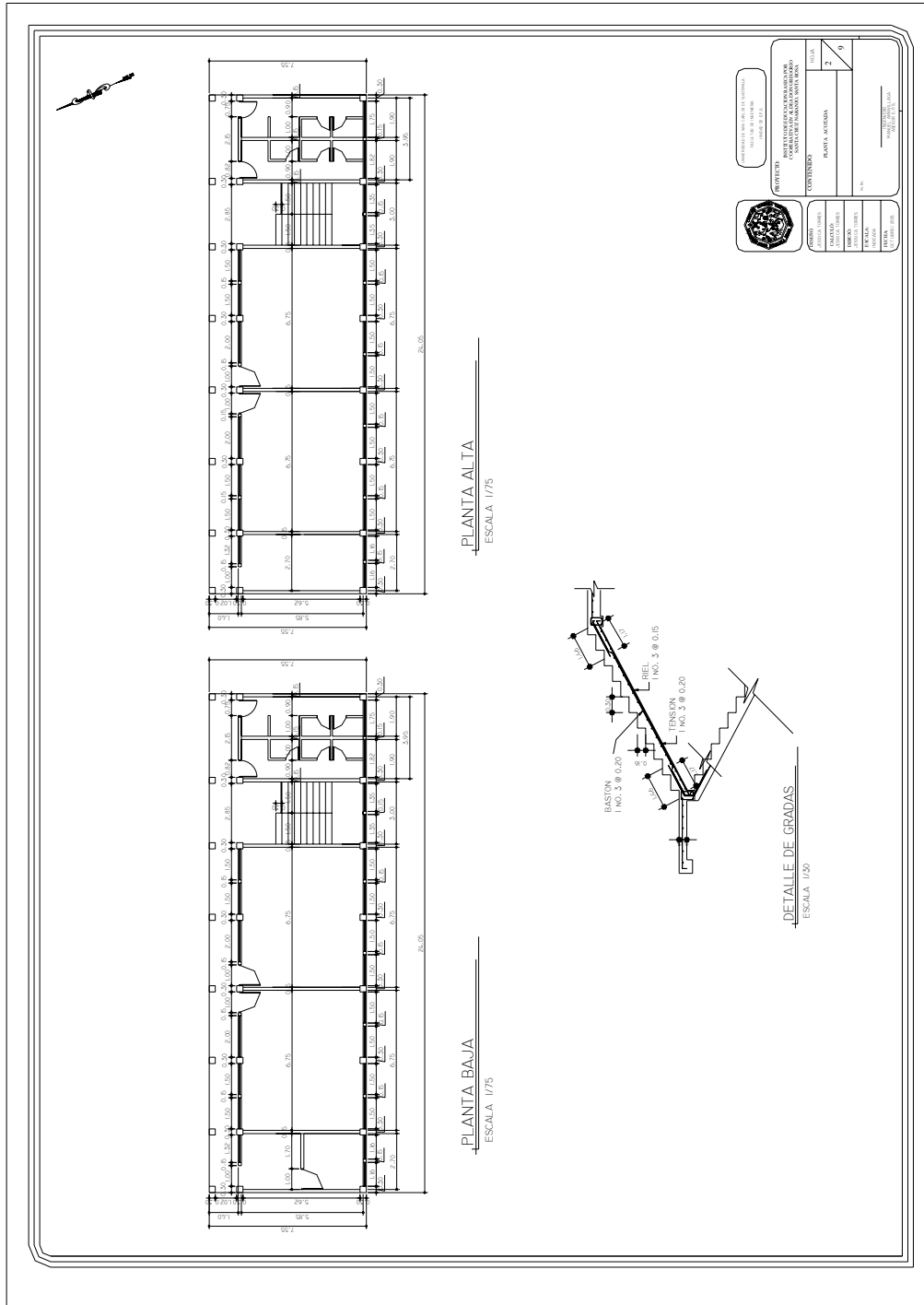


Figura 20. Planta de techos y vigas

