



**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Facultad de ingeniería**  
**Escuela de ingeniería civil**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR  
GRAVEDAD PARA EL CASERÍO NUEVA ESPERANZA Y PARA EL CANTÓN  
CALIAJ, DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ**

**Lester Omar Calderón Castellanos**  
**Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano**

**Guatemala, octubre de 2008**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR  
GRAVEDAD PARA EL CASERÍO NUEVA ESPERANZA Y PARA EL CANTÓN  
CALIAJ, DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ**

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

POR:

**LESTER OMAR CALDERÓN CASTELLANOS**  
ASESORADO POR EL ING. SIVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Espínola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultan Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNA QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
EXAMINADORA	Ing. Mayra García de Sierra
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA EL CASERÍO NUEVA ESPERANZA Y PARA EL CANTÓN CALIAJ, DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha catorce de octubre de 2007.

---

Lester Omar Calderón Castellanos



Guatemala, 8 de octubre de 2008.  
REF.EPS.D.918.10.08.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **LESTER OMAR CALDERÓN CASTELLANOS** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **199811118**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA EL CASERÍO NUEVA ESPERANZA Y PARA EL CANTÓN CALIAJ DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ”**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
SJRS/ra



Guatemala, 8 de octubre de 2008.  
REF.EPS.D.918.10.08.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA EL CASERÍO NUEVA ESPERANZA Y PARA EL CANTÓN CALIAJ DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **LESTER OMAR CALDERÓN CASTELLANOS**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ingeniero Silvio José Rodríguez Serrano**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano



NISZ/ra



Guatemala,  
14 de octubre de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero  
Sydney Alexander Samuels Milson  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA EL CASERÍO NUEVA ESPERANZA Y PARA EL CANTÓN CALIAJ DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Lester Omar Calderón Castellanos, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

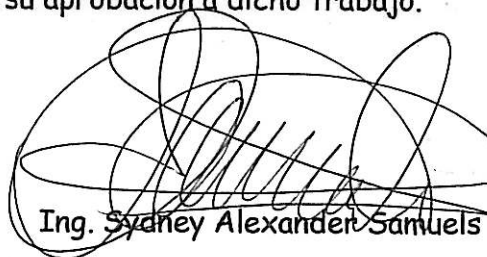
/bbdeb.


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Lester Omar Calderón Castellanos, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA EL CASERÍO NUEVA ESPERANZA Y PARA EL CANTÓN CALIAJ, DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, octubre 2008.

/bbdeb.



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>MI MADRE</b>	Por darme la vida y ser un ejemplo a seguir.
<b>MIS HERMANOS</b>	Oscar Alfredo, Christian Alejandro y Jordi André.
<b>MI ABUELA</b>	Por enseñarme el significado de las palabras perseverancia y responsabilidad.
<b>MI FAMILIA</b>	A mis tíos, primos y sobrinos, por su amor, apoyo y consejos durante mi vida.
<b>MIS AMIGOS</b>	Por apoyarme durante el desarrollo de mi carrera.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por darme la fortaleza necesaria para llegar a ser lo que ahora soy.
<b>Mi madre</b>	Irma Leticia Castellanos Golón, Por su amor, apoyo incondicional, consejos y por ser un ejemplo de superación personal en todos los sentidos.
<b>La Municipalidad de San Andrés Semetabaj, Sololá.</b>	Por abrirme sus puertas tan cálidamente, permitirme adquirir experiencia durante el E.P.S. y por ser tan hospitalarios y gentiles con mi persona.
<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala y Facultad de Ingeniería</b>	Por darme las herramientas necesarias e instrucción para desarrollarme como profesional en el campo.
<b>Ing. Silvio Rodríguez Serrano</b>	Por su asesoría e instrucción durante la realización del E.P.S.
<b>A mis compañeros de estudio en general</b>	Porque juntos aprendimos de la vida, compartimos y crecimos dentro y fuera del campus universitario.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XV</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XVII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XIX</b>

### **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 Generalidades**

##### **1.1.1 Monografía del municipio San Andrés Semetabaj, Sololá 1**

1.1.1.1 Límites y localización 1

1.1.1.2 Accesos y comunicaciones 2

1.1.1.3 Topografía 2

1.1.1.4 Aspectos climáticos 2

1.1.1.5 Servicios públicos 2

1.1.1.6 Actividades económicas 3

1.1.1.7 Población 3

1.1.2 Principales necesidades del municipio 4

1.1.2.1 Descripción de las necesidades 4

1.1.2.2 Priorización de las necesidades 4

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

#### **2.1 Diseño de abastecimiento de agua potable en el caserío Nueva Esperanza, municipio de San Andrés Semetabaj, Sololá**

2.1.1 Descripción del proyecto 5

2.1.2 Levantamiento topográfico	6
2.1.2.1 Planimetría	6
2.1.2.2. Altimetría	6
2.1.3 Diseño del sistema	6
2.1.3.1 Aforo de las fuentes	6
2.1.3.2 Muestras de agua	7
2.1.3.2.1 Examen bacteriológico	7
2.1.3.2.2 Examen físico-químico sanitario	7
2.1.3.3 Diseño hidráulico	8
2.1.3.3.1 Cálculo de la población	8
2.1.3.3.1.1 Tasa de crecimiento	9
2.1.3.3.1.2 Período de diseño	9
2.1.3.3.1.3 Población futura	9
2.1.3.3.2 Dotación	10
2.1.3.3.3 Factores de consumo	10
2.1.3.3.3.1 Consumo medio diario	11
2.1.3.3.3.2 Consumo máximo diario	11
2.1.3.3.4 Fórmulas coeficientes y diámetros de tubería	12
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 línea de conducción y distribución	16
2.1.3.4 Obras hidráulicas	17
2.1.3.4.1 Captación	17
2.1.3.4.2 Cajas para válvulas	18
2.1.3.4.3 Obras de arte	18
2.1.3.4.3.1 Caja unificadora de caudales	18
2.1.3.4.4 Tanque de almacenamiento	18
2.1.3.4.5 Red de distribución	32

2.1.4	Sistemas de desinfección	33
2.1.5	Planos	34
2.1.6	Cuantificación de materiales de construcción y mano de obra	34
2.1.7	Presupuesto	34
2.1.7.1	Costo del proyecto	35
2.1.7.2	Cuadro de resumen	35
2.1.7.3	Precios unitarios	36
2.1.8	Operación y mantenimiento	36
2.1.9	Propuesta de tarifa	41
2.1.10	Evaluación de impacto ambiental	44
2.1.11	Evaluación socio-económica	56
<b>2.2</b>	<b>Diseño de abastecimiento de agua potable en el cantón Caliaj, San Andrés Semetabaj, Sololá</b>	
2.2.1	Descripción del proyecto	58
2.2.2	Levantamiento topográfico	58
2.2.2.1	Planimetría	58
2.2.2.2	Altimetría	58
2.2.3	Diseño del sistema	58
2.2.3.1	Aforo de la fuente	58
2.2.3.2	Muestras de agua	59
2.2.3.2.1	Examen bacteriológico	59
2.2.3.2.2	Examen físico-químico sanitario	59
2.2.3.3	Diseño hidráulico	60
2.2.3.3.1	Cálculo de la población	60
2.2.3.3.1.1	Tasa de crecimiento	60
2.2.3.3.1.2	Período de diseño	60
2.2.3.3.1.3	Población futura	60
2.2.3.3.2	Dotación	61

2.2.3.3.3 Factores de consumo	61
2.2.3.3.3.1 Consumo medio diario	61
2.2.3.3.3.2 Consumo máximo diario	61
2.2.3.3.4 Fórmulas coeficientes y diámetros de tubería	62
2.2.3.3.5 Clases y presiones de trabajo de tubería	62
2.2.3.3.6 Velocidades y presiones mínimas y máximas	62
2.2.3.3.7 Diseño hidráulico de línea de conducción y distribución	62
2.2.3.4 Obras hidráulicas	63
2.2.3.4.1 Captación	63
2.2.3.4.2 Cajas para válvulas	64
2.2.3.4.3 Obras de arte	64
2.2.3.4.4 Tanque de almacenamiento	64
2.2.3.4.5 Red de distribución	72
2.2.4 Sistemas de desinfección	75
2.2.5 Planos	75
2.2.6 Cuantificación de materiales de construcción y mano de obra	76
2.2.7 Presupuesto	76
2.2.7.1 Costo del proyecto	76
2.2.7.2 Cuadro de resumen	76
2.2.7.3 Precios unitarios	77
2.2.8 Operación y mantenimiento	77
2.2.9 Propuesta de tarifa	77
2.2.10 Evaluación de impacto ambiental	77
2.2.11 Evaluación socio-económica	78
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>81</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>83</b>

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	85
<b>APÉNDICE</b>	87





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Localización de San Andrés Semetabaj	1
2.	San Andrés Semetabaj	3
3.	Caserío Nueva Esperanza	5
4.	Fuente o manantial de brote definido	17
5.	Diagrama de momentos en la losa	22
6.	Detalle del muro del tanque de almacenamiento	26
7.	Diagrama de cargas debido al peso propio y a fuerzas que actúan a favor del muro del tanque de almacenaje	27
8.	Momentos al pie del muro	29
9.	Diagrama de excentricidad de presiones del muro del tanque de almacenaje	30
10.	Captación en manantial	63
11.	Losa superior del tanque	65
12.	Diagrama de momentos en la losa	69

### TABLAS

I.	Diámetros de tubería del sistema de agua potable de Nueva Esperanza	17
II.	Coeficientes para momentos positivos en losas por cargas muertas	21

III.	Coeficientes para momentos positivos en losas por cargas vivas	21
IV.	Momento resistente muro del tanque de almacenaje	28
V.	Momento resistente del muro del tanque de almacenaje	28
VI.	Planos constructivos proyecto Nueva Esperanza	34
VII.	Resumen general del sistema de abastecimiento de Nueva Esperanza	35
VIII.	Programa de mantenimiento de agua potable	36
IX.	Evaluación ambiental inicial	48
X.	Diámetros de tubería del sistema	63
XI.	Coeficientes para momentos positivos en losas producidos por cargas muertas	67
XII.	Coeficientes para momentos positivos en losas producidos por cargas vivas	67
XIII.	Planos constructivos proyecto Nueva Esperanza	75
XIV.	Resumen de presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable	76

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>As</b>	Área de acero
<b>As<sub>min</sub></b>	Área de acero mínimo
<b>C</b>	Coefficiente de rugosidad de la tubería
<b>Cm</b>	Centímetro
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>CMU</b>	Carga muerta última
<b>CV</b>	Carga viva
<b>CVU</b>	Carga viva última
<b>CU</b>	Carga última
<b>D</b>	Distancia entre la fibra extrema de compresión y el centroíde del elemento
<b>Dh</b>	Distancia horizontal
<b>e</b>	Excentricidad
<b>E.P.S.</b>	Ejercicio profesional supervisado
<b>F.H.</b>	Factor de Harmond
<b>f'c</b>	Resistencia a la compresión del concreto
<b>Fqm</b>	Factor de caudal medio
<b>F.R.</b>	Factor de retorno
<b>f'y</b>	

	Módulo de fluencia del acero de refuerzo
<b>Gal.</b>	Galón
<b>gr</b>	Gramo
<b>Hab.</b>	Habitantes
<b>Hf</b>	Pérdida de carga por fricción (MCA)
<b>HG</b>	Hierro galvanizado
<b>hi</b>	Altura de instrumento (m)
<b>I.N.F.O.M.</b>	Instituto de Fomento Municipal
<b>I.N.E.</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>K</b>	Módulo de reacción de la sub-rasante
<b>Ka</b>	Coeficiente del empuje activo del suelo
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>Kg/m</b>	Kilogramo por metro
<b>Kg/m<sup>2</sup></b>	Kilogramo por metro cuadrado
<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	Kilogramo por metro cúbico
<b>Km</b>	Kilómetro
<b>Kp</b>	Coeficiente del empuje activo de suelos
<b>L</b>	Longitud
<b>L/s</b>	Litros por segundo
<b>L/hab/día</b>	Litro por habitante por día
<b>lb</b>	Libra
<b>lb/pie<sup>2</sup></b>	Libra por pie cuadrado
	Libra por pie cúbico

<b>lb/pie<sup>3</sup></b>	
<b>M</b>	Metro lineal
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>m/s</b>	Metro por segundo
<b>M</b>	Momento
<b>MARN</b>	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
<b>MCA</b>	Metros columna de agua
<b>mm</b>	Milímetro
<b>Mu</b>	Momento último
<b>N</b>	Período de diseño
<b>P<sub>activa</sub></b>	Presión activa
<b>P<sub>pasiva</sub></b>	Presión pasiva
<b>P<sub>agua</sub></b>	Presión del agua
<b>Po</b>	Población inicial de habitantes
<b>Pf</b>	Población futura
<b>Plg</b>	Pulgadas
<b>Plg<sup>2</sup></b>	Pulgadas cuadradas
<b>PSI</b>	Poundal square inch (libras por pulgada cuadrada)
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b>Q</b>	Caudal
<b>q/Q</b>	Relación hidráulica de caudales

<b>Q.</b>	Quetzales
<b>q</b>	Capacidad soporte
<b>R</b>	Tasa de crecimiento
<b>s</b>	Segundo
<b>S</b>	Espaciamiento
<b>T</b>	Espesor de losa
<b>T/m</b>	Toneladas por metro
<b>T-m/m</b>	Toneladas-metro por metro
<b>Vs</b>	Valor soporte del suelo
<b>v/V</b>	Relación hidráulica de velocidades
<b>W</b>	Carga
<b>WL</b>	Carga viva
<b>WD</b>	Carga muerta
<b>γ</b>	Peso específico
<b>∅</b>	Ángulo de fricción
<b>Σ</b>	Sumatoria
<b>@</b>	A razón (espaciamiento)

## GLOSARIO

<b>Aforo</b>	Es la operación que consiste en medir un caudal de agua.
<b>Agua potable</b>	Agua sanitariamente segura para el consumo humano.
<b>Altimetría</b>	Parte de la topografía que trata de la medida de longitud vertical de terreno, la diferencia de altitud entre el punto en que se está situado y un punto de referencia.
<b>Azimut</b>	Es el ángulo horizontal, referido a un norte magnético o arbitrario, cuyo rango va de 0° a 360°.
<b>Bases de diseño</b>	Son las bases y especificaciones técnicas, adaptadas para el diseño del proyecto.
<b>Carga estática</b>	Es la diferencia de alturas que existe entre la superficie libre de una fuente de abastecimiento y un punto determinado del acueducto, no más allá de su carga libre. Conocida también como presión estática.
<b>Carga dinámica</b>	Es la suma de las cargas de velocidad y de presión.

<b>Concreto</b>	Mezcla elaborada a base de cemento, agregados, agua y, ocasionalmente, uno o más aditivos, que se endurece por reacción química.
<b>Conexión Predial</b>	Es un sistema conformado por chorros, válvulas, accesorios y tuberías derivadas de la red de distribución que llevan agua potable a los predios de los usuarios.
<b>Cloración</b>	Desinfección del agua por medio del cloro.
<b>Consumo</b>	Caudal utilizado por los habitantes de una población.
<b>Cota piezométrica</b>	Número en los planos topográficos que indican la altura de un punto sobre un plano de referencia.
<b>Dotación</b>	Volumen de agua asignado al diseño a un habitante durante un día.
<b>Estación</b>	Puntos de referencia, en donde se coloca el instrumento topográfico en trabajos de altimetría o planimetría.
<b>Estiaje</b>	Época del año en la cual los caudales de los nacimientos se encuentran en su más bajo nivel.
<b>Factor de Harmond</b>	Factor de seguridad para cubrir el caudal en las horas pico, en relación a la población en estudio.



**Límite máximo  
aceptable (LMA)**

Es el valor de concentración de cualquier característica de la calidad del agua, por medio de la cual pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial, pero sin ocasionar daños a la salud del mismo.

**Límite máximo  
permisible (LMP)**

Es el valor de concentración de cualquier característica inherente al agua, arriba del cual la misma no es adecuada para el consumo humano.

**Obras de arte**

Son todos los elementos secundarios que contribuyen al funcionamiento de un sistema de agua.

**Pérdidas de carga**

Es el cambio de presión que sufre el agua, generado por la fricción de las tuberías.

**Presión**

En hidráulica expresa la intensidad de fuerza por unidad de superficie.

**Topografía**

Es el arte de proyectar un plano en planta, sección y relieve.



## RESUMEN

El presente trabajo de graduación se divide en dos partes: la primera parte es una fase de investigación de la monografía del municipio de San Andrés Semetabaj y de las comunidades en estudio (Caliaj y Nueva Esperanza), límites y localización de la región, topografía, aspectos climáticos, servicios públicos, accesos a dichos poblados, actividades económicas y un diagnóstico sobre las principales necesidades.

La segunda parte se refiere al servicio técnico profesional, conformada por el diseño de dos abastecimientos de agua potable por gravedad para el cantón Caliaj y para el caserío Nueva Esperanza, indicando cada uno de los parámetros, criterios de diseño, normas y especificaciones consultadas para el desarrollo de dichos proyectos, con base en un estudio previo de factibilidad. Se incluyen memorias de cálculo, planos constructivos, presupuesto, estudio de impacto ambiental, mantenimiento de los diferentes sistemas, conclusiones, recomendaciones así como la bibliografía consultada.



## **OBJETIVOS**

### **General**

- Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el cantón Caliaj y para el caserío Nueva Esperanza, San Andrés Semetabaj, Sololá.

### **Específicos**

1. Una investigación del tipo monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de los servicios básicos e infraestructura para las comunidades en estudio (Caliaj y Nueva Esperanza).
2. Capacitación a los miembros del comité de desarrollo de dichas comunidades, acerca del funcionamiento de los sistemas, así como el mantenimiento preventivo, correctivo y un manual de operación.



## INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) tiene como objetivo brindar un servicio técnico a las diferentes comunidades en vías de desarrollo. El mismo fue realizado en la Oficina de Servicios Públicos y de Obras Municipales (O.S.P.Y.O.M) de la municipalidad de San Andrés Semetabaj, Sololá.

Con base a un estudio de prefactibilidad y a un diagnóstico sobre las principales necesidades de infraestructura de dicha comunidad, se presentan dos diseños de abastecimiento de agua potable por gravedad, para el cantón Caliaj y para el caserío Nueva Esperanza.

El cantón Caliaj posee un sistema de agua potable deficiente, el cual ya ha caducado su vida útil, por lo cual no satisface las demandas de la población.

El caserío Nueva Esperanza es una comunidad recién asentada en el municipio, conformada por emigrantes de Chimaltenango, víctimas de la tormenta Stan, por lo cual carece de todos los servicios tales como escuelas, puesto de salud, energía eléctrica, agua potable y drenajes. Se abastecen de agua por medio de un pozo provisional, teniendo que acarrear el líquido vital desde el llena-cántaros hasta sus hogares. Este sistema no garantiza agua sanitariamente segura.

# 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

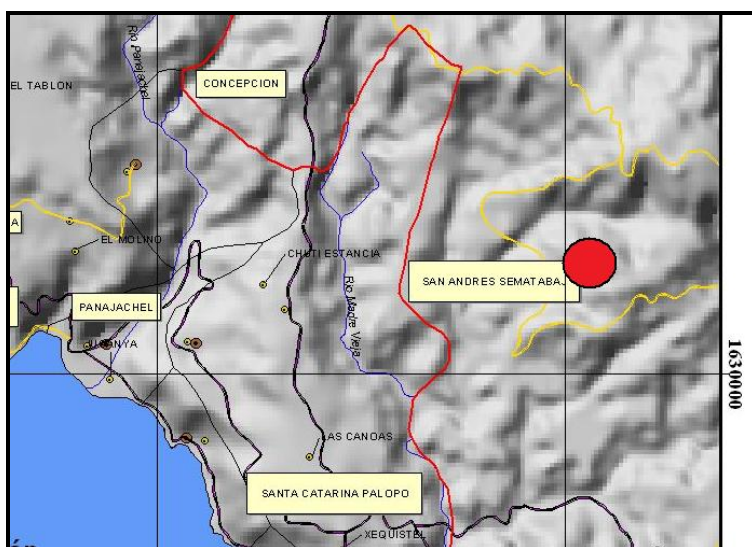
## 1.1 Generalidades

### 1.1.1 Monografía del municipio San Andrés Semetabaj, Sololá

#### 1.1.1.1 Límites y localización

San Andrés Semetabaj se encuentra a 111 kilómetros de la ciudad Capital vía Patzún en carretera asfaltada y a 21 kilómetros de la cabecera departamental Sololá. Colinda al norte con Chichicastenango; al este con Tecpán y Patzún; al sur con Santa Catarina Palopó y San Antonio Palopó y al oeste con Panajachel y Concepción. El cantón Caliaj se encuentra localizado al noreste y el caserío Nueva Esperanza al Suroeste de dicho municipio.

**Figura 1.** Localización de San Andrés Semetabaj





### **1.1.1.2 Accesos y comunicaciones**

La vía principal es la red nacional RN-1 que cruza el caserío Nueva Esperanza en el kilómetro 111, mientras que el cantón Caliaj tiene acceso en el kilómetro 126 vía las Trampas y por la ruta hacia Godinez en el kilómetro 116 de la carretera CA-1. Los medios de transporte son buses extra-urbanos y pick-ups particulares durante todo el día, en diferentes horarios para ambos municipios.

### **1.1.1.3 Topografía**

La topografía del terreno en ambos caseríos es variable y quebrada por ser zona montañosa. Los suelos son profundos, de textura liviana, moderadamente drenados. Existen bosques energéticos, mixtos y de coníferas en las pendientes pronunciadas, con vocación agrícola para la siembra de avena, maíz, hortalizas, flores y frutales deciduos.

### **1.1.1.4 Aspectos climáticos**

De acuerdo a la ubicación geográfica y por su altitud, el clima que predomina en ambas comunidades es templado. La temperatura promedio oscila entre los 21° C, la media es de 13° C y la mínima es de 8° C.

### **1.1.1.5 Servicios públicos**

El caserío Nueva Esperanza carece de servicios básicos, tales como agua potable, energía eléctrica, sistemas de alcantarillados, puestos de salud y escuelas.

El cantón Caliaj tiene energía eléctrica, pozos sumideros en cada casa, y escuelas rurales, pero carece de un sistema eficiente de agua potable que

satisfaga las necesidades de la población. Las calles son de terracería en ambas poblaciones.

#### **1.1.1.6 Actividades económicas**

Existen tres fuentes de ingresos: a) la agricultura, b) el comercio, c) la actividad de jornaleros, principalmente los hombres. El promedio de ingresos salariales es de Q.750.00. Siendo un promedio de Q.25.00 diarios.

#### **1.1.1.7 Población**

De acuerdo con un censo realizado en el año 2003, la población actual en el cantón Caliaj es de 374 habitantes, siendo en su totalidad de origen étnico Quiché. De la misma el 80% de la población habla Kaqchiquel y un 20% habla Quiché. El 75% habla el idioma español.

Para el caserío Nueva Esperanza la población actual es de 230 habitantes. El total de la población es de origen étnico Quiché y el 75% de la población habla kaqchiquel y español.

**Figura 2.** San Andrés Semetabaj



## **1.1.2 Principales necesidades del municipio**

### **1.1.2.1 Descripción de las necesidades**

Las necesidades del municipio de San Andrés Semetabaj son principalmente de saneamiento. El servicio de agua potable es deficiente y no satisface las demandas de la población. Los sistemas de alcantarillado público son casi nulos y las aguas servidas corren a flor de tierra en varias comunidades. Las escuelas y puestos de salud necesitan mejorar sus servicios. El casco urbano dispone de centros de convergencia para cualquier emergencia de tipo social o desastres naturales que puedan presentarse.

### **1.1.2.2 Priorización de las necesidades**

La municipalidad de San Andrés Semetabaj efectuó por medio de la Organización Municipal de Planificación (O.M.P.) y el comité de la comunidad un estudio acerca de las necesidades de la población, priorizando las mismas de la siguiente manera:

- Agua potable y drenajes
- Manejo de desechos sólidos
- Obras de infraestructura vial

## 2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

### 2.1 Diseño de abastecimiento de agua potable en el caserío Nueva Esperanza, municipio de San Andrés Semetabaj, Sololá

#### 2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en un estudio previo de factibilidad para introducir agua potable desde tres nacimientos ubicados aguas arriba hasta la comunidad. Con base al estudio topográfico se diseñará la línea de conducción, el tanque de almacenamiento y la red de distribución. La potabilización se realizará por medio de hipo-cloradores ubicados en el tanque.

**Figura 3.** Caserío Nueva Esperanza



## **2.1.2 Levantamiento topográfico**

El estudio topográfico realizado fue de primer orden, con un teodolito digital, brújula, estadal, cinta métrica, plomada y estacas (para facilitar el replanteo durante la ejecución del proyecto).

### **2.1.2.1 Planimetría**

Es la proyección del terreno sobre un plano horizontal. En el levantamiento topográfico se utilizó el método de conservación de azimut con poligonales abiertas, considerando el norte magnético, a partir del cual se midieron los ángulos horizontales.

### **2.1.2.2 Altimetría**

Es la proyección del terreno en el plano vertical. Mediante el levantamiento de altimetría se obtienen datos para identificar los diferentes desniveles del terreno. El método empleado fue el de nivelación compuesta.

## **2.1.3. Diseño del sistema**

### **2.1.3.1. Aforo de las fuentes**

El método utilizado fue el volumétrico en los tres nacimientos. Los resultados obtenidos determinaron un caudal total de 0.42 L/s. Los aforos fueron realizados en época de estiaje (ver apéndice 14). Se recomienda hacer otros aforos en época de lluvia.

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

La calidad del agua tiene una relación estrecha con las características físicas, químicas y bacteriológicas, por medio de las cuales se puede evaluar si el agua es apta o no para el uso humano, es decir, que sea potable, libre de concentraciones excesivas de sustancias minerales y orgánicas, libre de tóxicos y que no transmita enfermedades, siendo a la vez agradable a los sentidos. Para garantizar la calidad de agua es necesario tomar muestras de los brotes en estudio y someterlas a un examen bacteriológico y otro físico-químico sanitario.

Las muestras de agua fueron tomadas con base a las especificaciones del INFOM y se llevaron al Centro de Investigaciones de Ingeniería C.I.I. para su estudio.

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

El objetivo de este examen es determinar la polución fecal en el agua, ya que representa el mayor peligro de contaminación para los usuarios. Dicha prueba dio los siguientes resultados (ver apéndice 11):

Aspecto:	clara
Olor:	inodora
Sustancias en suspensión:	ligera cantidad

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

Determina las características del agua que pueden percibirse por los sentidos. Los resultados obtenidos de las muestras de agua en el análisis físico son los siguientes (ver apéndice 12):

Color:	2,00 Unidades
--------	---------------

Turbiedad:	01,77 UNT
PH:	7,00 Unidades
Sabor:	-----

Los resultados del análisis químico fueron:

Amoniaco:	00,16 mg/L
Dureza total:	86,00 mg/L
Hierro total:	00,02 mg/L
Nitratos:	02,86 mg/L
Cloro residual:	-----
Manganeso (Mn):	00,035 mg/L

Con base a los resultados anteriores se puede concluir que el agua es sanitariamente segura para el consumo humano, lo cual implica que necesita un tratamiento de desinfección a base de cloración, según las normas de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

### **2.1.3.3. Diseño hidráulico**

#### **2.1.3.3.1. Cálculo de la población**

En el diseño de un sistema de agua potable es necesario determinar la densidad de población de la localidad al final del período de la vida útil de dicho sistema. Para lograr esto debe conocerse la población presente y la forma de como ésta ha venido desarrollándose. Mediante censos oficiales levantados cada “n” años puede asumirse cómo ha venido creciendo la población. Como la comunidad de Nueva Esperanza es pequeña, se puede hacer un rápido levantamiento censal y determinarla mediante el plano predial. Conocida la población pasada y presente se puede predecir la población futura,

considerando que los crecimientos no siempre siguen las leyes del pasado, pues influyen a veces factores que en ocasiones son imponderables y que llegan a provocar un crecimiento que se sale de toda previsión.

#### **2.1.3.3.1.1. Tasa de crecimiento**

El Instituto Nacional de Estadística reporta para el departamento de Sololá una tasa de crecimiento de 3.5%.

La población actual del caserío Nueva Esperanza es de 230 habitantes según el censo realizado en el año 2006, conformadas por 45 familias con un promedio de 5 a 6 miembros.

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

El período de diseño será de 14 años más un año para gestionar la papelería para la ejecución del proyecto, siendo un total de 15 años, debido a las características de los nacimientos. Se recomienda que al final de la vida útil se busquen nuevas alternativas para satisfacer la demanda de agua en la comunidad.

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

Existen varios modelos científicos para calcular la población en un período de tiempo determinado. El método utilizado para estimar la población futura en el caserío fue el método geométrico, por ser el modelo matemático que mejor se adapta a las poblaciones en vías en desarrollo.

La ecuación es la siguiente:

$$P_f = P_o (1+i)^n$$



Donde:

- $P_f$  = Población futura
- $P_o$  = Población actual, al inicio del proyecto
- $i$  = Tasa de crecimiento (en números decimales)
- $n$  = Período de diseño (en años)

Los datos de la población son:

- $P_o$  = 230 habitantes
- $i$  = 3.00%
- $n$  = 15 años

Ingresando los datos de la población, tenemos que:

$$P_f = 230 (1+0.03)^{15} = 358 \text{ habitantes}$$

#### **2.1.3.3.2. Dotación**

Se entiende por dotación a la cantidad de agua que se le asigna a cada persona por día y se expresa en L/h/d (litros por habitante por día). Esta dotación es una consecuencia del estudio de las necesidades de consumo de una población. Basado en las normas de la Unidad Ejecutora de Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), se adoptó una dotación de 100 L/h/d, la cual está en función de las costumbres de sus habitantes y por el clima predominante en dicha región.

#### **2.1.3.3.3. Factores de consumo**

Los factores de consumo están en función del número de habitantes. Se tomaron como guía las normas de la UNEPAR para determinar dichos factores.

### 2.1.3.3.1 Consumo medio diario

Es un promedio diario de los consumos medios, registrados durante un año determinado, el cual se puede obtener con registros estadísticos. Al carecer de dicha información, se puede establecer mediante la siguiente fórmula:

$$Q_m = \frac{(\text{Dot}) * (\text{P}_f)}{86,400}$$

Donde:

- Q<sub>m</sub> = Caudal medio
- P<sub>f</sub> = Población futura
- Dot = Dotación (litros por habitante por día)

Los datos de la población son:

- P<sub>f</sub> = 358 habitantes
- Dot = 80 L/h/d

Ingresando los datos de la población, tenemos que:

$$Q_m = \frac{(80 \text{ L/h/d}) * (358 \text{ h})}{86,400} = 0.3318 \text{ L/s}$$

### 2.1.3.3.2 Consumo máximo diario

Es el mayor consumo de la población durante un día, en un año determinado. El consumo medio anual sufre variaciones en más y en menos, pues hay días en que por la actividad, la temperatura u otra causa, se demanda un consumo mayor que el medio anual. Este consumo en más se estima que fluctúa entre 120% y 180%, pero en poblaciones como esta llega hasta el 200%. Dicho consumo es el que debe aportar como mínimo la fuente de abastecimiento, el que debe de llevar la línea de conducción y con el que se

calcula la capacidad del tanque de almacenamiento. El gasto está relacionado con el factor medio diario, el cual oscila entre 1.2 y 1.8 para poblaciones futuras menor de 1,000 habitantes. El caudal máximo diario se obtiene con la siguiente fórmula:

$$QMD = (Qm)*(FMD)$$

Donde:

QMD	=	Caudal máximo diario
Qm	=	Caudal medio
FMD	=	Factor medio diario

Los datos de la población son:

Qm	=	0.3318 L/s
FMD	=	1.3

$$QMD = (0.3318)*(1.3) = 0.3918 \text{ L/s}$$

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

Para el diseño del sistema de agua potable se utilizaron las fórmulas y criterios de la UNEPAR y del manual del INFOM, hojas electrónicas de Microsoft Excel para el cálculo de la libreta Topográfica, la línea de conducción, la red de distribución y el tanque de almacenamiento.

Las ecuaciones utilizadas son:

- **Pérdidas por fricción en las tuberías Hazzen-Williams:**

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

- **Diámetro de las tuberías:**

$$\emptyset = \left[ \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} HF} \right]^{1/4.87}$$

Donde:

Hf = Pérdidas por fricción en las tuberías

L = Longitud de la tubería en metros

Q = Caudal de diseño en L/s

C = Coeficiente de fricción interna

Para PVC = 150 y HG = 100

∅ = Diámetro de la tubería en pulgadas

- **Volumen del tanque de almacenamiento:**

$$V = ((\text{Dot} * P_f) / 1000) * PV\%$$

Donde:

V = volumen del tanque (m<sup>3</sup>)

Dot = dotación (L/h/d)

Pf = población futura

PV = factor de almacenamiento (%)

- **Velocidad del caudal en tuberías:**

$$V = \frac{1.974 * Q}{\emptyset^{1.85}}$$

Donde:

V = velocidad de diseño

Q = caudal de diseño (L/s)

D = diámetro de la tubería (pulgadas)

- **Caudal de vivienda:**

$$Q_v = Q_{MH} / \# \text{ de viviendas}$$

Donde:

$Q_v$  = caudal de vivienda (L/s)

$Q_{MH}$  = caudal de hora máxima (L/s)

- **Caudal requerido:**

$$Q_{\text{requerido}} = Q_v * \# \text{ de viviendas}$$

Donde:

$Q_v$  = caudal de vivienda (L/s)

- **Caudal instantáneo:**

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

Donde:

$Q_i$  = caudal instantáneo (mayor o igual a 0.20 L/s)

K = coeficiente

Para llena cántaros K = 0.15

Para uso predial K = 0.25

n = número de viviendas

### **2.1.3.3.5 Clases y presiones de trabajo de tubería**

En consideración a la menor altura de las edificaciones en medios rurales, las presiones tendrán los siguientes valores:

- Presión dinámica (de servicio) mínima 10 metros
- Presión dinámica (de servicio) máxima 40 metros
- Presión hidrostática máxima de 80 metros.

Las presiones existentes en el diseño son: presión estática, dinámica y cota piezométrica:

$$PE = NE - CT$$

$$PD = CP - CT$$

$$CP = NE - HF$$

Donde:

PE = Presión estática (en metros)

NE = Nivel estático (en metros)

PD = Presión disponible (en metros)

CP = Cota piezométrica (en metros)

HF = Pérdidas por fricción en las tuberías (en metros)

CT = Cota de terreno

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

Según la guía para el diseño de abastecimientos de agua potable en zonas rurales del INFOM (junio de 1997), las velocidades de diseño serán:

- En la línea de conducción será

Mínima: 0.4 m/s

Máxima: 3.0 m/s

- En la red de distribución, la velocidad del agua en las tuberías podrá llegar hasta 2.00 m/s.

Las presiones de la línea de conducción y distribución no deben de exceder la presión de trabajo de una tubería, indicada por el fabricante. En la línea de distribución la presión de servicio deberá de estar entre 10 y 60 metros columna de agua.

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

El proyecto consistirá en la captación de tres fuentes manantiales con sus respectivas cajas, dos cajas unificadoras de caudales de 1 m<sup>3</sup>, la línea de conducción de tubería (de material PVC), las cuales conducirán agua por gravedad hasta el tanque de almacenamiento de 10 m<sup>3</sup> de capacidad, donde se utilizará el método de cloración por hipocloradores para potabilizar el agua. Posteriormente será transportada hacia los puntos de consumo por gravedad en la red de distribución, la cual será de ramales cerrados.

Para calcular los diámetros requeridos en la línea de conducción, dicha línea será dividida en cuatro secciones, las cuales serán:

- De la caja de captación 1 a la caja unificadora de caudales
- De la caja de captación 2 a la caja unificadora de caudales
- De la caja de captación 3 a la caja unificadora de caudales
- De la caja unificadora de caudales al tanque de almacenamiento
- Del tanque de almacenamiento a la red de distribución

Ingresando valores en la ecuación de Hazzen-Williams de la sección 2.1.3.3.4 (ver apéndice 7), tenemos los siguientes diámetros teóricos y comerciales propuestos para cada tramo:

**Tabla I.** Diámetros de tubería del sistema agua potable de Nueva Esperanza

DE	A	Ø <sub>COMERCIAL</sub> (“)
caja de captación 1	caja unificadora	1
caja de captación 2	caja unificadora	1/2
caja de captación 3	caja unificadora	1/2
caja unificadora	tanque almacenaje	1
tanque almacenaje	red de distribución	2

### **2.1.3.4 Obras hidráulicas**

#### **2.1.3.4.1 Captación**

Los depósitos de captación son cámaras colectoras, cerradas e impermeables, con la finalidad de proteger el manantial de la intemperie. Antes de iniciar la protección del nacimiento o brote, debe hacerse un reconocimiento del área a fin de obtener información sobre la naturaleza de la capa acuífera. La captación de las fuentes está formada por una caja diseñada para brote definido, de concreto ciclópeo y sello sanitario de concreto, la cual está compuesta por una galería de infiltración de piedra graduada, con su respectivo rebalse y drenajes (ver los planos en el apéndice).

**Figura 4.** Fuente o manantial de brote definido





#### **2.1.3.4.2 Cajas para válvulas**

Su función es proteger las válvulas que se utilizarán en el proyecto. Se diseñaron cajas para válvulas de concreto ciclópeo, con tapadera de concreto armado y base de piedrín triturado de ½” con arena de río, para evitar que el agua se estanque dentro de la caja y pueda filtrarse sin inconvenientes.

Las válvulas de aire y de limpieza de la línea de conducción se ubicaron de tal forma que permitan el buen funcionamiento del sistema y para facilitar los mantenimientos preventivos o correctivos. Se colocaron en puntos convenientes según el diseño, para regular el servicio de dicho sistema (ver planos en el apéndice).

#### **2.1.3.4.3 Obras de arte**

##### **2.1.3.4.3.1 Caja unificadora de caudales**

Las dimensiones de la caja unificadora están en función del número de vertederos y a la distribución de los caudales requeridos.

En este proyecto se colocaron dos cajas distribuidoras de caudales de dos vertederos, localizadas en puntos que permitan la reunión de las aguas provenientes de los tres manantiales, de acuerdo a la topografía realizada.

##### **2.1.3.4.4 Tanque de almacenamiento**

El mismo se construyó en un terreno que fue comprado por la municipalidad y está situado dentro de la comunidad.

El diseño del tanque de almacenamiento se calculó de acuerdo a la demanda real de los habitantes. En un sistema de agua por gravedad se toma un porcentaje del 25% al 40% del consumo medio diario. Para este caso se utilizó un criterio del 40%. La capacidad del tanque de almacenamiento fue calculada con las fórmulas de la sección 2.1.3.3.4.

## **Cálculo del volumen de almacenamiento**

$$V = ((\text{Dot} * \text{Pf}) / 1000) * \text{PV}\%$$

Asignando valores, tenemos que:

$$\text{Dot} = 80 \text{ (L/h/d)}$$

$$\text{Pf} = 358 \text{ habitantes}$$

$$\text{PV} = 30\%$$

$$V = ((80 \text{ (L/h/d)} * (358 \text{ h}) / 1000) * (0.30)) = 8.60 \text{ m}^3$$

Se tomará un volumen de 10 m<sup>3</sup> por razones de diseño (ver planos constructivos en el apéndice).

## **Diseño de la losa superior**

La losa será plana de concreto reforzado, y se diseñará de acuerdo al método 3 del código ACI 318R-99, sección 7.7.

A = lado corto de la losa

B = lado largo de la losa

t = espesor de la losa

$$\text{Relación } A/B = 3.05 \text{ m} / 3.05 \text{ m} = 1.00 > 0.5$$

La losa se reforzará en ambos sentidos.

## **Espesor de losa (t)**

Utilizando la ecuación:

$$t = 2 * (A + B) / 180$$

$$t = 2 * (3.05 \text{ m} + 3.05 \text{ m}) / 180 = 0.07 \text{ m}$$

Se utilizará un espesor de 0.10 m por razones de diseño.

## Integración de cargas

$$CM = t * Wc + W_{ACABADOS}$$

Donde:

CM = carga muerta

t= espesor de la losa

Wc= peso propio de la estructura

W<sub>ACABADOS</sub> = peso de acabados

$$CM = (0.10 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^2) + 25 \text{ kg/m}^2 = 265 \text{ kg /m}^2$$

$$CU = 1.4*CMU + 1.7*CVU$$

Donde:

CU = carga última

CV = carga viva (techo accesible)

CMU = carga muerta última

CVU = carga viva última

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

$$CMU = 1.4 * 265 \text{ kg/m}^2 = 371 \text{ kg/m}^2$$

$$CVU = 1.7 * 80 \text{ kg/m}^2 = 136 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 371 \text{ kg/m}^2 + 136 \text{ kg/m}^2 = 507 \text{ kg/m}^2$$

## Cálculo de momentos

### Momentos positivos

Para el cálculo de los momentos positivos utilizaremos los coeficientes de las siguientes tablas:

**Tabla II.** Coeficientes para momentos positivos en losas producidos por cargas muertas

Relación A/B	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
Ca	0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033
1.00						
Cb	0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027

**Tabla III.** Coeficientes para momentos positivos en losas producidos por cargas vivas

Relación A/B	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
Ca	0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035
1.00						
Cb	0.036	0.027	0.032	0.032	0.027	0.032

$$Ma+ = (Ca)*(CMU)*(A^2) + (Ca)*(CVU)*(A^2)$$

$$Mb+ = (Cb)*(CMU)*(B^2) + (Cb)*(CVU)*(B^2)$$

Donde:

Ma+ = momento positivo en "a" producido por las cargas vivas

Mb+ = momento positivo en "b" producido por las cargas vivas

Ca = coeficiente en "a" producido por cargas muertas

Cb = coeficiente en "b" producido por cargas muertas

Ca' = coeficiente en "a" producido por cargas vivas

Cb' = coeficiente en "b" producido por cargas vivas

CMU = carga última

CVU = carga viva última

A = lado corto de la losa

B = lado largo de la losa

$$Ma+ = Mb+ = (0.036)*(371 \text{ kg/m}^2)*(3.05 \text{ m})^2 + (0.036)*(136 \text{ kg/m}^2)*(3.05 \text{ m})^2$$

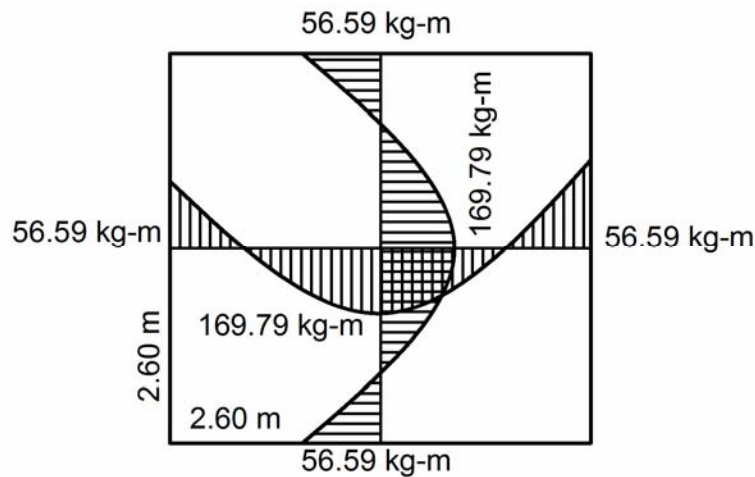
$$= 169.79 \text{ kg-m}$$

### Momentos negativos

Debido a que la losa no tiene continuidad en ningún sentido, se utilizará un tercio de los momentos positivos.

$$M_{a-} = M_{b-} = 1/3 M_{a+} = 1/3(169.79 \text{ kg-m}) = 56.59 \text{ kg-m}$$

**Figura 5.** Diagrama de momentos en la losa



### Cálculo del peralte (d)

$$d = t - \text{recubrimiento mínimo} - \varnothing/2$$

Donde:

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

$$\text{recubrimiento mínimo} = 2.50 \text{ cm}$$

$$\varnothing = 3/8" = 0.95 \text{ cm}$$

$$d = 10.00 \text{ cm} - 2.50 \text{ cm} - (0.95 \text{ cm}/2) = 7.03 \text{ cm}$$

### Cálculo del área de acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = 0.40 * (14.1/f'y) * c_b * d$$

Donde:

$A_{s_{min}}$  = área de acero mínimo

$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$  (módulo de fluencia del acero)

$c_b = 100 \text{ cm}$  (ancho unitario)

$d$  = peralte

$$A_{s_{min}} = 0.40 * (14.1/2810 \text{ kg/cm}^2) * 100 \text{ cm} * 7.03 \text{ cm}^2 = 1.41 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento (S):

$$\left. \begin{array}{l} 1.41 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm} \\ 0.71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S \end{array} \right\}$$

$$S = (0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}) / 1.41 \text{ cm}^2 = 50.35 \text{ cm}$$

Chequeo del espaciamento:

$$S > 3t$$

$$3t = 3 * 10 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

Como  $50.35 \text{ cm} > 30.00 \text{ cm}$  entonces, se utilizará hierro de 3/8" @ 0.30 m

**Área de acero mínimo  $A_{s_{min}'}$  para hierro de 3/8"**

$$\left. \begin{array}{l} A_{s_{min}'} \text{ ----- } 100 \text{ cm} \\ 0.71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 0.30 \text{ cm} \end{array} \right\}$$

$$A_{s_{min}'} = (0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}) / 0.30 \text{ cm} = 2.37 \text{ cm}^2$$

**Cálculo del momento que resistirá el  $A_{s_{min}'}$**

$$M_u = 0.9 (A_{s_{min}'} * F_y * (d - (A_{s_{min}'} * F_y) / 1.7 * f'_c * c_b)$$

Donde:

$M_u$  = momento último que resiste  $A_{s_{min}'}$

$$F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = 2.76 \text{ cm}^2$$

$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (resistencia a la compresión del concreto a los 28 días)

$$c_b = 100 \text{ cm}$$

$$M_u = 0.9 (2.37 \text{ cm}^2 * 2810 \text{ kg/cm}^2 * (7.03 \text{ cm} - (2.37 \text{ cm} * 2810 \text{ kg/cm}^2 /$$

$$1.7 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 100)$$

$$M_u = 41017.81 \text{ kg-cm}$$

$$M_u = 410.17 \text{ kg-m}$$

Chequeo de momentos:

$$M_u = 410.17 \text{ kg-m} > 169.79 \text{ kg-m} (M_{a+})$$

$$M_u = 410.17 \text{ kg-m} > 169.79 \text{ kg-m} (M_{b+})$$

$$M_u = 410.17 \text{ kg-m} > 56.59 \text{ kg-m} (M_{a-})$$

$$M_u = 410.17 \text{ kg-m} > 56.59 \text{ kg-m} (M_{b-})$$

Espaciamiento (S) para el área de acero del momento último ( $M_u$ ):

$$\left. \begin{array}{l} 2.76 \text{ cm}^2 \text{-----} 100 \text{ cm} \\ 0.71 \text{ cm}^2 \text{-----} S \end{array} \right\}$$

$$S = (0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}) / 2.76 \text{ cm}^2 = 25 \text{ cm}$$

El armado de la losa será de hierro corrugado de 3/8" @ 0.25 m en ambos sentidos.

**Acero por temperatura ( $A_s$ )**

$$A_s = 0.002 * c_b * t$$

$$= 0.002(100 \text{ cm})(10 \text{ cm}) = 2.00 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento (S):

$$2.00 \text{ cm}^2 \text{-----} 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \text{-----} S$$

$$S = (0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}) / 2.00 \text{ cm}^2 = 35.50 \text{ cm}$$

Ya que el resultado anterior de espaciamiento es de 35.00 cm por razones de diseño, se tomará un espaciamiento de 30.00 cm

En resumen, para el área de acero por temperatura, se colocarán varillas de hierro corrugado de 3/8" @ 0.30 m en ambos sentidos.

### **Diseño de muros del tanque de almacenamiento**

El diseño de los muros del tanque de almacenaje tiene las mismas dimensiones y criterios de diseño que los muros del tanque de la sección 2.1.3.4.4. (ver planos constructivos en el apéndice).

