



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA
MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ**

Pablo Ernesto Sagastume

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, febrero de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA
MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

PABLO ERNESTO SAGASTUME

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha agosto de 2011.



Pablo Ernesto Sagastume.



Guatemala, 26 de octubre de 2011
REF.EPS.DOC.1405.10.11

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 **Pablo Ernesto Sagastume** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200011118**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ”**.

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



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
28 de octubre de 2011

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos


Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO ALTA VERAPAZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Pablo Ernesto Sagastume, 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 ENSEÑAR A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



Guatemala, 3 de noviembre de 2011
REF.EPS.D.1018.11.11

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


Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Pablo Ernesto Sagastume**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. 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
Directora Unidad de EPS



NISZ/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Pablo Ernesto Sagastume, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, febrero 2012

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario **Pablo Ernesto Sagastume**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A large, stylized handwritten signature in black ink, consisting of a large loop at the top and several vertical strokes below.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, febrero de 2012

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Ser sublime que nos da su bendición y sabiduría, para conducirnos y alcanzar nuestras metas.
Mi madre	Por su orientación, múltiples sacrificios y apoyo incondicional. Emma Elizabeth Sagastume.
Mi esposa	Por su comprensión, amor incondicional y apoyo en todo momento de mi vida. Mónica de Sagastume.
Mis hijas	Stephanie Denise y Fátima Sophia por su amor, alegrías a mi corazón.
Mi abuela	Por su amor y sabios consejos Virginia Sagastume.
Mi hermana	Por su apoyo y el aliento de seguir adelante Ana Sagastume.
Mis sobrinos	Por la alegría que vivo a través de sus travesuras. Ángel, Jennifer, Enio, Harold.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la fortaleza necesaria y el conocimiento necesario para alcanzar una de las metas en mi vida.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad de alcanzar los conocimientos científicos, técnicos y éticos en tan prestigiada casa de estudios.
A la familia Alvarado	Por su apoyo en especial a Blanca Alvarado.
Ing. Silvio Rodríguez	Por su valioso tiempo y apoyo técnico profesional.
Ing. Manuel Arrivillaga	Así también por su valiosa asesoría al presente trabajo de graduación.
Mis compañeros y amigos de estudio	Por su valioso tiempo y apoyo técnico profesional Gerson, Helen, Ronald y Ronaldo.

A todas las personas que de alguna manera colaboraron en la realización del presente trabajo de graduación, que Dios los bendiga y los llene de éxito en el futuro.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN.....	XXVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN (MARCO METODOLÓGICO).....	1
1.1. Aspectos históricos.....	1
1.1.1. Medio físico natural (aspectos físicos).....	1
1.1.2. Ubicación y localización geográfica.....	3
1.1.3. Extensión territorial.....	4
1.1.4. Clima.....	5
1.1.5. Suelo.....	5
1.1.6. Topografía.....	6
1.1.7. Fauna y flora existente.....	6
1.1.8. Hidrografía.....	6
1.2. Medio físico artificial (aspectos de infraestructura).....	7
1.2.1. Vialidad y acceso.....	7
1.2.2. Tipología de las viviendas.....	8
1.2.3. Infraestructura: agua, saneamiento, electricidad, cable, teléfono.....	9
1.2.4. Equipamiento: centro de salud, escuelas.....	9
1.3. Medio cultural y socioeconómico (aspecto socioeconómico).....	10

1.3.1.	Origen	10
1.3.2.	Actividad económica.....	10
1.3.3.	Etnia, religión y costumbres.....	11
1.3.4.	Alfabetismo	12
1.4.	Plantamiento del problema	12
1.4.1.	Justificación del estudio.....	12
1.4.2.	Delimitación del problema	13
1.4.2.1.	Alcances y límites	13
1.4.2.2.	Aporte.....	13
2.	SERVICIOS PROFESIONALES.....	15
2.1.	Diseño del sistema de conducción y distribución de agua potable para el municipio de San Juan Chamelco, departamento de Cobán, Alta Verapaz, Guatemala....	15
2.1.1.	Selección de las fuentes	15
2.1.1.1.	Aforo de las fuentes.....	16
2.1.1.2.	Obras existentes	17
2.1.2.	Calidad del agua	18
2.1.2.1.	Análisis bacteriológico	19
2.1.2.2.	Análisis físico-químico	19
2.1.3.	Levantamiento topográfico	20
2.1.3.1.	Planimetría	20
2.1.3.2.	Altimetría	21
2.1.4.	Cálculo de población.....	21
2.1.4.1.	Población actual y tasa crecimiento.....	21
2.1.4.2.	Período de diseño	21
2.1.4.3.	Población futura	22
2.1.5.	Criterios de diseño	22
2.1.5.1.	Dotación de agua	22