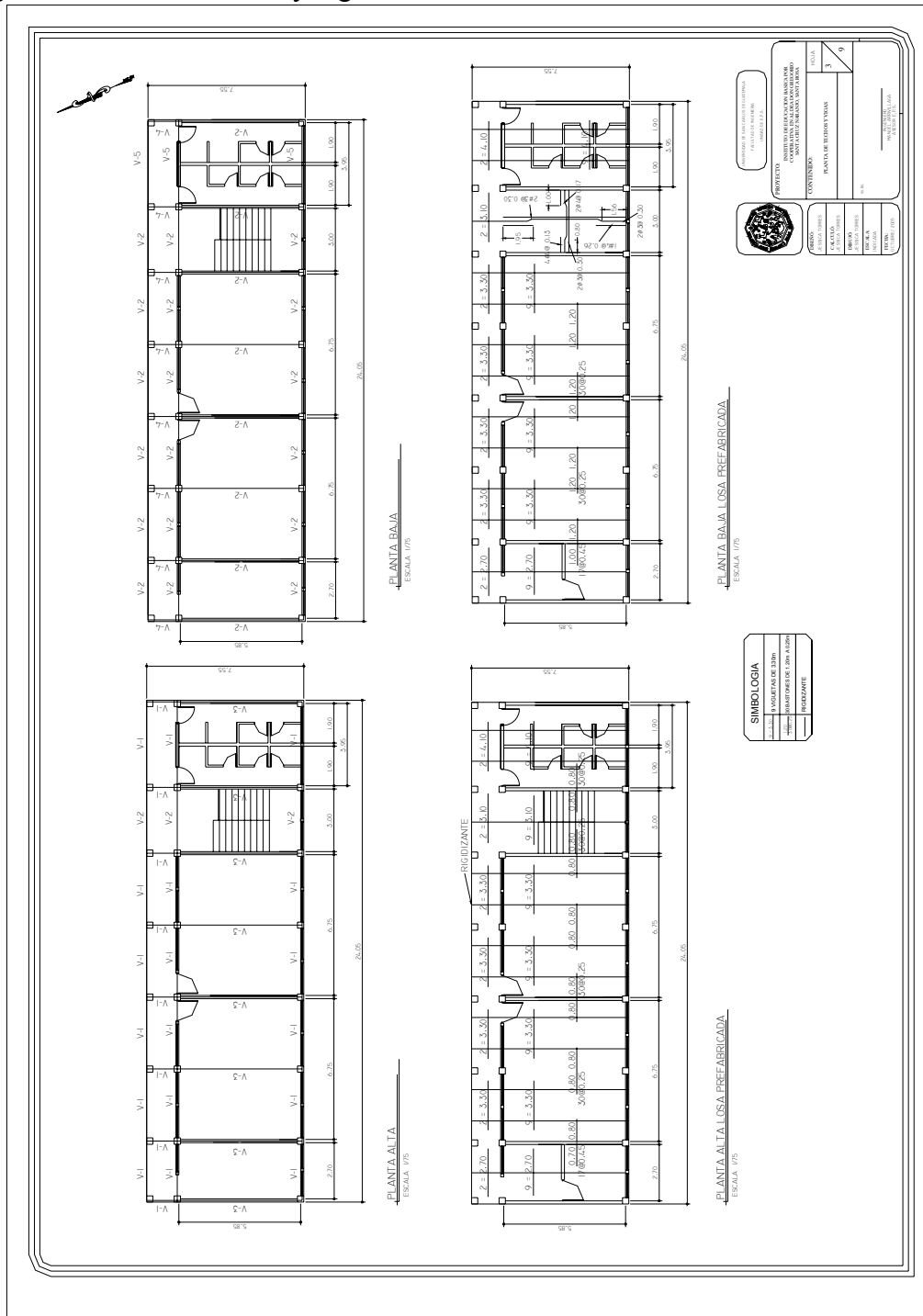


Figura 21. Detalle de vigas