### **Diseño de la losa inferior del tanque de almacenamiento**

$$\text{Lado A} = 2.60 \text{ m}$$

$$\text{Lado B} = 2.60 \text{ m}$$

$$\text{Altura} = 1.50 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = (2.60 \text{ m}) * (2.60 \text{ m}) * (1.50 \text{ m}) = 10.14 \text{ m}^3$$

$$W_{\text{agua}} = V * \gamma_{\text{agua}} = (10.14 \text{ m}^3) * (1.00 \text{ T/m}^3) = 10.14 \text{ T}$$

Peso del agua por  $\text{m}^2$

$$W_{\text{AGUA}} = P_{\text{AGUA}} / \text{área de la losa inferior}$$

$$W_{\text{AGUA}} = 10.14 \text{ T} / (2.60\text{m} * 2.60\text{m}) = 1.50 \text{ T} / \text{m}^2 < 16 \text{ T/m}^2$$

Debido a que el valor soporte del suelo es de  $16 \text{ T/m}^2$  y la presión ejercida por el agua es menor, no es necesario reforzar la losa inferior del tanque.

### **Diseño de muros del tanque de almacenamiento**



Los muros del tanque de almacenaje se construirán de concreto ciclópeo, pensando en la economía del mismo. Éstos funcionarán como muros de gravedad, debido a la presión que interactúa por medio del agua y el suelo. Se diseñará un tanque semi-enterrado debido a la interacción de las fuerzas que actúan en el muro.

### Parámetros de diseño

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1.40 \text{ T/m}^3 \text{ (debido al tipo de suelo)}$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2.40 \text{ T/m}^3$$

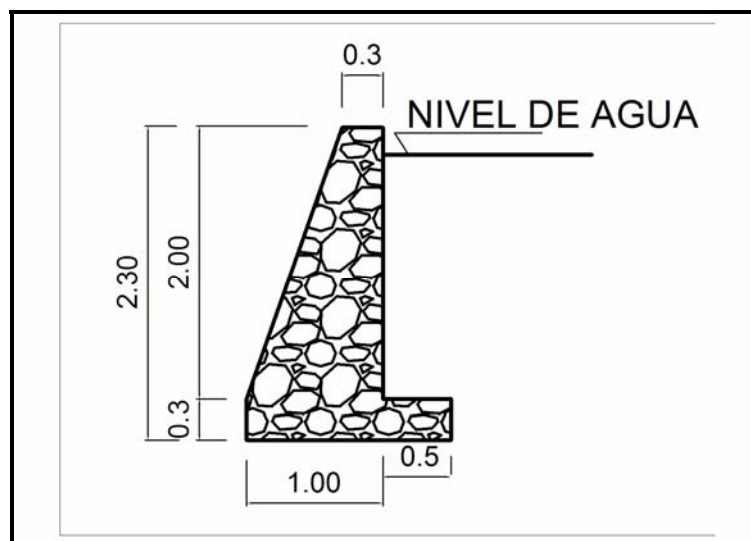
$$\gamma_{\text{concreto ciclópeo}} = 2.50 \text{ T/m}^3$$

$$\gamma_{\text{agua}} = 1.00 \text{ T/m}^3$$

$$\phi \text{ (Ángulo de fricción)} = 20^\circ \text{ (debido al tipo de suelo de la región)}$$

$$V_s = 16 \text{ T/m}^3 \text{ (debido al tipo de suelo de la región)}$$

Figura 6. Detalle del muro del tanque de almacenamiento



- Coeficiente de empuje activo ( $K_a$ )

$$K_a = (1 - \text{sen}\phi) / (1 + \text{sen}\phi)$$

$$K_a = (1 - \text{sen}20^\circ) / (1 + \text{sen}20^\circ) = 0.4903$$

- **Coeficiente de empuje pasivo (Kp)**

$$K_p = (1 + \text{sen}\emptyset) / (1 - \text{sen}\emptyset)$$

$$K_p = (1 + \text{sen}20^\circ) / (1 - \text{sen}20^\circ) = 2.0396$$

- **Cálculo de presiones horizontales (PH)**

$$PH_{\text{activa}} = K_a * \gamma_{\text{suelo}} * H_{\text{activa}}$$

$$PH_{\text{activa}} = 0.4903 * 1.40 \text{ T/m}^3 * 0.30 \text{ m} = 0.2059 \text{ T/m}^2$$

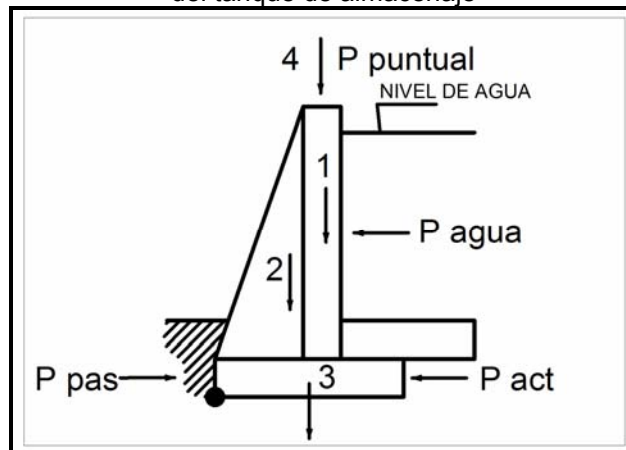
$$PH_{\text{pasiva}} = K_p * \gamma_{\text{suelo}} * H_{\text{pasiva}}$$

$$PH_{\text{pasiva}} = 2.0396 * 1.40 \text{ T/m}^3 * 0.30 \text{ m} = 1.7133 \text{ T/m}^2$$

$$PH_{\text{agua}} = \text{ancho} * \gamma_{\text{agua}}$$

$$PH_{\text{agua}} = 1.00 \text{ m} * 1.00 \text{ T/m}^3 = 1.00 \text{ T/m}^2$$

**Figura 7.** Diagrama de cargas debido al peso propio y a fuerzas que actúan a favor del muro del tanque de almacenaje



- **Cálculo de presiones horizontales en el punto de aplicación (PH')**

$$PH'_{\text{pasiva}} = \frac{1}{2} * PH_{\text{pasiva}} * H_{\text{pasiva}}$$

$$PH'_{\text{pasiva}} = \frac{1}{2} * (1.7133 \text{ T/m}^2) * (0.60 \text{ m}) = 0.5140 \text{ T/m}$$

$$PH'_{\text{activa}} = \frac{1}{2} * PH_{\text{activa}} * H_{\text{activa}}$$

$$PH'_{\text{activa}} = \frac{1}{2} * (0.2059 \text{ T/m}^2) * (0.30 \text{ m}) = 0.0309 \text{ T/m}$$

$$PH'_{\text{agua}} = \frac{1}{2} * PH_{\text{agua}} * H_{\text{agua}}$$

$$PH'_{\text{agua}} = \frac{1}{2} * (1.00 \text{ T/m}^2) * (1.50 \text{ m}) = 1.50 \text{ T/m}$$

- **Carga puntual CP= (A<sub>losa</sub>/4 + A<sub>viga perimetral</sub>) \* γ<sub>concreto</sub>**

$$CP = ((3.05 \text{ m} \cdot 3.05 \text{ m})/4 + (0.15 \text{ m} \cdot 0.20 \text{ m})) \cdot 2.40 \text{ T/m} = 5.6535 \text{ T/m}$$

- **Cálculo de momentos al pie del muro debido a las cargas activas y pasivas (momento resistente)**

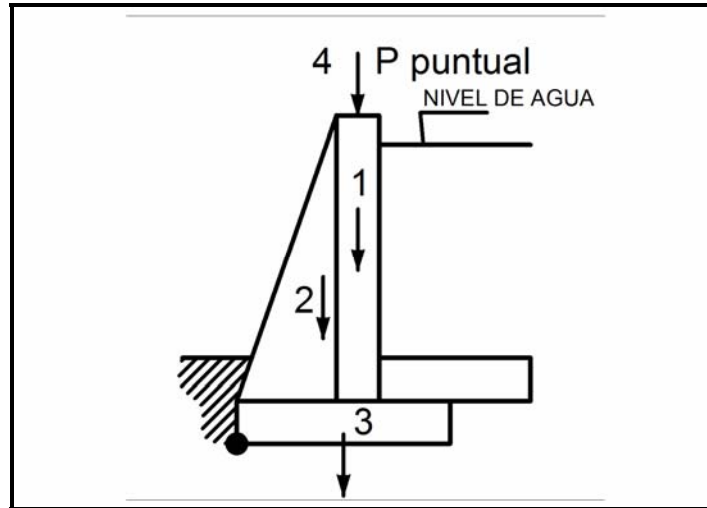
**Tabla IV.** Momentos actuantes del muro del tanque de almacenaje

	Fuerza PH' (T/m)	Brazo (m)	Momento (T-m/m)
<b>Activo</b>	0.0309	0.60/3=0.20	0.0062
<b>Pasivo</b>	0.5140	0.30/3=0.10	0.0514
<b>Agua</b>	1.5000	1.50/3+0.60=1.10	1.2375
		<b>ΣM<sub>actuante</sub></b>	<b>1.2951</b>

**Tabla V.** Momento resistente del muro del tanque de almacenaje

	Area (m <sup>2</sup> )	γ <sub>c. ciclópeo</sub> (T/m <sup>2</sup> )	W (T/m)	Brazo (m)	Momento (T-m/m)
<b>1</b>	0.30*2.00=0.60	2.50	1.50	0.85	1.2750
<b>2</b>	½*0.7*2=0.70	2.50	1.75	0.47	0.8225
<b>3</b>	1.50*0.3=0.45	2.50	1.125	0.75	0.8437
		<b>ΣW</b>	<b>4.375</b>	<b>Σ</b>	<b>2.9412</b>
<b>4</b>	Carga puntual	2.50	5.6535	0.85	4.8055
		<b>ΣW<sub>T</sub></b>	<b>10.0285</b>		

Figura 8. Momentos al pie del muro



- Chequeo por volteo ( $F_{sv}$ )

$$F_{sv} = \frac{\sum M_{\text{resistente}}}{\sum M_{\text{actuante}}} > 1.5$$

$$F_{sv} = \frac{\sum M_{\text{resistente}}}{\sum M_{\text{actuante}}} = \frac{M_{\text{pasivo}} + M_{\text{carga muro}} + M_{\text{carga puntual}}}{M_{\text{activo}} + M_{\text{presión agua}}}$$

$$= \frac{0.0514 \text{ T-m/m} + 2.9412 \text{ T-m/m} + 5.6535 \text{ T-m/m}}{0.0062 \text{ T-m/m} + 1.5000 \text{ T-m/m}} = 5.1773 \text{ T-m/m}$$

Chequeo por volteo

Como  $5.1773 \text{ T-m/m} > 1.5000 \text{ T-m/m}$ , entonces, sí chequea.

- Chequeo por deslizamiento ( $F_{sd}$ )

$$F_{sv} = \frac{\sum PH'_{\text{resistente}}}{\sum PH'_{\text{actuante}}} > 1.5$$

$$F_{sv} = \frac{\sum PH'_{\text{resistente}}}{\sum PH'_{\text{actuante}}} = \frac{PH'_{\text{pasivo}} + PH'_{\text{carga muro}} + PH'_{\text{carga puntual}}}{PH'_{\text{activo}} + PH'_{\text{presión agua}}}$$

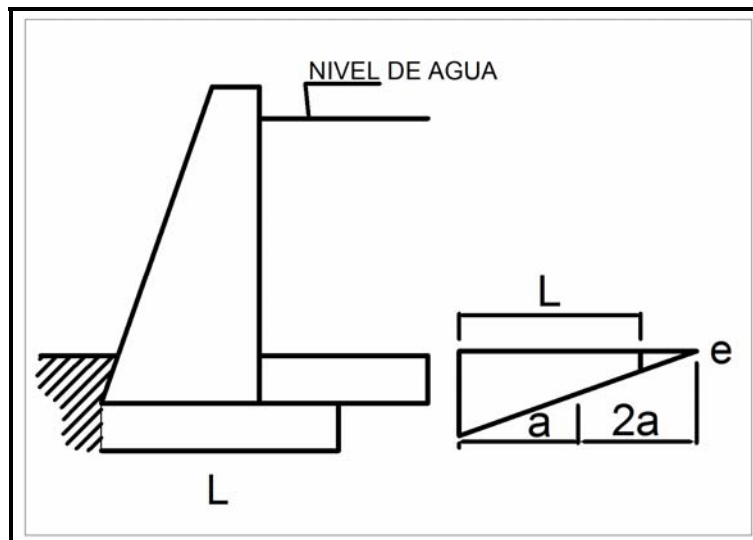
$$= \frac{0.5140 \text{ T-m} + 4.375 \text{ T-m} + 5.6535 \text{ T-m}}{0.0309 \text{ T-m} + 1.5000 \text{ T-m}} = 6.8864 \text{ T-m}$$

Como  $6.8864 \text{ T-m} > 1.50 \text{ T-m}$

sí cumple chequeo por deslizamiento.

- **Chequeo de presiones máxima y mínima en la base del muro**

**Figura 9.** Diagrama de excentricidad de presiones del muro del tanque de almacenaje



- **Excentricidad de carga (e)**

$$e = (L/2) - a$$

$$a = \frac{M_{\text{resistente}} + M_{\text{carga puntual}} - M_{\text{actuante}}}{W_T}$$

$$a = (2.9412 \text{ T-m/m} + 4.8055 \text{ T-m/m} - 1.2951 \text{ T-m/m}) / 10.0285 \text{ T/m}$$

$$= 0.6433 \text{ m}$$

$$e = (1.50 \text{ m} / 2) - 0.6433 \text{ m} = 0.1067 \text{ m}$$

- **Chequeo de presiones**

$$q = (W_T / (L \cdot b)) \pm ((W \cdot e) / S)$$

Donde:

q = presiones máxima y mínima (T/m<sup>2</sup>)

W<sub>T</sub> = carga total del muro (T)

L = longitud de la base del muro (m)

e = excentricidad (m)

S = módulo de sección (m<sup>3</sup>)

$$q = (10.0285 \text{ T} / 1.50 \text{ m} \cdot 1.00 \text{ m}) \pm (10.0285 \text{ T} \cdot 0.1067 \text{ m} / (1/6(1.50 \text{ m})^2 \cdot 1.00 \text{ m}))$$

$$q_{\max} = 9.5391 \text{ T/m}^2$$

$$q_{\min} = 3.8322 \text{ T/m}^2$$

Chequeo de presiones:

$$16.0000 \text{ T/m}^2 > 9.5391 \text{ T/m}^2$$

$$16.0000 \text{ T/m}^2 > 3.8322 \text{ T/m}^2$$

Debido a que los resultados obtenidos no sobrepasan el valor soporte del suelo, el diseño del tanque de almacenamiento es funcional.

### **Diseño de la losa inferior del tanque de almacenamiento**

Lado A = 2.60 m

Lado B = 2.60 m

Altura = 1.50 m

$$\text{Volumen} = (2.60 \text{ m}) \cdot (2.60 \text{ m}) \cdot (1.50 \text{ m}) = 10.14 \text{ m}^3$$

$$W_{\text{agua}} = V \cdot \gamma_{\text{agua}} = (10.14 \text{ m}^3) \cdot (1.00 \text{ T/m}^3) = 10.14 \text{ T}$$

Peso del agua por m<sup>2</sup>

$$W_{\text{AGUA}} = P_{\text{AGUA}} / \text{área de la losa inferior}$$

$$W_{\text{AGUA}} = 10.14 \text{ T} / (2.60\text{m} * 2.60\text{m}) = 1.50 \text{ T} / \text{m}^2$$

Chequeo de valor soporte:

$$16 \text{ T/m}^2 > 1.50 \text{ T/m}^2$$

Entonces, no se necesita reforzar la losa inferior del tanque.

#### **2.1.3.4.5 Red de distribución**

Es un sistema de tuberías unidas entre sí, cuya función es llevar agua potable desde el tanque de almacenamiento hasta las conexiones prediales. Se deben de considerar las presiones hidrostáticas, el período de diseño del sistema, la economía del mismo, así como el máximo consumo horario.

Para el diseño se utilizó el método de ramales abiertos, dadas las características de la comunidad. En consideración a la menor altura de las edificaciones en medios naturales, las presiones tendrán los siguientes valores:

- Presión dinámica mínima 10 mca. Esto sirve para mantener un margen de seguridad en las viviendas con cotas de terreno más bajas del sistema.
- Presión dinámica máxima 40 mca. Con la finalidad de evitar daños en los accesorios que conforman la red de distribución.
- Presión estática máxima 80 mca. Si se excede esta presión, las válvulas del sistema de distribución colapsarían.

Según la guía para el diseño de abastecimientos de agua potable en zonas rurales del INFOM (junio de 1997).

#### **Cálculo de la red de distribución**

##### **Red en forma de malla o de circuito cerrado**

Un circuito cerrado se forma cuando las tuberías están intercomunicadas entre sí. Esta técnica funciona mejor que la red ramificada, ya que elimina los extremos muertos, y permite la circulación del agua. En una red en forma de malla, la fórmula de Hazen & Williams define la pérdida de carga, la cual es verificada por el método de Hardy-Cross, que se considera balanceado cuando la corrección el caudal es menor del 1% del caudal que entra (ver apéndice 17).

- Para el cálculo de los caudales de vivienda, asignando valores, tenemos que:

$$Q_v = 0.42 * 1.2 / 45 = 0.0383 \text{ L/s}$$

- El caudal instantáneo para un tramo será:

$$Q_i = 0.15 (45-1)^{1/2} = 0.9950 \text{ L/s}$$

#### **2.1.4 Sistemas de desinfección**

Con base a los resultados de los análisis del laboratorio (ver resultados en el apéndice), el agua es sanitariamente segura, por lo cual se recomienda un simple tratamiento de desinfección, según Norma Internacional de la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) para fuentes de agua. El método de desinfección que mejor se adapta al proyecto es la cloración. La rapidez de la desinfección depende fundamentalmente de la concentración del agente desinfectante y del tiempo de contacto; aunque también debe de considerarse el pH y la temperatura. La cantidad necesaria varía según el grado de contaminación y la cantidad de minerales o gases presentes que puedan sufrir oxidación. El mismo se hará por medio de pastillas dosificadas de hipoclorito de calcio al 60%, insertadas en filtros cloradores, ubicados en el tanque de almacenamiento. Estas pastillas son fáciles de conseguir, colocar y son económicas.



### 2.1.5 Planos

Para este proyecto se elaboraron los siguientes planos constructivos:

**Tabla VI.** Planos constructivos proyecto Nueva Esperanza

<b>Planos constructivos</b>
1. Planta general
2. Planta – perfil de línea de conducción E-00 a E-11.4
3. Planta – perfil de línea de conducción E-11.4 a E-24
4. Detalle del tanque de almacenamiento 10 m <sup>3</sup>
5. Detalle caja de captación y acometida domiciliar
6. Detalle caja válvula de aire, válvula de limpieza y caja unificadora

### 2.1.6 Cuantificación de materiales de construcción y mano de obra

Se realizó con base en los planos constructivos y a los precios locales de materiales de construcción y mano de obra de la región.

### 2.1.7 Presupuesto

Es el resultado del total de los precios unitarios, tomando en cuenta lo siguiente:

- **Costo directo:**

Está conformado por el costo de los materiales y mano de obra locales.

- **Costo indirecto:**

En éste se incluyen los renglones tales como dirección técnica, administración, utilidades y se consideró un 30% del costo directo del presupuesto. Se tomaron como base los precios de los materiales y mano de obra que se trabajan en la cabecera municipal.

### 2.1.7.1 Costo del proyecto

El costo del proyecto se obtuvo de acuerdo a la cuantificación y precio de los materiales de construcción y mano de obra locales, con base en los planos constructivos, excluyéndose del mismo el aporte comunitario (ver apéndice 18).

### 2.1.7.2 Cuadro de resumen

**Tabla VII.** Resumen general del sistema de abastecimiento de Nueva Esperanza

**PRESUPUESTO DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
CASERIO NUEVA ESPERANZA, SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ  
MAYO DE 2008**

No	DESCRIPCION DEL REGLON	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	CAJA DE CAPTACIÓN	UNIDAD	3.00	Q 06,982.40	Q 20,947.20
2	LINEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN 2,552 ML	UNIDAD	1.00	Q 108,599.00	Q 108,599.00
3	VÁLVULAS DE AIRE Y LIMPIEZA	GLOBAL	2.00	Q 01,655.00	Q 03,310.00
4	TANQUE DE ALMACENAMIENTO 10.00 M3	UNIDAD	1.00	Q 18,033.40	Q 18,033.40
5	CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES	UNIDAD	1.00	Q 02,609.33	Q 02,609.33
6	CONEXIONES DOMICILIARES	GLOBAL	1.00	Q 12,288.20	Q 12,288.20
7	CLORADOR	UNIDAD	1.00	Q 02,100.00	Q 02,100.00
<b>COSTO SIN APORTE COMUNITARIO</b>					<b>Q 167,887.13</b>
MATERIALES					Q 128,130.13
MANO DE OBRA					Q 39,357.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					Q 167,887.13
TOTAL COSTOS INDIRECTOS (30% COSTOS DIRECTOS)					Q 50,366.14
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 218,253.27</b>
COSTO TOTAL EN DÓLARES (CAMBIO A Q7.65)					<b>\$28,529.84</b>

### 2.1.7.3 Precios unitarios

Los precios unitarios se trabajaron en base a los planos de diseño y a los precios locales, con IVA incluido.

### 2.1.8 Operación y mantenimiento

#### Mantenimiento preventivo

Son acciones que se llevan a cabo antes que se produzcan en los equipos e instalaciones fallas, a fin de disminuir sus efectos o evitarlas. El mantenimiento preventivo reduce costos y evita problemas del tipo funcional a la comunidad.

Es importante tomar en cuenta además, los informes sobre las características y el comportamiento operacional de los equipos o instalaciones, así como las especificaciones técnicas del fabricante.

Las etapas para la organización eficiente del mantenimiento preventivo de un sistema son:

- Inventario técnico de las instalaciones o equipos.
- Clasificación en grupos de acuerdo con características similares.
- Formularios necesarios para el control del mantenimiento preventivo.
- Normas de mantenimiento preventivo para cada grupo de componentes.
- Plan periódico de mantenimiento preventivo, anualmente.
- Archivos técnicos de mantenimiento.

**Tabla VIII.** Programa de mantenimiento de agua potable.

Programa de mantenimiento de agua potable	
ACTIVIDAD	FRECUENCIA
<b>CAPTACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Verificar el nivel en el tanque de captación.</li><li>• Revisar las válvulas y rebalses.</li></ul>	Diario Mensual

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar el área adyacente a la captación (removiendo plantas, piedras, tierra o cualquier otra obstrucción).</li> <li>• Inspeccionar el área de influencia del nacimiento para detectar posibles fuentes de contaminación como aguas negras, presencia de animales domésticos, letrinas, etc.</li> <li>• Operar válvulas para verificar si giran con facilidad.</li> <li>• Si las válvulas tienen partes rotas o fugas se corrigen. Revisar las tuberías, corregir las fugas si las hubiese y pintar con pintura anti-corrosiva en donde sea necesario.</li> </ul>	<p>Mensual</p> <p>Annual</p> <p>Annual</p> <p>Annual</p>
<p style="text-align: center;"><b>LINEA DE CONDUCCIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener una brecha sobre la línea de conducción, con el fin de facilitar la inspección y detectar fugas.</li> <li>• Observar si hay fugas, deslizamientos o hundimientos de la tierra que pueda afectar la línea, cualquier área húmeda anormal sobre la línea enterrada debe ser revisada.</li> <li>• Inspeccionar elementos de mampostería y concreto en la línea.</li> </ul>	<p>Annual</p> <p>Mensual</p> <p>Semestral</p>
<p style="text-align: center;"><b>TANQUE DE DISTRIBUCIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para su limpieza, cortar la entrada del agua, cerrando la válvula de drenaje para vaciar el tanque, abrir la escotilla, penetrar al tanque y limpiar con cepillos metálicos las paredes y el fondo del tanque. Sacar los residuos de la limpieza usando chorro de agua.</li> <li>• Revisar el estado extremo de las válvulas, verificar que no haya fugas, roturas o falta de piezas, en cuyo caso deberá repararse la válvula o bien cambiarla por otra si fuese necesario.</li> <li>• Revisar la estructura del tanque.</li> </ul>	<p>Semestral</p> <p>Trimestral</p> <p>Semestral</p>
<p style="text-align: center;"><b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeccionar la red de distribución con el fin de detectar fugas y otras anomalías en las hojas de registro, verificar y revisar las cajas de válvulas.</li> <li>• Revisar el funcionamiento de las válvulas, las cuales deben abrir y cerrar lentamente. Pintar y retocar con pinturas anti-corrosivas las válvulas y accesorios que estén a la vista de la red de distribución.</li> </ul>	<p>Mensual</p> <p>Semestral</p>
<p style="text-align: center;"><b>VÁLVULAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrir y cerrar lentamente la válvula para evitar el golpe de ariete, comprobar que el número de vueltas y el sentido de rotación, al cerrar o abrir, coincide con el indicado en la hoja de registro.</li> <li>• Abrir y cerrar varias veces las válvulas con el fin de eliminar los depósitos que se hayan podido acumular en el asiento de la compuerta; comprobar el estado de la empaadura de la prensa-estopa y reemplazarla si hay dificultad en el manejo de la válvula o si hay fugas que no se eliminan apretando el prensa-estopa.</li> <li>• Revisar los empaques, si están en mal estado cambiarlos. Verificar que los pernos y tuercas estén suficientemente apretados para evitar fugas.</li> <li>• Cambiar la pieza si es necesario, pintar o retocar la pintura de las válvulas y accesorios. Para ello, usar pintura anti-corrosiva. Revisar y limpiar la caja de las válvulas. Revisar tapaderas y reemplazar las que estén rotas.</li> </ul>	<p>Semestral</p> <p>Semestral</p> <p>Semestral</p>
<p style="text-align: center;"><b>CONEXIONES DOMICILIARES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar las conexiones por sectores del sistema.</li> <li>• Revisar empaques de las llaves de chorro.</li> <li>• Revisar llaves de globo y posibles fugas en las conexiones.</li> </ul>	<p>Diario</p> <p>Mensual</p> <p>Trimestral</p>

## Mantenimiento correctivo

Son las reparaciones en equipos e instalaciones, causadas por accidentes o por el deterioro gradual, debido a la edad y uso.

El encargado designado de supervisar todos los trabajos de mantenimiento preventivo y reparaciones en los acueductos, es responsable de tomar ciertas decisiones en la resolución de problemas que se le plantean en la comunidad, para garantizar el buen funcionamiento del sistema.

Entre las actividades del mantenimiento correctivo se encuentran:

- Limpiar cada tres meses el terreno adyacente al nacimiento, quitando la maleza y los desechos vegetales o animales.
- Aforar cada tres meses el caudal del nacimiento para observar si ha disminuido su capacidad. La obstrucción de la formación acuífera en las proximidades del nacimiento disminuyen el rendimiento del mismo.
- Revisar los sellos sanitarios de la captación, observando que no haya fisuras, o aberturas a su alrededor que pudieran permitir el acceso de agua superficial.
- Inspeccionar anualmente el área de influencia al nacimiento, para asegurarse de que no hay corrales, aguas negras, pozos sépticos o cualquier otra fuente de contaminación.
- La red de distribución la constituye todo el sistema de tubería desde el tanque de distribución hasta aquellas líneas de las cuales parten las tomas o conexiones domiciliarias.
- Inspeccionar las vías en las que se encuentra enterrada la red de distribución, con el fin de detectar fugas u otras anomalías. Si es posible corregirlas cada seis meses y revisar si hay fugas o daños en los componentes visuales de la red.
- Revisar el funcionamiento de las válvulas haciéndolas girar lentamente. Éstas deben abrir y cerrar fácilmente. Observar si hay fugas en las válvulas y si sus piezas externas están completas y en buen estado. Corregir los defectos si es necesario o cambiar toda la válvula.

## **Válvulas de compuerta**

Son accesorios que se usan en la salida de tanques de captación; en la entrada y salida de tanques de distribución, en las cajas rompe-presión y en derivaciones de la línea de distribución. Se utilizan con mayor frecuencia en las líneas de conducción y distribución de los acueductos, debido a que ofrecen poca resistencia al paso del agua en sentido horizontal.

- Revisar los empaques, si en caso estuvieran dañados, se deberán de cambiar. Comprobar que los pernos y tuercas estén suficientemente apretados para evitar fugas.
- Verificar el estado del vástago o eje del tornillo, observando si se encuentra torcido o inmovilizando debido al óxido. Cambiar la pieza de ser necesario.
- Revisar y limpiar las cajas de las válvulas. Informar si es necesario subirlas, bajarlas o reemplazarlas, según sea la posición o estado en que se encuentren.
- En la instalación de tubería bajo tierra, debe tenerse especial cuidado en seguir las indicaciones técnicas para evitar el aplastamiento, rompimiento o perforación de los tubos, especialmente en los cruces de caminos o en terrenos que se usen para cultivos.

## **Uniones en tubería PVC**

- Revisar la tubería y los accesorios que se van a ensamblar para verificar que no estén tapados, perforados o quebrados.
- Cortar los tubos a escuadra, mediante una sierra para metales. Finalizado el corte, quitar con una navaja las rebabas externas e

internas. Los cortes defectuosos permitirán fugas de agua al instalar la tubería.

- Se deben probar los accesorios, ensamblándolos al tubo, sin usar pegante para verificar que ajustan fácilmente y acordar la posición correcta en la instalación.
- Quitar con un trapo limpio o papel lija, el polvo o cualquier suciedad que tenga el tubo o el accesorio, interna y externamente. Esta operación se hace sobre la superficie que va a recibir pegante.

### **Docencia**

La docencia consistirá en la capacitación del comité y algunos miembros de la comunidad que ellos elijan, sobre el mantenimiento preventivo y eventuales reparaciones del sistema.

Se les instruirá sobre la forma y procedimiento a utilizar en la colocación y reposición de tubería PVC, reposición de válvulas y la calibración del sistema de cloración.

### **Administración del agua potable**

El comité de vecinos, debidamente organizado, es el encargado de vigilar el uso adecuado del sistema y de racionar equitativamente el suministro en caso de emergencia. Así mismo de dirigir al encargado de operación del sistema, implementar mecanismos de seguridad adecuados y evitar actos de vandalismo contra el sistema, en perjuicio de los usuarios.

## 2.1.9 Propuesta de tarifa

### Costos de operación y mantenimiento

A un sistema de agua potable se le debe dar una funcionabilidad y mantenimiento adecuado, para garantizar la sostenibilidad del mismo durante el período para el cual ha sido diseñado. Esto implica que es necesario contar con los recursos suficientes para operar el sistema, darle un mantenimiento preventivo, y cuando sea necesario un mantenimiento correctivo. Dichos recursos solo pueden obtenerse a través de un pago mensual de una tarifa por usuario, la cual se calcula con un horizonte no mayor de 5 años, debido a que en el área rural difícilmente los habitantes aceptan incrementos constantes.

Para el proyecto en estudio se calculará la tarifa contemplando los siguientes costos:

### Costos de operación

Contempla el pago a un fontanero para efectuar revisiones periódicas al sistema, en obras de arte, tanque de distribución y operación del sistema de cloración. Se estima que el fontanero trabaja 10 días al mes, se toma relación con las veces que tiene que reparar la solución para la cloración del agua, además, en este tiempo tendrá que realizar las revisiones que están dadas en el programa de operación y mantenimiento, según se programe por el comité de agua. El cálculo de salario se hace con base a las leyes laborales vigentes en el país, y se recomienda este salario:

Salario mínimo para actividad no agrícola	Q. 1,624.60 (mensual)
Incentivo	Q. 250.00 (mensual)
Aguinaldo	Q. 1,624.60 (anual)
Bono 14	Q. 1,624.60 (anual)



Vacaciones Q. 812.30 (anual)

### **Cálculo mensual**

Salario mínimo para actividad no agrícola	Q. 1,624.60 (mensual)
Incentivo	Q. 250.00 (mensual)
Aguinaldo	Q. 135.38 (mensual)
Bono 14	Q. 135.38 (mensual)
Vacaciones	Q. 67.69 (mensual)
<b>Total</b>	<b>Q. 1,963.05 (mensual)</b>

Salario por día Q. 65.435, por lo tanto, el fontanero en 10 días proyectados devengará un salario de **Q. 654.35**

**Costo de operación Q. 654.35 / mes**

### **Costo de mantenimiento**

Consiste en la compra de materiales para reemplazar los accesorios dañados cuando se requiera, además de la herramienta que será utilizada por el fontanero, en el renglón de operación. Se estimará un cuarto por millar del costo total del proyecto presupuestado para el período de diseño.

Costo total del proyecto	Q. 540,035.41
Cuarto por millar	Q. 2,160.14
Costo de mantenimiento	Q. 2,160.14 / 21 (período de diseño)
Costo de mantenimiento	Q. 102.86 / mes

### **Costo de tratamiento**

Este consiste específicamente en la compra de pastillas de hipoclorito de calcio al 65%, no incluyéndose la aplicación, ya que va dentro de la operación. Se calcula de la siguiente forma:

Costo de hipoclorito de calcio	Q. 10.00 c/ pastilla
Costo de transporte	Q. 10.00 (ida y vuelta a Panajachel)
Costo total	Q. 10.00 x 10 pastillas/mes + 10.00

Aplicación de hipoclorito cada 3 días

Costo de tratamiento	Q. 110.00 / mes
----------------------	-----------------

### **Gastos administrativos**

Estos servirán para mantener un fondo de gastos de útiles de oficina, viáticos u otros gastos que puedan surgir durante el funcionamiento del sistema. Se puede estimar un 10% de la suma de operación, mantenimiento y de tratamiento.

Costo de mantenimiento	Q. 102.86 / mes
Costo de tratamiento	Q. 110.00 / mes
Costo de operación	Q. 654.35 / mes
Costo total	Q. 867.21 / mes

**Gasto administrativo 10%                      Q. 86.72 / mes**

### **Propuesta tarifa**

La propuesta de tarifa consiste en la relación de los gastos de operación, mantenimiento y el número de conexiones prediales del sistema.

Costo de operación	Q. 654.35 / mes
Costo de mantenimiento	Q. 102.86 / mes
Costo de tratamiento	Q. 110.00 / mes
Costo administrativo 10%	Q. 86.72 / mes
Total	Q. 953.93 / mes

Número de conexiones prediales: 49      Q. 19.46 / mes

**Tarifa propuesta por conexión predial: Q. 20.00 / mes**

Puesto que el comité tiene a su cargo la administración del sistema, debe efectuar el cobro de la tarifa mensual. Además tiene a su cargo llevar el registro de cuántos usuarios están conectados al sistema y de otorgar nuevos derechos de conexión, sin sobrepasar la capacidad del sistema. Para ello el comité debe elaborar un reglamento interno para la comunidad. Esta actividad se recomienda que sea supervisada por la municipalidad.

Para que la administración sea funcional, la comunidad tiene que estar de acuerdo con los diferentes elementos que intervienen en la misma, por lo que la elección del comité, la propuesta de tarifa y los reglamentos sobre el uso del agua deben determinarse o avalarse en una asamblea comunitaria.

### **2.1.10 Evaluación de impacto ambiental**

La evaluación de impacto ambiental (EIA) es un estudio de todos los impactos relevantes, positivos y negativos, de una acción propuesta sobre el medio ambiente. Se refiere a la predicción de los cambios ocasionados por el proyecto durante su fase de ejecución, funcionamiento y abandono. Se pretende determinar de manera preventiva los impactos negativos y positivos que puede ocasionar un proyecto, y se pueden definir las medidas correctivas para minimizar los efectos que ocasionarían los impactos negativos.

## **Identificación de impactos**

El ejecutor de un proyecto deberá identificar los impactos ambientales potenciales que puedan provocar las actividades y obras asociadas al proyecto, para lo cual debe apoyarse en las matrices de impacto contenidas en la guía.

### **El agua**

Debido a que existen fuentes superficiales pequeñas, el agua se puede contaminar con el movimiento de tierra al momento del zanjeo.

### **El suelo**

Se impactará negativamente el mismo si no se verifica la etapa del zanjeo porque habrán movimientos de tierra, pero el mismo solamente se dará en la etapa de construcción y sus efectos son fácilmente prevenibles.

### **El aire**

Si no se verifican las fugas de agua rápidamente, hay peligro en el ambiente por malos olores y durante la etapa de construcción por el polvo.

### **Salud**

Hay un impacto relativamente pequeño en la salud en la etapa de construcción, ya que debido al movimiento de tierras se producirá polvo en las sucesivas etapas y el impacto es positivo. En la construcción de las obras es necesario considerar el uso de equipo necesario para evitar accidentes.

## **Impactos negativos**

Se dan solo en las etapas de construcción y operación del proyecto. Los más relevantes perjudican:

- Al suelo
- Al agua
- Al ambiente

### **Plan de Manejo Ambiental**

El ejecutor de un proyecto deberá de incorporar un plan de manejo ambiental, que consistirá en la elaboración sistemática y estructurada de una serie de medidas tendientes a mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales negativos, producidos en el entorno, debido a la implementación de un proyecto, así como también contemplar la elaboración de una estrategia ambiental que incluya medidas de prevención de riesgos ambientales y control de accidentes.

#### **a) Medidas de mitigación**

Las medidas de mitigación evitan o disminuyen los efectos adversos del proyecto en el entorno, cualquiera que sea su fase de ejecución.

Estas medidas se determinan en función del análisis de cada uno de los componentes ambientales afectados por la ejecución del proyecto, en cada una de las etapas del mismo, pudiendo ser de tres categorías diferentes:

- Medidas que impidan o eviten completamente un efecto adverso significativo, mediante la no ejecución de una obra o acción.
- Medidas que minimizen o disminuyan el efecto adverso o significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la obra o acción o de alguna de sus partes.
- Medidas que reducen o eliminan el efecto adverso significativo mediante la implementación de acciones específicas.

## **b) Medidas Reparación y/o Restauración**

Las medidas de reparación y/o restauración tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o en caso de no ser posible, restablecer sus propiedades básicas.

## **c) Medidas de Compensación**

Las medidas de compensación generan un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado. El ejecutor de la obra debe describir en forma sencilla el componente afectado y los potenciales impactos ambientales que se prevé puedan ocasionar, como producto de la ejecución y operación de su proyecto, con su respectiva medida de mitigación, reparación y/o restauración y compensación, con la finalidad de que se diseñe un plan de mitigación apropiado para el proyecto.

El diseño de un plan de manejo ambiental busca que el ejecutor genere, provea la información específica necesaria y establezca los compromisos para asegurar un medioambiente libre de contaminación.

En el proyecto del sistema de agua potable para el cantón Caliaj, se empleará el formato de evaluación ambiental proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

**Tabla IX.** Evaluación ambiental inicial



## EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL

(Formato propiedad del MARN)

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p><b>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y <b>debe</b> ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera.</li> <li>• Si necesita mas espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información.</li> <li>• La información <b>debe</b> ser completada, utilizando letra de <b>molde legible</b> o a máquina de escribir.</li> <li>• Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: <a href="mailto:vunica@marn.gob.gt">vunica@marn.gob.gt</a></li> <li>• Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera).</li> <li>• Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN.</li> </ul>	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Este proyecto se encuentra dentro de la categoría de Electricidad, Gas y Agua; en la división 4100, refiriéndose a diseño, construcción y operación de proyectos derivados de las concesiones y autorizaciones de agua, siendo las fuentes manantiales, dentro del renglón B2, considerándose como un proyecto de moderado a bajo impacto ambiental/riesgo ambiental.</p> <p>Firma y sello de recibido MARN</p>

I. INFORMACIÓN LEGAL
<p><b>I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad:</b> Sistema de agua potable para los cantón Caliaj, San Andrés Semetabaj, Sololá.</p>
<p><b>I.2. Información legal:</b></p> <p><b>A) Nombre del Proponente o Representante Legal:</b></p> <p>Juan Inocente Cuy Mátzar, Alcalde Municipal.</p> <p><b>B) De la empresa:</b></p> <p><u>Razón social:</u></p> <p>Municipalidad de San Andrés Semetabaj.</p> <p><u>Nombre Comercial:</u></p>

Municipalidad de San Andrés Semetabaj.

No. De Escritura Constitutiva: \_\_\_\_\_

Fecha de constitución: \_\_\_\_\_

Patente de Sociedad    Registro No. \_\_\_\_\_    Folio No. \_\_\_\_\_    Libro No. \_\_\_\_\_

Patente de Comercio    Registro No. \_\_\_\_\_    Folio No. \_\_\_\_\_    Libro No. \_\_\_\_\_

No. De Finca \_\_\_\_\_    Folio No. \_\_\_\_\_    Libro No. \_\_\_\_\_    donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad: cantón Caliaj, San Andrés Semetabaj, Sololá

Número de Identificación Tributaria (NIT): \_\_\_\_\_

**I.3 Teléfono      Fax\_**  
**Correo electrónico:**

**I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:** cantón Caliaj.

**I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)**

Oficina de Servicios Públicos y Obras Municipales de la municipalidad de San Andrés Semetabaj, Sololá

## II. INFORMACIÓN GENERAL

Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes: **En la etapa de Construcción:** En el nacimiento 1 del cantón Caliaj, se construirá una presa de captación y se introducirán 8,000 metros de tubería para la conducción y distribución del agua potable, se construirán 3 válvulas de aire, 5 válvulas de limpieza, 2 cajas rompe presión, 1 tanque de almacenamiento de 25 m<sup>3</sup>, se instalará un equipo de cloración y 49 conexiones domiciliarias. **En la etapa de Operación:** La municipalidad será la entidad encargada de darle el mantenimiento a dicha obra, contratando personal capacitado para evitar fallas en el sistema de agua potable. **Abandono al proyecto:** La empresa constructora deberá responsabilizarse para que en el tiempo convenido se ejecute y se haga entrega del proyecto.

**Etapas de:**

<b>II.1 Construcción**</b>	<b>Operación</b>	<b>Abandono</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Actividades a realizar</li><li>- Insumos necesarios</li><li>- Maquinaria</li><li>- Otros de relevancia</li></ul> ** Adjuntar planos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Actividades o procesos</li><li>- Materia prima / insumos</li><li>- Maquinaria</li><li>- Productos y subproductos</li><li>- Horario de trabajo</li><li>- Otros de relevancia</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Acciones a tomar en caso de cierre</li></ul>

**II.3 Ocupación del proyecto**



a) Longitud total del proyecto: 7,894 metros							
<b>II.4 Actividades colindantes al proyecto:</b>							
NORTE: SUR : ESTE: OESTE :							
<b>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):</b>							
Descripción		Dirección (Norte, Sur, Este, Oeste)			Distancia al sitio del proyecto		
Viviendas		ESTE, OESTE			3.00 – 5.00 metros		
Iglesias		ESTE			800.00 metros		
Centro Educativo		ESTE, SUR			500.00 metros		
Campo de fútbol y parque municipal		SUR			300 m		
<b>II.5 Dirección del viento:</b> Vientos de norte, este, sur, sureste y noreste con velocidad de 45 Km/h.							
<b>II.7 Datos laborales</b>							
a) Jornada de trabajo: Diurna ( x ) Nocturna ( ) Mixta ( ) Horas Extras							
b) Número de empleados por jornada: 10 personas.							
c) Otros datos laborales, especifique: Se tendrá un bodeguero, cuidará herramientas y materiales cerca de donde se construirá el proyecto.							
<b>II.8 Proyección de uso y consumo de agua, combustibles, lubricantes, refrigerantes y otros...</b>							
	Tipo	SI / NO	Cantidad (mes, día, hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u Observaciones	Forma de Almacenamiento
	Agua	Si	300 lt/día	Servicio de agua Municipal	Para la elaboración de concreto y limpieza de las herramientas	Se utilizará agua en cantidades, racionadas de acuerdo a las necesidades de uso durante la ejecución del proyecto	No almacenará agua por largos periodos de tiempo, y se hará en depósitos herméticos, donde no permita la reproducción de insectos que puedan causar enfermedades
<b>Com-busti-bles</b>	Gasolina	Si	1 gal/día	Construc-tora	Para el uso de mezcladora y vehículos para fletes	Se evitarán derrames de gasolina para no contaminar los recursos naturales y el medio ambiente.	Se almacenará con cuidado, tomando en cuenta que es infla-, mable por lo que se debe identificar el recipiente.
	Diesel						

	Bunker	NO	----	----	-----	-----	-----
		NO	----	----	-----	-----	-----
	Glp	NO	----	----	-----	-----	-----
		NO	----	----	-----	-----	-----
	Otros	NO	----	----	-----	-----	-----
Lubri- cantes	Solubles	NO	----	-----	-----	-----	-----
	No Solubles	NO	----	-----	-----	-----	-----
Refri- geran- tes	No aplica	---	----	----	-----	-----	-----
Otros		---	----	-----	-----	-----	-----

### III. TRANSPORTE

**III.1** En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:

- a) Número de vehículos:
- b) Tipo de vehículo:
- c) Sitio para estacionamiento y área que ocupa: Los vehículos no tendrán área específica para su estacionamiento, ya que estos solo vendrán llevarán los materiales que se necesiten.

### IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades.

No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares donde se pueden generar los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores,	Sí aplica en, en cantidades mínimas, por	En los alrededores del proyecto, pero	Para evitar el daño al ambiente a causa de gases, humo y

		humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	el uso de concretas y vehículos para fletes.	el impacto se causaría en un área corta, pues no se espera contaminar de manera excesiva.	monóxido de carbono, se utilizará maquinaria en buen estado, para minimizar la contaminación.
		Ruido	Si aplica, al utilizar la maquinaria para la construcción.	Se generaran impactos y molestias a los vecinos del lugar.	Se deberá utilizar maquinaria en buen estado, para terminar los trabajos en el tiempo acordado y no atrasar la obra para seguir causando molestias.
		Vibraciones	No aplica, por ser un proyecto de agua potable, donde no es necesario utilizar maquinaria pesada para excavaciones y colocación de tuberías.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
		Olores	No aplica, pues no se utilizarán materiales tóxicos para el ambiente.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
2	Agua	Abastecimiento de agua	Si aplica, pues se necesitará para la elaboración de concreto mezclado en obra y limpieza de materiales.	El agua se utilizará racionalmente, exclusivamente para cubrir las necesidades del proyecto y no afectará a los vecinos ni al ambiente.	Se evitara el uso excesivo de este líquido, utilizando solamente lo necesario para realizar los trabajos de construcción.
		Aguas residuales ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	No aplica, porque las aguas residuales están conectadas al drenaje principal.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales)	Si aplica, pues se generarán aguas residuales provocadas	A lo largo de todo el proyecto.	Se orientará a los trabajadores, para que cuando elaboren material, eviten utilizar agua en

		generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	por la elaboración de concreto y limpieza de materiales.		exceso, para no derramar la mezcla de estos materiales, que posteriormente no puedan limpiar.
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	No aplica, pues solo se generarán mezclas de las agua antes mencionadas.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
		Agua de lluvia	Si aplica, en los casos cuando los materiales se queden a la intemperie y no sean cubiertos para evitar que se causen aguas residuales.	En el área de construcción del proyecto.	Se infundirá el orden y la limpieza, y se tratará de cubrir todos los imprevistos, para que cuando ocurra una tormenta, no se derrame el material, causando contaminación de suelos y de ríos, además de evitar pérdidas económicas.
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Si aplica, pues se utilizarán materiales empacados con plástico, papel, entre otros.	El impacto se causará en toda el área de construcción del proyecto.	Se educará a los trabajadores, para que al terminar la jornada laboral, limpien el área y depositen todos los desechos sólidos en un lugar específico.
		Desechos Peligrosos (con una o mas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	No aplica, por el tipo de proyecto, ya que no se utilizan materiales que tengas estas características.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
		Modificación del relieve o topografía del área	No aplica, pues no se alterará la topografía del terreno en la introducción de la tubería para el sistema de agua potable.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.

4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No aplica, pues no habrá necesidad de talar árboles, ni destruir la flora del municipio.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
		Fauna (animales)	No aplica, ya que no se expondrá la vida de animales que habitan los alrededores del área de construcción.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
		Ecosistema	No aplica, pues no se destruirá el hábitat de ninguna especie.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
5	Visual	Modificación del paisaje	No aplica, porque no se modificará ni la topografía, ni el paisaje, ya que no se verán cambios significativos en el área.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	Si aplica, pues se mejorará la calidad de vida de los vecinos beneficiados y se evitarán enfermedades causadas por la falta de agua potable en sus viviendas.	En el entorno del área del proyecto, y dentro de las viviendas de los habitantes de los cantones San Lorencito y Chitá.	No aplica, ya que para este aspecto la construcción del proyecto mejoraría las condiciones sociales, económicas y culturales del lugar.

#### V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA

**V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes):** No aplica, pues solo se trabajará en jornada diurna y no se utilizará maquinaria que necesite energía eléctrica.

#### VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD

**VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:**

- a)  la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio.
- b)  la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los pobladores.
- c)  la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores

Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: Cuando se realicen las excavaciones, y se despidan polvo a causa del suelo, se podrá presentar algún tipo de enfermedad respiratoria en algunos de los vecinos, y cuando se utilice maquinaria para elaboración de concreto habrá molestias a causa del ruido.

**VI.2 ¿En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?**

- a) inundación ( )                      b) explosión ( )                      c) deslizamientos ( )
- d) derrame de combustible ( )      e) fuga de combustible ( )      f) Incendio ( )
- g) Otro ( )

Detalle la información explicando el por qué? En la ejecución del proyecto la comunidad no tendrá ningún riesgo, debido a que será un proyecto de abastecimiento de agua potable, y las probabilidades de que sucedan son despreciables.

**VI.3 riesgos ocupacionales:**

- Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores
- La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores
- La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores
- No existen riesgos para los trabajadores

Ampliar información: A causa de los materiales de construcción, podrían presentarse enfermedades respiratorias y molestias por los ruidos de maquinarias.

**VI.4 Equipo de protección personal**

VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores?  
SI ( X )      NO ( )

VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: A los trabajadores se les proporcionarán mascarillas, para impedir que el polvo, provocado por los materiales y el suelo, afecte su salud. Y también contarán con guantes, y botas de hule para que la piel no tenga un contacto directo con la mezcla de materiales.

VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?

Dotar de equipo para la protección de los trabajadores, educarlos para que se trabaje con orden y limpieza, y contar con un botiquín de primeros auxilios para cubrir alguna emergencia.

### 2.1.11 Evaluación socio-económica

#### Valor presente neto (VPN)

Este diseño, por tratarse de un saneamiento básico rural, es un proyecto del tipo social, por lo que la inversión será gubernamental y ésta nunca recuperará su inversión inicial. El beneficio se reflejará en la calidad de vida de los habitantes.

El valor presente neto se interpreta de la siguiente forma:

Inversión inicial (costo total del proyecto) Q. 218,253.27

(Inversión que será en beneficio de la población)

Costo de operación y mantenimiento Q. 867.21 / mes

Q. 10,406.52 / anual

Estos costos tendrán que erogarse los pobladores anualmente durante 15 años

Valor presente neto:

n: 15 años

Tasa de interés anual: 10%

VPN: inversión inicial - costos de operación y mantenimiento anual  $\left( \frac{(1+i)^{n-1}}{i(1+i)^n} \right)$

$$\text{VPN} = 218,253.27 - 10,406.52 \frac{(1+0.10)^{15-1}}{0.10 (1+0.10)^{15}}$$

$$\text{VPN} = \text{Q. } 218,253.27 - \text{Q. } 94,604.72$$

$$\text{VPN} = \text{Q. } 123,648.54$$

Desde el punto de vista social, el proyecto es factible y rentable.

## **Tasa interna de retorno (TIR)**

Se interpreta como la tasa mínima que tiene un proyecto para recuperar su inversión inicial. Dicha inversión no se recuperará, debido a que es un proyecto auto sostenible



## **2.2. Diseño de abastecimiento de agua potable en el cantón Caliaj, municipio de San Andrés Semetabaj, Sololá**

### **2.2.1 Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en un estudio previo de factibilidad para introducir agua potable desde tres nacimientos ubicados aguas arriba hasta la comunidad, con una separación aproximada de cinco kilómetros entre la fuente y la población. Luego se diseñará la línea de conducción, el tanque de almacenamiento y la red de distribución con ramales abiertos. La potabilización se realizará por medio de hipo-cloradores ubicados en el tanque.

### **2.2.2 Levantamiento topográfico**

#### **2.2.2.1 Planimetría**

La planimetría realizada fue la misma, descrita en la sección 2.1.2.1.

#### **2.2.2.2. Altimetría**

La altimetría realizada fue la misma de la sección 2.1.2.2.

### **2.2.3 Diseño del sistema**

#### **2.2.3.1 Aforo de la fuente**

Se utilizó el método volumétrico para aforar los tres nacimientos. Los resultados obtenidos determinaron un caudal total de 1.57 L/s. Los aforos fueron realizados en época de estiaje (ver apéndice 4).

## **2.2.3.2 Muestras de agua**

### **2.2.3.2.1 Examen bacteriológico**

Dicho examen fue realizado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (C.I.I.), con los siguientes resultados (ver apéndice 11):

Aspecto:	clara
Olor:	inodora
Sustancias en suspensión:	ligera cantidad

### **2.2.3.2.2 Examen físico-químico sanitario**

Los resultados obtenidos de las muestras de agua en el examen físico son los siguientes (ver apéndice 12):

Color:	4,00 Unidades
Turbiedad:	03,00 UNT
PH:	06,20 Unidades
Sabor:	-----

Los resultados del análisis químico fueron:

Amoniaco:	00,15 mg/L
Dureza total:	44,00 mg/L
Hierro total:	00,21 mg/L
Nitratos:	02,20 mg/L
Cloro residual:	-----
Manganeso (Mn):	-----

Con base en los resultados anteriores se puede concluir que el agua es apta para el consumo humano. Según las normas de la Organización Mundial

de la Salud para fuentes de agua el método será la cloración a base de pastillas de hipoclorito al 60%.

### **2.2.3.3 Diseño hidráulico**

#### **2.2.3.3.1 Cálculo de la población**

##### **2.2.3.3.1.1 Tasa de crecimiento**

El Instituto Nacional de Estadística reporta una tasa de crecimiento de 3.5% para el departamento de Sololá .

La población actual de Caliaj es de 48 familias con un promedio de 5 a 6 miembros, siendo un total de 374 habitantes, según el último censo del año 2006.

##### **2.2.3.3.1.2 Período de diseño**

El período de diseño será de veinte años, más un año para gestionar la papelería de la ejecución del proyecto, siendo un total de veintiún años.

##### **2.2.3.3.1.3 Población futura**

El método utilizado para estimar la población futura en el cantón Caliaj fue el método geométrico, por ser el modelo matemático que mejor se adapta a las poblaciones en vías en desarrollo.

Los datos de la población son:

$$P_0 = 374 \text{ habitantes}$$

$$i = 3.00\%$$

$$n = 21 \text{ años}$$

Ingresando los datos de la población, tenemos que:

$$P_f = 374 (1+0.03)^{21} = 696 \text{ habitantes}$$

### **2.2.3.3.2. Dotación**

Esta dotación es una consecuencia del estudio de las necesidades de consumo de una población. Basado en las normas de la Unidad Ejecutora de Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), se adoptó una dotación de 100 L/h/d, la cual está en función de las costumbres de sus habitantes y por el clima predominante en dicha región.

### **2.2.3.3.3. Factores de consumo**

#### **2.2.3.3.3.1 Consumo medio diario**

Los datos de la población son:

$$P_f = 696 \text{ habitantes}$$

$$\text{Dot} = 100 \text{ (litros por habitante por día)}$$

Ingresando los datos de la población, tenemos que:

$$Q_m = \frac{(100 \text{ L/h/d}) * (696 \text{ h})}{86,400} = 0.805 \text{ L/s}$$

#### **2.2.3.3.3.2 Consumo máximo diario**

$$QMD = (Q_m) * (FMD)$$

Los datos de la población son:

$$Q_m = 0.805 \text{ L/s}$$

$$FMD = 1.3$$

$$QMD = (0.805)*(1.3) = 1.047 \text{ L/s}$$

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

Se utilizaron las mismas fórmulas, coeficientes y diámetros de la sección 2.1.3.3.4.

#### **2.2.3.3.5 Clases y presiones de trabajo de tubería**

Se tomaron los criterios de la guía del INFOM, desglosada en la sección 2.1.3.3.5.

#### **2.2.3.3.6 Diseño hidráulico de la línea de conducción y distribución**

El proyecto consistirá en la captación de tres fuentes manantiales con sus respectivas cajas, dos cajas unificadoras de caudales de 1 m<sup>3</sup>, la línea de conducción de tubería (de material PVC), las cuales conducirán agua por gravedad hasta el tanque de almacenamiento de 25 m<sup>3</sup> de capacidad, donde se utilizará el método de cloración por hipocloradores para potabilizar el agua. Posteriormente será transportada hacia los puntos de consumo por gravedad en la red de distribución, la cual será de ramales abiertos, dadas las características de la población.

Para calcular los diámetros requeridos en la línea de conducción, dicha línea será dividida en cuatro secciones, las cuales serán:

- De la caja de captación a la caja unificadora de caudales 1
- De la caja unificadora 1 la caja unificadora 2
- De la caja unificadora 2 al tanque de almacenamiento
- Del tanque de almacenamiento a la red de distribución

Ingresando valores en la ecuación de Hazzen-Williams de la sección 2.1.3.3.4 (ver apéndice 7), tenemos los siguientes diámetros teóricos y comerciales propuestos para cada tramo:

**Tabla X.** Diámetros de tubería del sistema

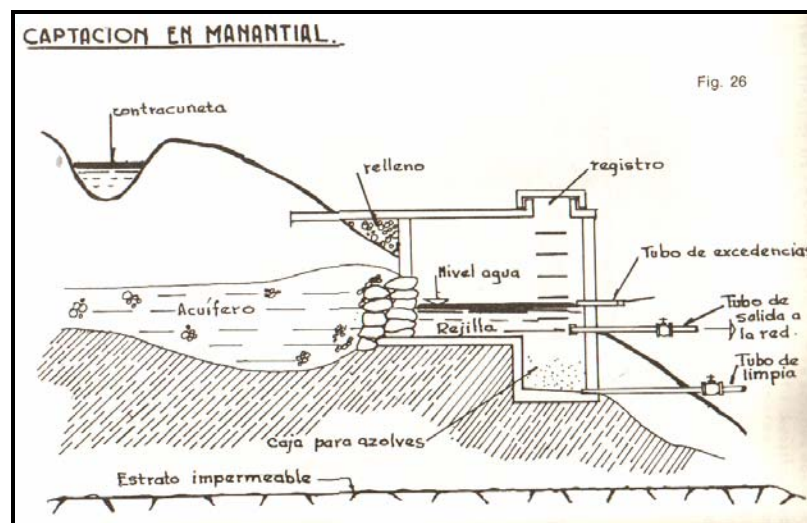
DE	A	$\varnothing_{TEÓRICO}$ ("	$\varnothing_{COMERCIAL}$ ("	
caja de captación	caja unificadora 1	0.729	1	
caja unificadora 1	caja unificadora 2	1.070	1 1/2	1
caja unificadora 2	tanque almacenaje	1.700	2	1 1/2
tanque almacenaje	red de distribución	2.347	3	

## 2.2.3.4 Obras hidráulicas

### 2.2.3.4.1 Captación

Son tres captaciones de brotes definidos. Las mismas se construirán con los parámetros de diseño descritos en la sección del capítulo 2 (ver planos constructivos en el apéndice).

**Figura 10.** Captación en manantial



#### **2.2.3.4.2 Cajas para válvulas**

Se diseñó una caja para válvulas de concreto ciclópeo, con tapadera de concreto armado y base de piedrín triturado de ½" y arena de río, con las mismas características de la sección 2.1.3.4.2 (ver planos constructivos en el apéndice).

#### **2.2.3.4.3 Obras de arte**

##### **2.2.3.4.3.1 Caja unificadora de caudales**

Las dimensiones de la caja unificadora están en función del número de vertederos y a la distribución de los caudales requeridos.

En este proyecto se colocaron dos cajas distribuidoras de caudales de dos vertederos, localizadas en puntos que permitan la reunión de las aguas provenientes de los tres manantiales, de acuerdo a la topografía realizada.

##### **2.2.3.4.4 Tanque de almacenamiento**

El mismo se construyó en un terreno que fue comprado por la municipalidad y está situado dentro de la comunidad.

El diseño del tanque de almacenamiento se calculó de acuerdo a la demanda real de la comunidad. En un sistema de agua por gravedad se toma un porcentaje del 25% al 40% del consumo medio diario. Para este caso se utilizó un criterio del 40%. La capacidad del tanque de almacenamiento fue calculada con las fórmulas de la sección 2.1.3.3.4.

#### **Cálculo del volumen de almacenamiento**

$$V = ((\text{Dot} * P_f) / 1000) * PV\%$$

Asignando valores, tenemos que:

Dot = 100 (L/h/d)

Pf = 696 habitantes

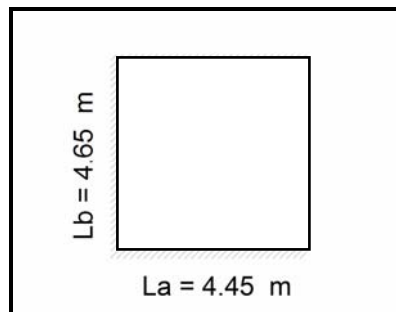
PV = 30% (varía entre 25% a 40% según características de la población)

$$V = ((100 \text{ (L/h/d)} * (696 \text{ h}) / 1000) * (0.30)) = 21.0 \text{ m}^3$$

Se tomará un volumen de 25 m<sup>3</sup> por razones de diseño (ver planos en los anexos).

### Diseño de la losa superior

**Figura 11.** Losa superior del tanque



La losa será plana de concreto reforzado, y se diseñará de acuerdo al método 3 del código ACI 318R-99, sección 7.7.

A = lado corto de la losa

B = lado largo de la losa

t = espesor de la losa

$$\text{Relación } A/B = 4.45 \text{ m} / 4.65 \text{ m} = 0.956 > 0.5$$

La losa se reforzará en ambos sentidos.



### **Espesor de losa (t)**

$$t = 2*(A + B) / 180$$

$$t = 2 * (4.65 \text{ m} + 4.45 \text{ m}) / 180 = 0.10 \text{ m}$$

### **Integración de cargas**

$$CM = t * Wc + W_{ACABADOS}$$

Donde:

CM = carga muerta

t= espesor de la losa

Wc= peso propio de la estructura

W<sub>ACABADOS</sub> = peso de acabados

$$CM = (0.10 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^2) + 25 \text{ kg/m}^2 = 265 \text{ kg /m}^2$$

$$CU = 1.4*CMU + 1.7*CVU$$

Donde:

CU = carga última

CV = carga viva (techo accesible)

CMU = carga muerta última

CVU = carga viva última

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

$$CMU = 1.4 * 265 \text{ kg/m}^2 = 371 \text{ kg/m}^2$$

$$CVU = 1.7 * 80 \text{ kg/m}^2 = 136 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 371 \text{ kg/m}^2 + 136 \text{ kg/m}^2 = 507 \text{ kg/m}^2$$

### **Cálculo de momentos**

Para el cálculo de los momentos negativos utilizaremos los coeficientes de la siguiente tabla:

Los coeficientes del caso 2 son los indicados, debido a que la losa tiene cuatro apoyos y la relación A/B da como resultado 0.95.

### Momentos positivos

Para el cálculo de los momentos positivos utilizaremos los coeficientes de las siguientes tablas (caso 1, debido a que la losa no tiene continuidad en ningún sentido):

**Tabla XI.** Coeficientes para momentos positivos en losas por cargas muertas

Relación A/B	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
Ca	0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036
0.95						
Cb	0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024

**Tabla XII.** Coeficientes para momentos positivos en losas por cargas vivas

Relación A/B	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
Ca'	0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.036
0.95						
Cb'	0.033	0.025	0.029	0.029	0.024	0.032

Se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$Ma+ = (Ca)*(CMU)*(A^2) + (Ca')*(CVU)*(A^2)$$

$$Mb+ = (Cb)*(CMU)*(B^2) + (Cb')*(CVU)*(B^2)$$

Donde:

Ma+ = momento positivo en "a" producido por las cargas vivas

Mb+ = momento positivo en "b" producido por las cargas vivas

Ca = coeficiente en "a" producido por cargas muertas

Cb = coeficiente en "b" producido por cargas muertas

Ca' = coeficiente en "a" producido por cargas vivas

Cb' = coeficiente en "b" producido por cargas vivas

CMU = carga última

CVU = carga viva última

A = lado corto de la losa

B = lado largo de la losa

$$\begin{aligned} Ma+ &= (0.040)*(371 \text{ kg/m}^2)*(4.45 \text{ m})^2 + (0.040)*(136 \text{ kg/m}^2)*(4.45 \text{ m})^2 \\ &= 401.59 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mb+ &= (0.033)*(371 \text{ kg/m}^2)*(4.65 \text{ m})^2 + (0.033)*(136 \text{ kg/m}^2)*(4.65 \text{ m})^2 \\ &= 361.77 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

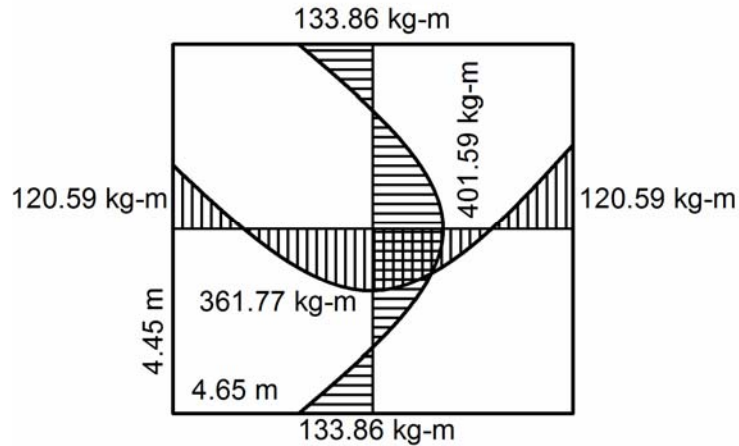
### **Momentos negativos**

Debido a que la losa no tiene continuidad en ningún sentido, se utilizará un tercio de los momentos positivos.

$$Ma- = 1/3 Ma+ = 1/3(401.59 \text{ kg-m}) = 133.86 \text{ kg-m}$$

$$Mb- = 1/3 Mb+ = 1/3(361.77 \text{ kg-m}) = 120.59 \text{ kg-m}$$

**Figura 12.** Diagrama de momentos en la losa



### Cálculo del peralte (d)

$$d = t - \text{recubrimiento mínimo} - \varnothing/2$$

Donde:

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

$$\text{recubrimiento mínimo} = 2.50 \text{ cm}$$

$$\varnothing = 3/8" = 0.95 \text{ cm}$$

$$d = 10.00 \text{ cm} - 2.50 \text{ cm} - (0.95 \text{ cm}/2) = 7.03 \text{ cm}$$

### Cálculo del área de acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = 0.40 * (14.1/f'y) * cb * d$$

Donde:

$A_{s_{\min}}$  = área de acero mínimo

$f'y = 2810 \text{ kg/cm}^2$  (módulo de fluencia del acero)

$cb = 100 \text{ cm}$  (ancho unitario)

$d$  = peralte

$$A_{s_{\min}} = 0.40 * (14.1/2810 \text{ kg/cm}^2) * 100 \text{ cm} * 7.03 \text{ cm} = 1.41 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento (S):

$$\left. \begin{array}{l} 1.41 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm} \\ 0.71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S \end{array} \right\}$$

$$S = (0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}) / 1.41 \text{ cm}^2 = 50.35 \text{ cm}$$

Chequeo del espaciamiento:

$$S > 3t$$

$$3t = 3 * 10 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

Como  $50.35 \text{ cm} > 30.00 \text{ cm}$  entonces, se utilizará hierro de 3/8" @ 0.30 m

### Área de acero mínimo $A_{s_{min}'}$ para hierro de 3/8"

$$\left. \begin{array}{l} A_{s_{min}'} \text{ ----- } 100 \text{ cm} \\ 0.71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 0.30 \text{ cm} \end{array} \right\}$$

$$A_{s_{min}'} = (0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}) / 0.30 \text{ cm} = 2.37 \text{ cm}^2$$

### Cálculo del momento que resistirá el $A_{s_{min}'}$

$$M_u = 0.9 (A_{s_{min}'} * F_y * (d - (A_{s_{min}'} * F_y) / 1.7 * f'c * cb)$$

Donde:

$M_u$  = momento último que resiste  $A_{s_{min}'}$

$$F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = 2.76 \text{ cm}^2$$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (resistencia a la compresión del concreto a los 28 días)

$$cb = 100 \text{ cm}$$

$$M_u = 0.9 (2.37 \text{ cm}^2 * 2810 \text{ kg/cm}^2 * (7.03 \text{ cm} - (2.37 \text{ cm} * 2810 \text{ kg/cm}^2 / 1.7 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 100))$$

$$M_u = 41017.81 \text{ Kg-cm}$$

$$M_u = 410.17 \text{ Kg-m}$$

Chequeo de momentos:

$$Mu = 410.17 \text{ kg-m} > 401.59 \text{ kg-m (Ma+)}$$

$$Mu = 410.17 \text{ kg-m} > 361.77 \text{ kg-m (Mb+)}$$

$$Mu = 410.17 \text{ kg-m} > 133.86 \text{ kg-m (Ma-)}$$

$$Mu = 410.17 \text{ kg-m} > 120.59 \text{ kg-m (Mb-)}$$

Espaciamiento (S) para el área de acero del momento último (Mu):

$$\left. \begin{array}{l} 2.76 \text{ cm}^2 \text{-----} 100 \text{ cm} \\ 0.71 \text{ cm}^2 \text{-----} S \end{array} \right\}$$

$$S = (0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}) / 2.76 \text{ cm}^2 = 25 \text{ cm}$$

El armado de la losa será de hierro corrugado de 3/8" @ 0.25 m en ambos sentidos.

### Acero por temperatura (As)

$$As = 0.002 * cb * t$$

$$= 0.002(100 \text{ cm})(10 \text{ cm}) = 2.00 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento (S):

$$\left. \begin{array}{l} 2.00 \text{ cm}^2 \text{-----} 100 \text{ cm} \\ 0.71 \text{ cm}^2 \text{-----} S \end{array} \right\}$$

$$S = (0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}) / 2.00 \text{ cm}^2 = 35.50 \text{ cm}$$

Ya que el resultado anterior de espaciamento es de 35.00 cm, por razones de diseño se tomará un espaciamento de 30.00 cm

En resumen, para el área de acero por temperatura, se colocarán varillas de hierro corrugado de 3/8" @ 0.30 m en ambos sentidos.

### Diseño de muros del tanque de almacenamiento

El diseño de los muros del tanque de almacenaje tiene las mismas dimensiones y criterios de diseño que los muros del tanque de la sección 2.1.3.4.4. (ver planos constructivos en el apéndice).

### **Diseño de la losa inferior del tanque de almacenamiento**

### **Diseño de la losa inferior del tanque de almacenamiento**

Lado A = 4.00 m

Lado B = 4.20 m

Altura = 1.50 m

Volumen = (4.00 m)\*(4.20 m)\*(1.50 m) = 25.2 m<sup>3</sup>

$W_{\text{agua}} = V * \gamma_{\text{agua}} = (25.2 \text{ m}^3) * (1.00 \text{ T/m}^3) = 25.20 \text{ T}$

Peso del agua por m<sup>2</sup>

$W_{\text{AGUA}} = P_{\text{AGUA}} / \text{área de la losa inferior}$

$W_{\text{AGUA}} = 25.20 \text{ T} / (4.00\text{m} * 4.20\text{m}) = 1.50 \text{ T} / \text{m}^2$

Chequeo de valor soporte:

$16 \text{ T/m}^2 > 1.50 \text{ T/m}^2$

Entonces, no se necesita reforzar la losa inferior del tanque.

### **2.2.3.4.5 Red de distribución**

Para el diseño se utilizó el método de ramales abiertos, dadas las características de la comunidad. En consideración a la menor altura de las edificaciones en medios naturales, las presiones tendrán los siguientes valores:

- Presión dinámica mínima 10 mca. Esto sirve para mantener un margen de seguridad en las viviendas con cotas de terreno más bajas del sistema.
- Presión dinámica máxima 40 mca. Con la finalidad de evitar daños en los accesorios que conforman la red de distribución.
- Presión estática máxima 80 mca. Si se excede esta presión, las válvulas del sistema de distribución colapsarían.

Según la guía para el diseño de abastecimientos de agua potable en zonas rurales del INFOM (junio de 1997).

### **Cálculo de la red de distribución**

Con fines de explicación, se procederá a calcular la red de distribución que va de la estación E-42 a la estación E-C, donde el número de viviendas será de 2. El resto de los resultados de los cálculos de los ramales se muestran en el anexo 7. Las fórmulas utilizadas en siguiente diseño se muestran en la sección 2.1.3.3.4.

- Para el cálculo de los caudales de vivienda, asignando valores, tenemos que:

$$Q_{MH} = (1.57 \text{ L/s}) * (1.2) = 1.88 \text{ L/s}$$

$$\text{No de viviendas} = 49$$

$$Q_v = 1.88 \text{ L/s} / 49 = 0.03836 \text{ L/s}$$

- El caudal requerido es el caudal necesario para cada tramo de la red y depende del número de viviendas en el futuro en las mismas y se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{\text{requerido}} = 0.03836 \text{ L/s} * 2 = 0.07672 \text{ L/s}$$



- El caudal instantáneo para un tramo será:

$$Q_i = 0.15 (2-1)^{1/2} = 0.15 \text{ L/s}$$

- Para establecer el caudal de diseño se compara el caudal requerido con el caudal instantáneo en cada tramo y se diseñará con el mayor de ambos, siendo nuestro caudal requerido:

$$Q_{\text{requerido}} = 0.15 \text{ L/s}$$

- El diámetro de la tubería se calcula con los siguientes datos:

$$L = 116.36 \text{ m}$$

$$Q = 2 * 0.15 \text{ L/s} = 0.30 \text{ L/s}$$

$$C = 150$$

$$\text{Cota de terreno inicial}_{E-42} = 773.26 \text{ m}$$

$$\text{Cota de terreno final}_{E-C} = 772.22 \text{ m}$$

$$\text{Diferencia de altura} = 1.04 \text{ m}$$

Ingresando los datos a la ecuación de Hazzen-Williams:

$$\varnothing = \left[ \frac{1743.811 * (116.36 \text{ m}) * (0.30 \text{ m})^{1.85}}{150^{1.85} * 1.04} \right]^{1/4.87} = 0.88''$$

Utilizaremos un diámetro comercial de 1" de material de PVC.

- Conociendo el diámetro de la tubería podemos encontrar el valor de las pérdidas por fricción en la misma:

$$H_f = \left[ \frac{1743.811 * (116.36 \text{ m}) * (0.15 \text{ m})^{1.85}}{150^{1.85} * 1''^{4.87}} \right] = 0.1654 \text{ m}$$

- La velocidad debe de ser menor de 2.00 m/s. utilizando la ecuación de la sección 2.1.3.3.4.

$$V = \frac{1.974 * Q}{\varnothing^{1.85}}$$

$$V = 1.974 * 0.30 / (1)^2 = 0.60 \text{ m/s}$$

La velocidad de la tubería propuesta chequea.

### 2.2.4 Sistemas de desinfección

Con base en los resultados de los análisis del laboratorio (ver apéndice 1 y 2), el agua es sanitariamente segura, por lo cual se recomienda un simple tratamiento de desinfección, según Norma Internacional de la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) para fuentes de agua. El método de desinfección que mejor se adapta al proyecto es la cloración a base de pastillas de hipoclorito al 60%.

### 2.2.5 Planos

Para este proyecto se elaboraron los siguientes planos constructivos (ver planos constructivos en el apéndice):

**Tabla XIII.** Planos constructivos

<b>Planos constructivos</b>
1. Planta general
2. Planta – perfil de línea de conducción E-00 a E-22
3. Planta – perfil de línea de conducción E-22 a E-29
4. Planta – perfil de línea de conducción E-29 a E-34.1
5. Planta – perfil de línea de conducción E-34.1 a E-42
6. Planta – perfil de red de distribución E-42 a E-60

- 7. Planta – perfil de red de distribución E-61 a E-75
- 8. Detalle del tanque de almacenamiento y especificaciones de diseño
- 9. Detalle caja de captación y acometida domiciliar
- 10. Detalle caja válvula de aire y de limpieza

**2.2.6 Cuantificación de materiales de construcción y mano de obra**

La cuantificación de mano de obra y materiales de construcción fueron realizados de la misma manera que la sección 2.1.5 del capítulo anterior.

**2.2.7 Presupuesto**

**2.2.7.1 Costo del proyecto**

El costo del proyecto se calculó de acuerdo a los precios de los materiales y mano de obra local.

**2.2.7.2 Cuadro de resumen**

**Tabla XIV.** Resumen general del sistema de abastecimiento

No	DESCRIPCION DEL REGLON	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	CAJA DE CAPTACIÓN	UNIDAD	1.00	Q 07,018.40	Q 07,018.40
2	LINEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN	UNIDAD	1.00	461,836.84	Q 461,836.84
3	VÁLVULAS DE AIRE Y LIMPIEZA	GLOBAL	8.00	Q 01,655.00	Q 13,240.00
5	TANQUE DE ALMACENAMIENTO 25.00 M3	UNIDAD	1.00	Q 32,669.40	Q 32,669.40
6	CAJAS UNIFICADORA DE CAUDALES	UNIDAD	2.00	Q 02,609.33	Q 05,218.67
8	CONEXIONES DOMICILIARES	GLOBAL	1.00	Q 12,288.20	Q 12,288.20
9	CLORADOR	UNIDAD	1.00	Q 02,100.00	Q 02,100.00

<b>COSTO DIRECTO SIN APORTE COMUNITARIO</b>	<b>Q 453,443.06</b>
MATERIALES	Q 333,492.40
MANO DE OBRA	Q 122,950.65
TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 453,443.06
TOTAL COSTOS INDIRECTOS (30% COSTOS DIRECTOS)	Q 136,932.92
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>Q 593,375.97</b>
COSTO TOTAL EN DÓLARES (CAMBIO A Q7.45)	<b>\$77,565.48</b>

### **2.2.7.3 Precios unitarios**

Los precios unitarios se trabajaron en base a los planos de diseño y a los precios locales con IVA incluido.

### **2.2.8 Operación y mantenimiento**

El mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo deben realizarse con las instrucciones de la sección 2.1.7.

### **2.2.9 Propuesta de tarifa**

Se calculó igual que la tarifa de la sección 2.1.8, dando como resultado la misma tarifa.

**Tarifa propuesta por conexión predial: Q. 20.00 / mes**

### **2.2.10 Evaluación de impacto ambiental**

La evaluación del impacto ambiental será el mismo formulario de la MARN, utilizado en la sección 2.1.9.

### 2.2.11 Evaluación socio-económica

La evaluación socio-económica fue la misma utilizada en la sección 2.1.9 del capítulo anterior.

#### Valor presente neto (VPN)

Este diseño, por tratarse de un saneamiento básico rural, es un proyecto del tipo social, por lo que la inversión será gubernamental y ésta nunca recuperará su inversión inicial. El beneficio se reflejará en la calidad de vida de los habitantes.

El valor presente neto se interpretará de la siguiente forma:

Inversión inicial (costo total del proyecto) Q. 593,375.97

(Inversión que será en beneficio de la población)

Costo de operación y mantenimiento Q. 867.21 / mes

Q. 10,406.52 / anual

Estos costos tendrán que erogarse los pobladores anualmente durante 21 años

Valor presente neto:

n: 21 años

Tasa de interés anual: 10%

VPN: inversión inicial - costos de operación y mantenimiento anual  $\left( \frac{(1+i)^{n-1}}{i(1+i)^n} \right)$

VPN= 593,375.97 - 10,406.52  $(1+0.10)^{21-1} / 0.10 (1+0.10)^{21}$

VPN= Q. 593,375.97 - Q. 94,604.72

**VPN= Q. 498,771.25**

Desde el punto de vista social, el proyecto es factible y rentable.

### **Tasa interna de retorno (TIR)**

No se recuperará la inversión inicial no tiene tasa interna de retorno, por ser un proyecto auto sostenible y de calidad social.



## CONCLUSIONES

1. Durante el Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) se pudo llevar a cabo diferentes actividades, tanto técnicas como sociales. Dichas actividades fueron enriquecedoras, tanto en el ámbito profesional como personal, ya que se adquirió una perspectiva diferente y complementaria en el campo de la ingeniería civil.
2. En el sistema de abastecimiento de agua potable para el cantón Caliaj, se captaron tres fuentes manantiales de brote definido, con la finalidad de llevar agua sanitariamente segura a la población. Desde el punto de vista económico, el proyecto es factible y rentable, dado que el valor presente neto (VPN) dio como resultado un valor de Q. 498,771.25, y tendrá una inversión inicial de Q. 593,375.97, según el presupuesto del diseño de agua potable.
3. El caserío Nueva Esperanza es una población que recién se incorpora al municipio. En el diseño del proyecto de abastecimiento de agua potable para dicha comunidad, se captaron tres fuentes de brote definido, aguas arriba, para abastecer de agua potable a la comunidad. Desde el punto de vista económico, el proyecto es factible, ya que el valor presente neto (VPN) dio como resultado un valor de Q. 123,648.54, con una inversión inicial de Q. 218,253.27.
4. La evaluación de impacto ambiental (EIA) es un estudio de todos los impactos relevantes, positivos y negativos, de una acción propuesta



sobre el medio ambiente. Para ambos proyectos, el impacto ambiental es negativo, ya que no ocasiona daños relevantes al entorno natural de la comunidad.

## RECOMENDACIONES

1. Supervisar la ejecución de los proyectos de abastecimiento de agua potable, para que sean funcionales y cumplan con los períodos de diseño.
2. Seguir las normas y recomendaciones indicadas en los proyectos, para que los pobladores den el aporte mínimo requerido, para cumplir con la auto sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua potable.
3. Realizar mantenimientos preventivos y correctivos a los sistemas de abastecimiento de agua potable, ya que de esta forma se garantizará su buen funcionamiento y así evitar reparaciones innecesarias, o el colapso de dichos sistemas.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Normas de diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales. Año de 1998.
2. Instituto de Fomento Municipal INFOM. Guía para el sistema de abastecimiento de agua potable a zonas rurales. Guatemala s.e. 1997.
3. Instituto de Fomento Municipal INFOM. Normas generales para diseño de alcantarillado. Guatemala: s.e. 2001.
4. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Inventario de tecnologías de agua y saneamiento en Guatemala utilizadas en comunidades rurales e indígenas. Guatemala: s.e. s.i.
5. Aguilar Ruiz Pedro. Apuntes del curso de Ingeniería Sanitaria 1. Trabajo de graduación. Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007.



## **APÉNDICE**



**Apéndice 1. Análisis bacteriológico de Nueva Esperanza**

LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
 "DOCTORA ALBA TABARINI MOLINA"  
 CENTRO DE INVESTIGACIONES (CIH)  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 21929		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No.A-293 534
INTERESADO	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>	
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Gustavo Arana</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Caserío Nueva Esperanza</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2007-07-26; 11 h 40 min.</u>	
FUENTE:	<u>Acuífero Nacimiento</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2007-07-26; 18 h 25 min</u>	
MUNICIPIO:	<u>San Andrés Semetabaj</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>En refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO:	<u>Sololá</u>	SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN <u>Lig. cantidad</u>
ASPECTO:	<u>Claro</u>	ASPECTO:	<u>Claro</u>	COLOR RESIDUAL <u>-----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>	OLOR:	<u>Inodora</u>	

**INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)**

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION 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	90

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.

CONCLUSIÓN: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

Guatemala, 2007-08-03

Vo.Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez  
 DIRECTOR CIH USAC



Zenia Muck Santos  
 Ing. Químico Col. No. 420  
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria  
 Jefe Técnico Laboratorio



## Apéndice 2. Análisis físico químico sanitario de Nueva Esperanza



**LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA**  
**ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) –CENTRO**  
**DE INVESTIGACIONES ( CII )**  
**DE LA FACULTAD DE INGENIERIA**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12**

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO			
O.T. No. 21 929		INF. No. 22 851	
INTERESADO:	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD</u>
RECOLECTADA POR:	<u>Gustavo Arana</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	<u>Caserío Nueva Esperanza</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2007-07-26; 11 h 40 min.</u>
FUENTE:	<u>Acuífero Nacimiento</u>		<u>2007-07-26; 18 h 25 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>San Andrés Semetabaj</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Sciohá</u>		
RESULTADOS			
1. ASPECTO:	<u>Claro</u>	4. OLOR:	<u>Inodora</u>
2. COLOR:	<u>02,00 Unidades</u>	5. SABOR:	<u>-----</u>
3. TURBIEDAD:	<u>01,77 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH):	<u>07,00 unidades</u>
		7. TEMPERATURA:	<u>-- ° C</u>
		(En el momento de recolección)	
		8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	<u>181,00 µmhos/cm</u>
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,16	6. CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )	07,50
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,00	7. FLUORUROS (F <sup>-</sup> )	00,12
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	02,86	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	06,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02
5. MANGANESO (Mn)	00,035	10. DUREZA TOTAL	86,00
		11. SOLIDOS TOTALES	112,00
		12. SOLIDOS VOLÁTILES	11,00
		13. SOLIDOS FIJOS	101,00
		14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	04,00
		15. SOLIDOS DISUELTOS	96,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)			
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
00,00	00,00	94,00	94,00

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

**OBSERVACIONES:** Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según 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 2 000, NORMA COGUANOR NGO 4 010 ( SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 ( AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2007-08-03

Vo.Bo.  
 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez  
**DIRECTOR CII/USAC**



**Zerón Much Santos**  
 Ing. Químico Col. No. 420  
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria  
 Jefe Técnico Laboratorio





**Apéndice 3. Libreta topográfica de Nueva Esperanza**

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDAD: CASERIO NUEVA ESPERANZA  
 MUNICIPIO: SAN ANDRES SEMETABAJ  
 DEPARTAMENTO: SOLOLÁ

**LIBRETA DE CAMPO TOPOGRÁFICA**

EST	PO	AZIMUT			DH	COTA	CAMINAMIENTO	OBSERVACIONES
		(°)	(')	(")				
0.0	N	0	0	0			NORTE	
0.0	0.1	86	52	50	7.8100	100.4319	7.8100	NACIMIENTO N°1
0.0	0.2	316	55	0	10.9720	99.4923	24.8822	NACIMIENTO N°2
0.0	1.0	281	44	10	16.3280	98.9821	34.5845	
1.0	1.1	312	46	30	14.1000	99.1411	48.6845	NACIMIENTO N°3
1.0	1.2	315	41	30	15.4000	99.1281	50.1854	
1.0	2.0	307	3	10	43.9462	97.1098	78.9993	CUC 1 m^3
2.0	2.1	85	28	50	22.2904	101.0440	101.2897	
2.0	3.0	309	46	30	50.9761	95.9906	170.0067	
3.0	4.0	316	20	18	34.2352	89.2027	204.2419	
4.0	5.0	260	34	10	41.9895	90.7111	246.2314	TANQUE 10 m^3
5.0	6.0	249	45	40	61.7954	86.1954	308.0269	
6.0	6.1	262	7	40	96.8362	79.9096	404.8630	
6.0	7.0	281	2	10	288.9628	90.1723	604.6944	CARRETERA
7.0	8.0	319	44	40	127.0707	62.5992	731.7651	PUENTE
8.0	8.1	241	41	20	44.5000	62.4842	776.2651	
8.0	8.2	247	14	0	58.1000	62.4182	790.7272	
8.0	9.0	257	37	40	111.7990	55.3039	846.3759	
9.0	9.1	2	54	0	18.7852	49.2567	865.1611	
9.0	10.0	280	48	20	39.9733	53.4430	906.9245	
10.0	11.0	272	53	10	297.9844	55.8912	1,204.9089	
11.0	11.1	85	3	0	116.2000	55.1992	1,321.1089	ARROYO
11.0	11.2	51	38	0	74.4000	55.6172	1,388.9734	ARROYO
11.0	11.3	6	31	0	52.1000	55.8402	1,441.6907	ARROYO
11.0	11.4	303	37	30	96.1400	55.3998	1,527.6701	ARROYO
11.0	12.0	261	14	10	361.9769	59.4500	1,825.7706	
12.0	12.1	8	25	30	164.2200	58.2778	1,989.9906	ARROYO
12.0	13.0	270	53	0	63.7929	64.0485	2,173.8047	TANQUE 15 m^3
13.0	14.0	89	3	30	55.0950	63.4300	2,228.8997	
14.0	14.1	48	10	30	7.9200	63.2000	2,181.7247	CASA-01
14.0	14.2	155	17	10	8.4400	63.3000	2,182.2447	CASA-02
14.0	15.0	356	27	50	36.0810	63.5600	2,264.9807	
15.0	15.1	8	90	30	48.1000	63.4400	2,313.0807	CASA-03
15.0	15.2	62	77	18	16.7700	63.5470	2,281.7507	CASA-04
15.0	15.3	74	78	10	23.4800	63.3300	2,288.4607	CASA-05
15.0	15.4	110	67	40	25.7200	63.4100	2,290.7007	CASA-06
15.0	15.5	121	24	40	17.6800	63.3700	2,282.6607	CASA-07
15.0	15.6	142	28	10	12.0025	63.3800	2,276.9832	CASA-08

15.0	16.0	91	28	40	41.9600	62.4700	2,306.9407	
16.0	16.1	305	88	20	11.3400	62.3500	2,318.2807	CASA-09
16.0	16.2	343	19	0	9.4700	62.3800	2,316.4107	CASA-10
16.0	16.3	22	34	40	8.8300	62.3000	2,315.7707	CASA-11
16.0	16.4	55	42	10	13.7600	62.3500	2,320.7007	CASA-12
16.0	16.5	116	8	0	14.6100	61.9300	2,321.5507	CASA-13
16.0	16.6	152	30	0	8.5700	61.8700	2,315.5107	CASA-14
16.0	16.7	194	7	0	9.9900	61.5300	2,316.9307	CASA-15
16.0	16.8	225	27	30	12.0600	61.2300	2,319.0007	CASA-16
16.0	17.0	91	45	30	34.6400	60.1100	2,341.5807	
17.0	17.1	329	23	30	11.0400	59.9800	2,352.6207	CASA-17
17.0	17.2	294	32	10	18.6900	60.1200	2,360.2707	CASA-18
17.0	17.3	228	62	50	10.3700	60.0800	2,351.9507	CASA-19
17.0	18.0	185	3	30	17.4400	60.0500	2,359.0207	
18.0	18.1	292	36	18	7.9200	59.4500	2,366.9407	CASA-20
18.0	18.2	241	7	10	8.6100	59.8700	2,367.6307	CASA-21
19.0	18.3	241	7	40	13.8690	59.9600	2,372.8897	CASA-22
18.0	19.0	170	63	40	19.2200	60.1500	2,378.2407	
19.0	19.1	290	39	10	24.9200	59.8600	2,403.1607	CASA-23
19.0	19.2	254	99	40	32.4800	59.7000	2,410.7207	CASA-24
19.0	19.3	249	49	20	24.0100	59.2100	2,402.2507	CASA-25
19.0	19.4	226	65	0	12.6100	59.6700	2,390.8507	CASA-26
19.0	20.0	185	97	40	18.1200	59.7900	2,396.3607	
20.0	20.1	291	80	30	8.0800	59.3300	2,404.4407	CASA-27
20.0	20.2	293	4	10	8.7500	59.2100	2,405.1107	CASA-28
20.0	20.3	212	1	30	14.1500	59.3600	2,410.5107	CASA-29
20.0	21.0	178	24	0	17.2700	59.6600	2,413.6307	
21.0	22.0	269	58	30	37.9000	61.0500	2,451.5307	
22.0	22.1	73	83	30	14.9600	60.8700	2,466.4907	CASA-30
22.0	22.2	49	61	10	11.6100	60.0500	2,478.1007	CASA-31
22.0	22.3	0	43	50	8.7100	59.9800	2,486.8107	CASA-32
22.0	22.4	318	52	30	10.0400	60.3400	2,461.5707	CASA-33
22.0	22.5	289	40	18	16.1200	60.5700	2,467.6507	CASA-34
22.0	23.0	270	61	50	38.7300	61.2800	2,490.2607	
23.0	23.1	68	84	30	16.3900	61.1000	2,506.6507	CASA-35
23.0	23.2	42	97	18	9.7100	61.1500	2,499.9707	CASA-36
23.0	24.0	271	20	10	52.2200	61.4400	2,542.4807	
24.0	24.1	47	29	40	11.5200	63.0100	2,554.0007	CASA-37
24.0	24.2	357	15	40	6.8100	63.1200	2,549.2907	CASA-38
24.0	24.3	321	15	10	9.8500	62.4500	2,552.3307	CASA-39
24.0	24.4	299	64	40	14.5800	58.7900	2,557.0607	CASA-40
24.0	24.5	288	14	20	19.9000	59.1500	2,562.3807	CASA-41
24.0	24.6	246	86	0	23.2200	59.0700	2,565.7007	CASA-42
24.0	24.7	238	98	40	16.5300	62.9900	2,559.0107	CASA-43
24.0	24.8	222	46	0	10.4400	63.0000	2,552.9207	CASA-44
24.0	24.9	187	4	20	8.8500	62.8600	2,551.3307	CASA-45

**Apéndice 4. Aforo de las fuentes de Nueva Esperanza**

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDAD: NUEVA ESPERANZA  
 MUNICIPIO: SAN ANDRES SEMETABAJ  
 DEPARTAMENTO: SOLOLÁ

**DATOS DE AFOROS**

Fuente **Aforo 1**  
 Hora **9:45**  
 Fecha **27-feb-07**  
 Ubicación **Punto mas alto**

No. de medición	Tiempo (s)	Observaciones
1	104	
2	100	
3	106	

<b>Tiempo promedio</b>	<b>103.3333</b>
------------------------	-----------------

**DETERMINACION DEL CAUDAL**

Fórmula aplicada  $Q \approx \frac{V}{t_{promedio}}$  Donde:  
 Q= caudal en L/s  
 V= volumen del recipiente utilizado en el aforo

Datos: **Factor de conversión:**  
 1 GL US = 3.7850 L

V = 5.0000 Galones  
 V = 18.9250 L  
 t promedio = 103.3333 segundos

**Q= 0.18 L/s**

Fuente **Aforo 2**  
 Hora **10:10**  
 Fecha **27-feb-07**  
 Ubicación

No. de medición	Tiempo (s)	Observaciones
1	230	
2	230	
3	232	

<b>Tiempo promedio</b>	<b>230.6667</b>
------------------------	-----------------

**DETERMINACION DEL CAUDAL**

Fórmula aplicada  $Q \approx \frac{V}{t_{promedio}}$  Donde:  
 Q= caudal en L/s  
 V= volumen del recipiente utilizado en el aforo

Datos: **Factor de conversión:**  
 1 GL US = 3.7850 L

V = 5.0000 Galones  
 V = 18.9250 L  
 t promedio = 230.6667 segundos

**Q= 0.08 L/s**

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDAD: CANTON NUEVA ESPERANZA  
 MUNICIPIO: SAN ANDRES SEMETABAJ  
 DEPARTAMENTO: SOLOLÁ

### DATOS DE AFOROS

Fuente **Aforo 3**  
 Hora **11::00 a.m.**  
 Fecha **27-feb-07**  
 Ubicación

No. de medición	Tiempo (s)	Observaciones
1	120	
2	118	
3	116	

<b>Tiempo promedio</b>	<b>118.0000</b>
------------------------	-----------------

### DETERMINACION DEL CAUDAL

Fórmula aplicada  $Q \approx \frac{V}{t_{promedio}}$

Donde:  
 Q= caudal en L/s  
 V= volumen del recipiente utilizado en el aforo

Datos: **Factor de conversión:**  
**1 GL US = 3.7850 L**  
  
 V = 5.0000 Galones  
 V = 18.9250 L  
 t promedio = 118.0000 segundos

**Q= 0.16 L/s**

### CAUDAL DISPONIBLE TOTAL

Fuente	Caudal	
aforo 1	0.1800	L/S
Aforo 2	0.0800	L/S
Aforo 3	0.1600	L/S

**Caudal Total = 0.42 L/s**

**Caudal EstiajeTotal (100%) = 0.42 L/s**

### Apéndice 5. Memoria de cálculo de Nueva Esperanza

PROYECTO: **ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**  
 COMUNIDAD: **NUEVA ESPERANZA**  
 MUNICIPIO: **SAN ANDRES SEMETABAJ**  
 DEPARTAMENTO: **SOLOLÁ**

<b>MEMORIA DE CALCULO</b>
---------------------------

(1)

<b>Datos de Poblacion</b>		
Poblacion Actual Año 2007	230.00	habitantes
No. Viviendas Actual Año 2005	45.00	unidades
Promedio miembros por familia	5.00	habitantes