2.1.5.2.	Factores de consumo y caudales.....	23
2.1.5.2.1.	Factor día máximo	24
2.1.5.2.2.	Factor hora máximo	24
2.1.5.3.	Caudales de diseño	25
2.1.5.3.1.	Caudal medio diario	25
2.1.5.3.2.	Caudal máximo diario	26
2.1.5.3.3.	Caudal máximo horario	27
2.1.5.3.4.	Velocidades máximas y mínimas	27
2.1.5.3.5.	Presión máxima y mínima	28
2.1.6.	Diseño hidráulico	29
2.1.6.1.	Tipos de tubería	29
2.1.6.2.	Diseño de componentes del sistema	29
2.1.6.2.1.	Captación.....	29
2.1.6.2.2.	Línea de conducción	29
2.1.6.2.3.	Tanque de almacenamiento	32
2.1.6.2.4.	Diseño estructural del tanque de distribución	33
2.1.6.2.5.	Diseño de red de distribución	67
2.1.6.2.5.1.	Epanet	67
2.1.6.2.6.	Sistema de desinfección ...	72
2.1.6.2.7.	Obras hidráulicas	73
2.1.6.3.	Operación y mantenimiento para línea de conducción de agua rural.....	78
2.1.6.3.1.	Operación	78
2.1.6.3.2.	En funcionamiento	79

2.1.6.3.3.	Mantenimiento	80
2.1.6.3.4.	Tanque de distribución o tanque de almacenamiento	83
2.1.6.3.5.	Cajas rompe presiones	84
2.1.6.3.6.	Cajas de válvulas o de registro	84
2.1.6.3.7.	Redes de distribución	85
2.1.6.3.8.	Conexión domiciliar o predial	87
2.1.6.3.9.	Aparato de medición	87
2.1.6.3.10.	El agua potable.....	88
2.1.6.4.	Propuesta de tarifa	88
2.1.6.4.1.	Costo de operación.....	88
2.1.6.4.2.	Costo de mantenimiento	89
2.1.6.4.3.	Costo de tratamiento.....	90
2.1.6.4.4.	Gastos administrativos...	91
2.1.6.4.5.	Costo de reserva	91
2.1.6.4.6.	Tarifa	92
2.1.6.5.	Elaboración de planos	92
2.1.6.6.	Elaboración de presupuesto	93
2.1.6.7.	Evaluación socio-económica	95
2.1.6.7.1.	Valor presente neto.....	96
2.1.6.7.2.	Tasa interna de retorno..	96
2.1.7.8.	Evaluación de impacto ambiental	97
2.1.7.9.	Cronograma de ejecución	99

CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES.....	103
BIBLIOGRAFÍA.....	105
APÉNDICE.....	107
ANEXOS.....	108

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa del departamento de Alta Verapaz	4
2.	Vías de acceso al municipio de San Juan Chamelco.....	8
3.	Fuente de abastecimiento No. 1	16
4.	Fuente de abastecimiento 2	17
5.	Muestra del estado actual del tanque	18
6.	Tanque existente	18
7.	Momento de losas	40
8.	Área tributaria contribuyente al corte	44
9.	Viga tipo A	46
10.	Dimensiones del muro del tanque.....	58
11.	Diagrama de presiones	58
12.	Diagrama de distribución geométrica para cálculo de momentos	62
13.	Diagrama de accesorios para uso de epanet	71

TABLAS

I.	Acero requerido de los momentos de la losa.....	43
II.	Momentos estabilizantes	62
III.	Mantenimiento de la línea de conducción y distribución.....	81
IV.	Presupuesto	94

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
hi	Altura del instrumento (m)
As	Área de acero
AZ	Azimut
Q	Caudal
qmd	Caudal medio diario
cm	Centímetros
C	Coefficiente de rugosidad de la tubería
CMD	Consumo máximo diario
cmd	Consumo medio diario
CMH	Consumo máximo horario
Cpz	Cota piezométrica
A°	Delta de la curva horizontal
d	Diámetro
DH	Distancia horizontal (m)
ELV	Elevación
S	Espaciamiento
Esti	Estación a calcular
D	Factor de corrección Hardy Cross
Fs	Factor de seguridad
g	gramos
hab	Habitantes
Ha	Hectárea
HG	Hierro Galvanizado
hm	Hilo medio