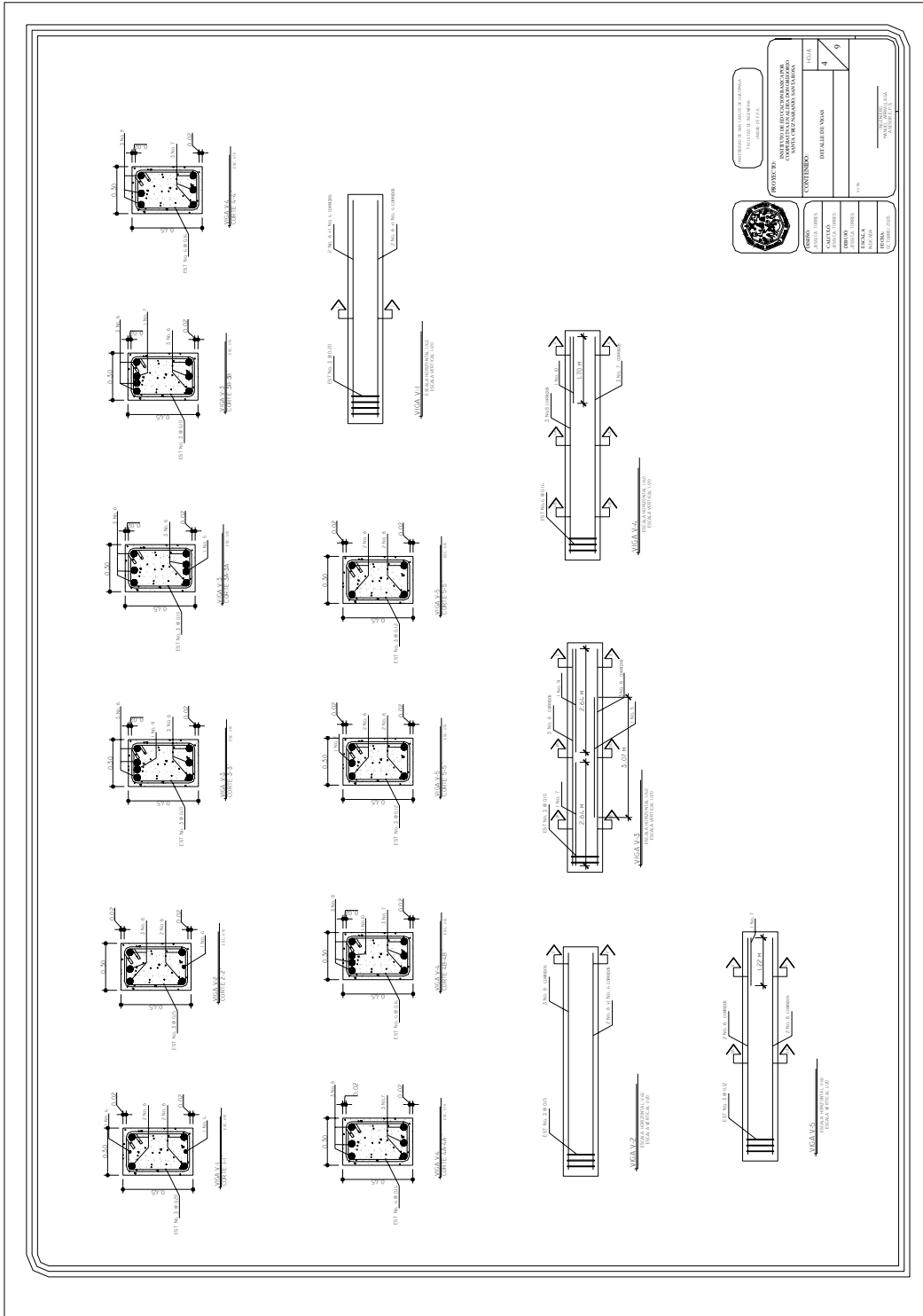


Figura 22. Planta de cimientos y columnas