<b>Tasa de crecimiento</b>	
r =	<b>3.0000 %</b>

<b>Cálculo de población (Poblacion Futura Pf)</b>	
Fórmula:	
$Pf = Pa (1 + r)^n$	
Pf=	Población futura = ?
Pa=	Población actual = 230.00 hab
r=	Tasa de crecimiento = 3.00 %
n=	Período de diseño = 15.00 años
<b>Pf =</b>	<b>358 hab</b>

(2)

<b>Determinación del Consumo Medio Diario (Caudal Medio Qm.)</b>	
Fórmula:	
$Qm = (Pf \cdot Dot) / 86400$	
Qm=	Caudal Medio = ?
Pf=	Población futura = 358 hab
Dot=	Dotación = 80.00 L/hab/día
<b>Qm=</b>	<b>0.3318 l/s</b>

(3)

<b>Determinación del Consumo Máximo Diario (Caudal de Conduccion)</b>	
Fórmula:	
$Qmd = Qm \cdot FDM$	
Qmd=	Caudal Máximo Diario = ?
Qm=	Caudal Medio = 0.3318 L/s
FDM=	Factor Día Máximo = 1.2000 (1.2 - 1.5)
<b>Qmd=</b>	<b>0.3981 L/s</b>

(4)

<b>Cálculo de Volumen para el Tanque de Almacenamiento</b>	
Fórmula:	
$Vol. Tanque = ((Dot \cdot Pf) / 1000) \cdot PV\%$	
Dot=	Dotación = 80.00 lts/hab/día
Pf=	Población Futura = 358 habitantes
Pv=	Factor de almacenamiento = 30 %
Vol. Tanque =	8.6000 m3
<b>Vol. Tanque =</b>	<b>10.0000 m3</b>

(6)

<b>CHEQUEO</b>	
Q TOTAL (ambas fuentes) =	0.4200 L/s
Qmd =	0.3981 L/s

### Apéndice 6. Parámetros de diseño de Nueva Esperanza

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDAD: NUEVA ESPERANZA  
 MUNICIPIO: SAN ANDRES SEMETABAJ  
 DEPARTAMENTO: SOLOLÁ

#### PARAMETROS DE DISEÑO

# DE CASA CASAS	# DE PERSONAS POR CASA HAB.	POBLACION ACTUAL HAB.	PERIODO DE DISEÑO AÑOS	TASA DE INCREMENTO POBLACIONAL %	POBLACION FUTURA HAB.	PORCENTAJE DE UTILIDAD PARA TANQUE %
--------------------	-----------------------------------	-----------------------------	------------------------------	---	-----------------------------	---

45.00	6.00	230.00	15.00	3.00	358	30
-------	------	--------	-------	------	-----	----

DOTACION LIT./ HAB/ DIA	CAUDAL MEDIO LTS./SEG	FDM 1.2--1.5	CAUDAL DE CONDUCCION L/s.	FHM 2--2.5	CAUDAL DE DISTRIBUCION L/s.	TAMAÑO DEL TANQUE M3
----------------------------	--------------------------	-----------------	---------------------------------	---------------	-----------------------------------	----------------------------

80.00	0.33	1.2	0.3981	2.00	0.66	10
-------	------	-----	--------	------	------	----

AFOROS	
No1	0.1800 L/S
No2	0.0800 L/S
No3	0.1600 L/S
DOTACION EN INVIERNO	0.4200 L/S
FACTOR DE CAUDAL DE ESTIAJE	100%
CAUDAL DE ESTIAJE	0.4200 L/S

#### BASES DE DISEÑO DEL PROYECTO

Fuente	nac 01	nac 02	nac 03
Aforo (L/s)	0.18	0.08	0.16
Fecha	abr-07	abr-07	abr-07
Total de Aforo (L/s)	0.42		
Porcentaje de Aforo de Estiaje	100		
Aforo de Estiaje (L/S)	0.42		
Sistema	Gravedad		
Servicio	Conexión Predial		
Conexiones familiares	45.00		
Conexiones públicas	0		
Total de conexiones	45.00		
Población actual	230.00		
Tasa de crecimiento	3		
Período de diseño	15.00		
Dotación (L/s)	80.00		
Caudal medio (L/s)	0.33		
Factor de día máximo	1.2		
Caudal de día máximo	0.4		
Factor de almacenamiento	40		
Volumen de almacenamiento (m <sup>3</sup> )	10		
Clima	Templado		

**Apéndice 7.** Resumen del diseño hidráulico del sistema de agua de Nueva Esperanza

PROYECTO: **ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**  
 COMUNIDAD: **NUEVA ESPERANZA**  
 MUNICIPIO: **SAN ANDRES SEMETABAJ**  
 DEPARTAMENTO: **SOLOLÁ**

TRAMO		COTA TERRENO		LONGITUD (m)	COEF.	TIPO DE TUBERÍA		CAUDAL (L/s)	D (")	V (m/s)	HF (m)	C PIEZOMETRICA		OBSERVACIONES
DE	A	INICIAL	FINAL			MAT	PRESIÓN					INICIAL	FINAL	
0.1	2.0	100.43	97.11	43.74	150	PVC	250	0.18	1	0.3553	0.3012	1000	99.52	NAC 01 A CUC
0.2	2.0	99.49	97.11	26.63	150	PVC	250	0.08	0.5	0.6317	1.1963	99.64	99.52	NAC 02 A CUC
1.1	2.0	99.14	97.11	7.90	150	PVC	250	0.16	0.5	1.2634	1.2794	99.14	97.11	NAC 03 A CUC
2.0	5.0	97.11	90.71	127.91	150	PVC	160	0.42	1	0.8291	4.2232	97.11	90.79	TANQUE DE 10 m <sup>3</sup>
5.0	15.0	90.71	63.56	1563.74	150	PVC	250	0.42	2	0.2073	1.7656	97.11	90.79	NODO A
15.0	17.0	63.56	60.11	76.60	150	PVC	250	0.18	1	0.3524	0.5194	63.56	60.11	NODO B
17.0	21.0	60.11	59.66	72.19	150	PVC	250	0.13	1	0.2655	0.2900	60.11	59.66	NODO C
21.0	23.0	59.66	61.28	76.63	150	PVC	250	0.19	1	0.3751	0.5832	59.66	61.28	NODO D

**Apéndice 8. Presupuesto del sistema de agua potable de Nueva Esperanza**

**PROYECTO:** ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
**COMUNIDAD:** NUEVA ESPERANZA  
**MUNICIPIO:** SAN ANDRES SEMETABAJ  
**DEPARTAMENTO:** SOLOLÁ  
**FECHA:** OCTUBRE DE 2008

<b>PRESUPUESTO DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>
---

No	DESCRIPCION DEL REGLON	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	CAJA DE CAPTACIÓN	UNIDAD	3.00	Q 06,982.40	Q 20,947.20
2	LINEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN 2,552 ML	UNIDAD	1.00	Q 108,599.00	Q 108,599.00
3	VÁLVULAS DE AIRE Y LIMPIEZA	GLOBAL	2.00	Q 01,655.00	Q 03,310.00
4	TANQUE DE ALMACENAMIENTO 10.00 M3	UNIDAD	1.00	Q 18,033.40	Q 18,033.40
5	CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES	UNIDAD	1.00	Q 02,609.33	Q 02,609.33
6	CONEXIONES DOMICILIARES	GLOBAL	1.00	Q 12,288.20	Q 12,288.20
7	CLORADOR	UNIDAD	1.00	Q 02,100.00	Q 02,100.00

<b>IN APORTE COMUNITARIO</b>	<b>Q 167,887.13</b>
------------------------------	---------------------

MATERIALES	Q 128,130.13
MANO DE OBRA	Q 39,757.00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>	<b>Q 167,887.13</b>
TOTAL COSTOS INDIRECTOS (30% COSTOS DIRECTOS)	Q 50,366.14
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>Q 218,253.27</b>
COSTO TOTAL EN DÓLARES (CAMBIO A Q7.65)	<b>\$28,529.84</b>





**Apéndice 10.** Cronograma de ejecución financiera de Nueva Esperanza

**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO NUEVA ESPERANZA

**UBICACIÓN:** SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ

**TIEMPO DE EJECUCIÓN:** CUATRO MESES

**FECHA:** OCTUBRE DE 2008

## CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FINANCIERA

No.	REGLÓN	CANT.	UNID.	UNIT.	TOTAL	%	1	2	3	4
	<b>PRIMER NIVEL</b>									
1	CAJA DE CAPTACIÓN	1.00	U	Q 20,947.20	Q 20,947.20	12.48	Q 20,947.20			
2	LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN 2,552 ML	1.00	ML	Q 108,599.00	Q 108,599.00	64.69	Q 27,149.75	Q 27,149.75	Q 27,149.75	Q 27,149.75
3	VÁLVULAS DE AIRE Y LIMPIEZA	1.00	U	Q 3,310.00	Q 3,310.00	1.97		Q 3,310.00		
4	TANQUE DE ALMACENAMIENTO 10.00 M3	1.00	U	Q 18,033.40	Q 18,033.40	10.74		Q 18,033.40		
5	CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES	1.00	U	Q 2,609.33	Q 2,609.33	1.55		Q 2,609.33		
6	CONEXIONES DOMICILIARES	45.00	U	Q 273.07	Q 12,288.20	7.32		Q 2,457.64	Q 4,915.28	Q 4,915.28
7	CLORADOR	1.00	U	Q 2,100.00	Q 2,100.00	1.25			Q 2,100.00	
	<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>Q 167,887.13</b>	<b>100.00</b>				
	INVERSIÓN ESTIMADA %						28.65	31.90	20.35	19.10
	INVERSIÓN ESTIMADA Q.						Q 48,096.95	Q 53,560.12	Q 34,165.03	Q 32,065.03
	INVERSIÓN ACUMULADA %						28.65	60.55	80.90	<b>100.00</b>
	INVERSIÓN ACUMULADA Q.						Q 48,096.95	Q 101,657.07	Q 135,822.10	<b>Q 167,887.13</b>



### Apéndice 11. Análisis bacteriológico de Caliaj

LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
 "DOCTORA ALBA TABARINI MOLINA"  
 CENTRO DE INVESTIGACIONES (CII)  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 21929		INF. No.A-293 535	
INTERESADO	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Lester O. Calderón Castellanos</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Cantón Caliaj</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2007-07-26; 15 h 40 min.</u>
FUENTE:	<u>El Berro</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2007-07-26; 18 h 25 min</u>
MUNICIPIO:	<u>San Andrés Semetabaj</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>En refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Sololá</u>		
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>Lig. cantidad</u>
ASPECTO:	<u>Claro</u>	CLORO RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
		PRUEBA CONFIRMATIVA	
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION 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>		110	9
<p>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.</p> <p>CONCLUSIÓN: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.</p> <p>Guatemala, 2007-08-03</p>			
Vo.Bo.	 <b>Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez</b> DIRECTOR CH/USAC	 <b>Zender Much Santos</b> Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	



## Apéndice 12. Análisis físico químico sanitario de Caliaj

**LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) –CENTRO  
DE INVESTIGACIONES ( CII )  
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA  
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12**

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO			
O.T. No. 21 929		INF. No. 22 852	
INTERESADO:	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD</u>
RECOLECTADA POR:	<u>Lester O. Calderón Castellanos</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	<u>Cantón Caliaj</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2007-07-26; 15 h 40 min.</u>
FUENTE:	<u>El Berro</u>		<u>2007-07-26; 18 h 25 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>San Andrés Semetabaj</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Solola</u>		
RESULTADOS			
1. ASPECTO:	<u>Claro</u>	4. OLOR:	<u>Inodora</u>
2. COLOR:	<u>04,00 Unidades</u>	5. SABOR:	<u>-----</u>
3. TURBIEDAD:	<u>03,00 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH):	<u>06,20 unidades</u>
		7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	<u>-- ° C</u>
		8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	<u>78,00 µmhos/cm</u>
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,15	6. CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )	07,50
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,00	7. FLUORUROS ( F <sup>-</sup> )	00,14
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	02,20	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	01,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,21
5. MANGANESO (Mn)	00,00	10. DUREZA TOTAL	44,00
		11. SOLIDOS TOTALES	57,00
		12. SOLIDOS VOLÁTILES	12,00
		13. SOLIDOS FIJOS	45,00
		14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	05,00
		15. SOLIDOS DISUELTOS	41,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)			
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	48,00	48,00

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

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según 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 2 000, NORMA COGUANOR NGO 4 010 ( SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 ( AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2007-08-03

Vo.Bo.

Ing. Oswaldo Roméo Escobar Álvarez  
DIRECTOR CU/USAC



Zerón Muñoz Santos  
Ing. Químico Col. No. 420  
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria  
Jefe Técnico Laboratorio



**Apéndice 13. Libreta topográfica de Caliaj**

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDAD: CANTON CALIAJ  
 MUNICIPIO: SAN ANDRES SEMETABAJ  
 DEPARTAMENTO: SOLOLÁ

**LIBRETA DE CAMPO TOPOGRÁFICA**

EST	PO	AZIMUT			DH	COTA	CAMINAMIENTO	OBSERVACIONES
		(°)	(')	(")				
0.0	0.1	355	43	30	29.9798	999.4000	29.9798	NAC-01 EL BERRO
0.0	1.0	177	19	30	38.9316	998.1949	98.8846	
1.0	2.0	195	38	50	17.7096	995.4967	116.5942	
2.0	2.1	60	7	30	6.9257	992.4300	123.5199	NAC-02 EXISTENTE
2.0	2.2	134	9	30	7.6479	991.8650	132.3128	CUC-01
2.0	3.0	185	51	20	34.2719	985.4057	162.4480	
3.0	4.0	288	35	0	64.5541	959.8219	227.0021	
4.0	4.1	288	35	0	64.5541	962.1240	240.0021	NAC-03 EXISTENTE
4.0	5.0	297	5	0	26.4789	951.5734	253.4810	
5.0	6.0	320	12	10	43.9349	954.0421	297.4159	VAL. LIMPIEZA
6.0	7.0	302	33	10	22.9836	953.6454	320.3996	
7.0	8.0	262	7	30	27.9975	954.4400	348.3971	
8.0	9.0	269	14	30	39.9095	952.1864	388.3065	
9.0	10.0	281	17	50	121.9302	930.3413	510.2367	CUC-02
10.0	11.0	307	8	40	43.9369	917.7805	554.1736	VAL. LIMPIEZA
11.0	12.0	317	41	0	33.6970	922.7695	587.8705	
12.0	13.0	313	30	0	49.1847	931.1155	637.0552	VAL. AIRE
13.0	14.0	319	46	50	49.8536	926.8028	686.9088	
14.0	15.0	314	17	0	52.3430	914.3856	739.2518	
15.0	16.0	326	20	0	126.2517	893.9403	865.5035	
16.0	17.0	5	17	10	16.9915	892.8041	882.4950	
17.0	18.0	34	18	30	127.6829	840.7357	1,010.1779	
18.0	19.0	11	54	30	15.9490	841.5087	1,026.1269	
19.0	19.1	349	42	40	110.9534	838.6924	1,137.0802	VAL. LIMPIEZA
19.0	20.0	342	48	30	131.9801	844.1992	1,162.6617	
20.0	21.0	320	55	40	22.6546	847.4605	1,185.3164	
21.0	22.0	314	55	50	141.9325	852.2561	1,327.2489	
22.0	23.0	2	30	30	103.9889	854.2736	1,431.2378	
23.0	24.0	338	10	10	59.9380	852.0488	1,491.1758	
24.0	24.1	346	32	40	55.2692	843.5488	1,546.4449	CULTIVO DE MAIZ
24.0	24.2	29	5	40	125.4440	827.5049	1,639.0500	
24.0	24.3	38	55	20	171.9515	848.3643	1,691.9274	VAL. AIRE
24.0	25.0	29	27	30	388.8277	838.8761	1,912.9597	
25.0	25.1	29	27	30	91.1200	834.5400	2,003.1200	
25.0	26.0	39	43	0	315.6912	824.4223	2,228.6509	
26.0	26.1	44	20	30	90.2803	794.2257	2,318.9312	
26.0	27.0	32	42	50	196.0000	824.8843	2,428.0318	
27.0	28.0	335	55	40	143.8846	819.6239	2,571.9163	
28.0	29.0	341	48	20	155.9295	815.4176	2,727.8458	
29.0	30.0	346	10	0	263.9883	812.4347	2,991.8342	
30.0	31.0	323	2	50	267.8874	804.1693	3,259.7215	
31.0	32.0	335	7	50	169.9646	801.2004	3,429.6861	
32.0	33.0	348	11	10	127.9167	797.0875	3,557.6029	

33.0	34.0	333	31	20	343.8588	786.7364	3,901.4617	
34.0	34.1	318	2	0	230.9885	788.5033	4,132.4502	
34.0	35.0	318	45	50	364.3062	808.6483	4,265.8192	VAL. AIRE
35.0	36.0	315	0	0	330.8776	799.1502	4,596.6967	
36.0	37.0	311	21	40	127.9589	796.3860	4,724.6556	
37.0	38.0	283	19	40	77.9997	797.1167	4,802.6553	
38.0	39.0	298	6	0	128.9400	793.7353	4,931.5953	
39.0	40.0	294	56	40	64.9947	795.0072	4,996.5900	
40.0	41.0	292	42	0	32.8827	798.2778	5,029.4726	
41.0	42.0	301	30	40	53.8761	805.2871	5,083.3487	TANQUE 25 M^3
42.0	42.1	248	12	14	91.8620	801.2040	5,175.2020	CASA-01
42.0	43.0	184	20	19	85.1080	803.9600	5,260.3100	
43.0	44.0	204	45	36	99.0990	803.7700	5,359.4090	
44.0	45.0	219	36	39	39.2310	802.8900	5,398.6400	
45.0	46.0	195	50	26	32.1740	801.1400	5,430.8140	
46.0	47.0	161	34	16	85.6420	800.1600	5,516.4560	
47.0	48.0	125	12	54	57.9900	800.4400	5,574.4460	CAMINO
48.0	49.0	133	45	23	55.5680	799.6700	5,630.0140	
49.0	50.0	150	50	12	55.7040	797.1400	5,685.7180	
50.0	51.0	172	50	45	73.3090	796.5800	5,759.0270	
51.0	52.0	183	23	67	47.2140	796.2400	5,806.2410	
52.0	53.0	192	30	56	39.3250	796.3800	5,845.5660	
53.0	54.0	174	49	0	95.3790	797.4500	5,940.9450	
54.0	55.0	190	40	5	117.9800	799.5100	6,058.9250	
55.0	E-A	246	40	5	133.9900	794.7400	6,058.9250	NODO-01
E-A	A-1	246	39	4	84.8820	790.2600	6,058.9250	CASA-02
E-A	A-2	247	20	4	111.2070	790.7300	6,058.9250	CASA-03
55.0	56.0	190	36	5	74.1620	790.1200	6,133.0870	
56.0	57.0	203	50	4	135.3900	797.4600	6,268.4770	
57.0	57.1	238	0	0	110.9720	788.6400	6,268.4770	CEMENTERIO
57.0	58.0	208	10	4	161.7890	793.2400	6,430.2660	
58.0	59.0	208	12	5	112.7060	790.1800	6,542.9720	
59.0	60.0	193	45	0	105.7950	793.4700	6,648.7670	
60.0	60.1	309	20	3	16.1980	792.0600	6,648.7670	CASA-04
60.0	61.0	194	10	2	60.5540	795.2400	6,709.3210	
61.0	61.1	310	20	4	26.9720	794.7800	6,709.3210	CASA-05
61.0	E-B	279	40	1	143.3940	796.5200	6,793.2950	NODO-02
E-B	B-1	273	20	5	76.3970	796.4300	6,793.2950	CASA-06
E-B	B-2	265	20	35	77.9810	795.6900	6,793.2950	CASA-07
61.0	62.0	194	39	56	83.9740	798.1400	6,793.2950	
62.0	62.1	260	45	55	67.8450	792.6600	6,793.2950	CASA-08
62.0	62.2	283	40	1	152.8670	789.9800	6,793.2950	CASA-09
62.0	63.0	194	30	5	105.5170	794.3600	6,898.8120	
63.0	63.1	273	50	1	13.6780	791.1300	6,898.8120	CASA-10
63.0	64.0	184	50	1	174.1980	793.3600	7,073.0100	
64.0	64.1	295	20	4	21.3280	788.9900	7,073.0100	CASA-11
64.0	64.2	236	30	15	22.4050	785.8800	7,073.0100	CASA-12
64.0	65.0	194	49	16	77.9370	795.4900	7,150.9470	
65.0	65.1	235	10	2	27.2100	786.8800	7,150.9470	CASA-13
65.0	65.2	219	40	1	49.1020	787.2200	7,150.9470	CASA-14
65.0	66.0	203	14	56	121.1720	783.7600	7,272.1190	
66.0	67.0	221	20	4	190.3510	774.8700	7,462.4700	
67.0	67.1	103	0	51	71.9750	778.0700	7,462.4700	CASA-15
67.0	67.2	135	15	45	77.5880	775.5900	7,462.4700	CASA-16

67.0	67.3	241	17	2	55.6180	776.5000	7,462.4700	CASA-17
67.0	67.4	271	24	56	54.8550	778.9100	7,462.4700	CASA-18
67.0	68.0	205	30	45	98.9970	774.7200	7,561.4670	
68.0	68.1	141	20	3	16.9620	776.0000	7,561.4670	CASA-19
68.0	68.2	176	0	5	34.5350	776.4300	7,561.4670	CASA-20
68.0	68.3	289	7	2	28.9440	775.0800	7,561.4670	CASA-21
68.0	68.4	3	10	12	35.9050	775.9100	7,561.4670	CASA-22
68.0	69.0	210	0	0	71.3480	773.2600	7,632.8150	
69.0	69.1	162	35	6	52.1740	773.8600	7,632.8150	CASA-23
69.0	69.2	179	20	14	49.9930	772.0300	7,632.8150	CASA-24
69.0	69.3	183	30	1	124.9920	773.6800	7,632.8150	CASA-25
69.0	69.4	185	55	23	87.3960	772.2300	7,632.8150	CASA-26
69.0	69.5	321	10	45	15.9970	772.6600	7,632.8150	CASA-27
69.0	E-C	148	6	10	116.3810	772.2200	7,632.8150	NODO 3
E-C	C-1	90	0	0	37.9790	771.2600	7,632.8150	CASA-28
E-C	C-2	89	10	25	23.9690	771.7500	7,632.8150	CASA-29
E-C	C-3	146	20	5	36.6320	768.9400	7,632.8150	CASA-30
E-C	C-4	250	15	22	27.6110	769.3300	7,632.8150	CASA-31
69.0	70.0	219	30	2	91.2680	778.1800	7,724.0830	
70.0	70.1	77	26	48	15.9240	777.6600	7,724.0830	CASA-32
70.0	70.2	133	20	10	17.8960	777.9200	7,724.0830	CASA-33
70.0	71.0	216	45	10	37.7960	778.1700	7,761.8790	
71.0	71.1	156	0	39	45.8910	776.3100	7,761.8790	CASA-34
71.0	71.2	204	45	10	31.7400	775.6800	7,761.8790	CASA-35
71.0	72.0	212	0	30	55.9170	774.5700	7,817.7960	
72.0	72.1	109	45	16	91.9190	735.1100	7,817.7960	CASA-36
72.0	72.2	120	25	12	37.9950	774.4800	7,817.7960	CASA-37
72.0	72.3	283	45	21	45.9840	775.7400	7,817.7960	CASA-38
72.0	73.0	212	40	0	83.7320	779.7300	7,901.5280	
73.0	73.1	133	15	25	17.3180	772.2200	7,901.5280	CASA-39
73.0	73.2	350	20	30	33.6540	778.9700	7,901.5280	CASA-40
73.0	74.0	228	10	20	16.1950	779.7000	7,917.7230	
74.0	74.1	118	37	18	29.8410	775.8800	7,917.7230	CASA-41
74.0	74.2	138	12	34	39.8660	775.7400	7,917.7230	CASA-42
74.0	74.3	138	40	10	57.9010	775.6600	7,917.7230	CASA-43
74.0	74.4	138	40	10	81.8580	774.6500	7,917.7230	CASA-44
74.0	74.5	178	29	39	41.8320	777.4100	7,917.7230	CASA-45
74.0	75.0	204	50	10	67.7900	780.8400	7,985.5130	
75.0	75.1	143	30	45	23.8590	779.3400	7,985.5130	CASA-46
75.0	75.2	144	10	30	47.8050	776.1600	7,985.5130	CASA-47
75.0	75.3	164	45	58	31.9490	779.2100	7,985.5130	CASA-48
75.0	75.4	287	25	17	17.8760	782.6900	7,985.5130	CASA-49

### Apéndice 14. Aforo de las fuentes de Caliaj

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDAD: CALIAJ  
 MUNICIPIO: SAN ANDRES SEMETABAJ  
 DEPARTAMENTO: SOLOLÁ

#### DATOS DE AFOROS

Fuente **Aforo 1** el berro  
 Hora **8:00**  
 Fecha **23-abr-07**  
 Ubicación **Punto mas alto**

No. de medición	Tiempo (s)	Observaciones
1	77	
2	75.099	
3	76	

Tiempo promedio	76.0330
-----------------	---------

#### DETERMINACION DEL CAUDAL

Fórmula aplicada  $Q \approx \frac{V}{t_{promedio}}$  Donde:  
 Q= caudal en L/s  
 V= volumen del recipiente utilizado en el aforo

Datos: Factor de conversión:  
 1 GL US = 3.7850 L  
 V = 5.0000 Galones  
 V = 18.9250 L  
 t promedio = 76.0330 segundos

**Q= 0.25 L/s**

Fuente **Aforo 2**  
 Hora **9:00**  
 Fecha **23-abr-07**  
 Ubicación

No. de medición	Tiempo (s)	Observaciones
1	45.06	
2	46	
3	44	

Tiempo promedio	45.0200
-----------------	---------

#### DETERMINACION DEL CAUDAL

Fórmula aplicada  $Q \approx \frac{V}{t_{promedio}}$  Donde:  
 Q= caudal en L/s  
 V= volumen del recipiente utilizado en el aforo

Datos: Factor de conversión:  
 1 GL US = 3.7850 L  
 V = 5.0000 Galones  
 V = 18.9250 L  
 t promedio = 45.0200 segundos

**Q= 0.42 L/s**



PROYECTO: **ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**  
 COMUNIDAD: **CANTON CALIAJ**  
 MUNICIPIO: **SAN ANDRES SEMETABAJ**  
 DEPARTAMENTO: **SOLOLÁ**

### DATOS DE AFOROS

Fuente **Aforo 3**  
 Hora **11:00**  
 Fecha **24-abr-07**  
 Ubicación

No. de medición	Tiempo (s)	Observaciones
1	21	
2	21	
3	21	

Tiempo promedio	21.0000
-----------------	---------

### DETERMINACION DEL CAUDAL

Fórmula aplicada  $Q \approx \frac{V}{t_{promedio}}$

Donde:  
 Q= caudal en L/s  
 V= volumen del recipiente utilizado en el aforo

Datos: **Factor de conversión:**  
**1 GL US = 3.7850 L**  
  
 V = 5.0000 Galones  
 V = 18.9250 L  
 t promedio = 21.0000 segundos

**Q= 0.90 L/s**

### CAUDAL DISPONIBLE TOTAL

Fuente	Caudal	
Aforo 1	0.2500	L/S
Aforo 2	0.4200	L/S
Aforo 3	0.9000	L/S

**Caudal Total = 1.57 L/s**

**Caudal EstiajeTotal (100%) = 1.57 L/s**

### Apéndice 15. Memoria de cálculo de Caliaj

PROYECTO: **ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**  
 COMUNIDAD: **CALIAJ**  
 MUNICIPIO: **SAN ANDRES SEMETABAJ**  
 DEPARTAMENTO: **SOLOLÁ**

<b>MEMORIA DE CALCULO</b>
---------------------------

(1)

<b>Datos de Poblacion</b>		
Poblacion Actual Año 2007	374.00	habitantes
No. Viviendas Actual Año 2005	49.00	unidades
Promedio miembros por familia	7.00	habitantes

<b>Tasa de crecimiento</b>	
r =	<b>3.0000 %</b>

<b>Cálculo de población (Poblacion Futura Pf)</b>	
Fórmula:	
$Pf = Pa (1 + r)^n$	
Pf=	Población futura = ?
Pa=	Población actual = 374.00 hab
r=	Tasa de crecimiento = 3.00 %
n=	Período de diseño = 21.00 años
<b>Pf =</b>	<b>696 hab</b>

(2)

<b>Determinación del Consumo Medio Diario (Caudal Medio Qm.)</b>	
Fórmula:	
$Qm = (Pf \cdot Dot) / 86400$	
Qm=	Caudal Medio = ?
Pf=	Población futura = 696 hab
Dot=	Dotación = 100.00 L/hab/día
<b>Qm=</b>	<b>0.8053 l/s</b>

(3)

<b>Determinación del Consumo Máximo Diario (Caudal de Conduccion)</b>	
Fórmula:	
$Qmd = Qm \cdot FDM$	
Qmd=	Caudal Máximo Diario = ?
Qm=	Caudal Medio = 0.8053 L/s
FDM=	Factor Día Máximo = 1.3000 (1.2 - 1.5)
<b>Qmd=</b>	<b>1.0468 L/s</b>

(4)

<b>Cálculo de Volumen para el Tanque de Almacenamiento</b>	
Fórmula:	
$Vol. Tanque = ((Dot \cdot Pf) / 1000) \cdot PV\%$	
Dot=	Dotación = 100.00 lts/hab/día
Pf=	Población Futura = 696 habitantes
Pv=	Factor de almacenamiento = 30 %
Vol. Tanque =	20.8725 m3
<b>Vol. Tanque =</b>	<b>25.0000 m3</b>

(6)

<b>CHEQUEO</b>	
Q TOTAL (ambas fuentes) =	1.5700 L/s
Qmd =	1.0468 L/s

### Apéndice 16. Parámetros de diseño de Caliaj

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDAD: CALIAJ  
 MUNICIPIO: SAN ANDRES SEMETABAJ  
 DEPARTAMENTO: SOLOLÁ

#### PARAMETROS DE DISEÑO

# DE CASA CASAS	# DE PERSONAS POR CASA HAB.	POBLACION ACTUAL HAB.	PERIODO DE DISEÑO AÑOS	TASA DE INCREMENTO POBLACIONAL %	POBLACION FUTURA HAB.	PORCENTAJE DE UTILIDAD PARA TANQUE %
--------------------	-----------------------------------	-----------------------------	------------------------------	---	-----------------------------	---

49.00	7.00	374.00	21.00	3.00	696	30
-------	------	--------	-------	------	-----	----

DOTACION LIT./ HAB/ DIA	CAUDAL MEDIO LTS./SEG	FDM 1.2--1.5	CAUDAL DE CONDUCCION L/s.	FHM 2--2.5	CAUDAL DE DISTRIBUCION L/s.	TAMAÑO DEL TANQUE M3
----------------------------	--------------------------	-----------------	---------------------------------	---------------	-----------------------------------	----------------------------

100.00	0.81	1.3	1.0468	2.00	1.61	21
--------	------	-----	--------	------	------	----

AFOROS	
No1	0.2500 L/S
No2	0.4200 L/S
No3	0.9000 L/S
DOTACION EN INVIERNO	1.5700 L/S
FACTOR DE CAUDAL DE ESTIAJE	100%
CAUDAL DE ESTIAJE	1.5700 L/S

#### BASES DE DISEÑO DEL PROYECTO

Fuente	nac 01	nac 02	nac 03
Aforo (L/s)	0.25	0.42	0.9
Fecha	abr-07	abr-07	abr-07
Total de Aforo (L/s)	1.57		
Porcentaje de Aforo de Estiaje	100		
Aforo de Estiaje (L/S)	1.57		
Sistema	Gravedad		
Servicio	Conexión Predial		
Conexiones familiares	49		
Conexiones públicas	0		
Total de conexiones	49		
Población actual	374		
Tasa de crecimiento	3		
Período de diseño	21		
Dotación (L/s)	100		
Caudal medio (L/s)	1.3		
Factor de día máximo	1.3		
Caudal de día máximo	1.04		
Factor de almacenamiento	30		
Volumen de almacenamiento (m <sup>3</sup> )	25		
Clima	Templado		

Apéndice 17. Resumen del diseño hidráulico del sistema de agua potable de Caliaj

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDAD: CANTON CALIAJ  
 MUNICIPIO: SAN ANDRES SEMETABAJ  
 DEPARTAMENTO: SOLOLÁ

TRAMO DE	TIPO DE TUBERÍA	MATERIAL	PRESIÓN	COEF.	LONGITUD (m)	COTA TERRENO		CAUDAL (L/s)	D (")	V (m/s)	HF (m)	C PIEZOMETRICA		OBSERVACIONES
						INICIAL	FINAL					INICIAL	FINAL	

ROTE 01 A CAJA UNIFICADORA E-

NAC-01	CUC-01	PVC	160	150	133	1000.0000	991.8600	0.2500	1	0.4935	1.6818	999.5000	997.8182	CAJA UNIFICADORA Nº1
NAC-02	CUC-01	PVC	160	150	11.1	992.4300	991.8600	0.4200	1	0.8291	0.3665	991.9300	991.5635	CAJA UNIFICADORA Nº1

CAJA UNIFICADORA E-02 A REDUCIDOR BUSHING

CUC-01	E-4.0	PVC	160	150	110.41	991.8600	959.8200	1.1500	1.5	1.0089	3.2619	991.3600	988.0981	RED BUSHING 1" A 1/2" PVC
E-4.0	CUC-02	PVC	160	150	111.13	959.8200	952.1900	1.1500	1	2.2701	23.6512	959.3200	935.6688	CAJA UNIFICADORA Nº2
CUC-02	RED BUSH	PVC	250	150	2808.09	952.1900	811.1000	1.5700	2	0.7748	36.3530	951.6900	915.3370	RED BUSHING 1 1/2" A 1" PVC

REDUCIDOR BUSHING A TANQUE DE ALMACENAMIENTO E-42.0

RED BUSH	E-42.0	PVC	250	150	2048.15	811.1000	805.2900	1.5700	1.5	1.3774	107.6322	810.6000	702.9678	TANQUE DE ALMACENAJE
----------	--------	-----	-----	-----	---------	----------	----------	--------	-----	--------	----------	----------	----------	----------------------

TANQUE DE ALMACENAMIENTO E-42.0 A RED DE DISTRIBUCIÓN E-75

42	42.1	PVC	250	150	91.86	805.2900	801.2000	0.0383	0.5	0.3024	1.0563	804.7900	803.7337	CASA-01
42	55	PVC	100	150	900	805.2900	799.5100	1.8800	3	0.4123	2.2573	824.4600	822.2027	
55	A	PVC	160	150	133.99	799.5100	794.7400	0.0760	0.5	0.6001	5.4742	822.2027	816.7285	RAMAL 1
A	A-1	PVC	100	150	84.882	790.1200	795.2400	0.0383	0.5	0.3024	0.9761	816.9900	816.0139	CASA-02
A	A-2	PVC	315	150	111.207	795.2400	794.6800	0.0383	0.5	0.3024	1.2788	816.0139	814.7352	CASA-03
55	60	PVC	100	150	700.81	795.2400	798.1400	1.6300	3	0.3575	1.3499	818.9100	817.5601	
60	60.1	PVC	100	150	60.554	798.1400	792.0600	0.0383	0.5	0.3024	0.6963	818.1200	817.4237	CASA-04
60	61	PVC	250	150	26.972	798.1400	795.2400	1.8800	3	0.4123	0.0676	817.4237	817.3560	
61	61.1	PVC	315	150	143.394	795.2400	794.7800	0.0383	0.5	0.3024	1.6489	817.3560	815.7071	CASA-05
61	E-B	PVC	250	150	76.397	795.2400	796.5200	0.0760	0.75	0.2667	0.4333	815.7071	815.2739	NODO-02
E-B	B-1	PVC	315	150	77.981	796.5200	796.4300	0.0383	0.5	0.3024	0.8967	815.2739	814.3771	CASA-06
E-B	B-2	PVC	315	150	83.974	796.5200	795.6900	0.0383	0.5	0.3024	0.9656	814.3771	813.4115	CASA-07
61	62	PVC	250	150	83.9740	795.2400	798.1400	1.8800	3	0.4123	0.2106	813.4115	813.2009	
62	62.1	PVC	315	150	67.8450	798.1400	792.6600	0.0383	0.5	0.3024	0.7802	813.2009	812.4207	CASA-08
62	62.2	PVC	315	150	152.8670	798.1400	789.9800	0.0383	0.5	0.3024	1.7578	812.4207	810.6629	CASA-09
62	63	PVC	250	150	105.5170	798.1400	794.3600	1.8800	3	0.4123	0.2646	810.6629	810.3983	
63	63.1	PVC	250	150	13.6780	794.3600	791.1300	0.0383	0.5	0.3024	0.1573	810.3983	810.2410	CASA-10
63	64	PVC	250	150	174.1980	794.3600	793.3600	1.8800	3	0.4123	0.4369	810.2410	809.8041	
64	64.1	PVC	250	150	21.3280	793.3600	788.9900	0.0383	0.5	0.3024	0.2453	809.8041	809.5588	CASA-11
64	64.2	PVC	250	150	22.4050	793.3600	785.8800	0.0383	0.5	0.3024	0.2576	809.5588	809.3012	CASA-12
64	65	PVC	250	150	77.9370	793.3600	795.4900	1.8800	3	0.4123	0.1955	809.3012	809.1057	
65	65.1	PVC	315	150	27.2100	795.4900	786.8800	0.0383	0.5	0.3024	0.3129	809.1057	808.7928	CASA-13
65	65.2	PVC	315	150	49.1020	795.4900	787.2200	0.0383	0.5	0.3024	0.5646	808.7928	808.2282	CASA-14
65	66	PVC	250	150	121.1720	795.4900	783.7600	1.8800	3	0.4123	0.3039	808.2282	807.9243	
66	67	PVC	250	150	190.3510	783.7600	774.8700	1.8800	3	0.4123	0.4774	807.9243	807.4469	
67	67.1	PVC	315	150	71.9750	774.8700	778.0700	0.0383	0.5	0.3024	0.8276	807.4469	806.6192	CASA-15
67	67.2	PVC	315	150	77.5880	774.8700	775.5900	0.0383	0.5	0.3024	0.8922	806.6192	805.7270	CASA-16
67	67.3	PVC	315	150	55.6180	774.8700	776.5000	0.0383	0.5	0.3024	0.6396	805.7270	805.0875	CASA-17
67	67.4	PVC	315	150	54.8550	774.8700	778.9100	0.0383	0.5	0.3024	0.6308	805.0875	804.4567	CASA-18
67	68	PVC	250	150	98.9970	774.8700	774.7200	1.8800	3	0.4123	0.2483	804.4567	804.2084	
68	68.1	PVC	315	150	16.9620	774.7200	776.0000	0.0383	0.5	0.3024	0.1950	804.2084	804.0133	CASA-19
68	68.2	PVC	315	150	34.5350	774.7200	776.4300	0.0383	0.5	0.3024	0.3971	804.0133	803.6162	CASA-20
68	68.3	PVC	315	150	28.9440	774.7200	775.0800	0.0383	0.5	0.3024	0.3328	803.6162	803.2834	CASA-21
68	68.4	PVC	315	150	35.9050	774.7200	775.9100	0.0383	0.5	0.3024	0.4129	803.2834	802.8705	CASA-22
68	69	PVC	250	150	71.3480	774.7200	773.2600	1.8800	3	0.4123	0.1789	802.8705	802.6916	
69	69.1	PVC	315	150	52.1740	773.2600	773.8600	0.0383	0.5	0.3024	0.6000	802.6916	802.0916	CASA-23
69	69.2	PVC	315	150	49.9930	773.2600	772.0300	0.0383	0.5	0.3024	0.5749	802.0916	801.5167	CASA-24
69	69.3	PVC	315	150	124.9920	773.2600	773.6800	0.0383	0.5	0.3024	1.4373	801.5167	800.0794	CASA-25
69	69.4	PVC	315	150	87.3960	773.2600	772.2300	0.0383	0.5	0.3024	1.0050	800.0794	799.0745	CASA-26
69	69.5	PVC	315	150	15.9970	773.2600	772.6600	0.0383	0.5	0.3024	0.1840	799.0745	798.8905	CASA-27
69	E-C	PVC	250	150	116.3810	773.2600	772.2200	0.1534	0.5	1.2112	17.4343	798.8905	781.4562	NODO 3
E-C	C-1	PVC	315	150	37.9790	772.2200	771.2600	0.0383	0.5	0.3024	0.4367	781.4562	781.0194	CASA-28
E-C	C-2	PVC	315	150	23.9690	772.2200	771.7500	0.0383	0.5	0.3024	0.2756	781.0194	780.7438	CASA-29
E-C	C-3	PVC	315	150	36.6320	772.2200	768.9400	0.0383	0.5	0.3024	0.4212	780.7438	780.3226	CASA-30
E-C	C-4	PVC	315	150	27.6110	772.2200	769.3300	0.0383	0.5	0.3024	0.3175	780.3226	780.0051	CASA-31
69	70	PVC	250	150	91.2680	773.2600	778.1800	1.8800	3	0.4123	0.2289	780.0051	779.7762	
70	70.1	PVC	315	150	15.9240	778.1800	777.6600	0.0383	0.5	0.3024	0.1831	779.7762	779.5931	CASA-32
70	70.2	PVC	315	150	17.8960	778.1800	777.9200	0.0383	0.5	0.3024	0.2058	779.5931	779.3873	CASA-33
70	71	PVC	250	150	37.7960	778.1800	778.1700	1.8800	3	0.4123	0.0948	779.3873	779.2925	
71	71.1	PVC	315	150	45.8910	778.1700	776.3100	0.0383	0.5	0.3024	0.5277	779.2925	778.7648	CASA-34
71	71.2	PVC	315	150	31.7400	778.1700	775.6800	0.0383	0.5	0.3024	0.3650	778.7648	778.3998	CASA-35
71	72	PVC	250	150	55.9170	778.1700	774.5700	1.8800	3	0.4123	0.1402	778.3998	778.2595	
72	72.1	PVC	315	150	91.9190	774.5700	735.1100	0.0383	0.5	0.3024	1.0570	778.2595	777.2026	CASA-36
72	72.2	PVC	315	150	37.9950	774.5700	774.4800	0.0383	0.5	0.3024	0.4369	777.2026	776.7656	CASA-37
72	72.3	PVC	315	150	45.9840	774.5700	775.7400	0.0383	0.5	0.3024	0.5288	776.7656	776.2369	CASA-38
72	73	PVC	250	150	83.7320	774.5700	779.7300	1.8800	3	0.4123	0.2100	776.2369	776.0269	
73	73.1	PVC	315	150	17.3180	779.7300	772.2200	0.0383	0.5	0.3024	0.1991	776.0269	775.8277	CASA-39
73	73.2	PVC	315	150	33.6540	779.7300	778.9700	0.0383	0.5	0.3024	0.3870	775.8277	775.4407	CASA-40
73	74	PVC	250	150	16.1950	779.7300	779.7000	1.8800	3	0.4123	0.0406	775.4407	775.4001	
74	74.1	PVC	315	150	29.8410	779.7000	775.8800	0.0383	0.5	0.3024	0.3431	775.4001	775.0570	CASA-41
74	74.2	PVC	315	150	39.8660	779.7000	775.7400	0.0383	0.5	0.3024	0.4584	775.0570	774.5985	CASA-42
74	74.3	PVC	315	150	57.9010									

**Apéndice 18. Presupuesto del sistema de agua potable de Caliaj**

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDAD: CALIAJ  
 MUNICIPIO: SAN ANDRES SEMETABAJ  
 DEPARTAMENTO: SOLOLÁ  
 FECHA: OCTUBRE DE 2008

<b>PRESUPUESTO DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>					
<b>No</b>	<b>DESCRIPCION DEL REGLON</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	CAJA DE CAPTACIÓN	UNIDAD	1.00	Q 07,018.40	Q 07,018.40
2	LINEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN 8,288.23 ML	UNIDAD	1.00	Q 383,908.39	Q 383,908.39
3	VÁLVULAS DE AIRE Y LIMPIEZA	GLOBAL	8.00	Q 01,655.00	Q 13,240.00
4	TANQUE DE ALMACENAMIENTO 25.00 M3	UNIDAD	1.00	Q 32,669.40	Q 32,669.40
5	CAJAS UNIFICADORA DE CAUDALES	UNIDAD	2.00	Q 02,609.33	Q 05,218.67
6	CONEXIONES DOMICILIARES	GLOBAL	1.00	Q 12,288.20	Q 12,288.20
7	CLORADOR	UNIDAD	1.00	Q 02,100.00	Q 02,100.00
<b>COSTO DIRECTO SIN APOORTE COMUNITARIO</b>					<b>Q 456,443.06</b>
MATERIALES					Q 333,492.40
MANO DE OBRA					Q 122,950.65
TOTAL COSTOS DIRECTOS					Q 456,443.05
TOTAL COSTOS INDIRECTOS (30% COSTOS DIRECTOS)					Q 136,932.92
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 593,375.97</b>
COSTO TOTAL EN DÓLARES (CAMBIO A Q7.65)					<b>\$77,565.49</b>

**Apéndice 19. Cronograma de ejecución física de Caliaj**

**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON CALIAJ

**UBICACIÓN:** SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ

**TIEMPO DE EJECUCIÓN:** CUATRO MESES

**FECHA:** OCTUBRE DE 2008

## CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICA

No.	REGLÓN	CANT.	UNID.	UNIT.	TOTAL	%	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4		
							S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3
1	CAJA DE CAPTACIÓN	Q 1.00	U	Q 9,123.92	Q 9,123.92	Q 1.54															
2	LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN 8,288.23 ML	Q 8,288.23	ML	Q 60.22	Q 499,080.91	Q 84.11															
3	VÁLVULAS DE AIRE Y LIMPIEZA	Q 8.00	U	Q 2,151.50	Q 17,212.00	Q 2.90															
4	TANQUE DE ALMACENAMIENTO 25.00 M3	Q 1.00	U	Q 42,470.22	Q 42,470.22	Q 7.16															
5	CAJAS UNIFICADORA DE CAUDALES	Q 2.00	U	Q 3,392.14	Q 6,784.27	Q 1.14															
6	CONEXIONES DOMICILIARES	Q 1.00	U	Q 15,974.66	Q 15,974.66	Q 2.69															
7	CLORADOR	Q 1.00	U	Q 2,730.00	Q 2,730.00	Q 0.46															
	<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>Q 593,375.98</b>	<b>Q 99.54</b>															

## Apéndice 20. Cronograma de ejecución financiera de Caliaj

**PROYECTO:** DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CANTON CALIAJ, SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLÁ

**UBICACIÓN:** SAN ANDRÉS SEMETABAJ

**TIEMPO DE EJECUCIÓN:** CUATRO MESES

**FECHA:** OCTUBRE DE 2008

### CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FINANCIERA

No.	RENLÓN	CANT.	UNID.	UNIT.	TOTAL	%	1	2	3	4
1	CAJA DE CAPTACIÓN	1.00	U	Q 9,123.92	Q 9,123.92	1.54	Q 9,123.92			
2	LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN 8,288.23 ML	8,288.23	ML	Q 60.22	Q 499,080.91	84.11	Q 124,770.23	Q 124,770.23	Q 124,770.23	Q 124,770.23
3	VÁLVULAS DE AIRE Y LIMPIEZA	8.00	U	Q 2,151.50	Q 17,212.00	2.90		Q 17,212.00		
4	TANQUE DE ALMACENAMIENTO 25.00 M3	1.00	U	Q 42,470.22	Q 42,470.22	7.16		Q 42,470.22		
5	CAJAS UNIFICADORA DE CAUDALES	2.00	U	Q 3,392.14	Q 6,784.27	1.14		Q 6,784.27		
6	CONEXIONES DOMICILIARES	1.00	U	Q 15,974.66	Q 15,974.66	2.69				
7	CLORADOR	1.00	U	Q 2,730.00	Q 2,730.00	0.46			Q 2,730.00	
	<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>Q 593,375.98</b>	<b>100.00</b>				
	INVERSIÓN ESTIMADA %						22.56	32.23	21.49	21.03
	INVERSIÓN ESTIMADA Q.						Q 133,894.15	Q 191,236.72	Q 127,500.23	Q 124,770.23
	INVERSIÓN ACUMULADA %						22.56	54.79	76.28	<b>97.31</b>
	INVERSIÓN ACUMULADA Q.						Q 133,894.15	Q 325,130.86	Q 452,631.09	<b>Q 577,401.32</b>