kph	Kilómetro por hora
km	Kilómetros
psi	Libras por pulgada cuadrada
l/hab/día	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
lt	Litros
L	Longitud
m.c.a.	Metro columna de agua
m/s	Metros por segundo
m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
m	Metro lineal
M	Momento
n	Período de diseño (años)
Hf	Pérdida de carga por fricción (m.c.a.)
Po	Población inicial (hab.)
Pf	Población futura proyectada (hab.)
F	Población presente
P u	Precio unitario
Pulg	Pulgadas
Cs	Punto de cambio de círculo espiral
P.O.	Punto observado
f'c	Resistencia del concreto
fy	Resistencia específica a la influencia del acero
s	Segundos
snm	Sobre nivel del mar
i	Tasa de incremento poblacional
R	Tasa de crecimiento de la población (%)

TIR Tasa interna de retorno
VPN Valor presente neto

GLOSARIO

Abatimiento	Es el descenso que experimenta el nivel del agua cuando se está bombeando o cuando el pozo fluye naturalmente. Es la diferencia, medida en metros, entre el nivel estático y el nivel dinámico.
ACI	American Concret Institute (Instituto Americano de Concreto).
Acueducto	Obra para conducir agua, conjunto de obras de abastecimiento de agua.
Acuífero	Estrato subterráneo saturado de agua del cual esta fluye fácilmente.
Afloramiento	Nacimiento de agua, accidente geográfico donde sale el agua a la superficie del suelo. Pueden ser verticales, horizontales, brote difuso, por lluvia o pozo.
Afluente	Flujo entrante.
Aforo	Acción de medir un caudal de agua.

Agua	Compuesto de hidrogeno y oxígeno. En la naturaleza no puede hallarse libre de substancias en suspensión o en solución.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
Agua pluvial	Agua proveniente de la atmósfera.
Agua subterránea	Agua localizada en el subsuelo y que generalmente requiere de excavación para su extracción.
Alcalinidad	Capacidad para neutralizar ácidos según constituyentes químicos.
Alcantarilla	Conducto que evacua aguas servidas.
Área Rural	De acuerdo con la ley (Acuerdo Gubernativo del 7 de abril de 1,938) las aldeas, caseríos, parajes, fincas y otras con población dispersa. También debe de considerarse el número de habitantes de la comunidad, en general cuando pasa de 2 500 habitantes, empieza a cobrar características urbanas. Otros aspectos importantes a considerar es el índice de pobreza, el cual es medido por estándares internacionales.

Bacterias	Microorganismos sencillos reproducibles por división.
Brote	Afloramiento.
Calidad de agua	Características físicas, químicas, y bacteriológicas del agua que la hacen aptas para el consumo humano, sin riesgos para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor.
Cámara rompe presión	Estructura que permite disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños a la tubería.
Carga dinámica total (CDT)	Es la presión real expresada en metros columna de agua contra la cual debe de operar una bomba para elevar el caudal de agua hasta el nivel requerido.
Carga estática	También llamada presión estática y representa la diferencia de niveles entre el nivel estático de referencia del agua (en una captación, tanque o caja rompe presión) y cada punto de la línea de acueducto.

Caudal	Volumen de agua que pasa en un segundo por un punto dado de una corriente de agua (m^3/s ó l/s).
Clima	Condiciones meteorológicas consideradas durante tiempos muy prolongados.
Cloración	Aplicación de cloro con fines de desinfección.
Clorador	Dispositivo para aplicación de cloro
Cloro residual	Es la cantidad total de cloro (cloro disponible libre y/o combinado) que queda en el agua después de un período de contacto definido.
Coliforme	Grupo de bacterias no patógenas que habitan el tracto digestivo humano.
Conexión de agua potable	Conjunto de tuberías y accesorios que permiten al usuario acceder al servicio de agua potable proveniente de la red de distribución.
Caudal Máximo Diario (CMD)	El máximo consumo de agua durante 24 horas observado durante un año.
Consumo Máximo Horario (CMH)	El máximo consumo en una hora del día en un período de un año.

Consumo medio diario (cmd)	Cantidad de agua que consume una población durante un día.
Contaminación o polución	Alteración de la calidad por elementos que hagan el agua impropia para el consumo humano.
Desinfección	Significa la extracción, desactivación o eliminación de los microorganismos patógenos que existen en el agua.
Dotación	Cantidad de agua asignada en un día a cada usuario. Se expresa en litros por habitante por día (l / hab. / día).
Golpe de ariete	Se denomina a la sobrepresión que reciben las tuberías, por efecto del cierre brusco del flujo de agua.
IGN	Instituto Geográfico Nacional.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
Línea de conducción	En un sistema por gravedad, es la tubería que transporta el agua, desde el punto de captación hasta el reservorio tanque.