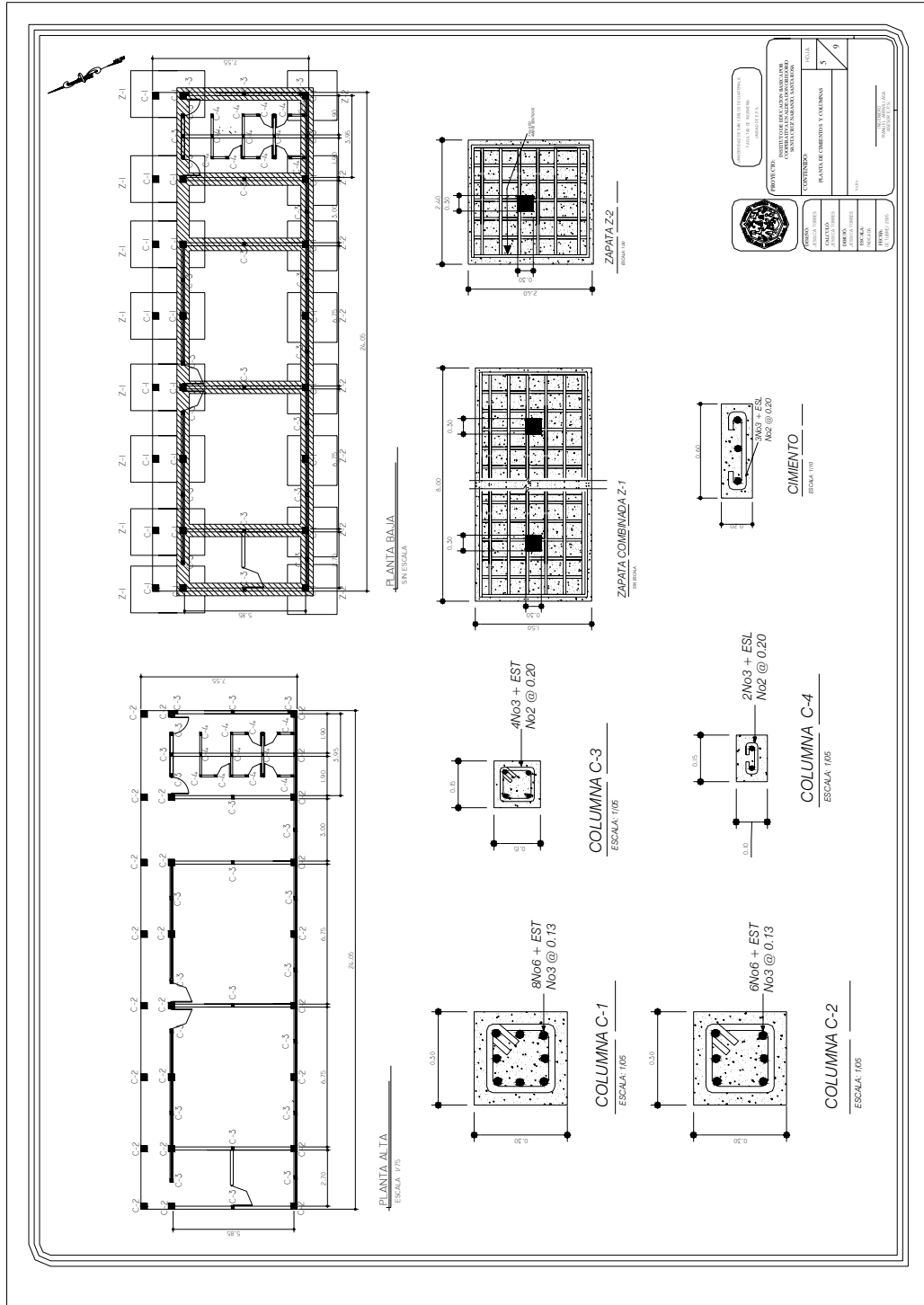


Figura 23. Planta de instalaciones de agua potable