MAC-02	1 m <sup>3</sup>	MAC-03	1 m <sup>3</sup>
E-0,2	CT-99,49	E-1,1	CT-99,14

PROPIEDAD DE LA MUNICIPALIDAD DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ

MAC-01	1 m <sup>3</sup>	MAC-03	1 m <sup>3</sup>
E-0,1	CT-100,43	E-1,1	CT-99,14

TANQUE DE 10 m<sup>3</sup>

### PLANTACIÓN DE MAIZ

AFOROS			
MAC N01	0,18 L/s	MAC N02	0,08 L/s
MAC N03	0,16 L/s	MAC N04	0,42 L/s
CAUDAL DE ESTIAJE			

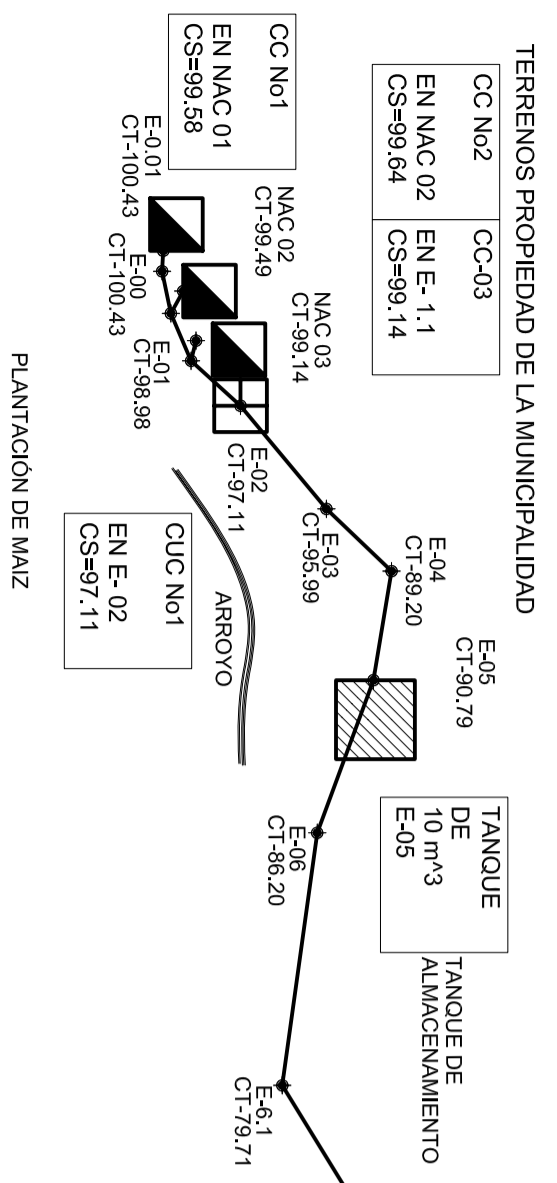
ESPECIFICACIONES GENERALES DE DISEÑO	
POBLACION ACTUAL	230 HAB.
POBLACION FUTURA	358 HAB.
TASA DE INCREMENTO POBLACIONAL	3,00 %
DENSIDAD DE POBLACION	6 HAB.
NUMERO DE CASAS	45 CASAS
PERIODO DE DISEÑO	14 AÑOS
DOTACION	60 L/HAB/D
CAUDAL DE CONDUCCION	0,42 L/s
CAUDAL DE DISTRIBUCION	0,66 L/s
FMH (2,0 - 2,5)	2,0
FDM (1,2 - 1,5)	1,2
PORCENTAJE DE UTILIDAD DE TANQUE	30 %
CAPACIDAD DEL TANQUE DE ALMACENAJE	10 m <sup>3</sup>

REFERENCIAS	
	CAMINO DE TERRACERIA O DE ASFALTO
	TUBERIA DE CONDUCCION
	REDUCTOR BUSHING (RB)
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA DE CAPTACION DE 1 m <sup>3</sup> (C/C)
	CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES DE 1 m <sup>3</sup> (CUC)
	ESTACION
	LINEA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE LIMPIEZA VL
	VALVULA DE AIRE (VA)
	CONEXION PREDIAL

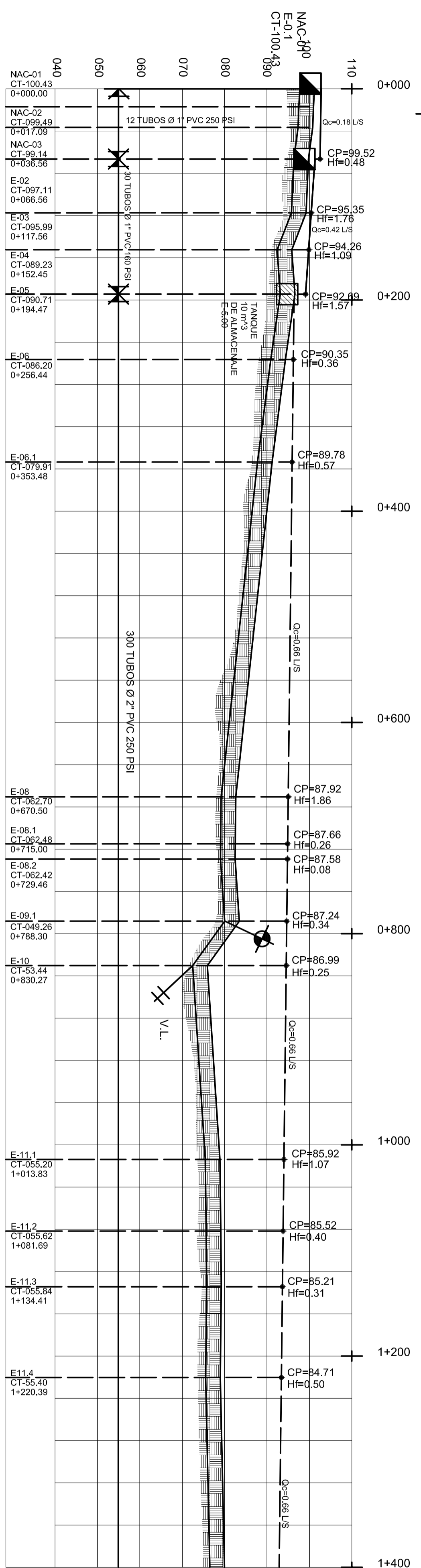
LIBRETA TOPOGRAFICA									
ESTI	PO	AREA	DH	COTA	COMANAMIENTO	OBSERVACIONES			
160	16,3	22	34	40	8,8800	62,2000	2,316,7707	CAS-11	
161	16,4	55	42	10	14,7600	62,2000	2,320,7007	CAS-12	
162	16,5	52	50	17,8100	62,2000	2,324,6307	CAS-13		
163	16,6	152	30	0	8,9700	61,9700	2,315,5107	CAS-14	
164	16,7	184	7	0	8,9800	61,9800	2,318,9307	CAS-15	
165	16,8	615	24	30	9,9000	61,9200	2,311,0007	CAS-16	
166	16,9	615	24	30	9,9000	61,9200	2,311,0007	CAS-17	
167	17,1	325	23	30	11,0400	60,9800	2,302,6007	CAS-18	
168	17,2	315	41	30	15,4000	60,1200	2,295,1607	CAS-19	
169	17,3	420	48	30	22,5000	60,0400	2,290,2007	CAS-20	
170	17,4	165	48	30	14,2000	60,0500	2,291,0007	CAS-21	
171	17,5	282	36	18	7,9500	59,4500	2,286,4307	CAS-22	
172	17,6	221	7	10	6,6100	59,7800	2,291,8307	CAS-23	
173	17,7	221	7	10	6,6100	59,7800	2,291,8307	CAS-24	
174	17,8	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-25	
175	17,9	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-26	
180	18,1	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-27	
181	18,2	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-28	
182	18,3	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-29	
183	18,4	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-30	
184	18,5	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-31	
185	18,6	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-32	
186	18,7	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-33	
187	18,8	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-34	
188	18,9	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-35	
189	19,0	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-36	
190	19,1	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-37	
191	19,2	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-38	
192	19,3	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-39	
193	19,4	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-40	
194	19,5	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-41	
195	19,6	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-42	
196	19,7	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-43	
197	19,8	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-44	
198	19,9	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-45	
199	20,0	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-46	
200	20,1	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-47	
201	20,2	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-48	
202	20,3	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-49	
203	20,4	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-50	
204	20,5	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-51	
205	20,6	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-52	
206	20,7	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-53	
207	20,8	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-54	
208	20,9	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-55	
209	21,0	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-56	
210	21,1	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-57	
211	21,2	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-58	
212	21,3	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-59	
213	21,4	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-60	
214	21,5	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-61	
215	21,6	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-62	
216	21,7	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-63	
217	21,8	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-64	
218	21,9	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-65	
219	22,0	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-66	
220	22,1	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-67	
221	22,2	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-68	
222	22,3	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-69	
223	22,4	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-70	
224	22,5	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-71	
225	22,6	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-72	
226	22,7	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-73	
227	22,8	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-74	
228	22,9	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-75	
229	23,0	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-76	
230	23,1	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-77	
231	23,2	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-78	
232	23,3	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-79	
233	23,4	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-80	
234	23,5	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-81	
235	23,6	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-82	
236	23,7	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-83	
237	23,8	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-84	
238	23,9	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-85	
239	24,0	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-86	
240	24,1	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-87	
241	24,2	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-88	
242	24,3	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-89	
243	24,4	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-90	

ESTI	PO	AREA	DH	COTA	COMANAMIENTO	OBSERVACIONES		
160	16,3	22	34	40	8,8800	62,2000	2,316,7707	CAS-11
161	16,4	55	42	10	14,7600	62,2000	2,320,7007	CAS-12
162	16,5	52	50	17,8100	62,2000	2,324,6307	CAS-13	
163	16,6	152	30	0	8,9700	61,9700	2,315,5107	CAS-14
164	16,7	184	7	0	8,9800	61,9800	2,318,9307	CAS-15
165	16,8	615	24	30	9,9000	61,9200	2,311,0007	CAS-16
166	16,9	615	24	30	9,9000	61,9200	2,311,0007	CAS-17
167	17,1	325	23	30	11,0400	60,9800	2,302,6007	CAS-18
168	17,2	315	41	30	15,4000	60,1200	2,295,1607	CAS-19
169	17,3	420	48	30	22,5000	60,0400	2,290,2007	CAS-20
170	17,4	165	48	30	14,2000	60,0500	2,291,0007	CAS-21
171	17,5	282	36	18	7,9500	59,4500	2,286,4307	CAS-22
172	17,6	221	7	10	6,6100	59,7800	2,291,8307	CAS-23
173	17,7	221	7	10	6,6100	59,7800	2,291,8307	CAS-24
174	17,8	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-25
175	17,9	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-26
180	18,1	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-27
181	18,2	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-28
182	18,3	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-29
183	18,4	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-30
184	18,5	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-31
185	18,6	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-32
186	18,7	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-33
187	18,8	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-34
188	18,9	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-35
189	19,0	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-36
190	19,1	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-37
191	19,2	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-38
192	19,3	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-39
193	19,4	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-40
194	19,5	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-41
195	19,6	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-42
196	19,7	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-43
197	19,8	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-44
198	19,9	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-45
199	20,0	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	CAS-46
200	20,1	224	38	40	30,2400	59,7800	2,310,7007	C





**PLANTA**  
ESCALA 1:2.000



**PERFIL**  
ESCALA HORIZONTAL 1:2.000  
ESCALA VERTICAL 1:1.000

**LINEA DE CONDUCCIÓN**

REFERENCIAS	
	CAMINO DE TERRACERIA O DE ASFALTO
	TUBERIA DE CONDUCCION
	REDUCCION BUSHING (RB)
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA DE CAPTACION DE 1 m³ (CC)
	CAJA UNIFICADORA DE GAUDALES DE 1 m³ (CUC)
	ESTACION
	LINEA PIEZOMETRICA
	VÁLVULA DE LIMPIEZA VL
	VÁLVULA DE AIRE (VA)
	CONEXION PREDIAL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:	DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD
UBICACION:	CASERIO NUEVA ESPERANZA, SAN ANDRÉS SEMETABAL, SOLOLA
CONTENIDO:	<b>LINEA DE CONDUCCIÓN DE E-0.00 A E-11.4</b>
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	OCT/2008
HOLA N°:	02 / 06
DISEÑO Y CALCULO:	LESTER CALDERON CASTELLANOS
ASISISTENTE:	ING. SILVIO RODRIGUEZ ASISOR - SUPERVISOR EPS



ARROYO

E-12.1  
CT-58.28

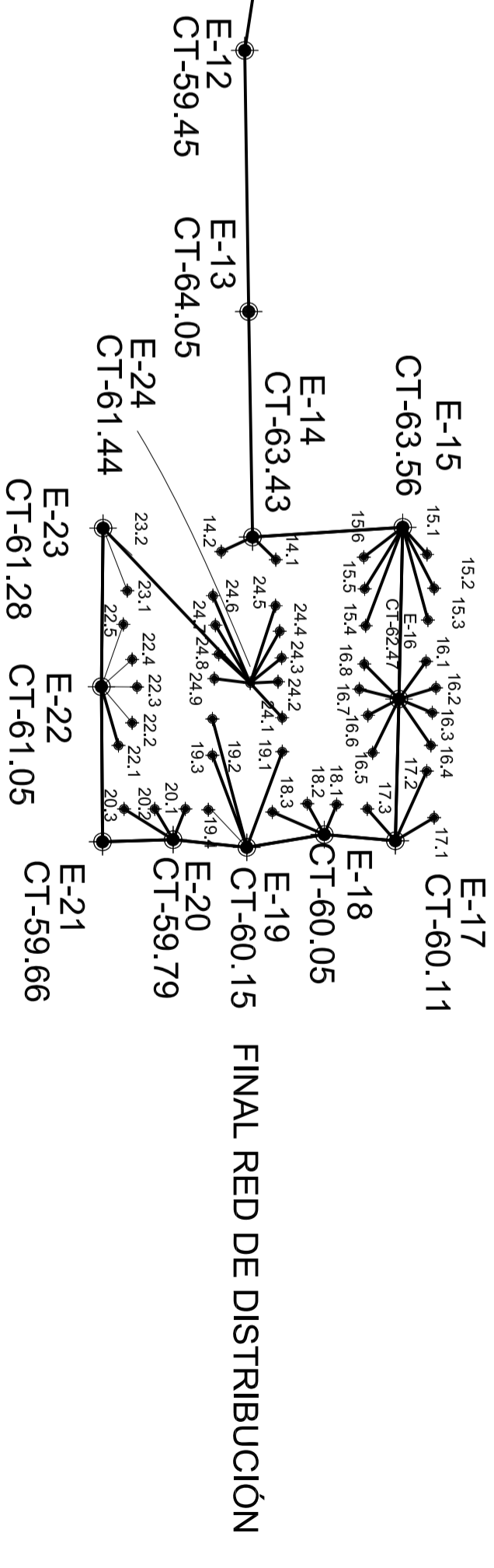
HEREDEROS  
ANTONIO BONIFASI

FRANCISCO  
CALDERÓN PAVÓN

E-11  
CT-55.89

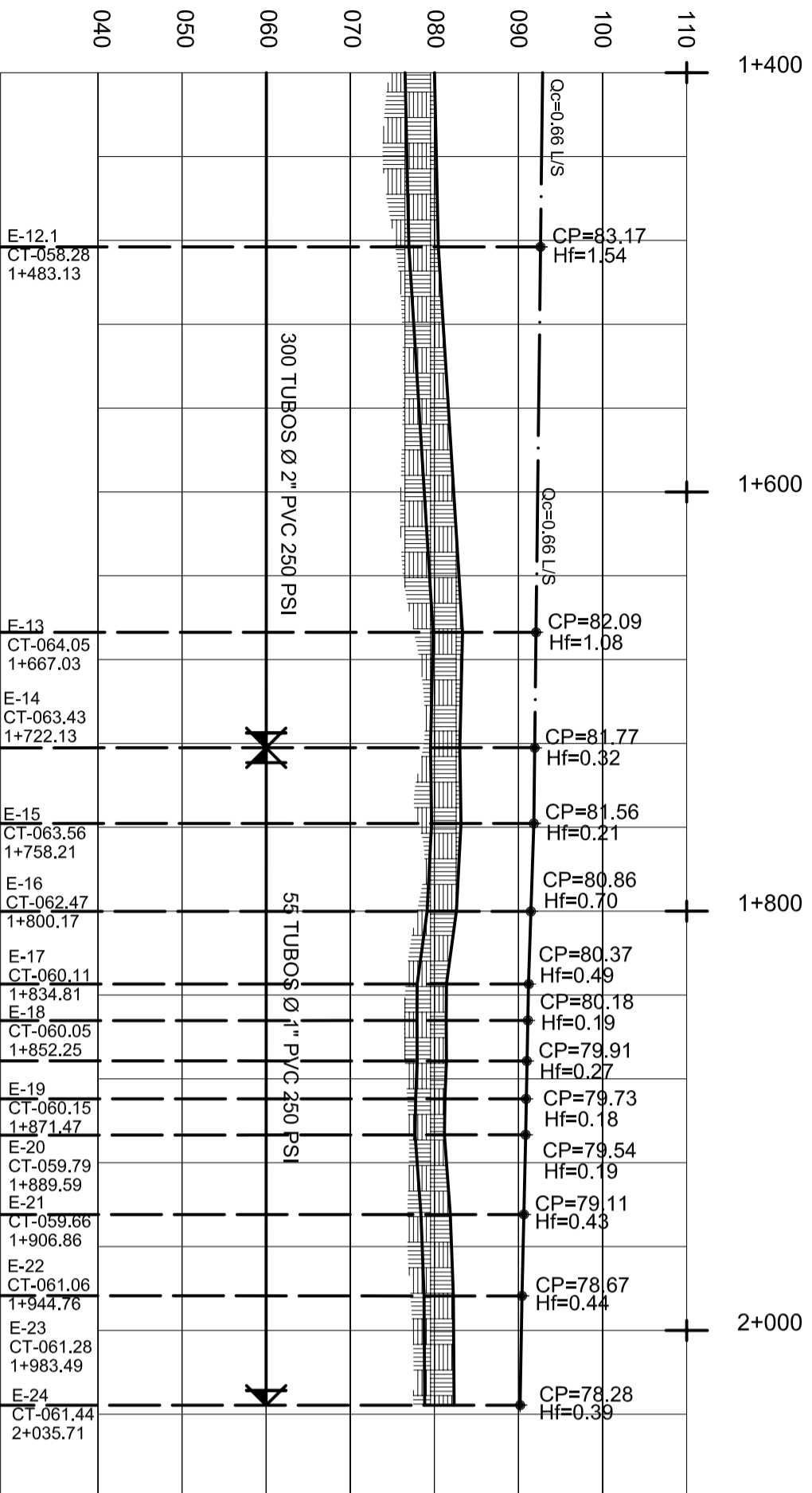
VIENE DE LA HOJA N°2

JUAN BATZ



PLANTA

ESCALA 1:2,000

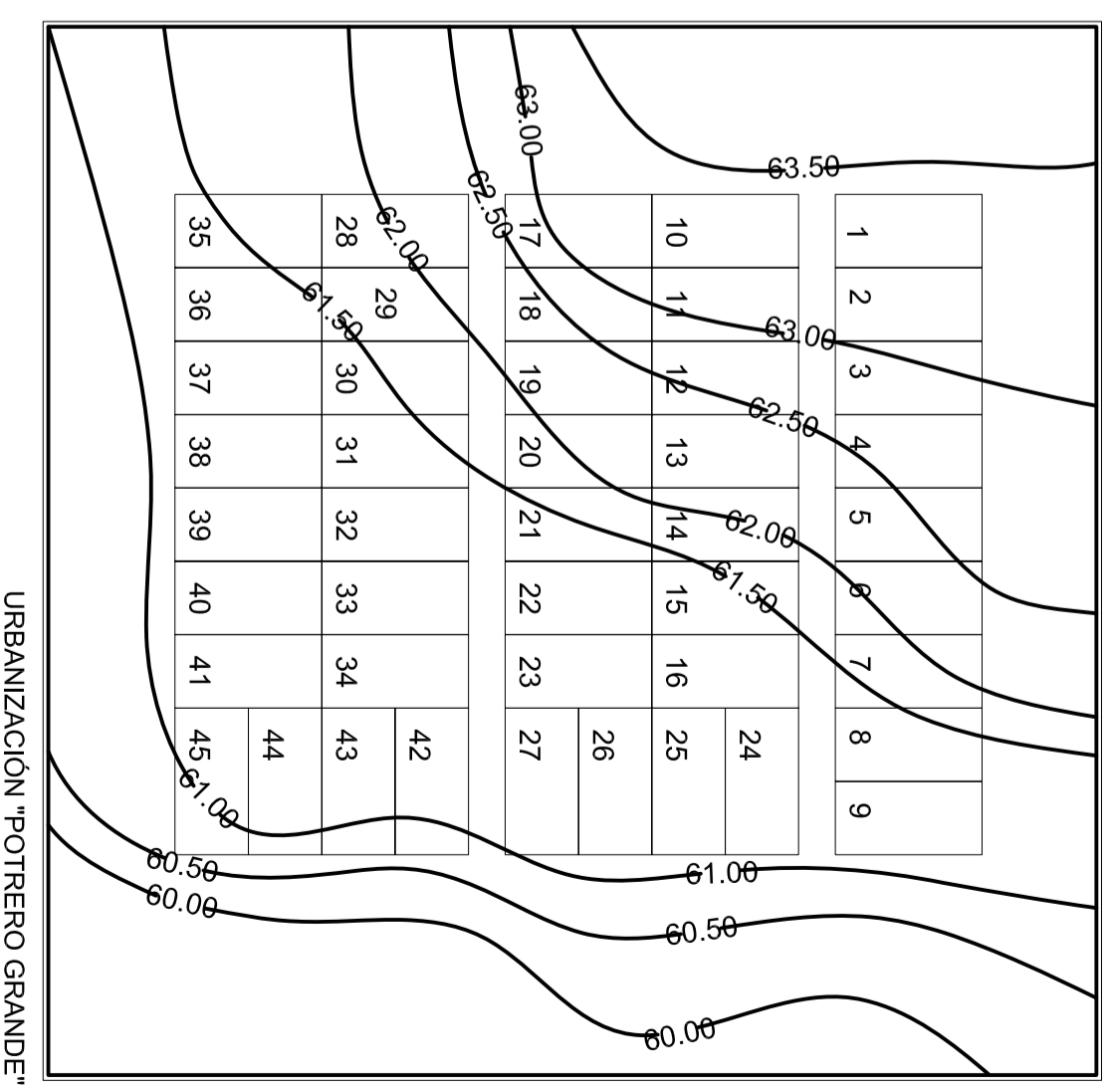


PERFIL

ESCALA HORIZONTAL 1:2,000  
ESCALA VERTICAL 1:1,000

PLANTA DE CURVAS DE NIVEL

ESCALA 1:1,000



URBANIZACIÓN "POTRERO GRANDE"



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD

UBICACIÓN: CASERIO NUEVA ESPERANZA, SAN ANDRÉS SEMETABAL, SOLOLA

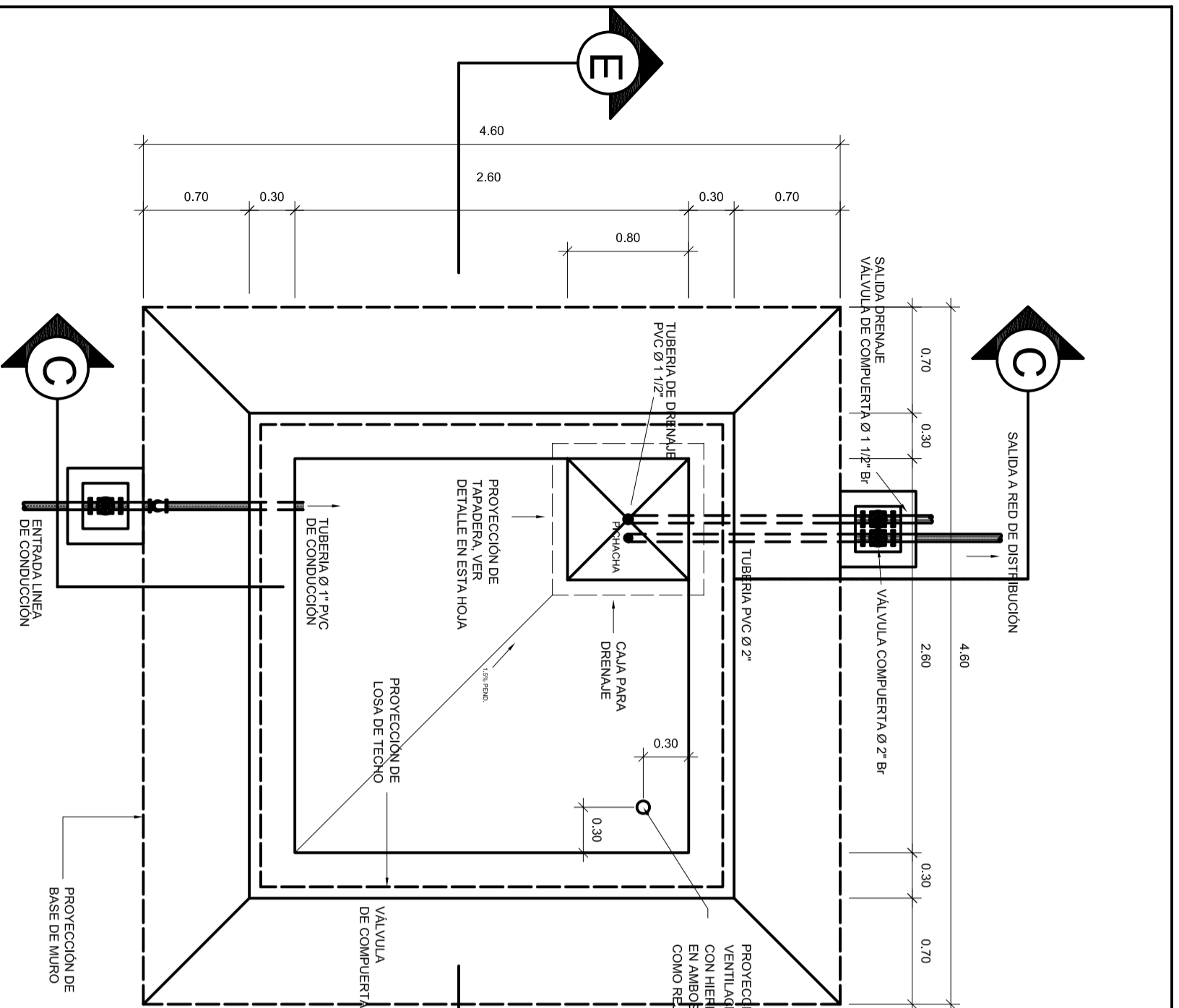
CONTENIDO: LINEA DE CONDUCCIÓN DE E-12.10 A E-24.00

DISEÑO Y CÁLCULO: LESTER CALDERÓN CASTELLANOS

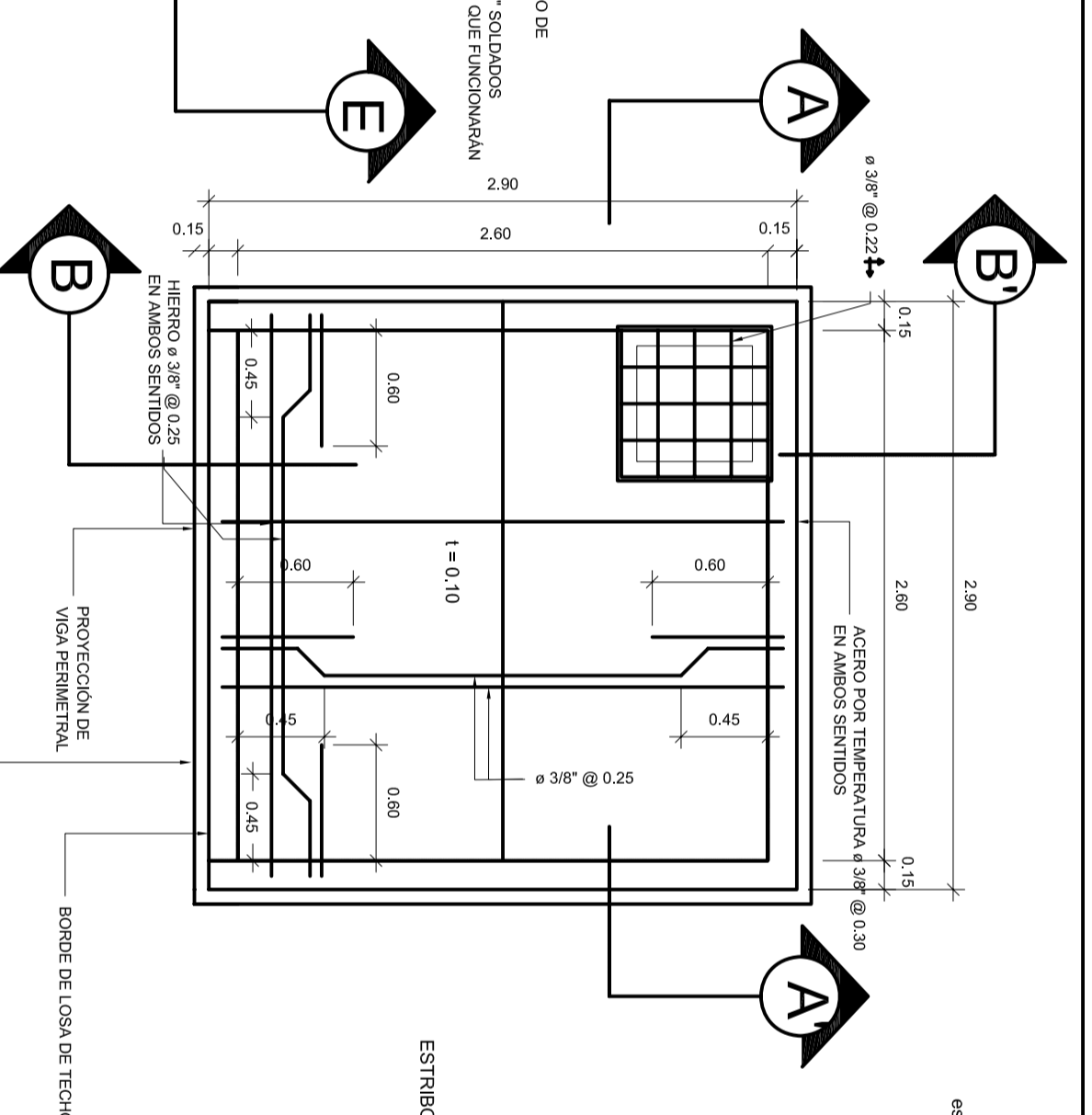
OBSERVACIONES:

ING. SILVIO RODRIGUEZ ASesor - SUPERVISOR ERS

ESCALA: INDICADA  
FECHA: OCT/2008  
HOJA N°: 03 / 06



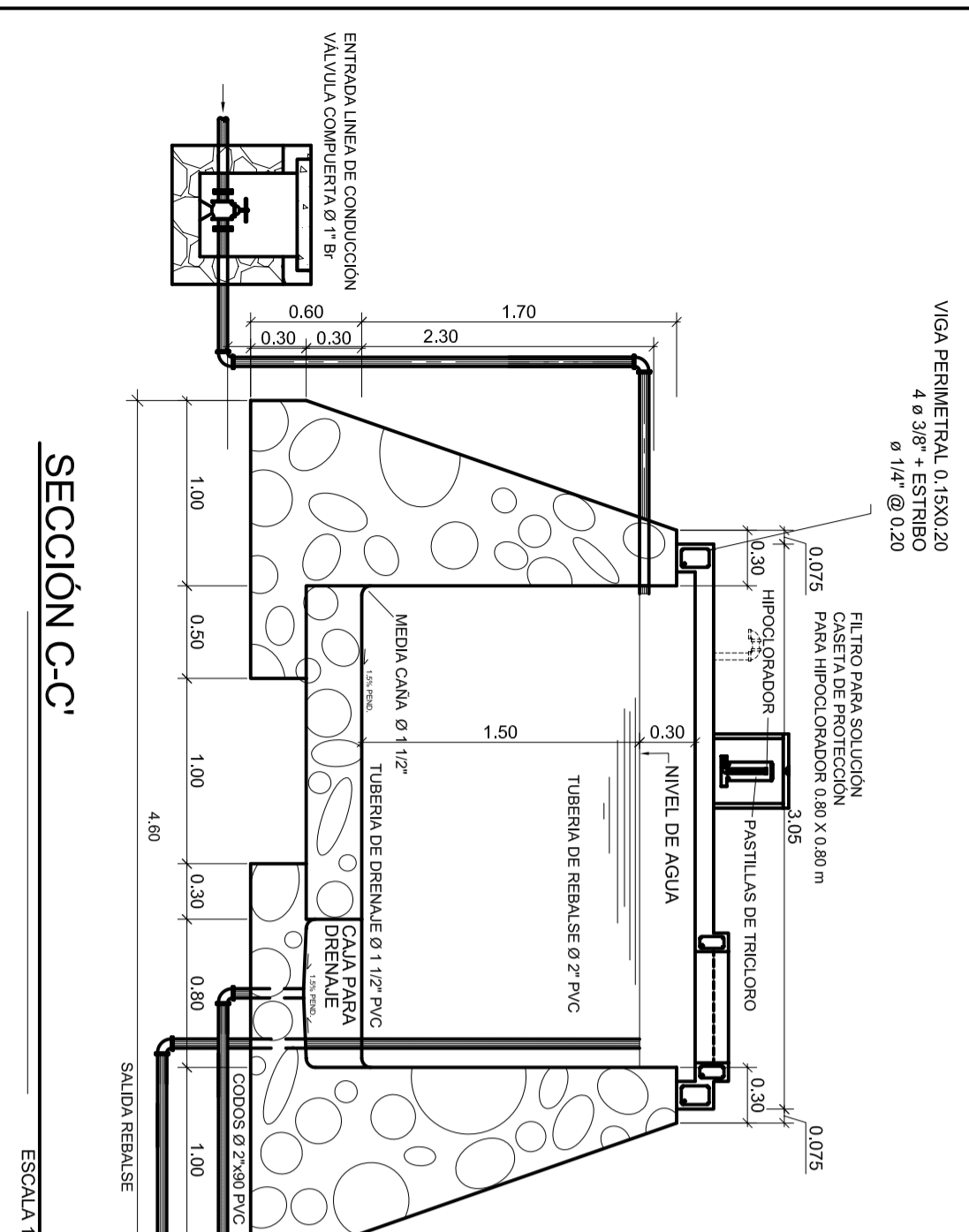
PLANTA DE TANQUE  
ESCALA 1:25



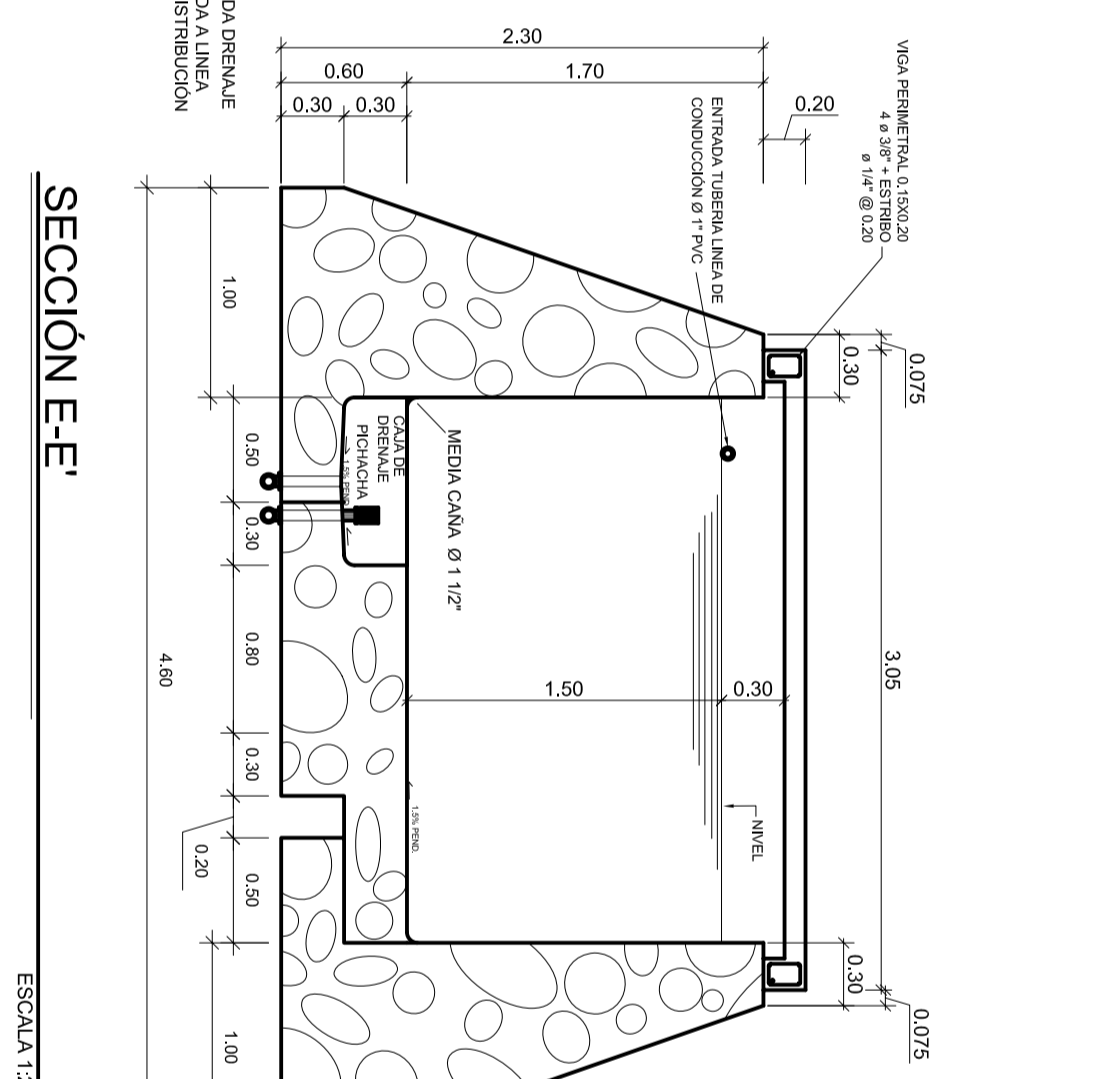
PLANTA LOSA DE TECHO  
ESCALA 1:25

NOTAS GENERALES:

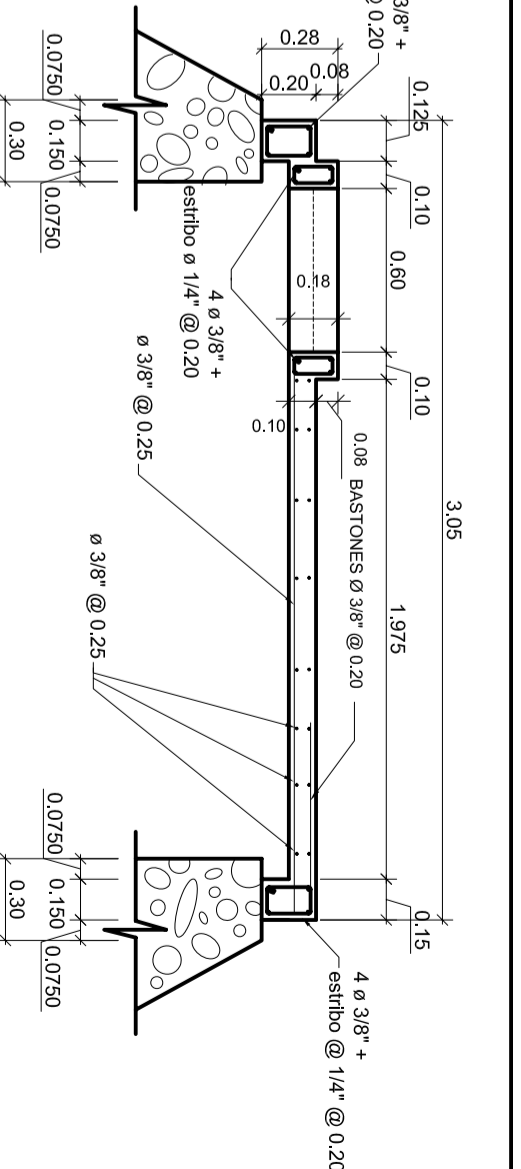
- MATERIALES:  
 1.- CONCRETO: SE USARÁ CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm<sup>2</sup> (3000 lbf/in<sup>2</sup>) A LOS 28 DIAS  
 2.- ACERO DE REFUERZO: SE USARÁ ACERO DE REFUERZO DE 1/2" = 2810 Kg/cm<sup>2</sup> (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A-615  
 3.- ACERO DE REFUERZO: SE USARÁ ACERO DE REFUERZO DE 3/8" = 2810 Kg/cm<sup>2</sup> (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A-615  
 4.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.  
 5.- LOS RECURVIMIENTOS SERAN DE 3cm EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.  
 6.- EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERÁ SER PERFECTAMENTE APISONADO.  
 7.- LA LOSA DEL TECHO DEBERÁ TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.  
 8.- LOS MUIROS DE PIEDRA DEBERÁN INFERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UN CAPA DE SABLETA DE CEMENTO ARENA PROPORCION (1:2). DEBIDAMENTE ALISADA.  
 9.- LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERÁN QUEDAR CERVIDAS CON CEMENTO ARENA.  
 10.- LOS MUIROS DE TANQUE SERAN DE MAMPONERIA: 67% PIEDRA BOLA 33% SABLETA-CEMENTO-ARENA 1:2  
 11.- EL RECURVIMIENTO EN LA LOSA SERÁ DE 0.03 m.