Línea gradiente hidráulica (Piezométrica)	Es la línea que indica la presión en columna de agua a lo largo de la tubería (conducto cerrado) bajo condiciones de operación.
Metros columna de agua (mca)	Unidad de presión del sistema técnico de unidades, y equivale a la presión ejercida por una columna de agua pura de un metro de altura.
Nivel dinámico	Es la distancia desde la superficie del terreno hasta el nivel del agua en el pozo cuando se extrae un determinado caudal.
Nivel estático	Distancia desde la superficie media del terreno hasta el nivel del agua en el pozo no afectado por ningún bombeo.
NGO	Norma Guatemalteca Obligatoria.
Patógeno	Que causa enfermedad.
Pérdida de carga (Hf)	Es la pérdida de energía (o baja de presión) en la tubería, debida a la resistencia del material del conducto al flujo del agua.
Período de Diseño	Tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con una eficiencia aceptable.

Piezométrico	Relativo a cargas de presión en el funcionamiento hidráulico de tuberías.
Población	Cantidad de habitantes que componen una comunidad.
Potabilización	Serie de procesos para hacer el agua apta para beberla.
Red de distribución	Sistema de tuberías unidas entre sí, que conducen el agua desde el tanque de distribución hasta la vivienda del consumidor.
Sedimentación	Remoción de material suspendido por acción de la gravedad.
Sistema	Obra total para proveer de agua potable a una o varias comunidades, consistente en otros subsistemas (conducción, distribución, conexiones domiciliarias, etc.).

Tabletas de tricloro	Es una forma de presentación del cloro, la cual consiste en pastillas o tabletas, que tienen un tamaño de 3 pulgadas de diámetro, por una pulgada de espesor, con una solución de cloro al 90 por ciento y un 10 por ciento de estabilizador; el peso de la tableta es de 200 gramos y la velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gramos en 24 horas.
Tanque de Almacenamiento o de Distribución	Unidad destinada a compensar las variaciones horarias de caudal y garantizar la alimentación de la red de distribución.
Tramo	Longitud comprendida entre dos puntos de una tubería.
Uniones	Accesorios que sirvan para enlazar o juntar dos tramos de tubería.
Válvula de aire	Válvula para eliminar el aire existente en las tuberías; se las ubica en los puntos altos de la línea.
Válvula de limpieza	Válvula ubicada en los puntos más bajos de la red o conducción para eliminar acumulación de sedimentos.

Válvulas

Accesorios que se utilizan en las redes de distribución para controlar el flujo y se pueden clasificar en función de la acción específica que realizan. Las válvulas más comunes en una red de distribución son las de compuerta y sirven para aislar segmentos de la misma.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, consiste en el diseño y planificación del sistema de conducción y distribución de agua potable para el municipio de San Juan Chamelco, departamento de Cobán Alta Verapaz, Guatemala. Dicho trabajo se presenta en dos fases.

Para la elaboración del proyecto fue necesario interactuar en la comunidad, principalmente para la primera fase de la investigación, donde se pudo recabar datos monográficos y topográficos del municipio. Dichos datos obtenidos fueron la base para la fase dos, que consiste en el diseño y cálculo de la red de conducción y distribución, así como también las obras de arte, que como resultado harán posible que los habitantes cuenten con el servicio de agua potable en sus viviendas.

El diseño de la red se realizó por el método de ramales abiertos y cerrados, debido a las características topográficas del lugar. Además se efectuó el presupuesto, cuantificación de materiales y mano de obra necesarios. Se propone una tarifa basada en los gastos de operación y mantenimiento del sistema, tomando como base la evaluación socio-económica.

La construcción del sistema de agua, cumple con las especificaciones técnicas establecidas por el rector de agua y saneamiento en el país, además con la ambiental vigente como lo establece el Decreto 68-86, el Acuerdo Gubernativo No. 23-2003, el Código de Salud y el Código Municipal.

La amplia colaboración de las autoridades municipales de ese lugar, así como el aporte docente y científico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, han hecho posible la realización de este trabajo.

En esta investigación se desarrollará el rediseño y ampliación de la red de agua potable para que tenga una vida útil de 20 años.

OBJETIVOS

General

Con el diseño del proyecto de abastecimiento de agua potable, para el municipio de San Juan Chamelco, los pobladores tendrán la oportunidad de satisfacer las necesidades en cuanto al servicio básico del vital líquido, ya que tendrá un sistema confiable, seguro y libre de posibles contaminantes, contribuyendo a mejorar la calidad de vida.