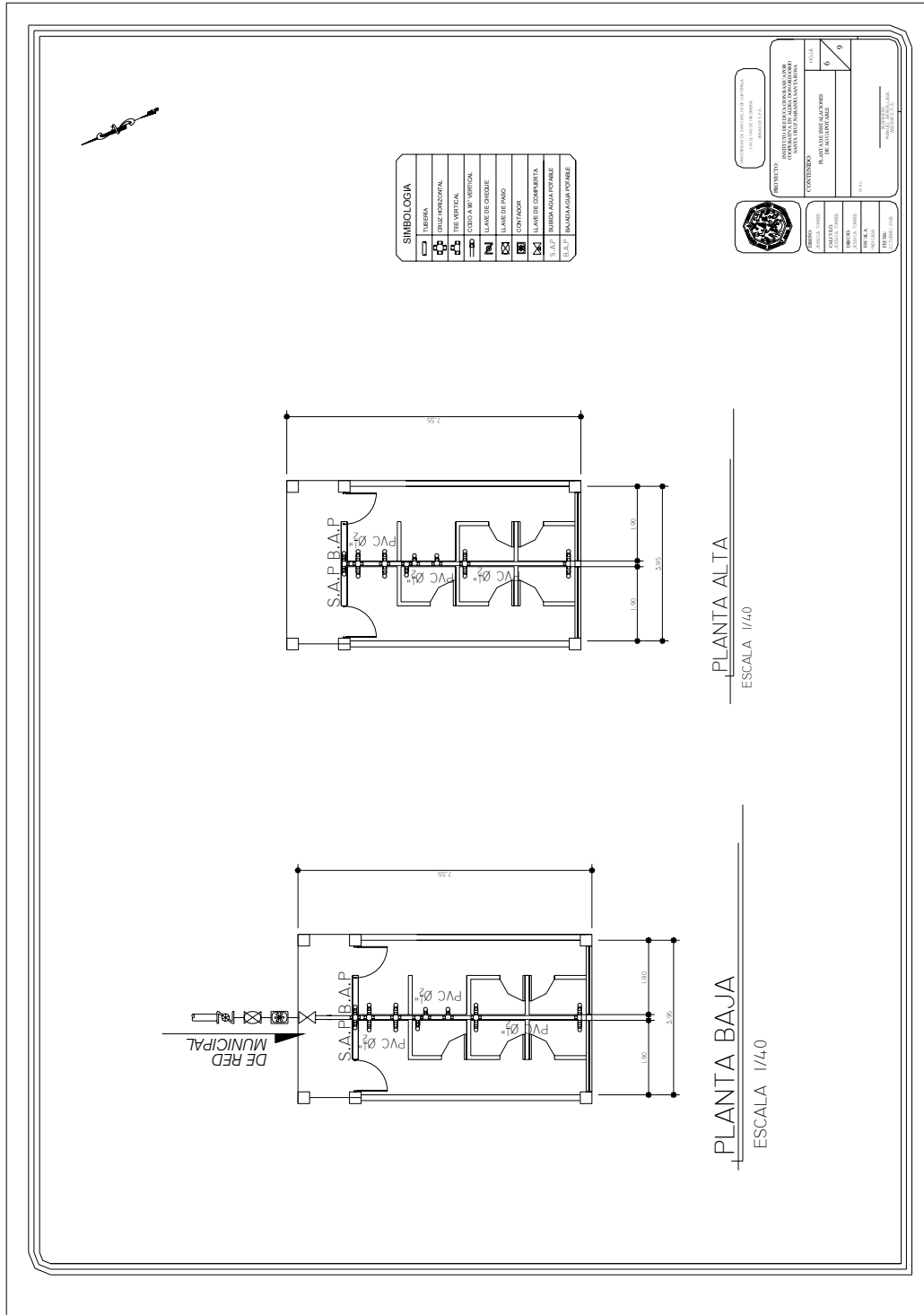


Figura 24. Planta de instalaciones de aguas negras