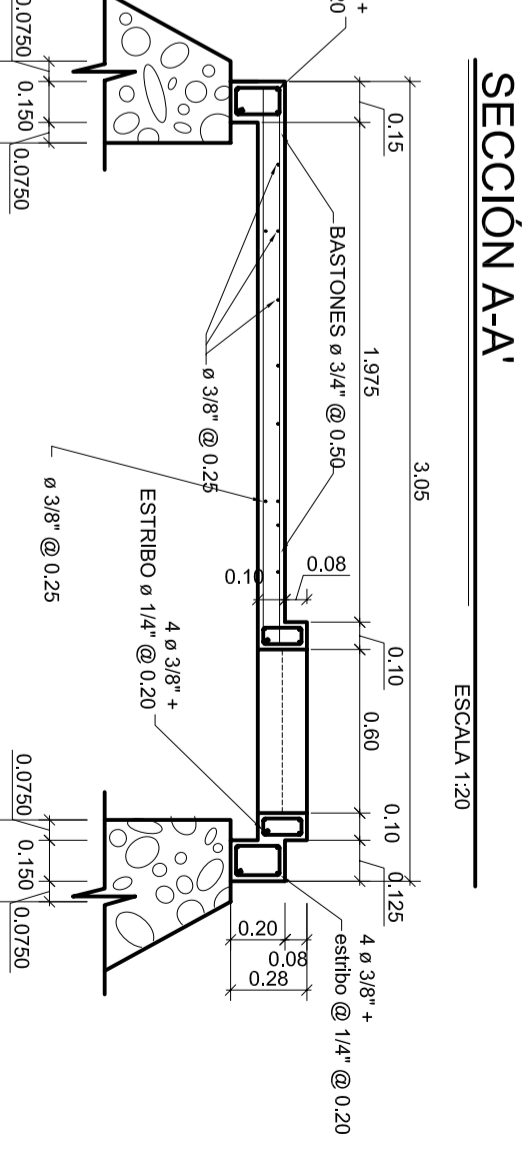
SECCION C-C'  
ESCALA 1:25



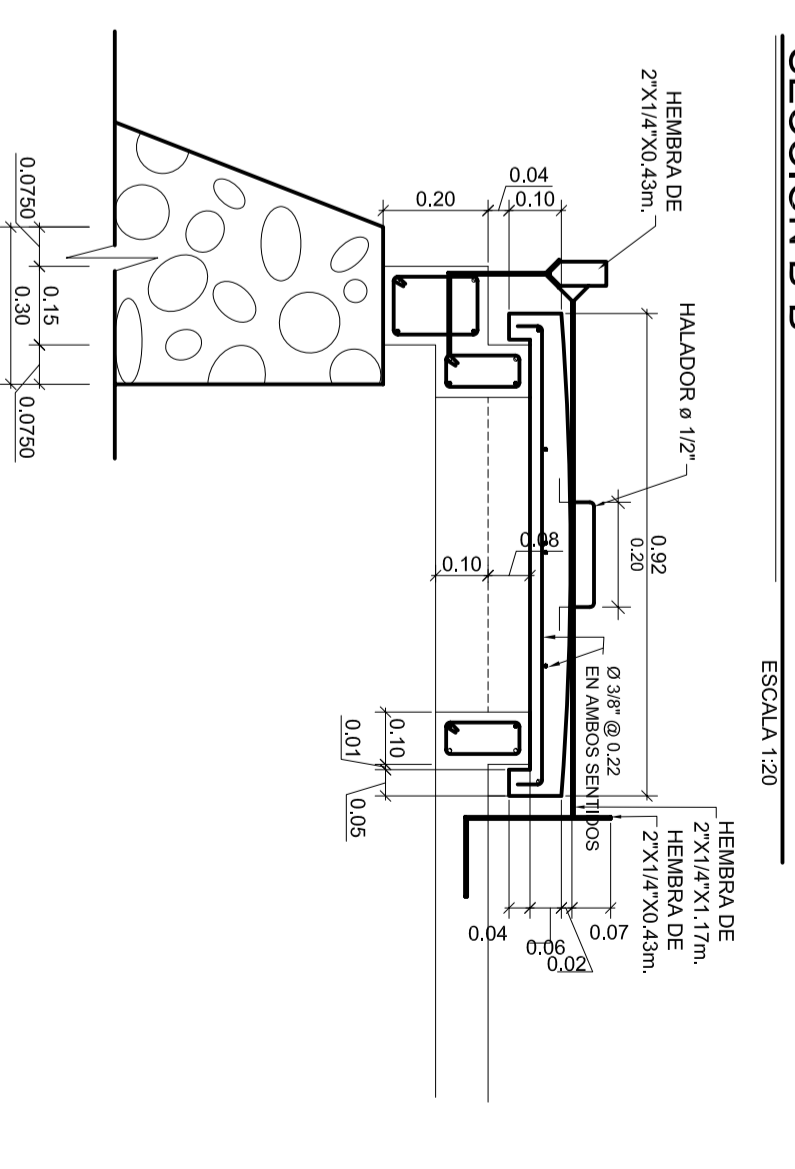
SECCION E-E'  
ESCALA 1:25



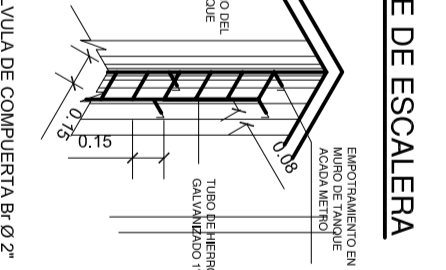
SECCION A-A'  
ESCALA 1:20



SECCION B-B'  
ESCALA 1:20



DETALLE DE TAPADERA  
ESCALA 1:10



DETALLE DE ESCALERA

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:

- Se usará concreto con Fc = 280 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, con una relación agua/cemento de 0.55 (6 pal. asco).
- Se usará piedra de 1" Ø máximo.
- Se usará acero de refuerzo con Fy = 2810 kg/cm<sup>2</sup>.
- Todos los recurlamientos indicados se mediran desde el rostro del refuerzo a la cara exterior del concreto.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:  
DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD

UBICACION:  
CANTON CALAJA, SAN ANDRÉS SEMETRYBAL, SOLOLA

CONTENIDO:  
TANQUE DE ALMACENAMIENTO  
10 m<sup>3</sup>

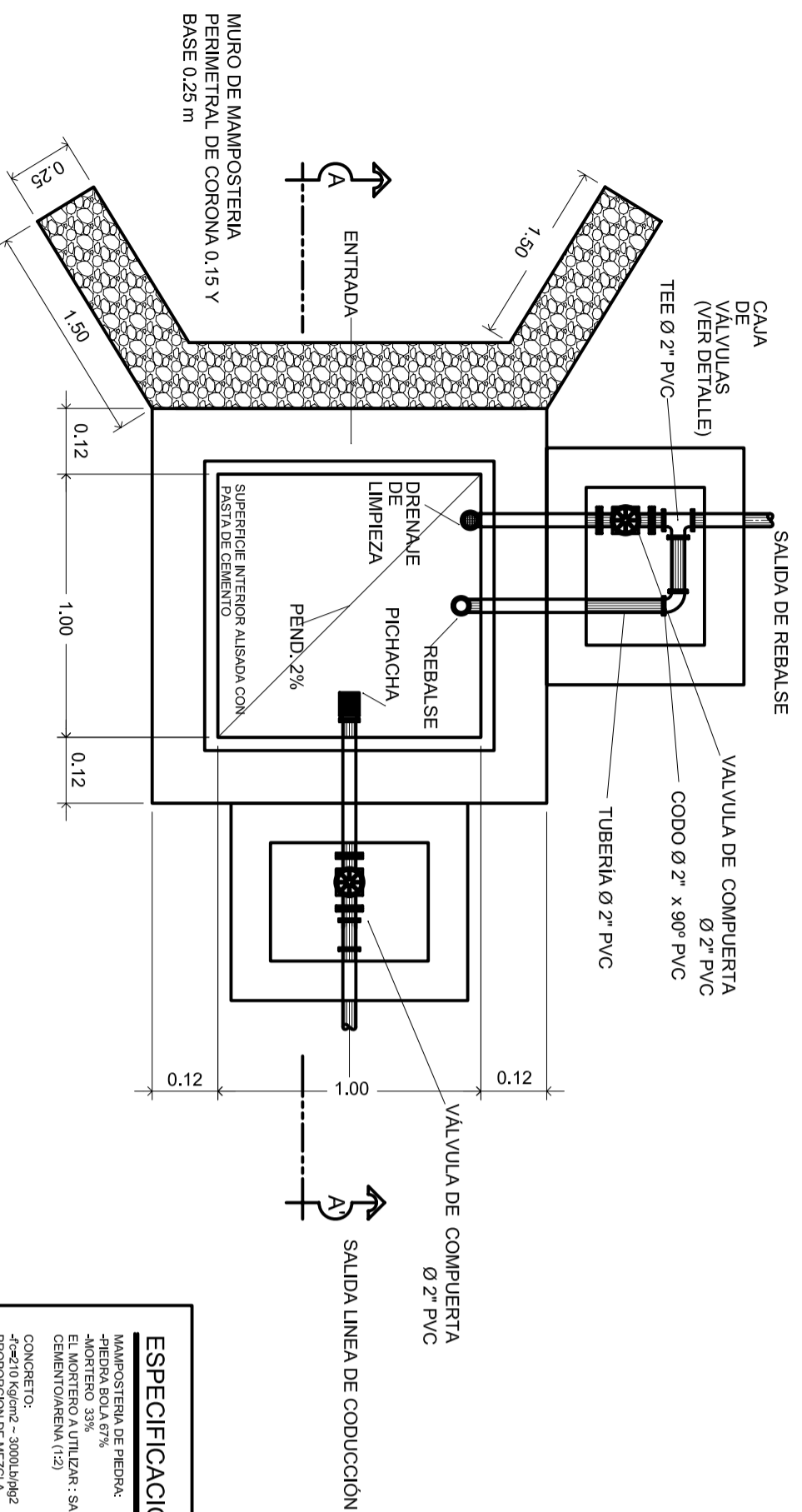
ESCALA:  
INDICADA

FECHA:  
OCT/2008

HOJA NO:  
04 / 06

DISEÑO Y CALCULO:  
LESTER CALDERÓN CASTELLANOS

OBSERVACIONES:  
ING. SILVIO RODRIGUEZ  
ASesor - SUPERVISOR ERS



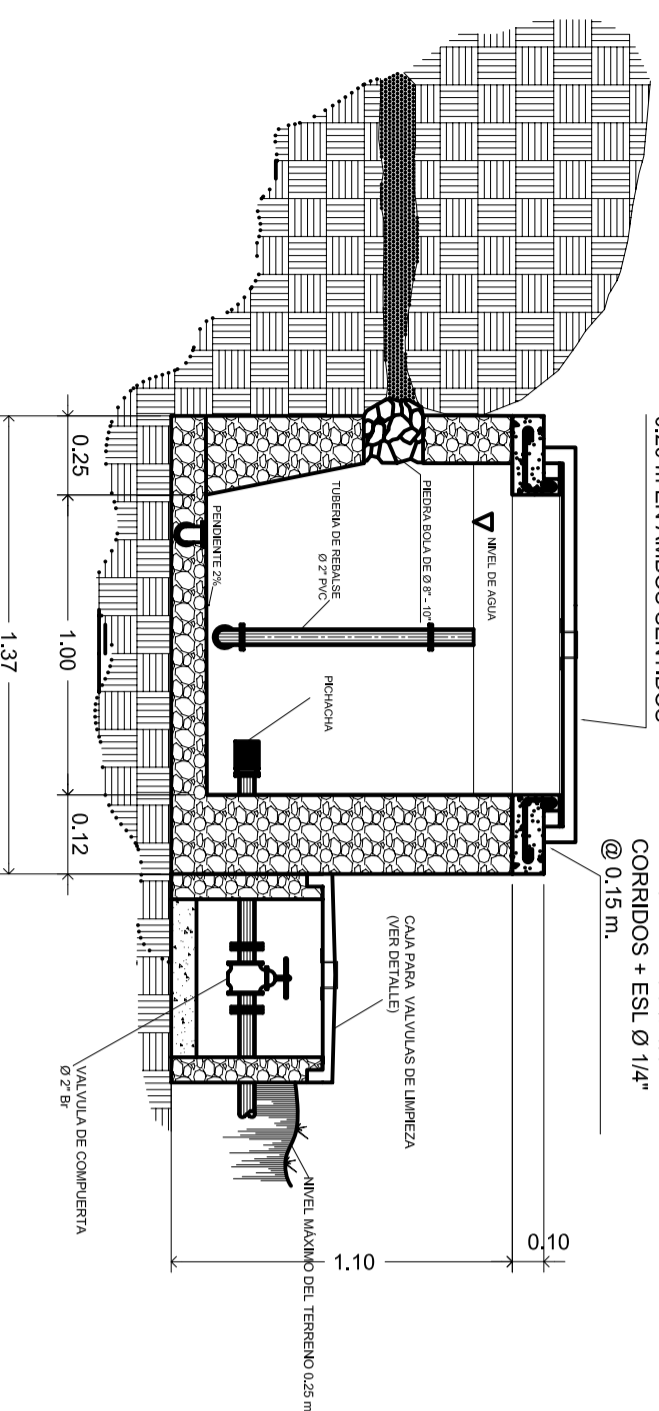
PLANTA

ESCALA 1:12.5

**ESPECIFICACIONES**

MAMPOSTERIA DE PIEDRA:  
 - HIERRA BOLA 67%  
 - HIERRO 3/8" A CADA 0.20 m EN AMBOS SENTIDOS  
 ELEMENTO UTILIZADO: SABIETA CEMENTO/AREM (1:2)

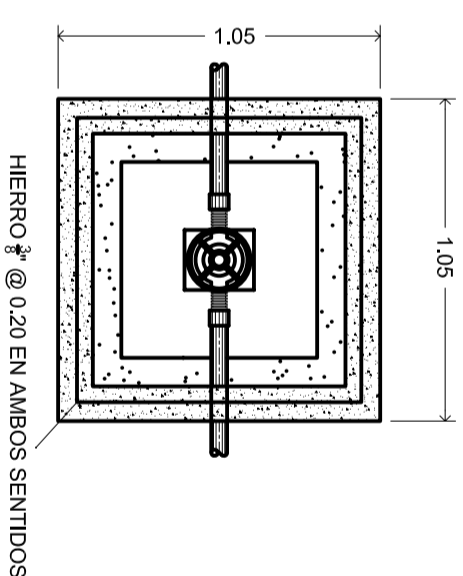
CONCRETO:  
 - FORT 400  
 - PROPORTION DE MEZCLA CEMENTO/AREM-PIEDRA (1:2:3)  
 VARIANTE: Kermel - GRADO 40  
 VARRILLAS CORRUGADAS SEGUN NORMA COGQUANOR NSO 38-11 LA LOSA DE CONCRETO DEBE DARSELE UN DESNIVEL DEL 1% HACIA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CERVIDA CON CEMENTO/AREM EN PROPORTION 1:2 EL REFORZAMIENTO INTERIOR DE LA CAJA SERA DE 1 cm. DE ESPESOR



PERFIL

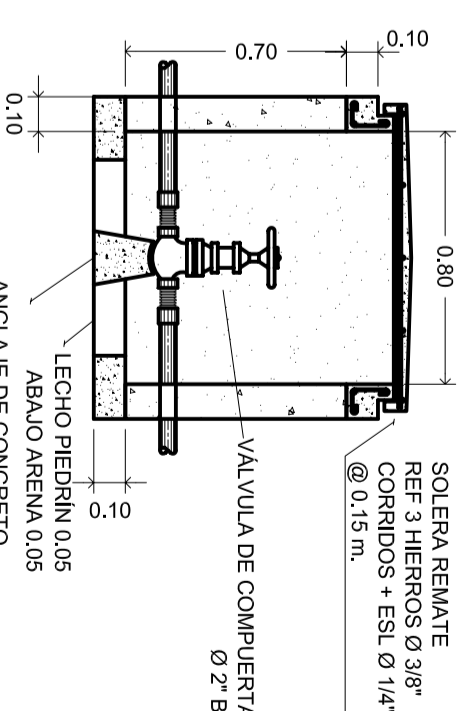
ESCALA 1:12.5

**CAPTACION DE BROTE DEFINIDO**



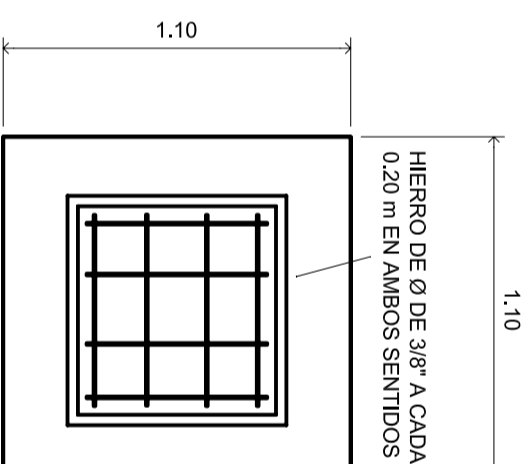
PLANTA

ESCALA 1:12.5



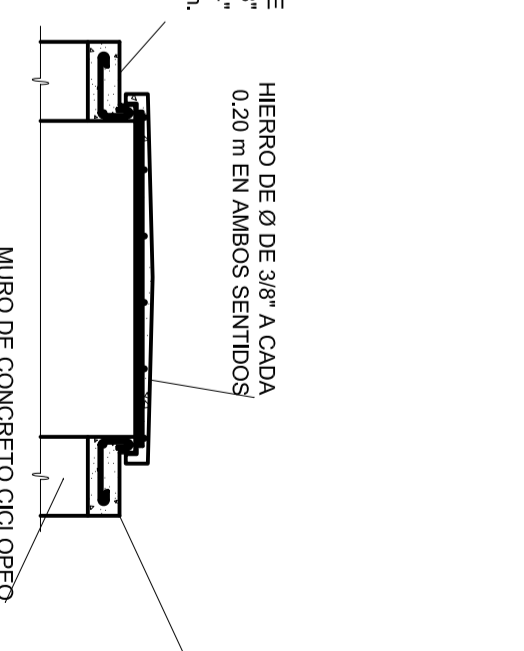
PERFIL

ESCALA 1:12.5



PLANTA

ESCALA 1:12.5

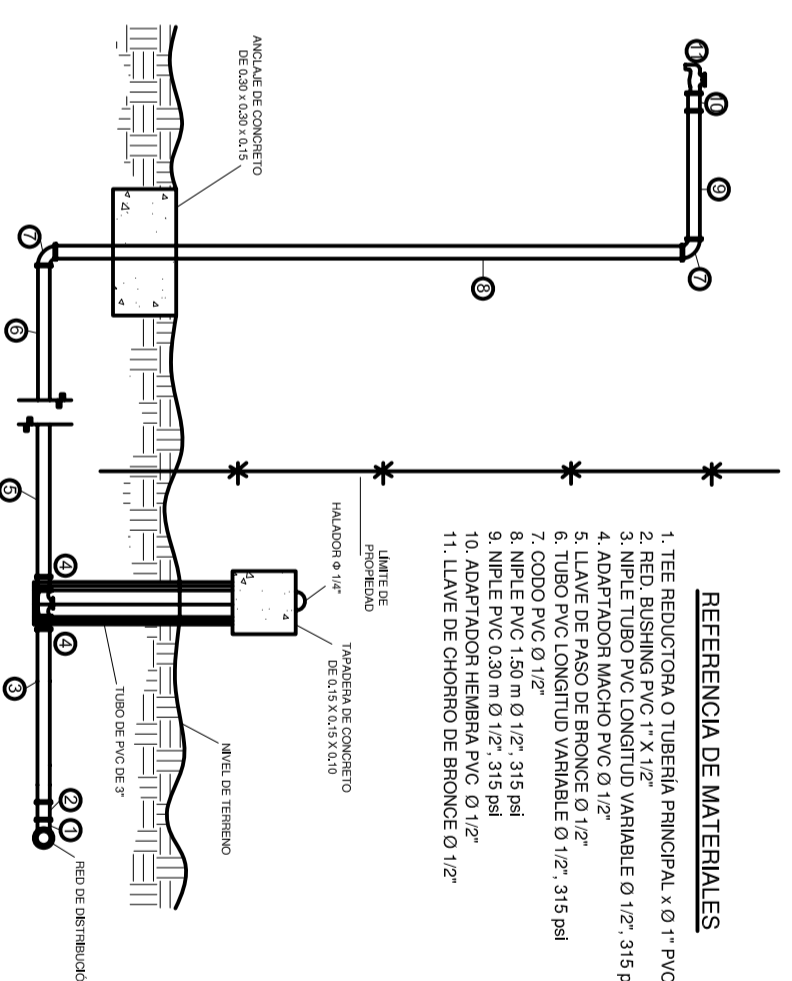


PERFIL

ESCALA 1:12.5

**DETALLE DE TAPADERA**

- REFERENCIA DE MATERIALES**
1. TEE REDUCTORA O TUBERIA PRINCIPAL X Ø 1" PVC
  2. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2" 315 psi
  3. NIPL ETUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2" 315 psi
  4. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"
  5. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 1/2"
  6. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2" 315 psi
  7. CODO PVC Ø 1/2"
  8. NIPL PVC 1.50 m Ø 1/2" 315 psi
  9. NIPL PVC 0.30 m Ø 1/2" 315 psi
  10. ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 1/2"
  11. LLAVE DE OJORRO DE BRONCE Ø 1/2"



**ACOMETIDA DOMICILIAR**

SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD

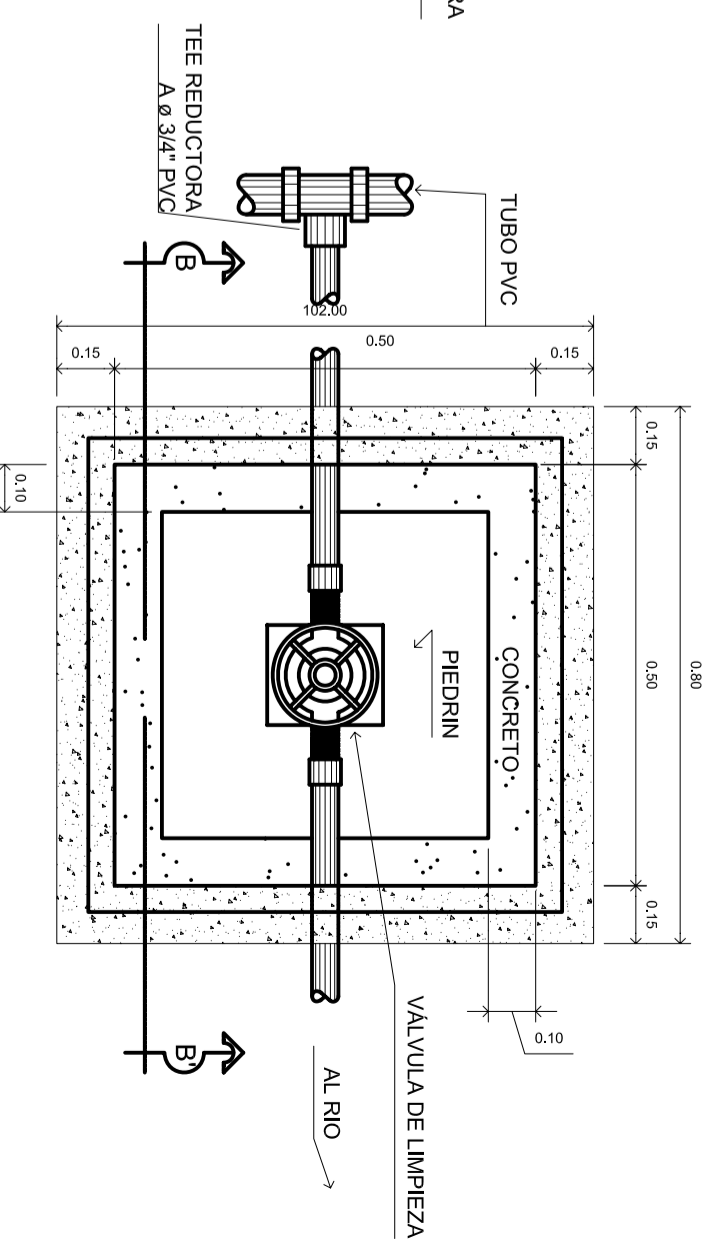
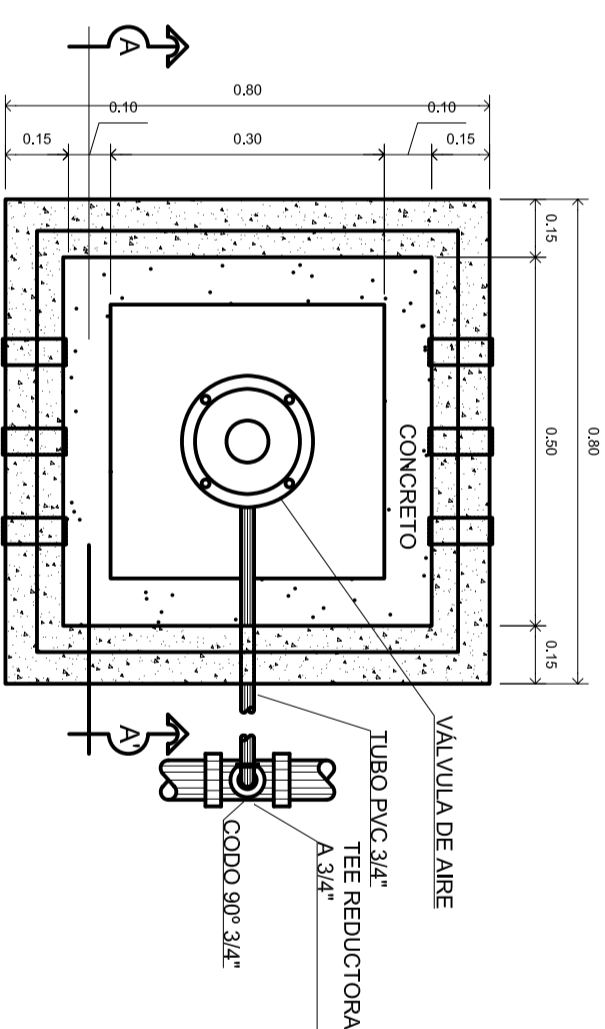
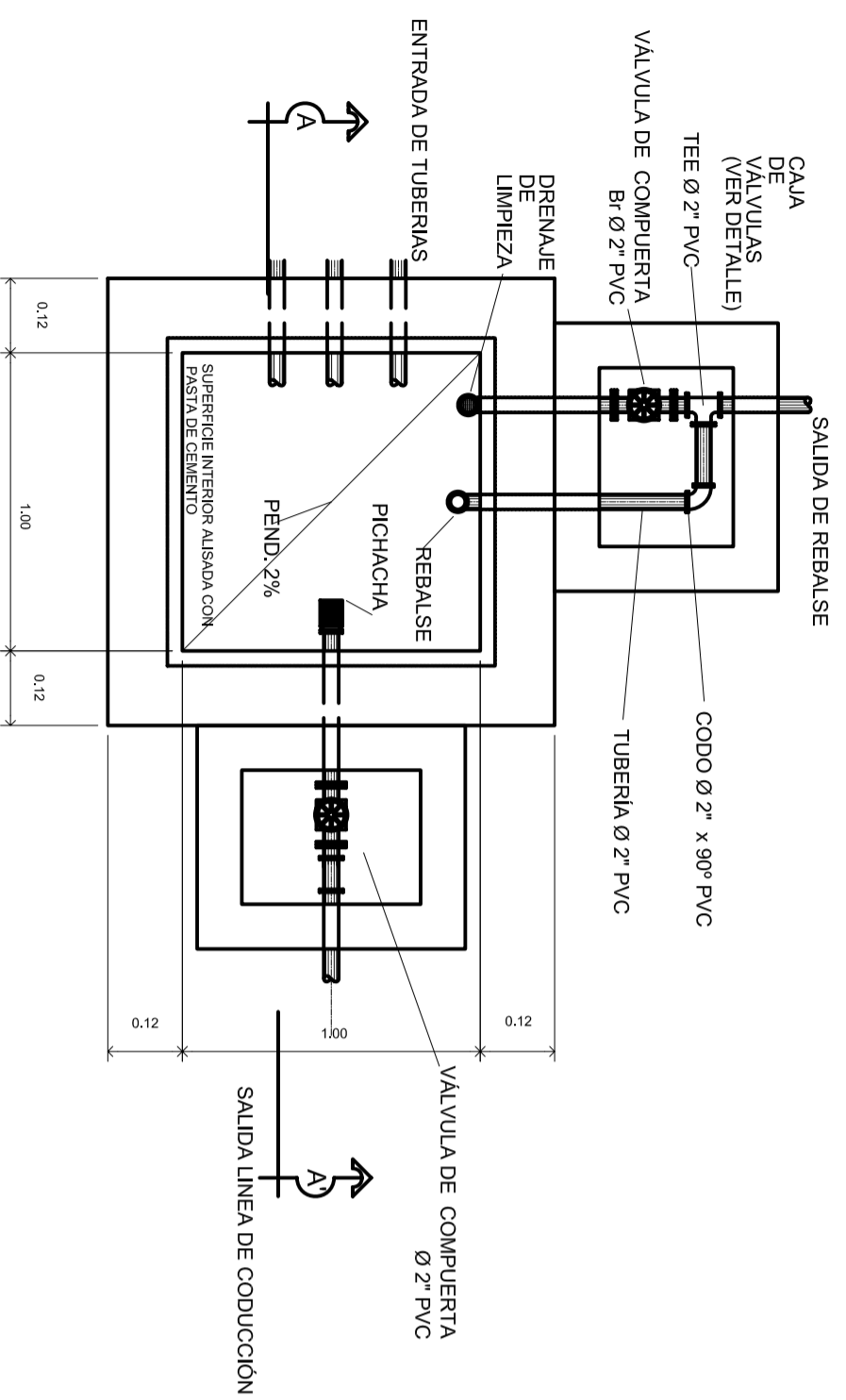
Ubicación: CASERIO NUEVA ESPERANZA, SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLA

CONTENIDO: -DETALLE DE CAJA DE CAPTACION  
 -DETALLE DE ACOMETIDA DOMICILIAR

ESCALA: INDICADA  
 FECHA: OCT/2008

DISEÑO Y CALCULO: LESTER CALDERON CASTELLANOS  
 OBSERVACIONES: ING. SILVIO RODRIGUEZ ASesor • SUPERVISOR EPS

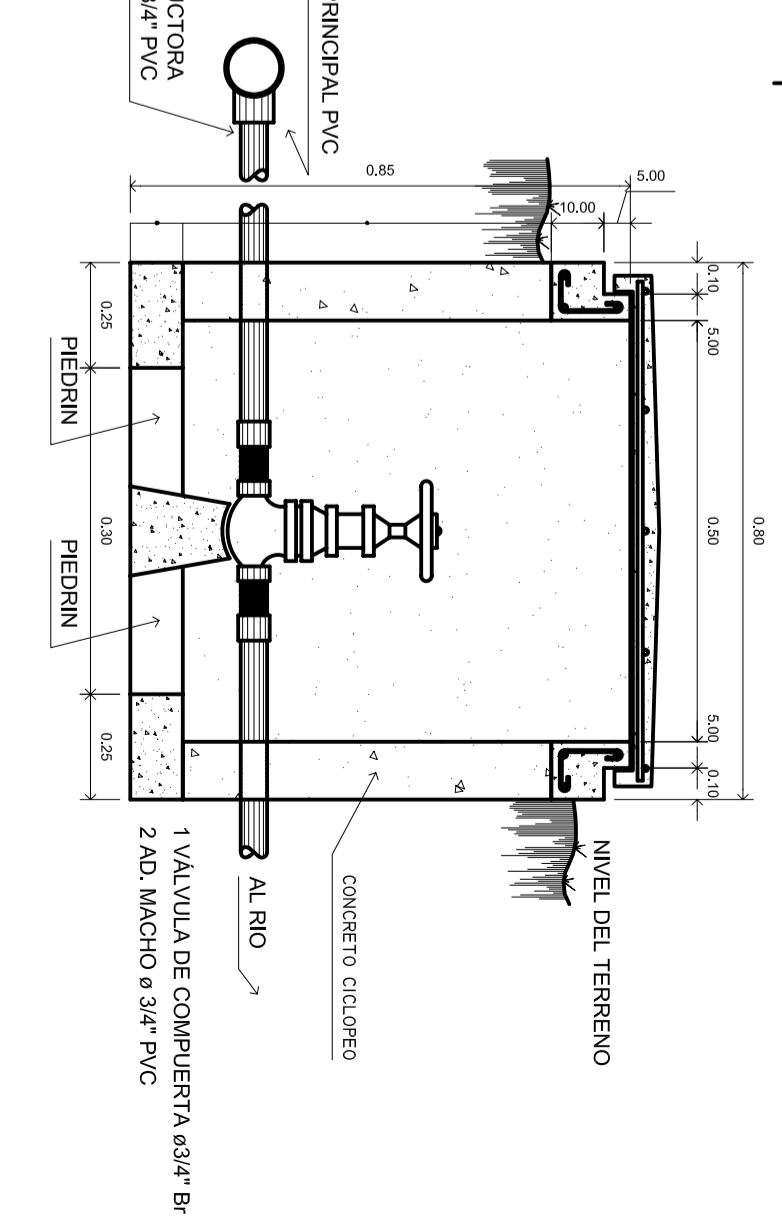
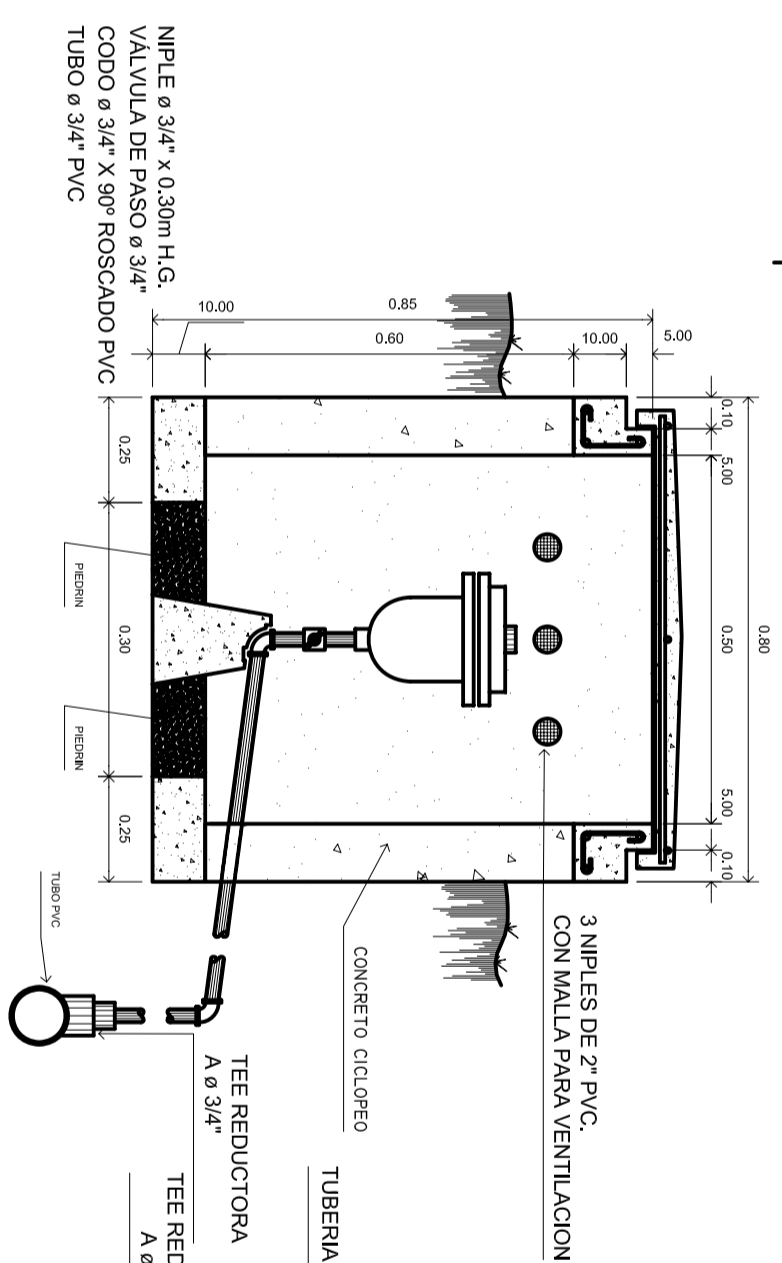
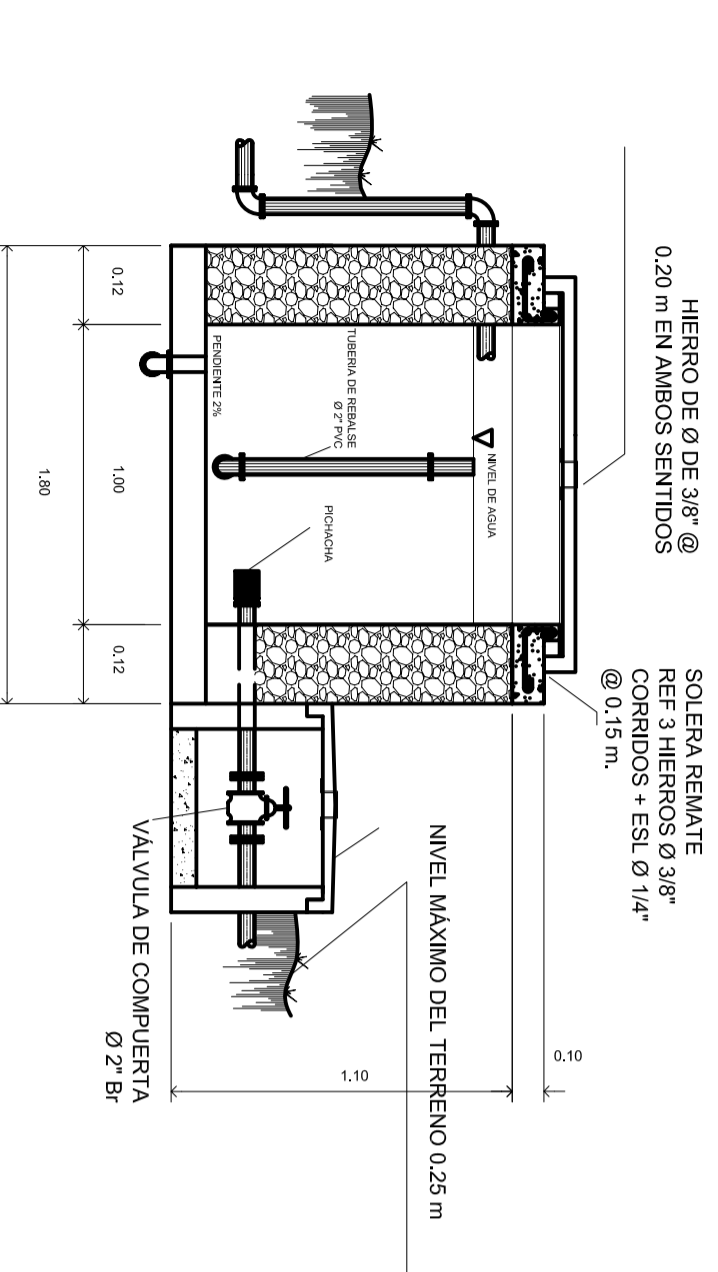
HOLA N°: 05 / 06



PLANTA ESCALA 1:125

PLANTA ESCALA 1:20

PLANTA ESCALA 1:20



SECCIÓN A - A' ESCALA 1:125

SECCIÓN A - A' ESCALA 1:20

SECCIÓN B - B' ESCALA 1:20

**ESPECIFICACIONES**

- MAFROESTERIA DE PIEDRA:
- 4-1000 Kg/m<sup>3</sup>
- 4-1000 Kg/m<sup>3</sup>
- EL MORTERO A UTILIZAR SERA SABIEYA CEMENTO/ARENA (1:2)
- CONCRETO:
- f=270 Kg/m<sup>2</sup> - 3000L/m<sup>3</sup>
- PROPORCION DE MEZCLA CEMENTO-ARENA-PIEDRA (1:2:3)
- HIERRO:
- f=49810 Kg/m<sup>2</sup> - 40 KSI
- VARILLAS CORRUGADAS

- NOTA:
- EL PROYECTO A TITULAR GENERAL SERA DE 210 Kg/m<sup>2</sup>
  - LAS CAJAS DEBEN QUEDAR A NIVEL CON EL SUELO
  - LAS TAPADERAS DEBEN QUEDAR FIRMEMENTE COLOCADAS
  - EL MATERIAL PARA LA CONSTRUCCION SEGUN LA SECCION B-B' DEL TUBO DEBE SER PIEDRA DE DESCHOSO ADECUADOS, PERO TENIENDO SIEMPRE CUIDADO DE NO USAR MATERIAL DELEZNABLE O QUE ESTE RECUBIERTO DE GRUPOS O TERRORES DE TIPO ORGANICO, ESTE MATERIAL NO DEBE TENER NINGUNA GRANULOMETRIA DEFINIDA.

CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES

VALVULA DE AIRE

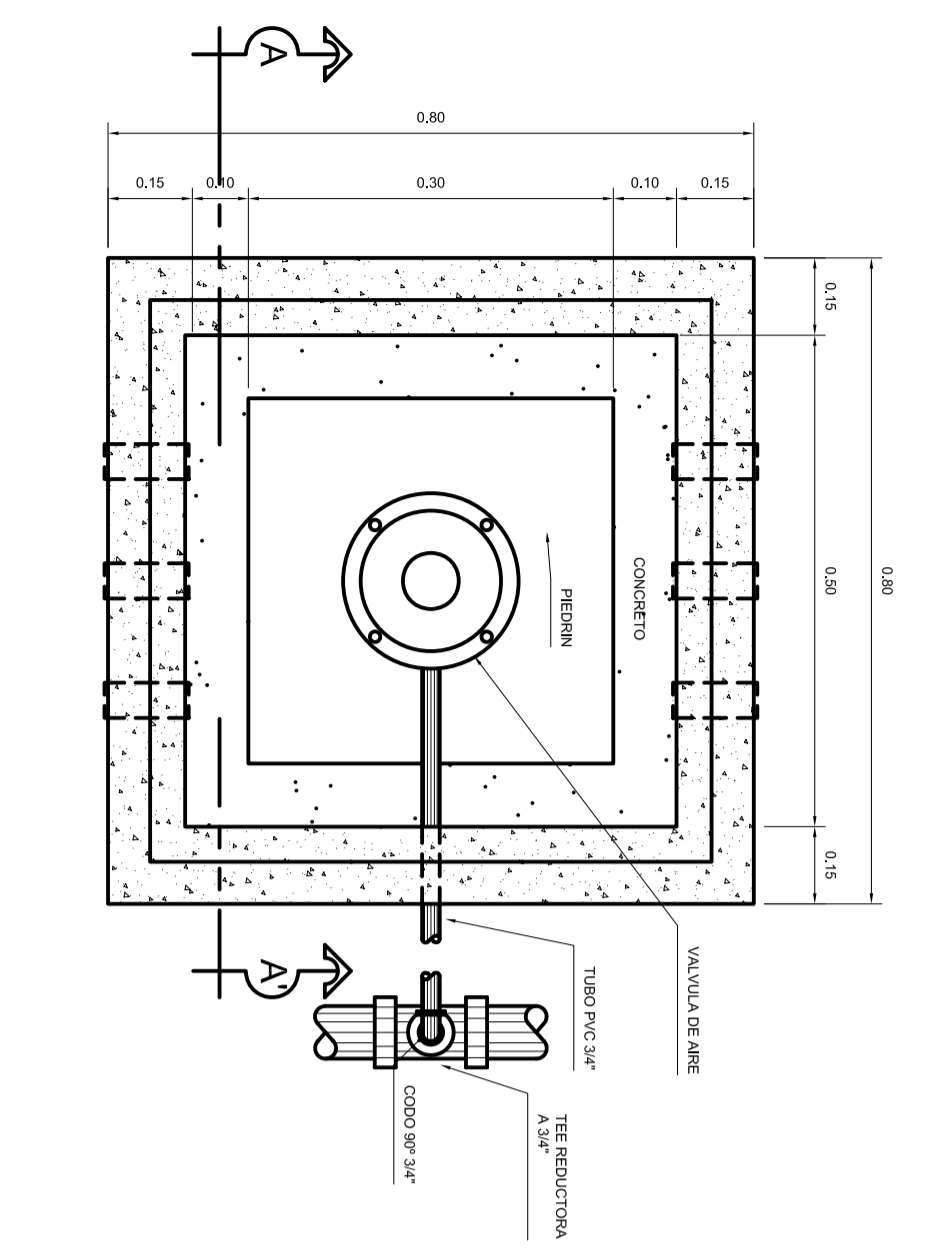
VALVULA DE LIMPIEZA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FAACULTAD DE INGENIERIA

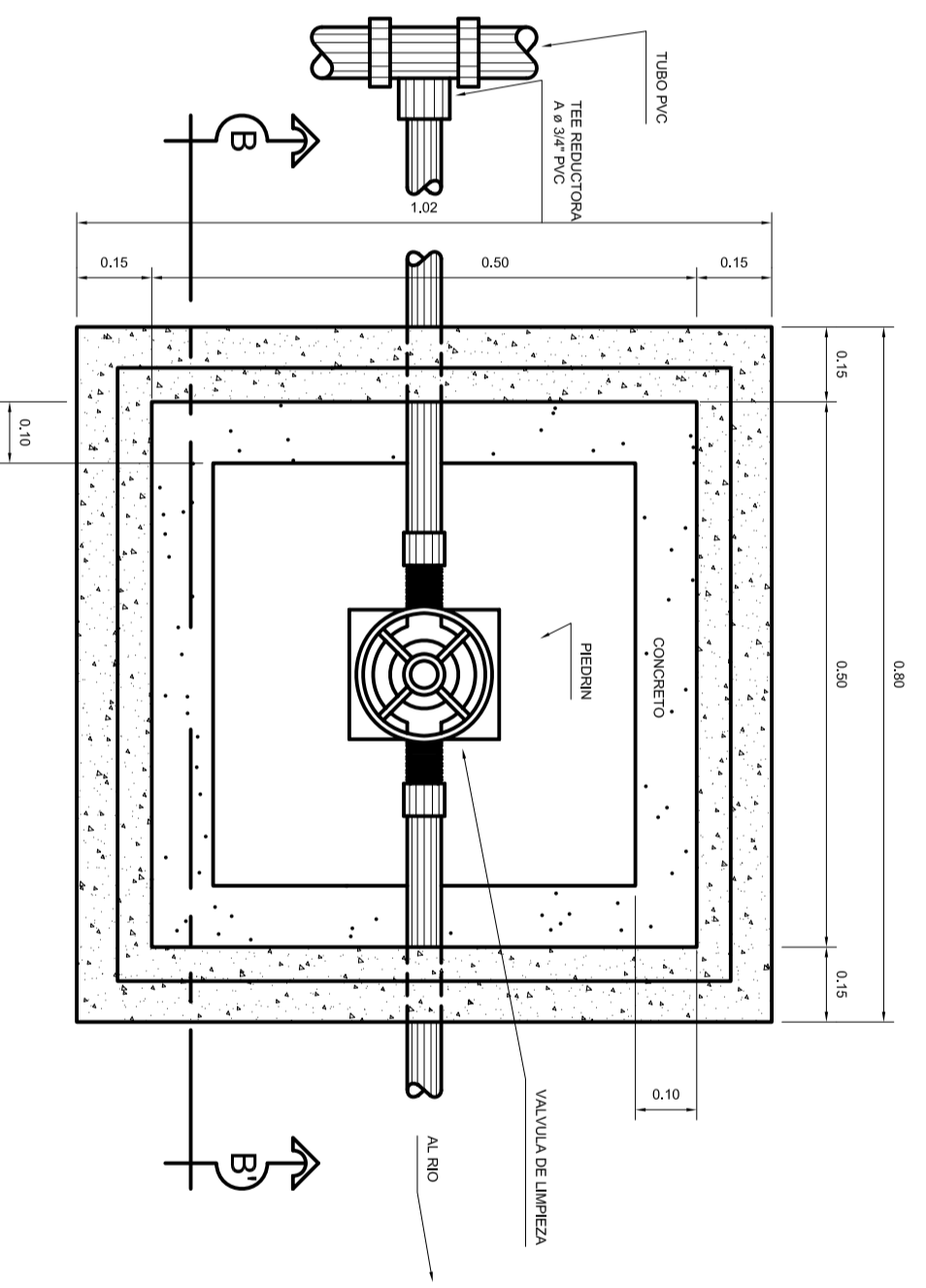
PROYECTO:	DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD
UBICACION:	CASERIO NUEVA ESPERANZA, SAN ANDRÉS SEMETABAL, SOLOLA
CONTENIDO:	-CAJA UNIFICADORA -VALVULA DE AIRE
DISEÑO Y CALCULO:	LESTER CALDERON CASTELLANOS
OBSERVACIONES:	
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	OCT/2008
HOLA NR:	06 / 06
ING. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR - SUPERVISOR ERS	





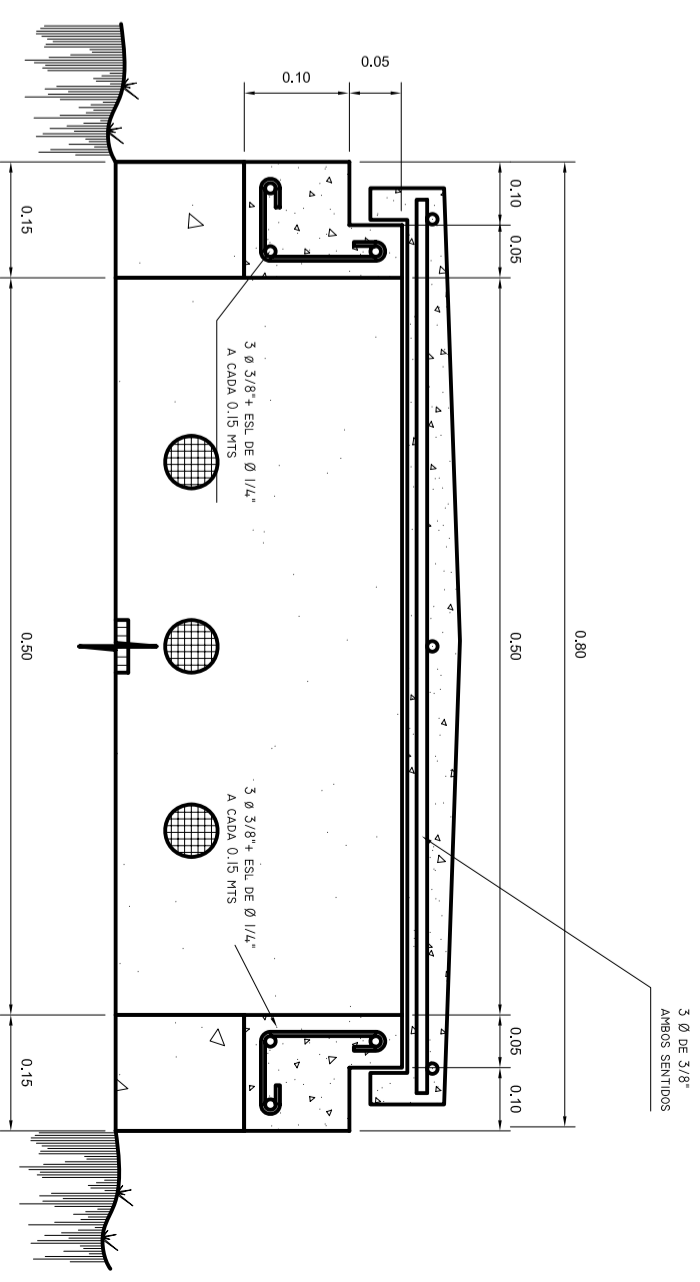
VALVULA DE AIRE

ESCALA 1:7.5



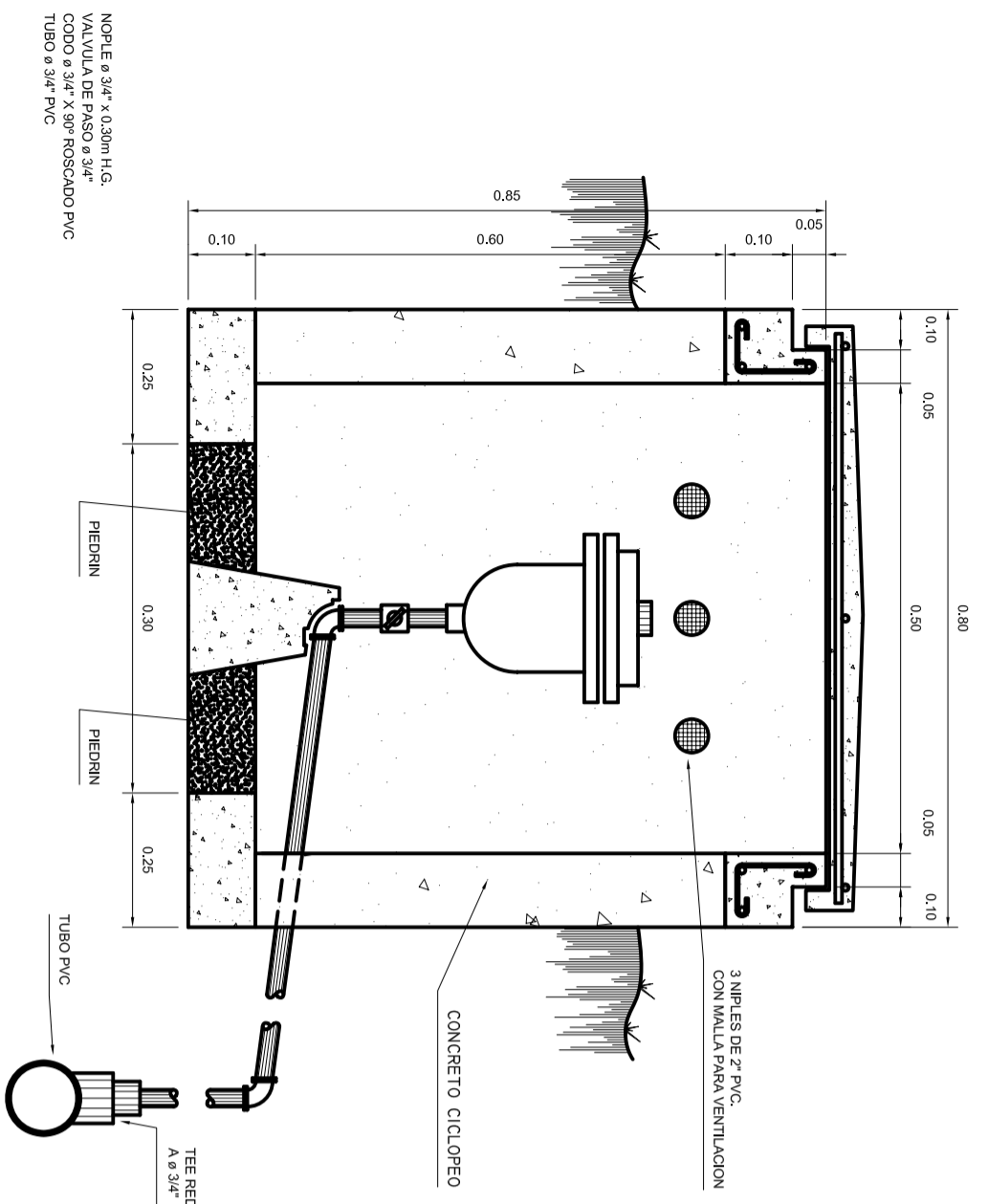
VALVULA DE LIMPIEZA

ESCALA 1:7.5



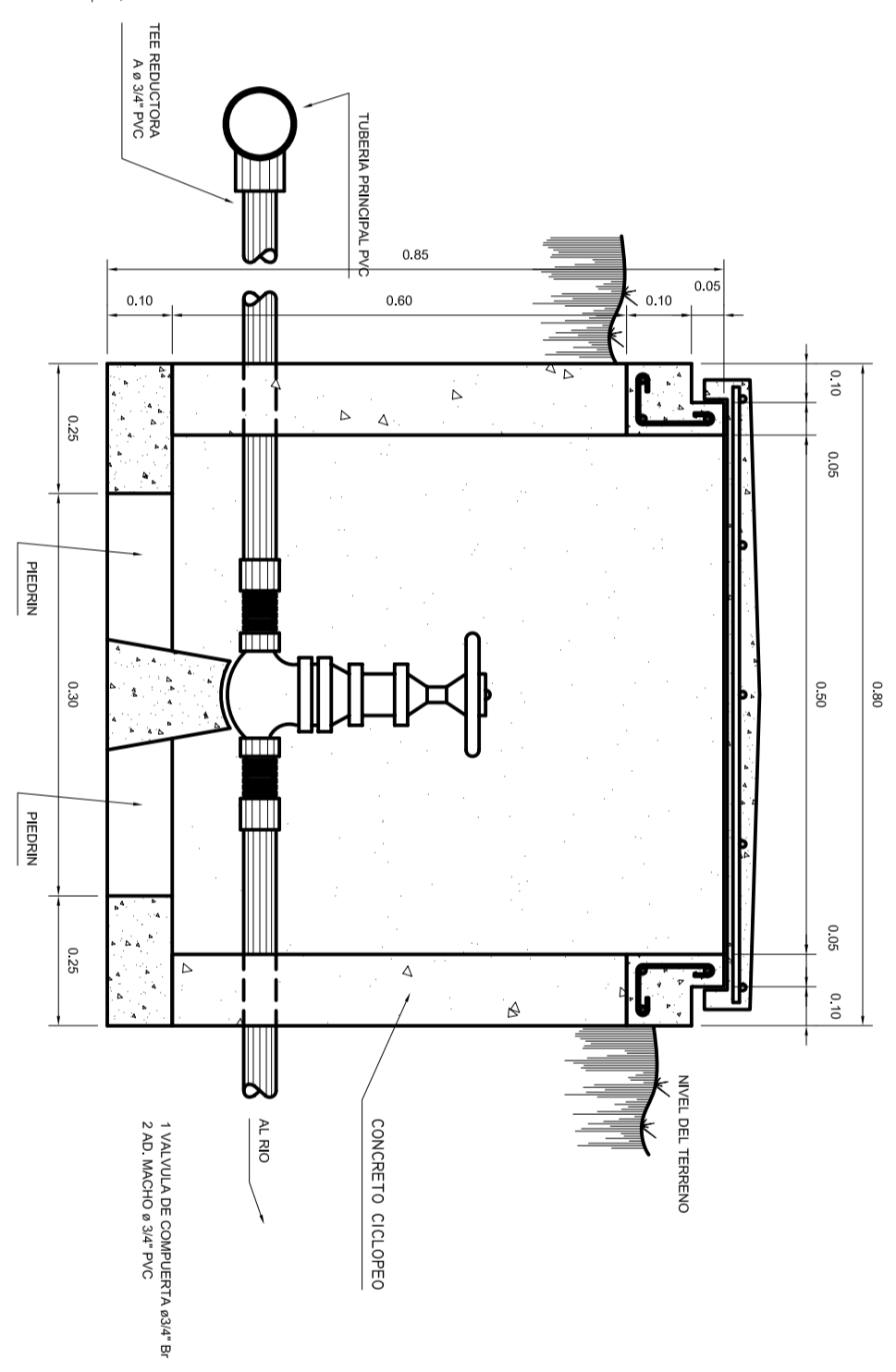
DETALLE ESTRUCTURAL DE TAPADERA

ESCALA 1:5



SECCION A - A'