Específicos

1. Determinar y examinar las necesidades de infraestructura.
2. Realizar un diagnóstico de las necesidades de las comunidades beneficiadas.
3. Capacitación a las autoridades municipales y comunitarias encargadas del proyecto sobre la operación y mantenimiento del mismo.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las grandes civilizaciones nacieron y prosperaron al lado de un foco de agua. Este líquido, vital para la vida, les dio el desarrollo necesario para crecer y desenvolverse. La primera civilización nació a orillas de los ríos Tigris y Eufrates.

Los egipcios le deben su existencia al Río Nilo. Así, se pueden enumerar un sin fin de civilizaciones, grandes y pequeñas, que deben su existencia al agua. Y aún en tiempos modernos, ya en el siglo XX, y aproximándonos al XXI, el agua sigue rigiendo nuestro diario vivir. No se ha encontrado otra sustancia que pueda sustituir a este preciado líquido. Preciado, porque vale tanto como la tierra; hasta más. Sin él, no habría vida en este planeta.

El agua le da desarrollo integral a una comunidad. La buena distribución de ésta, permite que toda la comunidad goce de este mismo desarrollo. En las comunidades rurales, las siembras dependen de una buena distribución del agua. Debido a que no por cualquier parte se encuentra agua, el hombre ha aprendido a canalizarla hasta donde le sea necesario distribuirla.

De ello surgen las redes de agua potable, cuya función principal es de distribuir el agua potable de una fuente natural hacia cada uno de los puntos en donde sea necesario este preciado líquido. El funcionamiento de esta red depende principalmente en su diseño y en el análisis de crecimiento de la población.

En Guatemala existen comunidades que no cuentan con servicios básicos, otras que su sistema ha caducado por la falta de mantenimiento o mal aprovechamiento de los recursos hídricos, muchas no cuentan con un servicio de agua potable adecuado y digno que garanticen un nivel de vida; es por ello que se realiza el presente trabajo de tesis, que consiste en el diseño del sistema de conducción y distribución de agua potable para el municipio de San Juan Chamelco, departamento de Cobán Alta Verapaz, Guatemala.

Con la implementación de este servicio se busca disminuir el índice de enfermedades provocado por el consumo de agua que no cumple con los requisitos de salubridad para garantizar un nivel de vida digno.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN (MARCO METODOLÓGICO)

1.1. Aspectos históricos

San Juan Chamelco fue fundado el 24 de junio de 1543 en honor al Apóstol San Juan Bautista; sus habitantes, de la etnia q'eqchi', fueron reunidos por los religiosos Dominicanos para que eligieran a la persona que debía gobernarlos, escogiendo al cacique de caciques Juan Matalbatz.

Este municipio ha sido de gran importancia desde antes de la entrada de la cultura hispánica en América; fue considerado por los españoles como un asentamiento de primer orden en lo social, político y cultural para los colonizadores.

1.1.1. Medio físico natural (aspectos físicos)

La fauna de San Juan Chamelco ha sido afectada en los últimos años, debido al crecimiento de la población humana, ya que estos se dedican a la caza de animales silvestres para obtener alimentos para la familia o por deporte en algunos casos.

La deforestación y ampliación de las áreas de cultivo también han afectado negativamente el crecimiento de la fauna y flora. No obstante lo anterior, en las montañas de este municipio existe una gran variedad de animales silvestres entre mamíferos, aves y reptiles.

Entre los mamíferos se encuentran: coche de monte, tacuacín blanco y negro, danta o tapir, jabalí, tepezcuintle, mapache, pisote, ardillas, armadillo, venado, micos, oso hormiguero, conejos, cotuzas, taltuza, puerco espín, gato de monte, hurón, micoleón, zorrillo, comadreja, perro de agua, ocelote, puma y otros.

Entre las aves se pueden mencionar: chacha, guachoco, chocolate, pato bola, pajuil, gallareta o gallina de agua, gallito, paloma torcaza, paloma espumuy, tortolita, azulejo, coronalito, pelícano, garza blanca, quetzal, loro carpintero, lechuza, tecolote, guardabarrancos, pájaro carpintero, colibrí, ceniztli, zanate y muchos otros. Los reptiles están representados por culebras de diferentes especies, tales como: mazacuata, ranera, zumbadora, cantil, chichicúa, coral cantil de agua, bejuquillo, cascabel, sabanera y otra clase de reptiles entre ellos: lagartijas, cotétes, iguanas, etc.