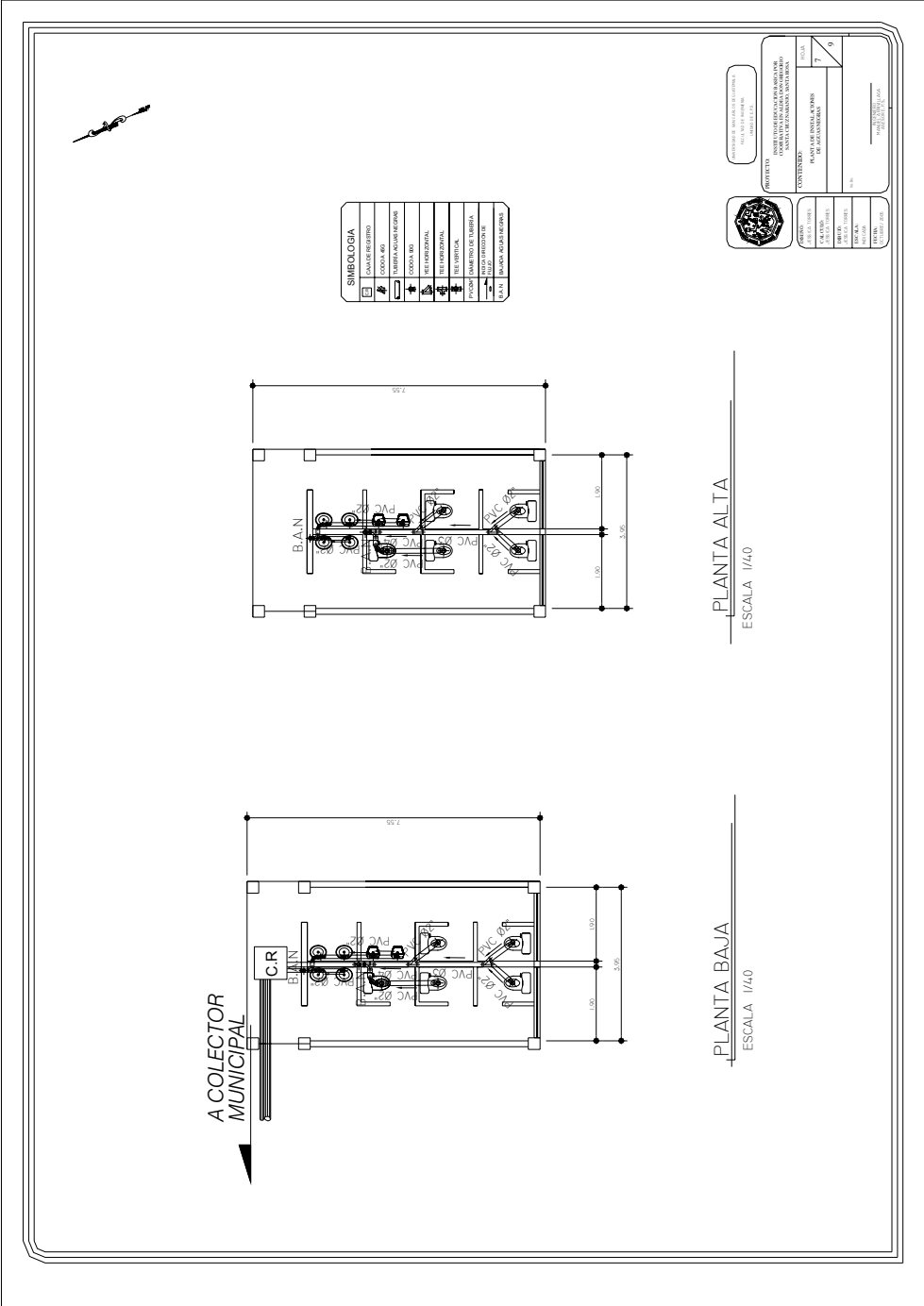






Figura 26. Planta de muros y detalles