ESCALA 1:7.5



SECCION B - B'

ESCALA 1:7.5

NOTA  
 PARA ABRIR CALAS LOS MATERIALES A UTILIZAR  
 SERAN: PAREDES DE CONCRETO CICLOPEO  
 INTERIOR ALZADO CON SABANA (A 30)  
 CORONA DE CONCRETO ARMADO

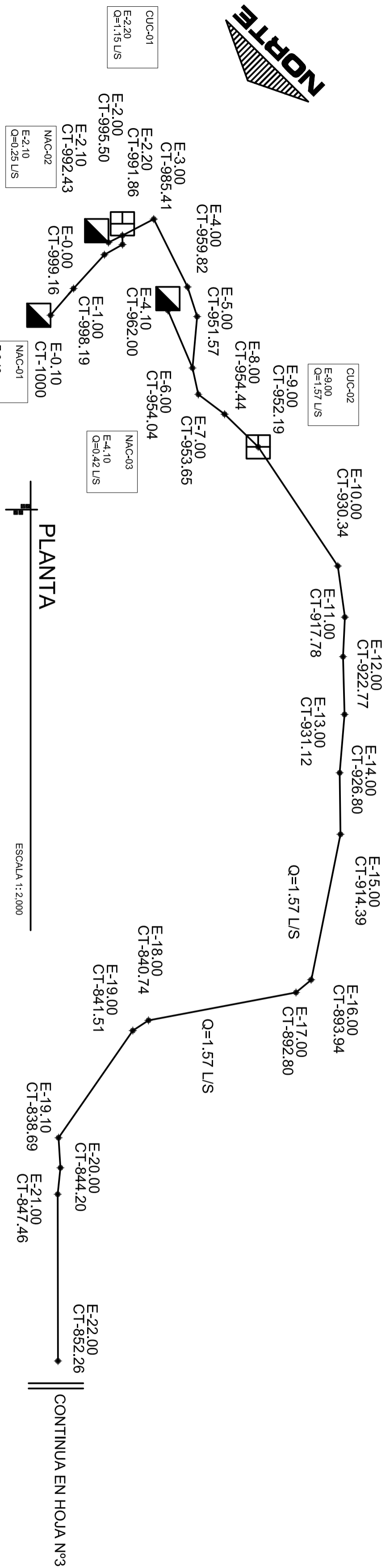


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA

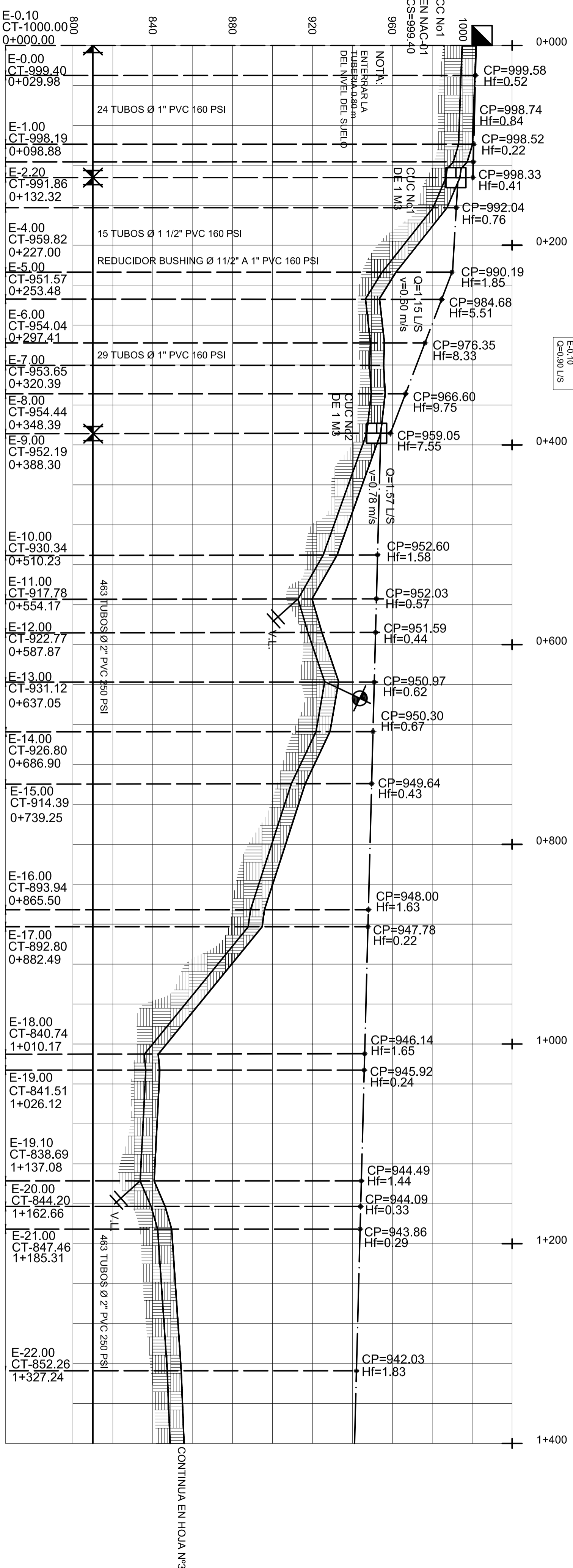
PROYECTO:	DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD
UBICACION:	CANTON CALAJA, SAN ANDRES SEMETABAJ, SOLOLA
CONTENIDO:	-VALVULA DE AIRE -VALVULA DE LIMPIEZA
DISEÑO Y CALCULO:	LESTER CALDERON CASTELLANOS
VERBO:	
INGENIERO SUPERVISOR:	ING. SILVIO RODRIGUEZ
ASISTENTE SUPERVISOR:	ASISOR - SUPERVISOR EPS
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	OCT/2008
HOLA N°:	11 / 11



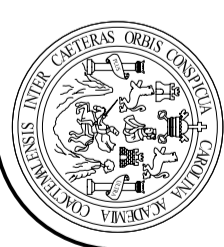




REFERENCIAS	
	CAMINO DE TERRACERA O DE ASFALTO
	TUBERIA DE CONDUCCION
	REDUCIDOR BUSHING (RB)
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA DE CAPTACION DE 1 m³ (CC)
	CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES DE 1 m³ (CUC)
	ESTACION
	PIEZOMETRICA Q=U/S
	VALVULA DE LIMPIEZA VL
	VALVULA DE AIRE (VA)
	CONEXION PREDIAL

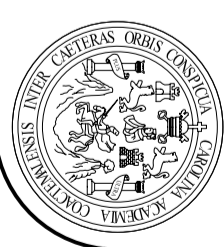
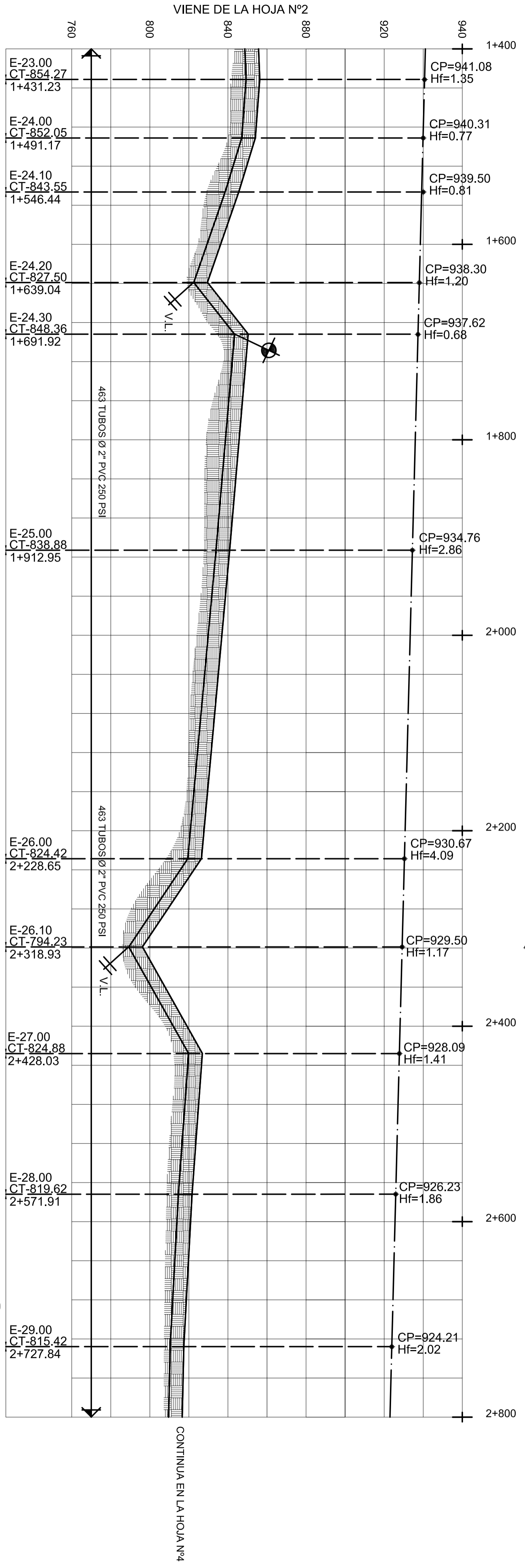
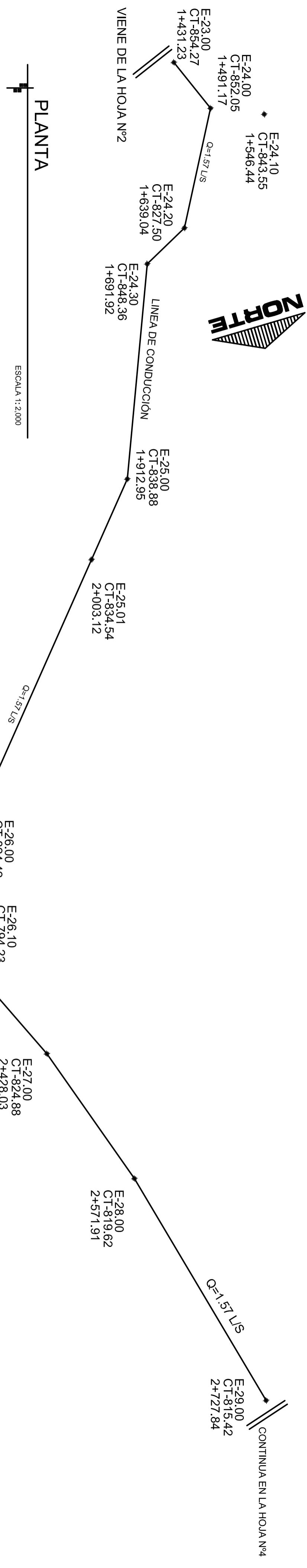


**LINEA DE CONDUCCION**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

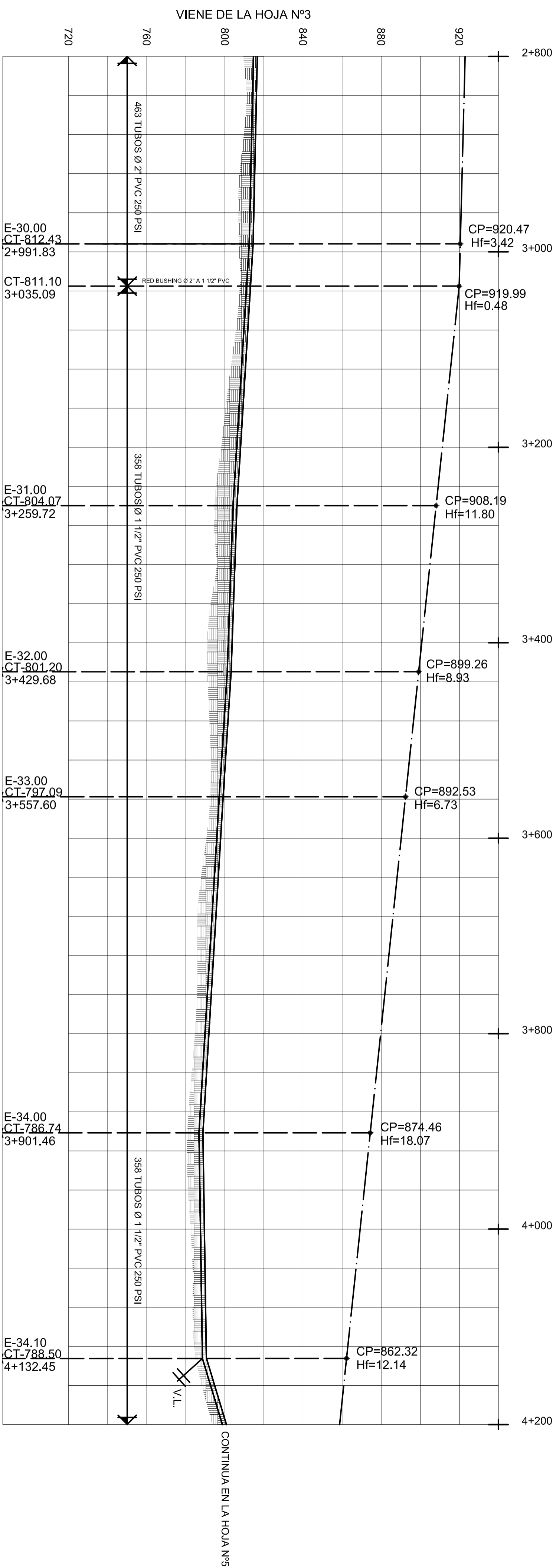
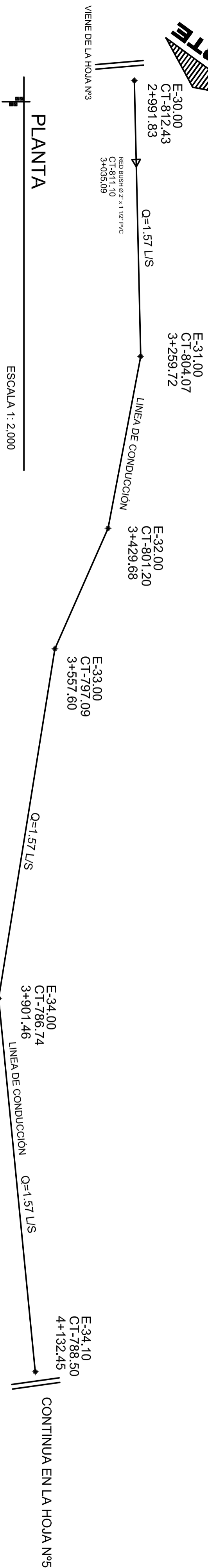
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD	UBICACION: CANTÓN CALAJA, SAN ANDRÉS SEMETABA, SOLOLA
CONTENIDO: <b>LINEA DE CONDUCCION DE E-0.00 A E-22.00</b>	ESCALA: INDICADA
DISEÑO Y CALCULO: LESTER CALDERON CASTELLANOS	FECHA: OCT/2008
OBSERVACIONES: ING. SILVIO RODRIGUEZ ASesor - SUPERVISOR EPS	HOLA N°: 03 / 11



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

**LINEA DE CONDUCCIÓN**

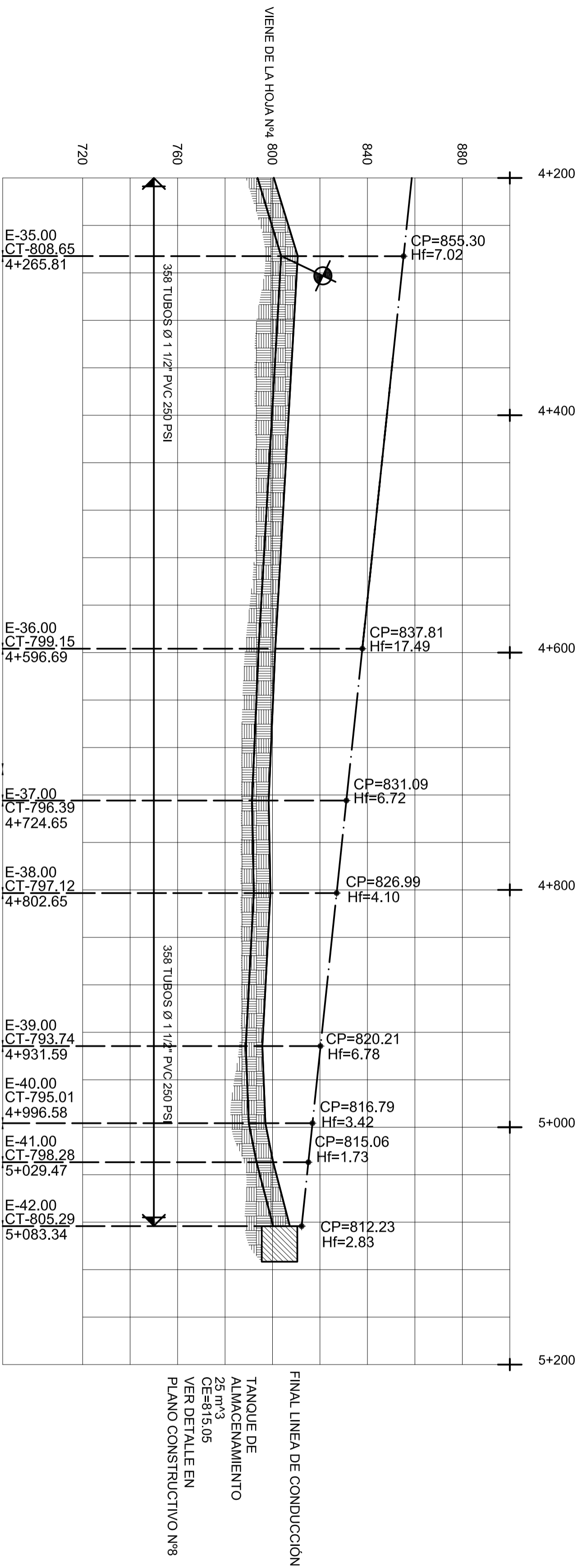
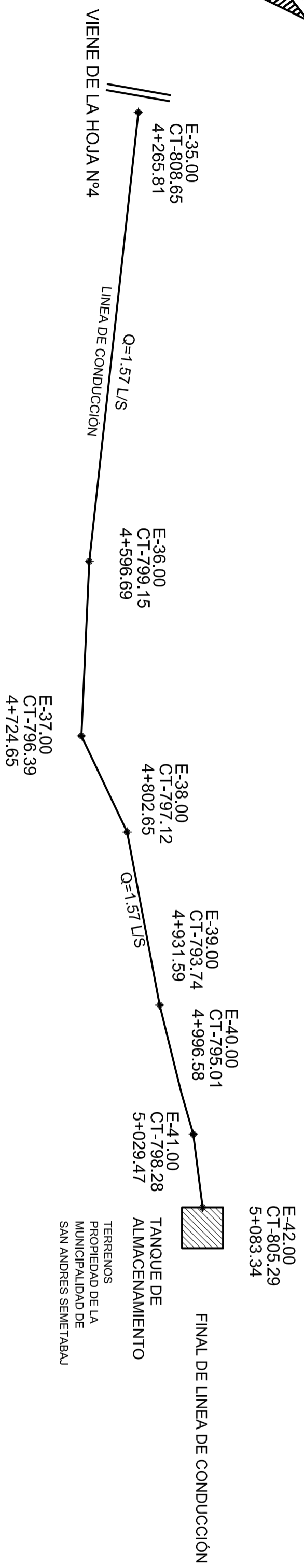
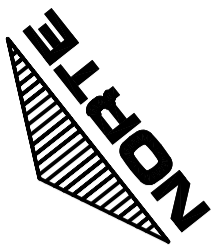
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD	UBICACIÓN: CANTÓN CALAJA, SAN ANDRÉS SEMETABA, SOLOLA
CONTENIDO: <b>LINEA DE CONDUCCIÓN DE E-23.00 A E-29.00</b>	ESCALA: INDICADA
DISEÑO Y CÁLCULO: LESTER CALDERÓN CASTELLANOS	FECHA: OCT/2008
OBSERVACIONES:	HOJA Nº: 04 / 11
	ING. SILVIO RODRÍGUEZ ASESOR - SUPERVISOR EPS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

LINEA DE CONDUCCION

PROYECTO:	DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD
UBICACION:	CANTON CALAJA, SAN ANDRES SEMETABA, SOLOLA
CONTENIDO:	LINEA DE CONDUCCION DE E-30.00 A E-34.10
DISEÑO Y CALCULO:	LESTER CALDERON CASTELLANOS
OBSERVACIONES:	
ING. SILVIO RODRIGUEZ	ASISOR - SUPERVISOR EPS
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	OCT/2008
HOJA N°:	05 / 11



# LINEA DE CONDUCCIÓN



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD

Ubicación: CANTÓN CALAJA, SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLA

CONTENIDO:

LINEA DE CONDUCCIÓN DE E-35.00 A E-42.00

DISEÑO Y CÁLCULO: LESTER CALDERÓN CASTELLANOS

OBSERVACIONES:

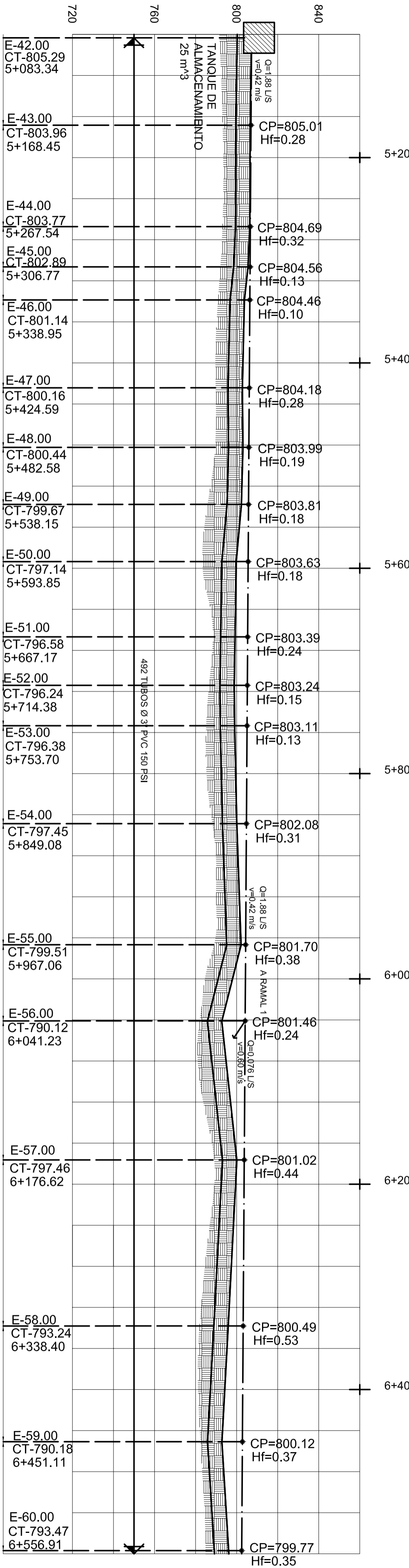
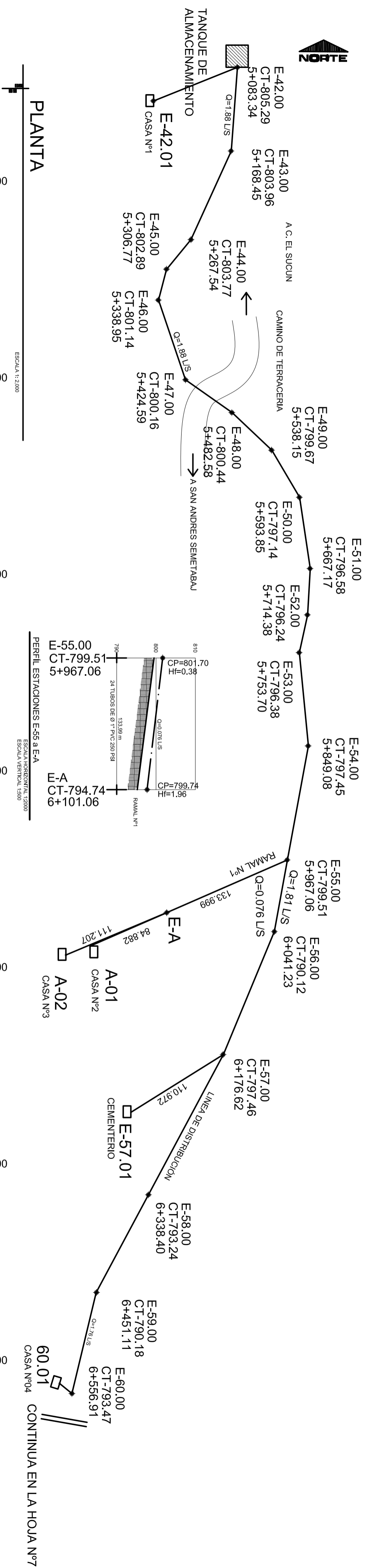
ESCALA: INDICADA

FECHA: OCT/2008

HOLA N°: 06

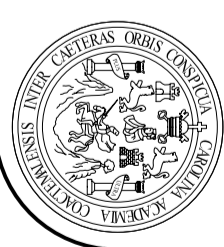
11

ING. SILVIO RODRIGUEZ  
ASESOR - SUPERVISOR EPS



**PERFIL**  
 ESCALA HORIZONTAL 1:2,000  
 ESCALA VERTICAL 1:1,000

**RED DE DISTRIBUCIÓN**

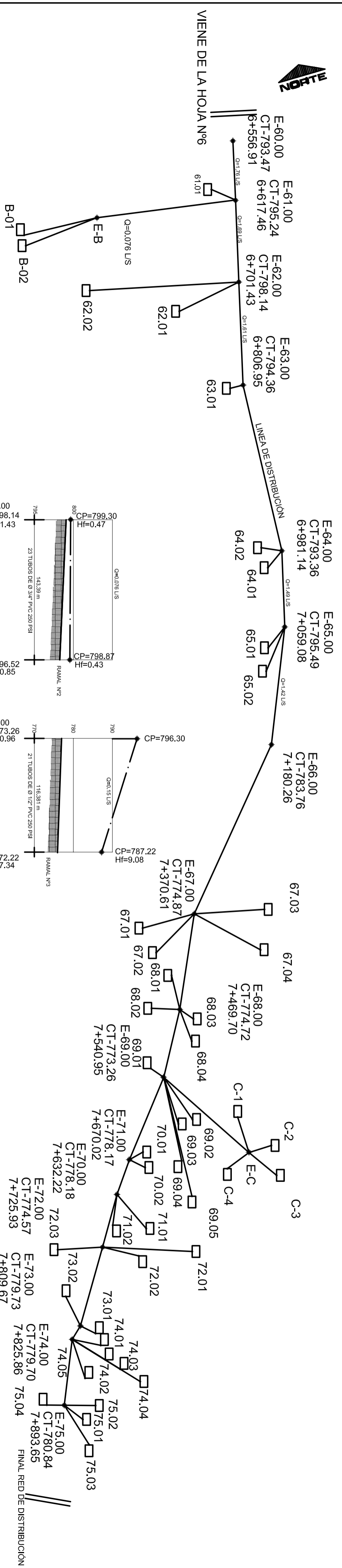


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD  
 Ubicación: CANTÓN CALAJA, SAN ANDRÉS SEMETABA, SOLOLA

CONTENIDO: LINEA DE CONDUCCIÓN DE E-42.00 A E-60.00  
 ESCALA: INDICADA  
 FECHA: OCT/2008

DISEÑO Y CALCULO: LESTER CALDERON CASTELLANOS  
 OBSERVACIONES: ING. SILVIO RODRIGUEZ ASesor - SUPERVISOR EPS



**PLANTA**

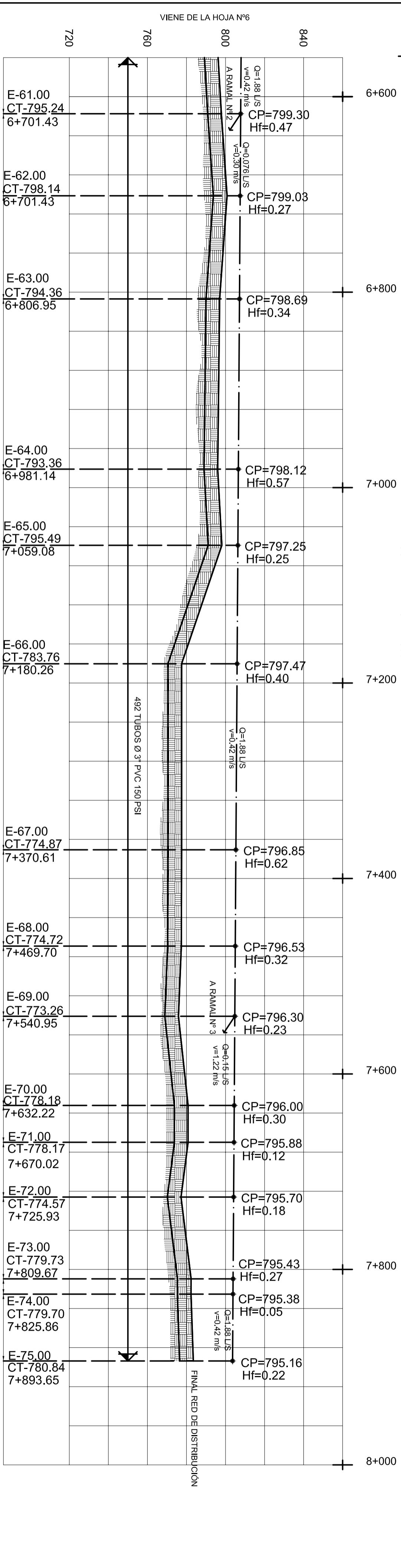
ESCALA 1: 2,000

PERFIL ESTACIONES E-61.00 a E-8

ESCALA HORIZONTAL 1:2,000  
ESCALA VERTICAL 1:500

PERFIL ESTACIONES E-89.00 a E-C

ESCALA HORIZONTAL 1:2,000  
ESCALA VERTICAL 1:500



**PERFIL**

ESCALA HORIZONTAL 1:2,000  
ESCALA VERTICAL 1:1,000

**RED DE DISTRIBUCIÓN**



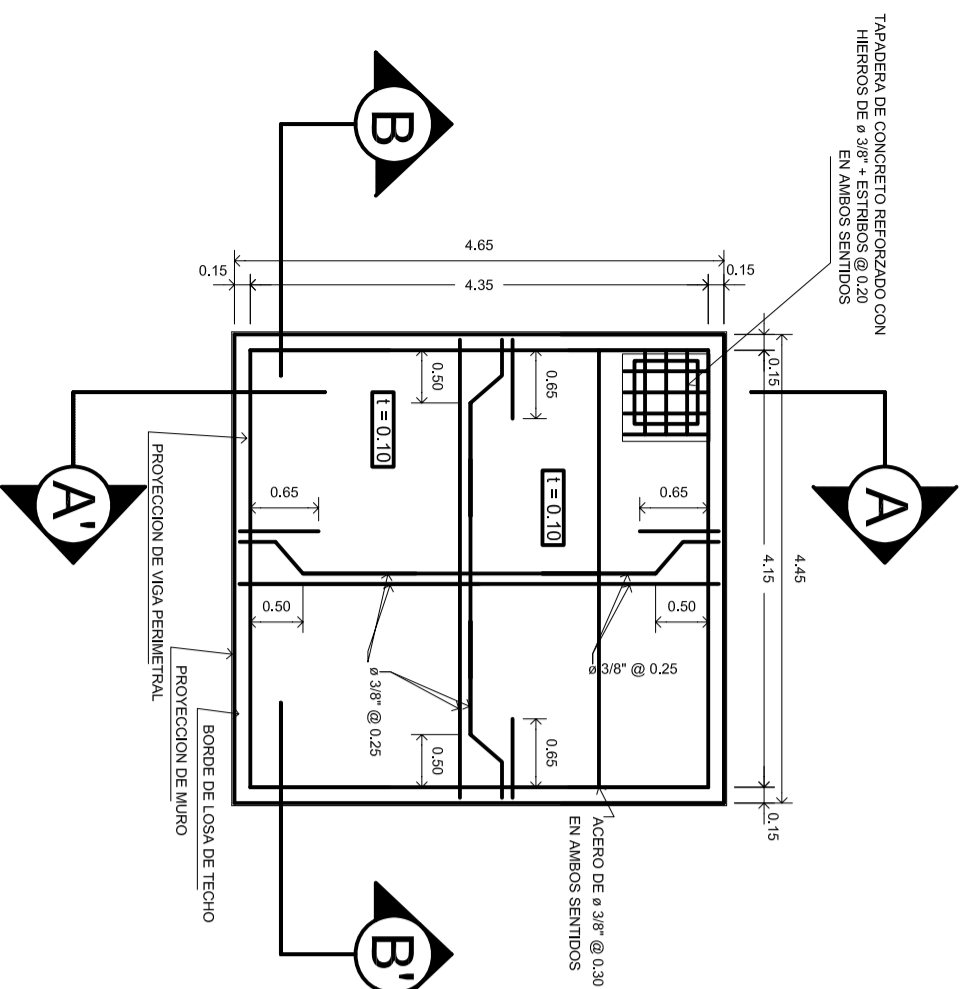
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD  
UBICACIÓN: CANTÓN CAJALÍ, SAN ANDRÉS SEMETABAL, SOLOLA

CONTENIDO: LINEA DE CONDUCCIÓN DE E-61.00 A E-75.00

DISEÑO Y CALCULO: LESTER CALDERON CASTELLANOS  
OBSERVACIONES: ING. SILVIO RODRIGUEZ ASesor - SUPERVISOR EPS

ESCALA: INDICADA  
FECHA: OCT/2008  
HOJA N°: 08 / 11

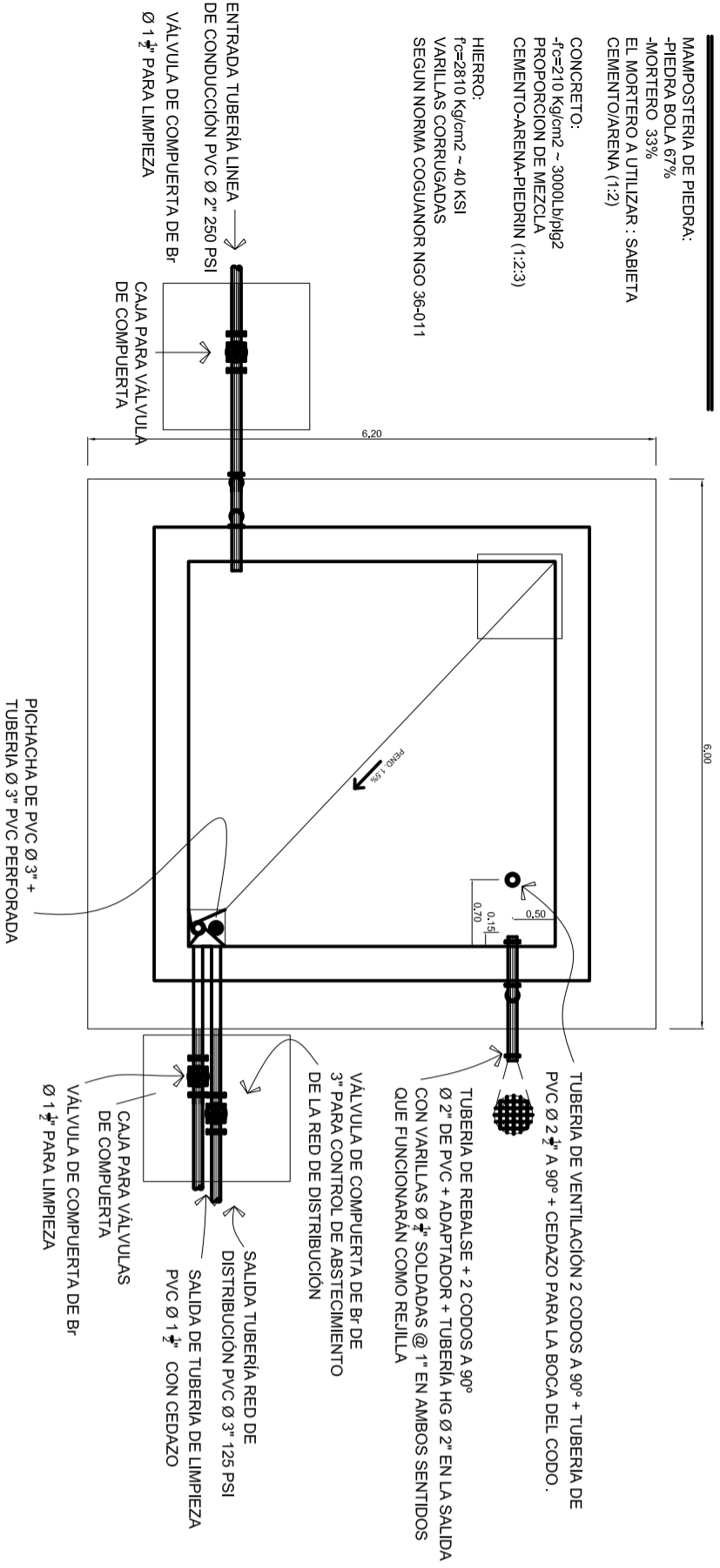


PLANTA DE LOSA DE TECHO

ESCALA 1:50

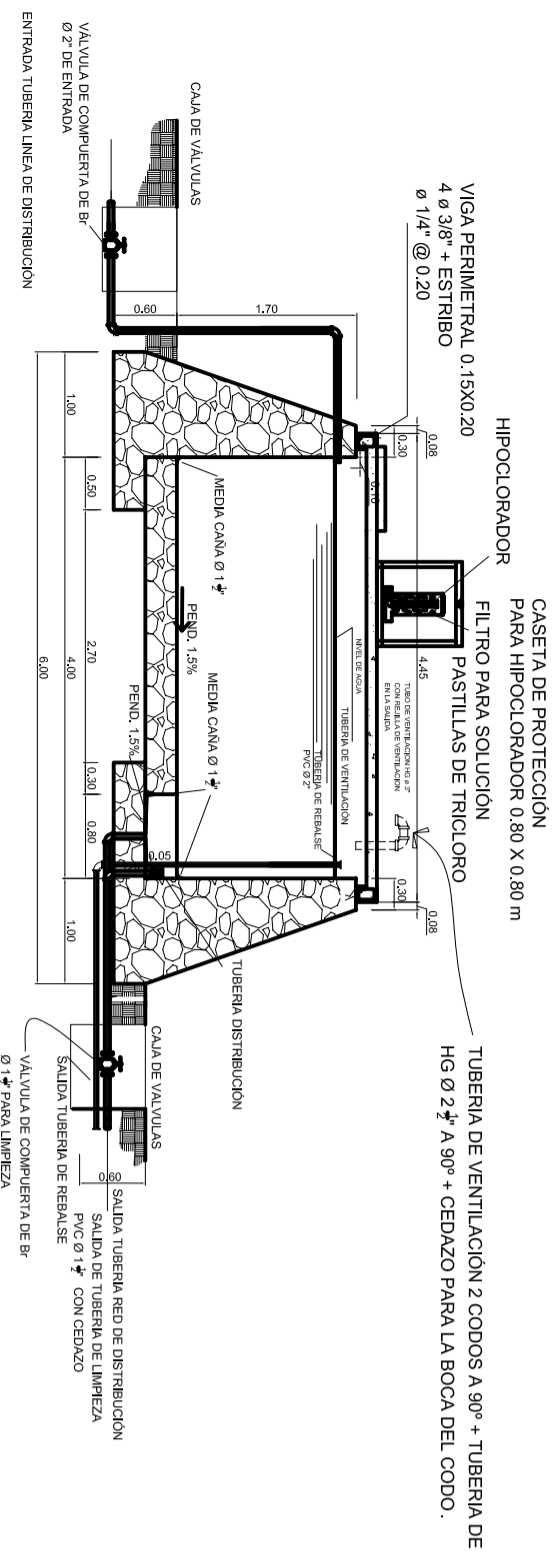
**ESPECIFICACIONES**

- MAMPOSTERIA DE PIEDRA:
  - PIEDRA BOLA 67%
  - MORTERO 33%
- EL MORTERO A UTILIZAR: SABIETA CEMENTO/ARENA (1:2)
- CONCRETO:
  - C20/25
  - CANTIDAD: 2 - 3000 LBR/2
  - PROPORCION DE MEZCLA: CEMENTO-ARENA-PIEDRA (1:2:3)
- HIERO:
  - E2810 Kg/cm<sup>2</sup> - 40 KSI
  - VARILLAS CORRUGADAS SEGUN NORMA COGUANOH NCO 38-011



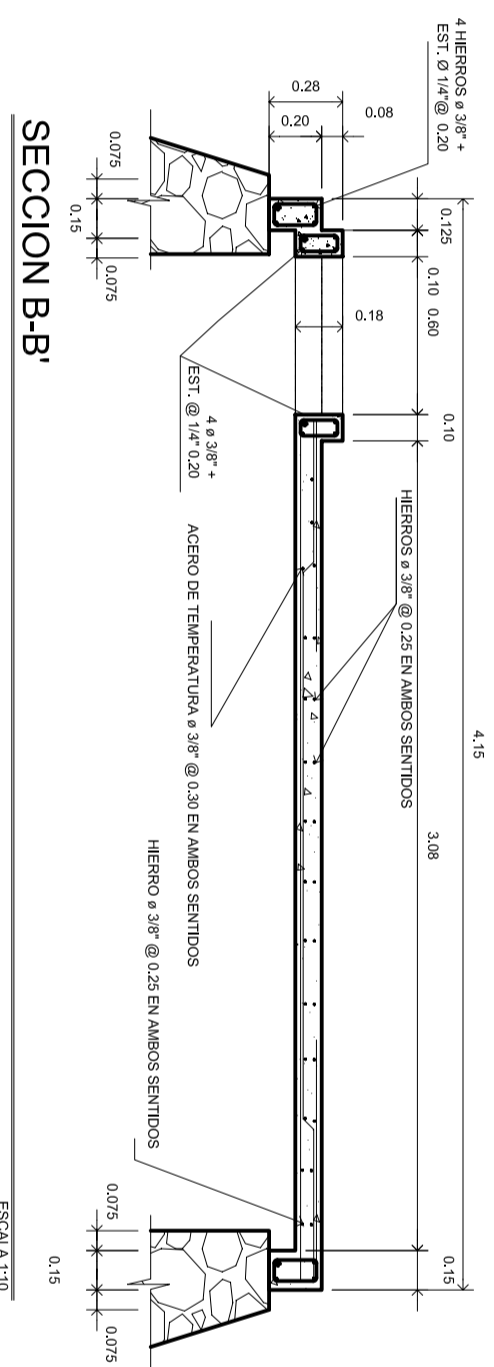
PLANTA

ESCALA 1:50



SECCION B-B'

ESCALA 1:50



SECCION B-B'

ESCALA 1:10

**ESPECIFICACIONES DE DISEÑO**

**CONSTRUCCION DE MUROS DEL TANQUE**

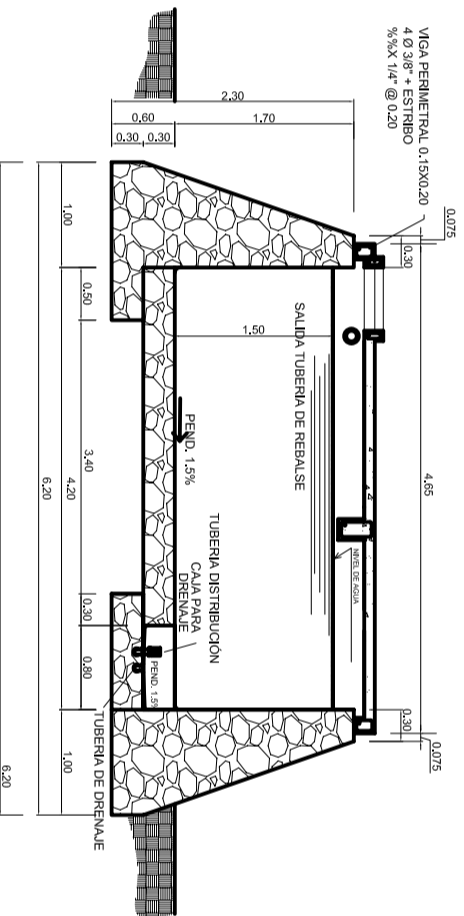
-El sitio donde se va a construir el tanque debe de incluir una capa de 15 cm de material bien compactado, esta puede ser del mismo del lugar o material selecto, queda a discrecion del ingeniero encargado de la obra de determinar el tipo de material a utilizar.  
-Las zapatas para el concreto delgado deben de tener un diametro promedio de 25 cm y deben de estar bien limpias.  
-Para la construccion del tanque se debe usar concreto de 4000 PSI con una relacion de 1:1.5:2.1 (medida con canchales) de 2 pies cubicos, 1/2, 3/4, 1 de cemento, arena y piedra) y reladon agualcemento de 0.55 (6 gal/isco). EL CEMENTO DEBERA ESTAR AL 33% POR VOLUMEN DE MAMPOSTERIA

**ENDIDO DE LA LOSA SOBRE EL TANQUE**

-Se usará concreto con Fc = 2810 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, con una relacion de 1:2:2.1 ( medida con canchales de 2 pies cubicos, 1/2, 1, 1 de cemento, arena y piedra) y una reladon agualcemento de 0.55 (6 gal/isco).  
-Se usará piedra de 1" maximo.  
-Se usará acero de refuerzo No. 3 @ 0.20 m con Fy = 2810 kg/cm<sup>2</sup>.  
-Todos los recubrimientos indicados se midiran desde el rostro del refuerzo a la cara exterior del concreto.