Muchas de estas especies se encuentran en peligro de extinción, producto de la cacería indiscriminada por parte de los mismos habitantes y cazadores furtivos que llegan de los municipios vecinos así como las rozas y la práctica de dar fuego para limpiar las áreas de cultivo que cuando no se controlan afectan a los bosques vecinos.

San Juan Chamelco, dada sus condiciones climáticas, cuenta con una gran variedad de coníferas, diversidad en variedades de árboles maderables, flores preciosas como; orquídeas, rosas, claveles, chinitas, lirios, azaleas, tulipanes, helechos, etc. así como variedad de árboles de maderas preciosas como ropsul, chicozapote, caoba, cedro y otros maderables para la construcción como pino, conacaste, palo blanco, taxiscobo, liquidámbar, ciprés, etc.; también se pueden encontrar plantas y hierbas medicinales, así como plantas ornamentales y textiles como el maguey.

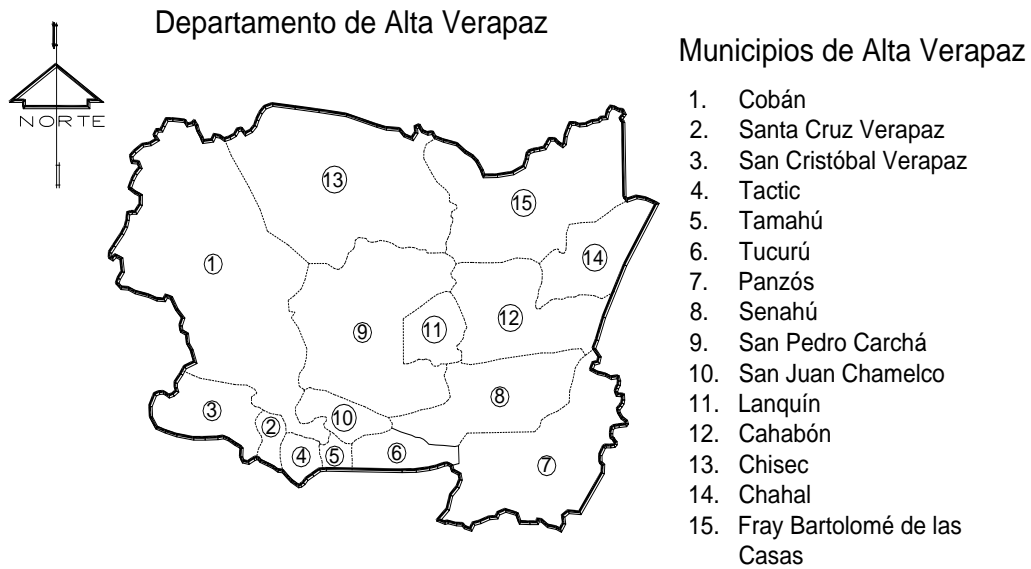
En plantas para la producción de frutas y verduras se encuentra una gran variedad y entre ellas se puede mencionar el naranjo, mandarina, limón, tomate de árbol, aguacate, zapote, manzana, pera, guayaba, mango, etc.

1.1.2. Ubicación y localización geográfica

El municipio de San Juan Chamelco se localiza en el departamento de Alta Verapaz, en la República de Guatemala a 219 kilómetros de la ciudad capital y a 8 kilómetros de la Ciudad de Cobán, cabecera municipal de dicho departamento a 15° 25' 20" de latitud norte, 90° 19' 20" de longitud este y una altura sobre el nivel del mar de 1 393 metros.

El territorio de San Juan Chamelco colinda con los siguientes municipios, todos pertenecientes al departamento de Alta Verapaz.

Figura 1. **Mapa del departamento de Alta Verapaz**



Fuente: elaboración propia.

Norte: Municipio de San Pedro Carchá

Este: Municipio de San Pedro Carchá

Sur: Municipio de Cobán y Tamahú

Oeste: Municipio de Cobán

1.1.3. **Extensión territorial**

La extensión territorial del municipio de San Juan Chamelco es de 80 kilómetros cuadrados.

1.1.4. Clima

Es variado, debido a que su formación geológica presenta diferentes alturas sobre el nivel del mar, el clima predominantes es el templado lluvioso. Su altura máxima promedio es de 1 900 metros sobre el nivel del mar.

Según la estación meteorológica ubicada en el departamento de Cobán (latitud 152 800, longitud 902 427, altitud 1 323), el promedio de los tres últimos años es:

Temperatura media	19,8 °C
Temperatura máxima promedio	25,2 °C
Temperatura mínima promedio	13,7 °C
Temperatura máxima absoluta	33,4 °C
Temperatura mínima absoluta	4,4 °C
Lluvia	2 360,13 mm
Días de lluvia	219
Humedad relativa	82,3%
Presión atmosférica	652,06 mm mercurio
Velocidad del viento	5,03 km/hora

Fuente: INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología).

1.1.5. Suelo

En el municipio de San Juan Chamelco, el principal uso del suelo está enfocado a bosques de latifoliadas, pero también a bosque mixto y bosque secundario. Aunque, es importante hacer notar que la agricultura limpia anual

tiene una amplia extensión en su uso. Lo cual es necesario considerar por la pendiente de los terrenos que caracteriza a este municipio.

1.1.6. Topografía

Su topografía es quebrada, y el recurso suelo presenta un 80 por ciento de vocación forestal.

1.1.7. Fauna y flora existente

Existe una gran variedad de fauna, entre las que se pueden mencionar: mamíferos silvestres y de aves monteses, también existe diversas especies de culebras.

Es fácil encontrar tepezcuintles, mapaches, pizotes, ardillas, coche de monte, cabros, etc.

En la flora se encuentra variedad de orquídeas, rosas, tulipanes, etc. Entre las especies arbóreas se encuentra caoba, cedro, pino, conacaste, palo blanco etc. También se pueden encontrar plantas y hierbas medicinales así especies utilizadas para artesanías.

1.1.8. Hidrografía

Este municipio es irrigado por varios ríos como:

Ríos	Riachuelos	Quebradas
Cucanjá	Caquipec	Chitix
Chiché	Quecxibal	Chitubtú
Chilax	Seaquibá	Juljá
Chió		Raxtap
Chitepey		Sacquil
Mestelá		Saquilá
Santo Tomás		Satolox
Sotzil		

Fuente: hoja Cartográfica 1:50,000 2164 Cobán INE.

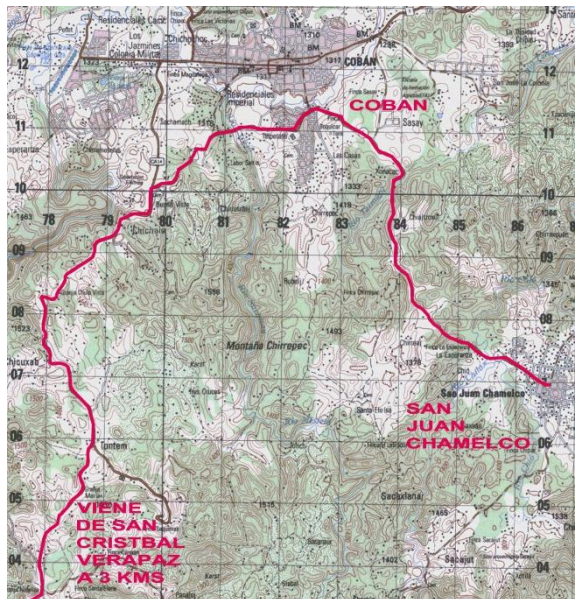
1.2. Medio físico artificial (aspectos de infraestructura)

La diferencia fundamental del hombre es la capacidad de aquél para razonar, recrear y modificar el medio natural en el que vive, el avance científico tecnológico, decía que el hombre en su interacción era una afirmación ya que puede transformar las condiciones naturales a su voluntad.

1.2.1. Vialidad y acceso

El municipio de San Juan Chamelco se localiza a 219 kilómetros de la ciudad capital y a 8 kilómetros de la ciudad de Cobán.

Figura 2. **Vías de acceso al municipio de San Juan Chamelco.**



Fuente: hoja Cartográfica 1:50,000 2164 Cobán INE.

1.2.2. **Tipología de las viviendas**

En este municipio, los locales de habitación particulares es de 1 458, ocupadas hay 1 205 y desocupadas 253. San Juan Chamelco cuenta con 1 458 hogares con un promedio de personas por hogar de 5. El porcentaje de ocupación es de 82,64 por ciento.

En relación a la distribución porcentual de estas es de 54,7 por ciento de viviendas formales (paredes de block o madera, techo de lámina y piso cemento) y 45,1 por ciento de ranchos (techo de palma, paredes de bajareque o lámina, piso de tierra) y 0,2 por ciento casas improvisadas.

1.2.3. Infraestructura: agua, saneamiento, electricidad, cable, teléfono

De las viviendas antes descrita, los locales que están ocupados, cuentan con servicio de agua 900 viviendas que representan el 61,72 por ciento; 344 viviendas cuentan con drenaje que representan únicamente el 7 por ciento y con servicio de energía eléctrica 837 viviendas que representan el 57,40 por ciento.