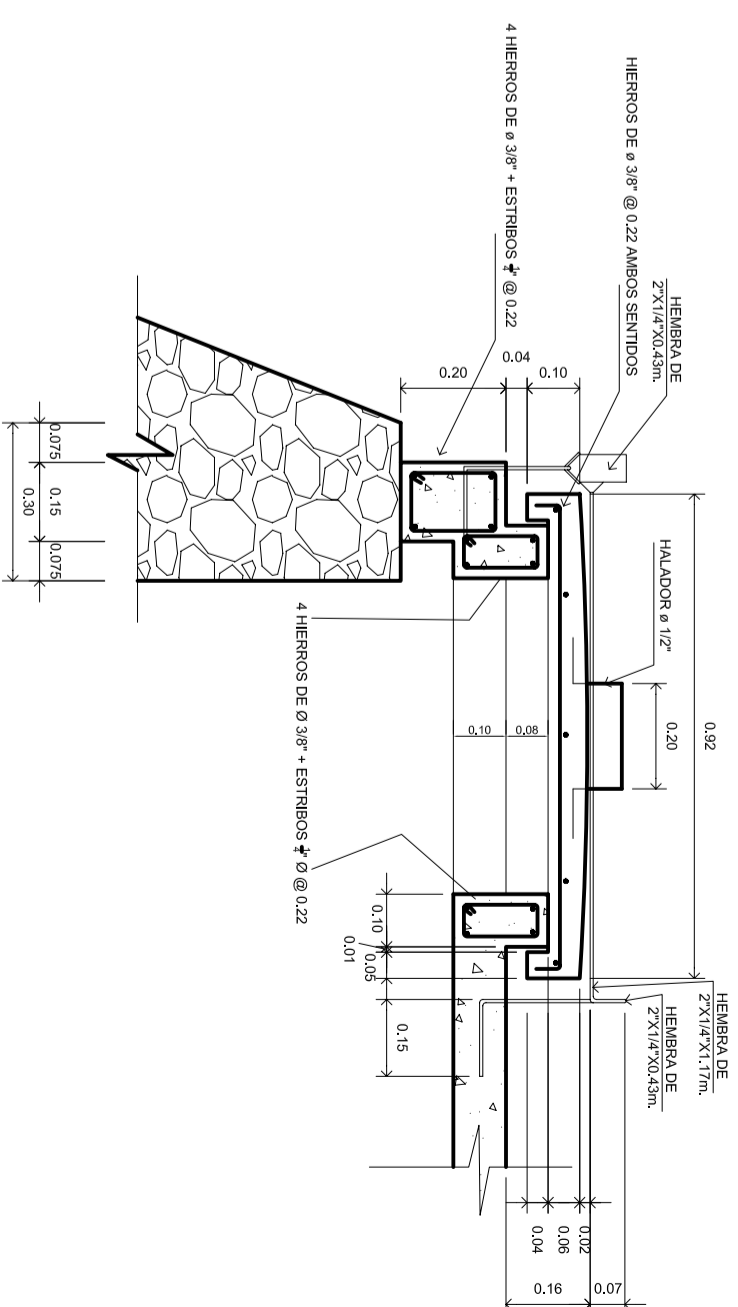
**ESPECIFICACIONES DE DISEÑO RELACIONADAS A LA ESTRUCTURA:**

- 1-Se usará acero estructural con limite de fluencia minimo de 29.5 kg/cm<sup>2</sup> y con un espesor maximo de 12.7 mm, ASTM A575.
- 2-Varilla de hierro corrugado para refuerzo del concreto grado 40.
- 3-Los tendidos entre varillas serán de 30 cms de longitud como minimo y la longitud de desarrollo de los ganchos en 90° empotrados en concreto será de 15 cms, como minimo.
- 4-Se usará concreto con Fc = 280 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, con una reladon agualcemento de 0.55 (6 gal/isco).  
-Se usará piedra de 1" O maximo.  
-Se usará acero de refuerzo No. 3 @ 2810 kg/cm<sup>2</sup>.  
-Todos los recubrimientos indicados se midiran desde el rostro del refuerzo a la cara exterior del concreto.



SECCION A-A'

ESCALA 1:50



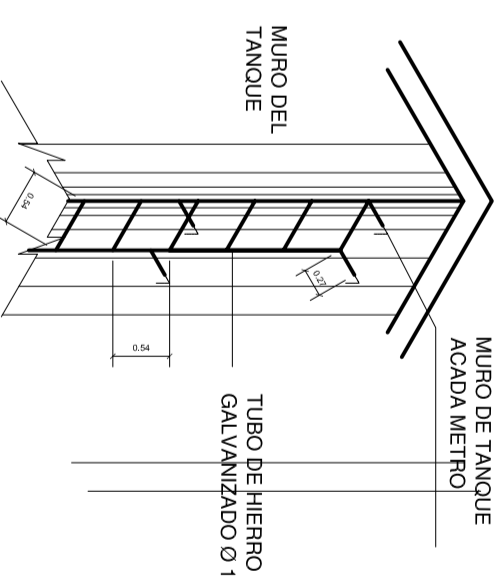
DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:10

**ESPECIFICACIONES DE DISEÑO RELACIONADAS AL PVC:**

- Los tubos deberán ser de PVC 12454-B (designacion antigua PVC 1120) SDR max 26 de conformidad con la Norma ASTM D-2241.
- La tubería a utilizar PVC, debe ser de junta cementada, tipo 1, Grado 1.
- Cada tubo debe tener una longitud de 6 metros, con una diferencia de más menos 0.25 metros, de acuerdo a la Norma COGUANOH NCO 19002 h1.
- La presión de servicio de cada tubo deberá estar rotulada en cada uno de los tubos, en libras por pulgada cuadrada (PSI), de acuerdo a los rangos de presión, para este proyecto se requiere en la línea de conducción unicamente de tubería de 160 PSI de presión de servicio.
- Los accesorios de PVC deben ser compatibles con el tipo y clase de tubería de PVC a ser proporcionada, deben cumplir con lo indicado en la Norma ASTM D 2466 (SCH 40) ASTM 2467 (SCH 80), según la presión, requerida con la Norma ASTM D 2468 Cédula 40 para accesorios de junta cementada, tipo 1, Grado 1, PVC 1120, ASTM D-2241 con campana.
- De ser necesaria la pega de tubería de PVC, deberá utilizarse Cemento Solvente que cumple con la Norma ASTM D 2594.
- En redes de distribución, si no existen aceras y bordillos, las zanjas se ubicarán a un máximo de 1.50 metros del limite de los terrenos o de la pared de las viviendas.
- En la línea de descarga se deberá enterrar la tubería a una profundidad minima de 0.80 metros.

- La excavación queda a criterio del ejecutor.
- El fondo de la zanja deberá ser conado condescente para permitir un flujo uniforme de la tubería, en la zona de las zanjas se deberá utilizar material selecto compactado para uniformar el fondo de la zanja.
- El ancho de la zanja, debe ser el necesario para la correcta instalación de la tubería, así como para permitir una adecuada compactación del relleno a los lados de la misma. El ancho de la zanja a ser conado por la retroexcavadora será de 0.40 metros más el diametro exterior de la tubería a instalar en el tramo.
- El relleno de la zanja debe realizarse ablo y a los lados de la tubería instalada, en capas de 7 centímetros perfectándose con espasos hasta arriba de la tubería. De aquí hasta 30 centímetros hasta este nivel deberá rellamarse con capas no mayor de 15 centímetros. El material para relleno las zanjas hasta este nivel debe ser cuidadosamente escogido para que este libre de pedruzcos o piedras para tener una buena compactación.



DETALLE DE ESCALERA SIN ESCALERA

EMPOTRAMIENTO EN MURO DE TANQUE ACADA METRO

TUBO DE HIERRO GALVANIZADO Ø 1"



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD

UBICACION: CANTON CALAJA, SAN ANDRES SEMETABA, SOLOLA

CONTENIDO: TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 25 m<sup>3</sup>

DISEÑO Y CALCULO: LESTER CALDERON CASTELLANOS

OBSERVACIONES:

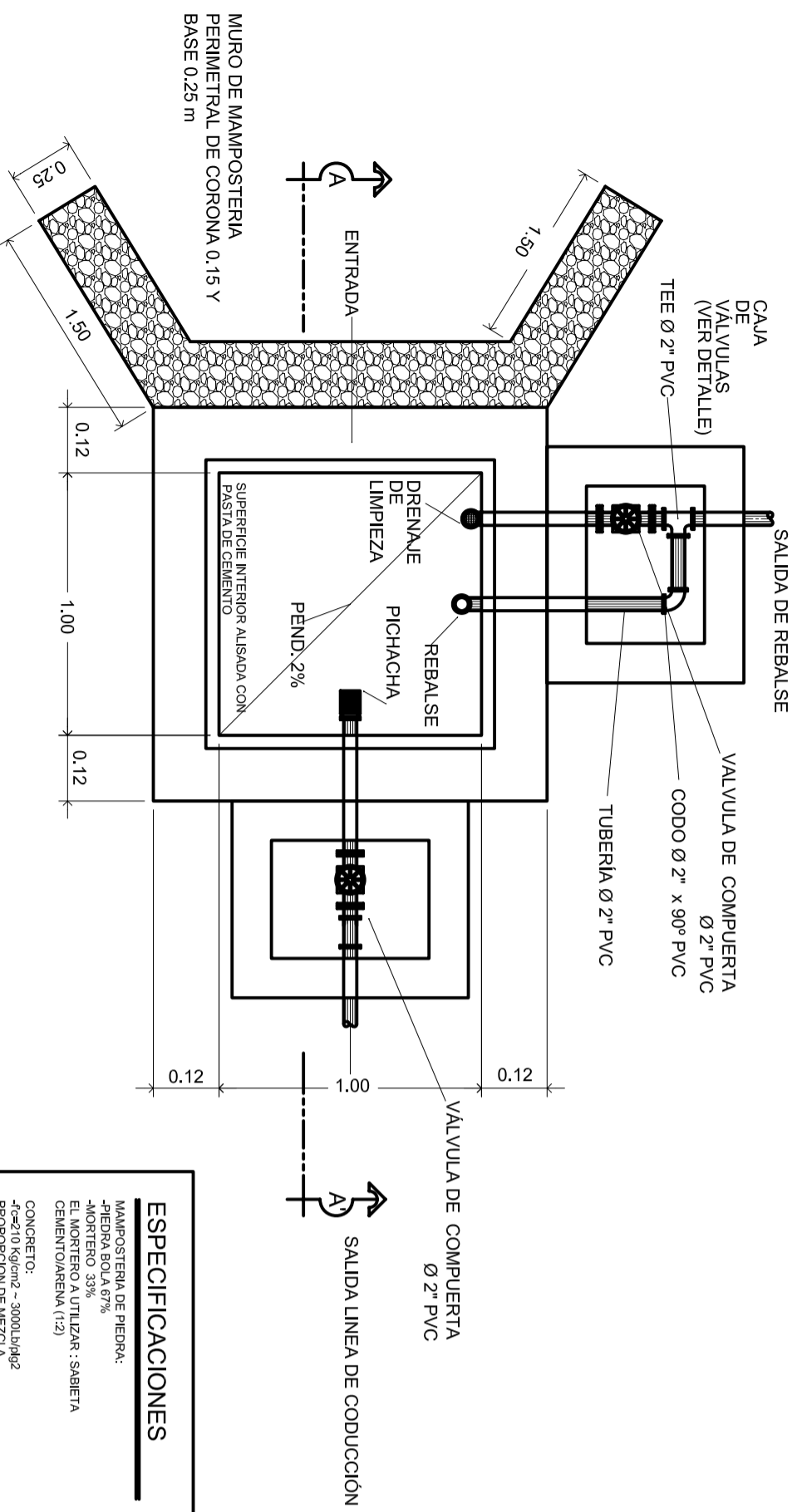
ESCALA: INDICADA

FECHA: OCT/2008

HOLA NO: 09

11

ING. SILVIO RODRIGUEZ  
ASESOR - SUPERVISOR EPS

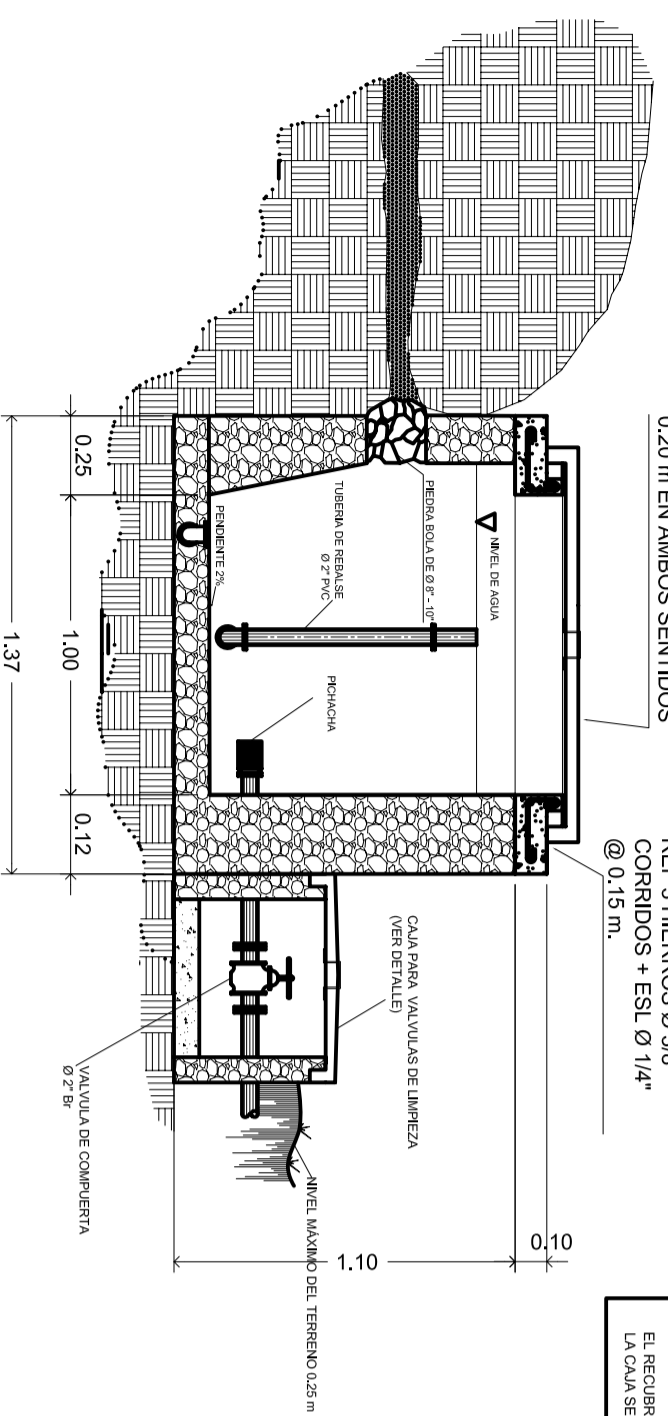


PLANTA

ESCALA 1:12,5

**ESPECIFICACIONES**

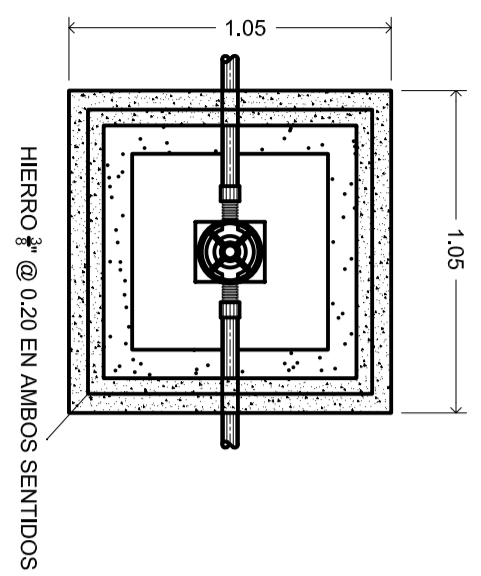
MAMPOSTERIA DE PIEDRA:  
 MAMPOSTERIA DE PIEDRA  
 MAMPOSTERIA DE PIEDRA  
 EL MORTERO A UTILIZAR: SABETA  
 CEMENTO/ARENA (1:2)  
 CONCRETO:  
 - 4-20x10 kg/m<sup>3</sup> - 3000Lb/m<sup>3</sup>  
 PROPORCION DE MEZCLA  
 CEMENTO/ARENA/PIEDRA (1:2:3)  
 Varillas corrugadas  
 #4-20 kg/m<sup>2</sup> - GRADO 40  
 SEGUN NORMA COGUANOR NCO 38-011  
 LA LOSA DE CONCRETO DEBE DARSELE  
 UN DESMOLDE DEL 1% HACIA LOS LADOS  
 LA SUPERFICIE DEBE SER LISA Y BRANDEADA  
 CON CEMENTO/ARENA EN UNOS 0.5 CM  
 EL RECURRIMIENTO INTERIOR DE  
 LA CALA SERA DE 1 CM DE ESPESOR



PERFIL

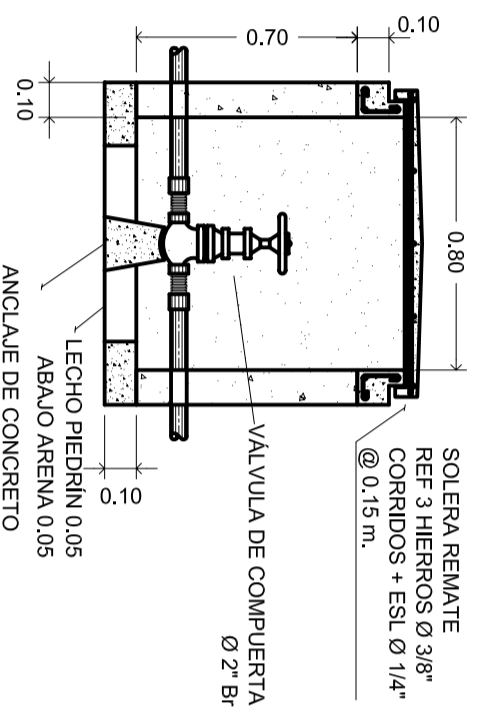
ESCALA 1:12,5

**CAPTACIÓN DE BROTE DEFINIDO**



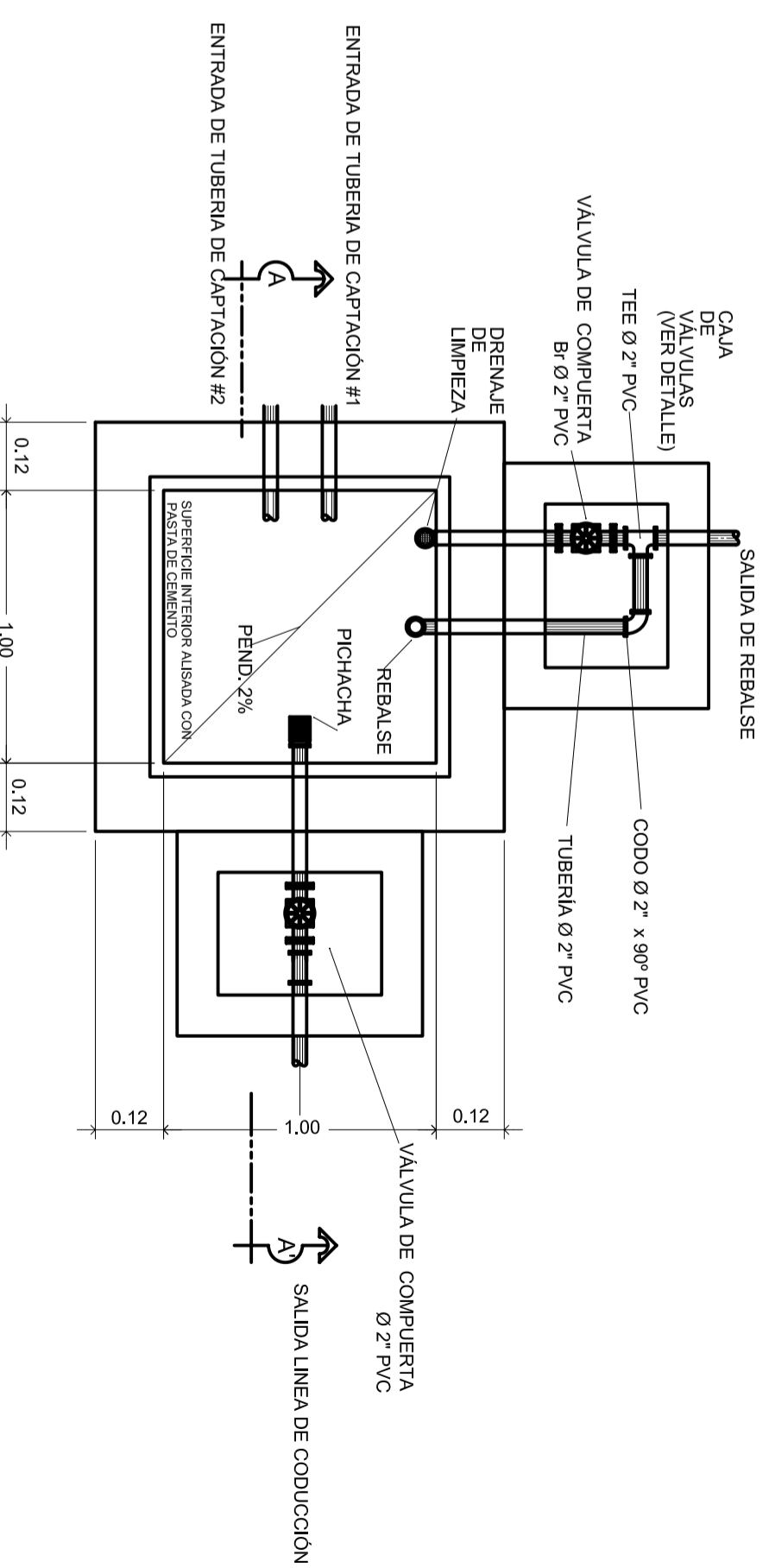
PLANTA

ESCALA 1:12,5



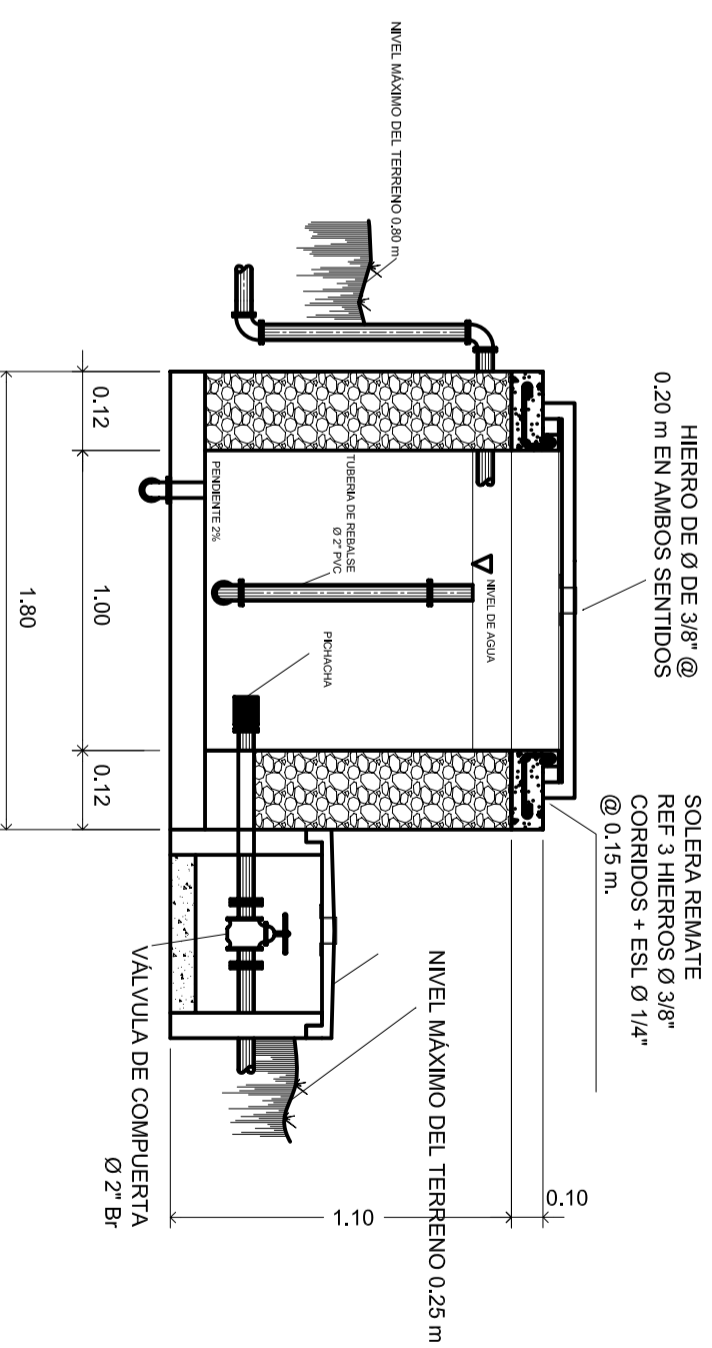
PERFIL

ESCALA 1:12,5



PLANTA

ESCALA 1:12,5

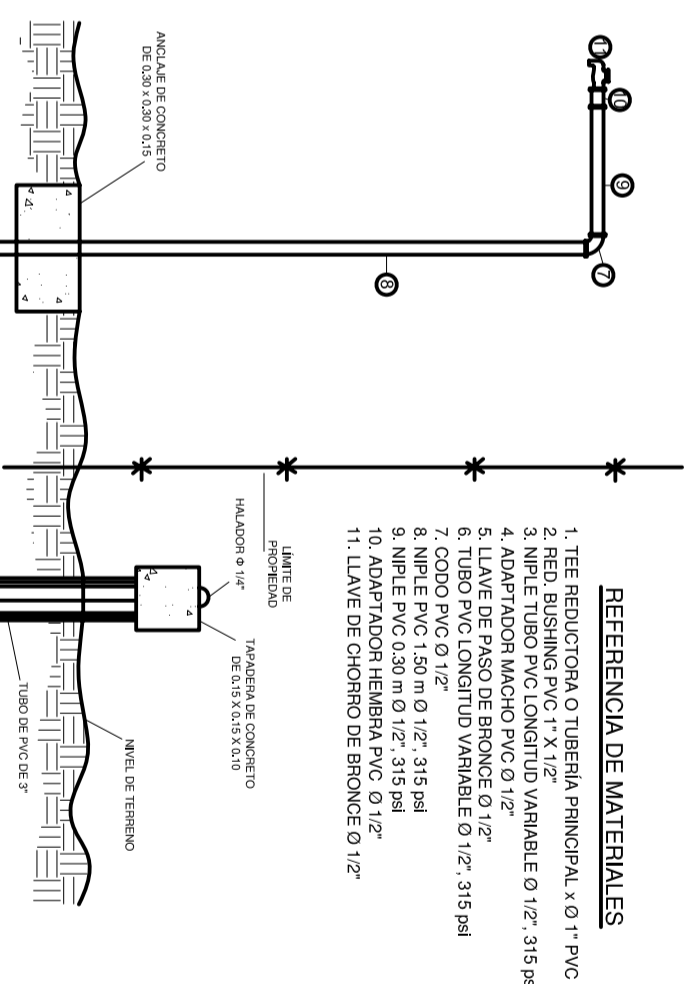


PERFIL

ESCALA 1:12,5

**REFERENCIA DE MATERIALES**

1. TEE REDUCTORA O TUBERIA PRINCIPAL x Ø 1" PVC
2. RED. BUSHING PVC 1" X 1/2"
3. NIPLE TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2" - 3/5 PSI
4. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"
5. ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 1/2"
6. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2" - 3/5 PSI
7. CODO PVC Ø 1/2"
8. NIPLE PVC 1.50 m Ø 1/2" - 3/5 PSI
9. NIPLE PVC 0.30 m Ø 1/2" - 3/5 PSI
10. ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 1/2"
11. LLAVE DE CHORRO DE BRONCE Ø 1/2"



ACOMETIDA DOMICILIAR

SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD

Ubicación: CANTÓN CALAJA, SAN ANDRÉS SEMETABA, SOLOLA

CONTENIDO: DETALLE DE CAJA DE CAPTACION

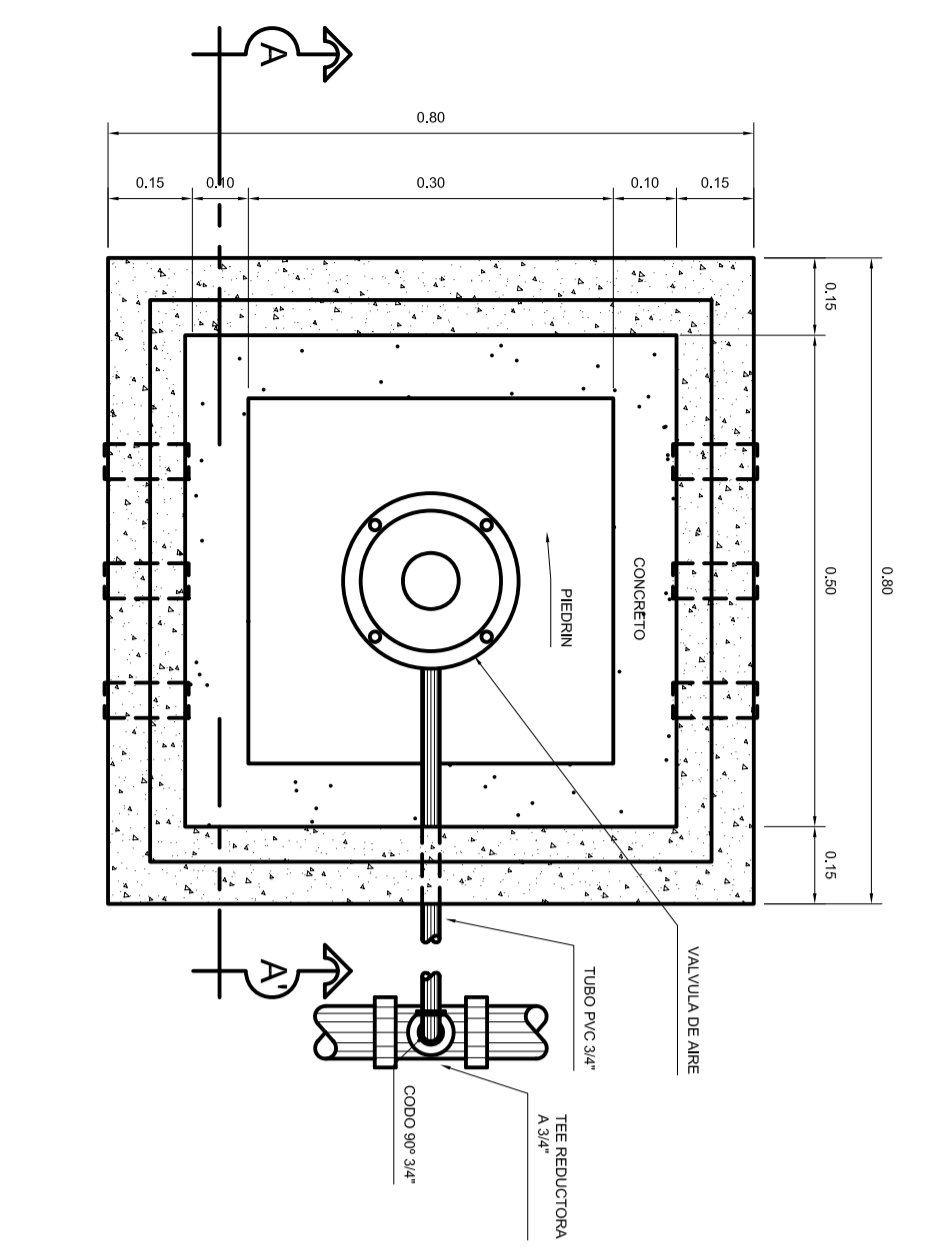
FECHA: OCT/2008

DESIGNO Y CALCULO: LESTER CALDERON CASTELLANOS

OBSERVACIONES:

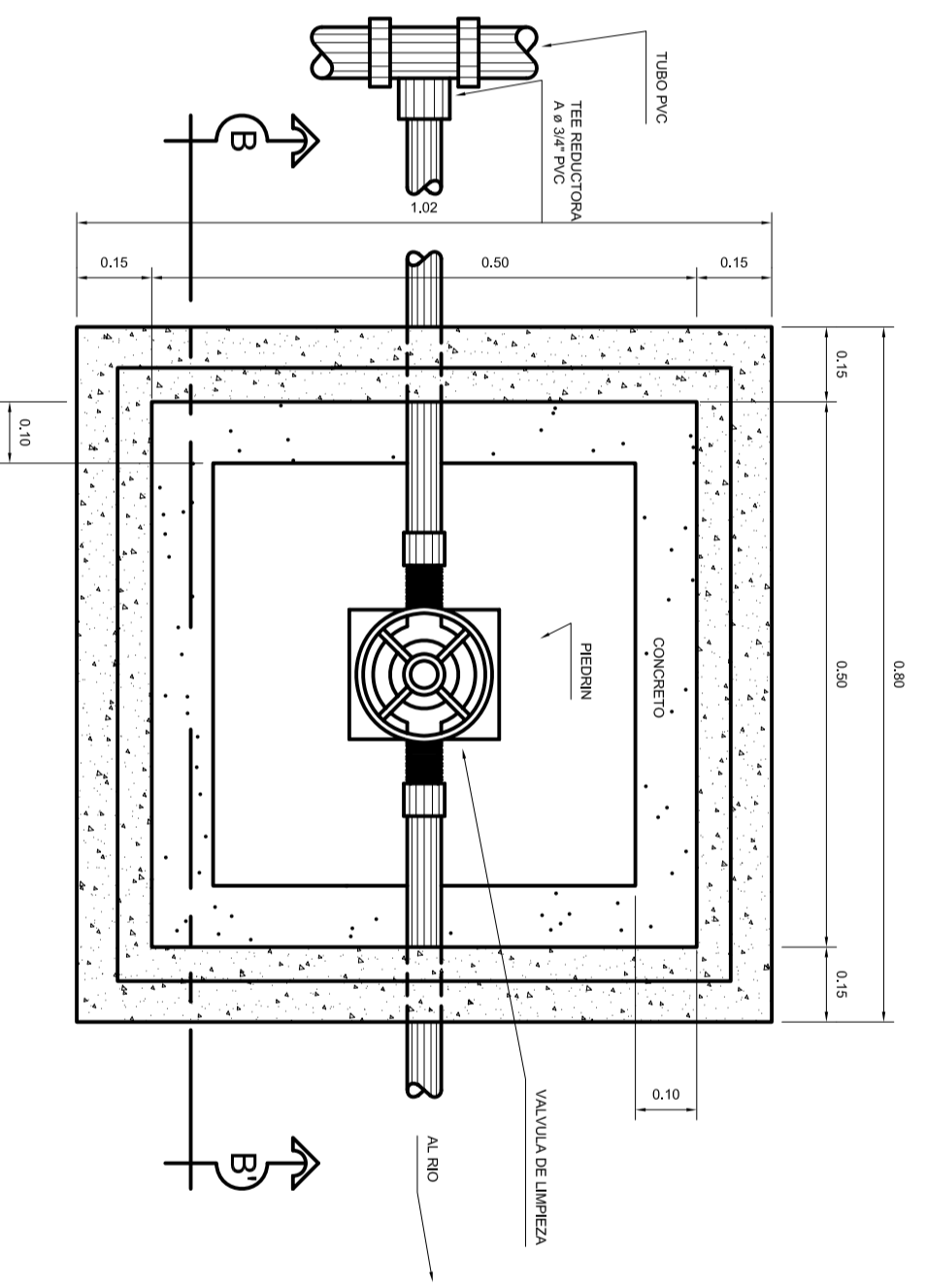
ING. SILVIO RODRIGUEZ  
 ASesor - SUPERVISOR EPS





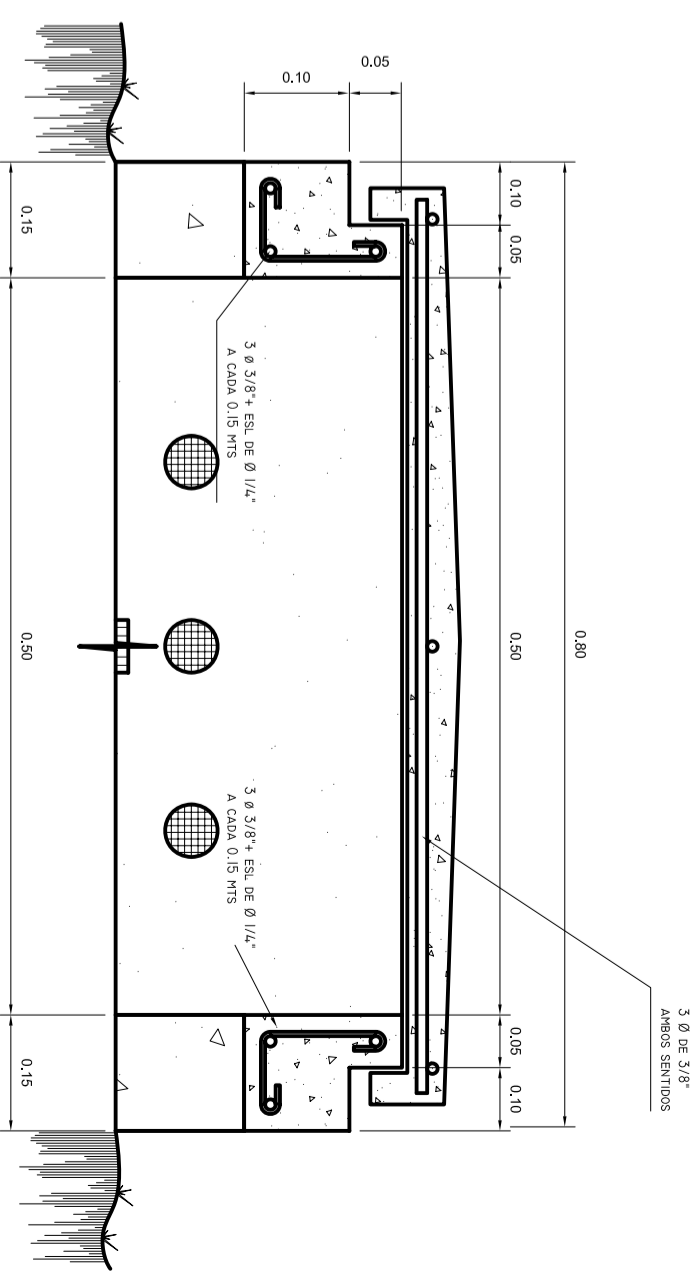
VALVULA DE AIRE

ESCALA 1:7.5



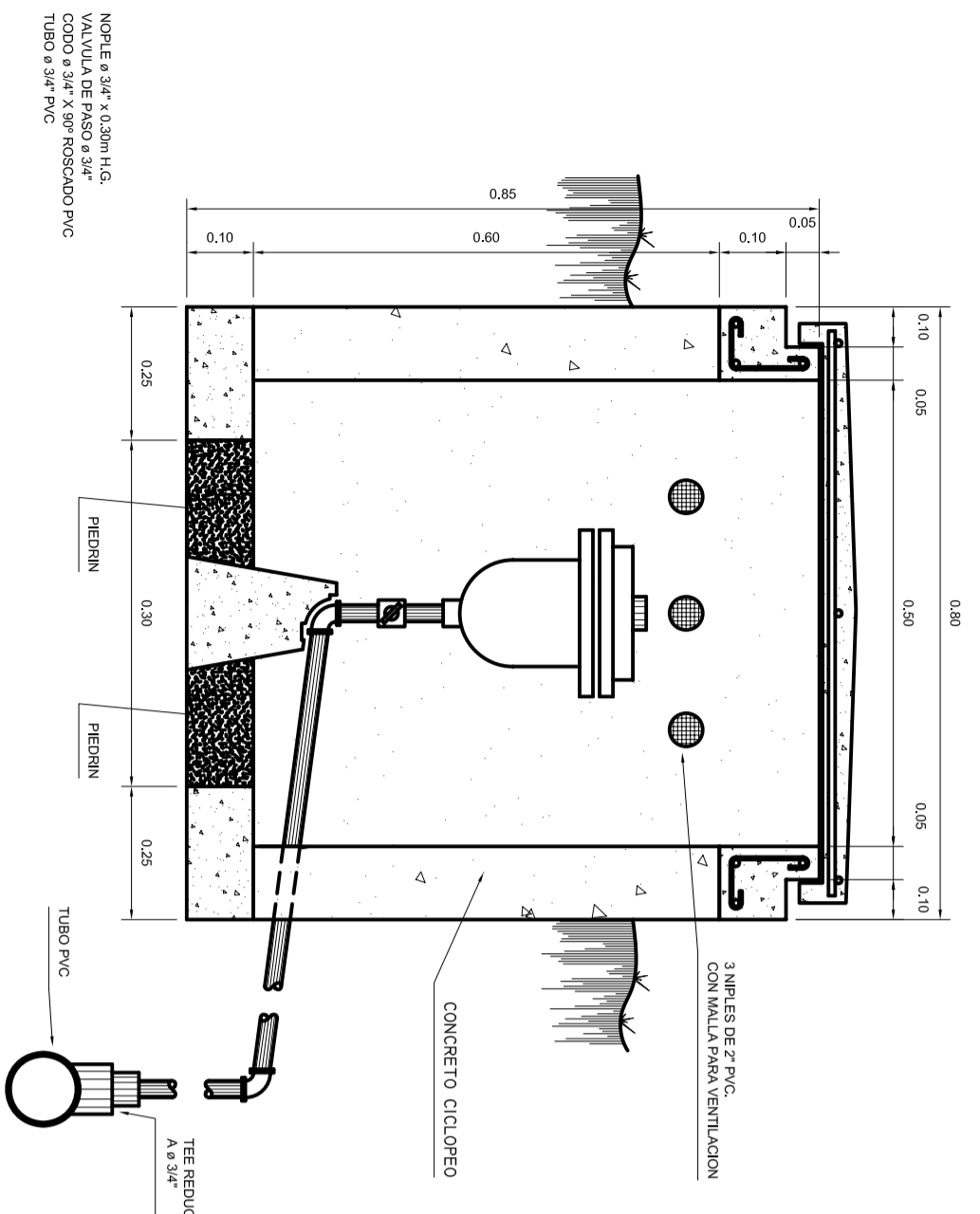
VALVULA DE LIMPIEZA

ESCALA 1:7.5



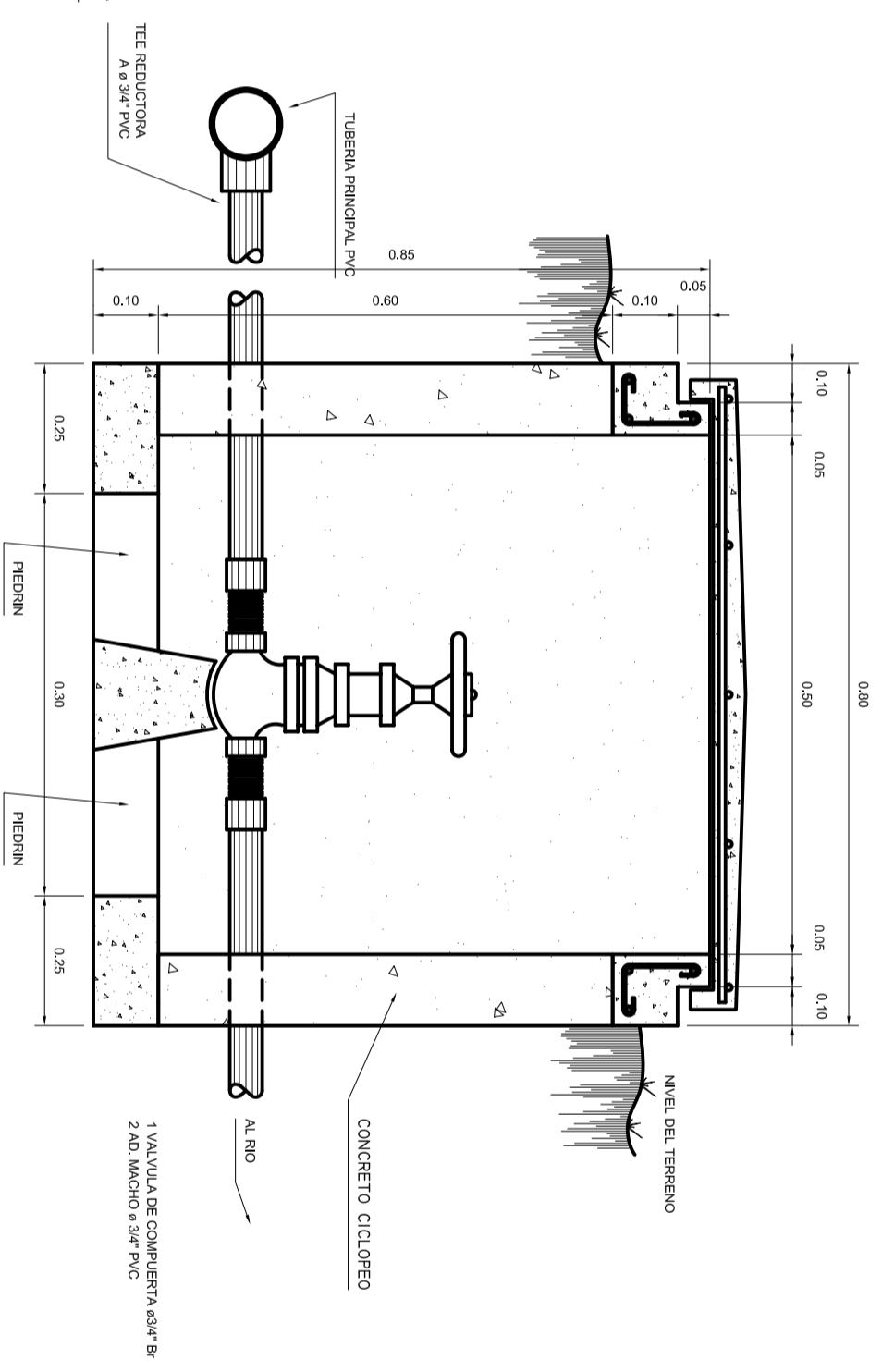
DETALLE ESTRUCTURAL DE TAPADERA

ESCALA 1:5



SECCION A - A'

ESCALA 1:7.5



SECCION B - B'

ESCALA 1:7.5

NOTA  
 PARA ABRIR CALAS LOS MATERIALES A UTILIZAR SERAN: PAREDES DE CONCRETO CICLOPEO INTERIOR ALZADO CON SABANA (A 30) CORONA DE CONCRETO ARMADO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD	UBICACION: CANTON CALAJA, SAN ANDRES SEMETABAJ, SOLOLA
CONTENIDO: -VALVULA DE AIRE -VALVULA DE LIMPIEZA	ESCALA: INDICADA
DISEÑO Y CALCULO: LESTER CALDERON CASTELLANOS	FECHA: OCT/2008
OBSERVACIONES:	HOLA N°: 11 / 11
	ING. SILVIO RODRIGUEZ ASISOR - SUPERVISOR EPS