En resumen se puede indicar que solamente el 21,67 por ciento (316 viviendas ocupadas) cuentan con servicios de agua, drenaje y energía eléctrica.

1.2.4. Equipamiento: centro de salud, escuelas

Para atender a la población, el distrito de Salud de San Juan Chamelco cuenta con cuatro puestos de salud establecidos en las comunidades de Campat, Chajaneb, Chamil y Saquil, todas del municipio. Además hay un trabajador social rural, y un inspector de saneamiento básico.

En infraestructura este distrito cuenta con un centro de salud y cuatro puestos de salud, más centros de convergencia.

En infraestructura educativa, cuenta en el nivel pre primario bilingüe con 6 escuelas oficiales, y una del PRONADE. Para el nivel párvulario se cuentan con tres escuelas oficiales, una escuela en el sector privado y seis de PRONADE. Para la educación primaria cuenta con 31 escuelas oficiales, una en el sector privado. En el sector básico, se cuenta con dos institutos por cooperativa, una ubicada en la finca Municipal Sesibche y otro en la comunidad de Chamil.

También se cuenta con una escuela telesecundaria (America Latina), y un instituto para el nivel diversificado (Instituto Técnico de Recursos Naturales).

1.3. Medio cultural y socioeconómico (aspecto socioeconómico)

Es de gran importancia para el desarrollo del estudio, pues es una herramienta para poder determinar el potencial benefició que se desarrollará como producto de la implementación del proyecto.

1.3.1. Origen

San Juan Chamelco, deriva su nombre de Chamelco de las voces del Nahuatl Xamitlco, de las Voces Xamitl, que significa Adobe, y Co, locativa de lugar, lo que significa Lugar de Adoberas. Según narraciones de ancianos lo que hoy conocemos como San Juan Chamelco, se llamaba Chup Li Ch'och, que en lengua Q'eqchí' quiere decir Ombligo de la Tierra. Los primeros colonizadores procedían de la ciudad de Lem Hu que quiere decir Sombreado.

San Juan Chamelco fue fundado 24 de junio de 1543 en honor al Apóstol San Juan Bautista, los Q'eqchies fueron reunidos y eligieron al que debía de gobernarlos nombrando a Juan Matalbatz, siendo este el cacique de caciques Juan Matalbatz.

1.3.2. Actividad económica

En el municipio la mayor parte de la población se dedica a la agricultura, tanta en cultivos anuales, como hortalizas, entre los que se destaca: maíz, frijón, papas, chote, repollo, té, café, verduras, cardamomo, aguacate, pimienta

gorda, chile, arroz, cacao, y las frutas como naranja, banano así como también el *Feather Leef* (hoja de cuero) y el té negro que es producto de exportación.

1.3.3. Etnia, religión y costumbres

Grupos étnicos, en este municipio el grupo indígena dominante es el q'eqchi, con 36 243 habitantes en el caso de los ladinos son 1 121 habitantes. (INE 2002). Su religión en un 90 por ciento es católica. Datos obtenidos por el departamento de desarrollo urbano y rural de San Juan Chamelco, Alta Verapaz.

Su estructura social se compone de:

- Asociación de mujeres del área Q'eqchí-AMAQ CHAMIL, Asociación de Desarrollo Integral Maya Chamil-ADIMCHA, Asociación Mujeres Vamos Adelante, ADICOM (Asociación de Desarrollo Integral Comunitario de Mujeres Chamelqueñas, Consejo Municipal de Mujeres, Red de capacitación y cooperación intermunicipal MICROSUAV.
- Cofradías: existe la cofradía del Apóstol San Juan Bautista, Patrono de San Juan Chamelco, Alta Verapaz.
- Comités: organizaciones de base, número de comités registrados en la municipalidad 460 entre los cuales están de pro mejoramiento, agua, luz, carretera, salud, techo mínimo, agroforestal, patronatos de padres de familia, amas de casas, consejo de mujeres, brigadas forestales, COEDUCAS, organizaciones pecuarias, religiosas, sindical, municipal, junta deportiva municipal, Kima de Seguridad Ciudadana, COCODES.

Datos proporcionados por la municipalidad de San Juan Chamelco, Alta Verapaz.

1.3.4. Alfabetismo

En San Juan Chamelco la tasa de analfabetismo es de 67,7 por ciento, actualmente el programa de alfabetización atiende a 287 (92 hombres y 195 mujeres) participantes en 27 centros establecidos. Los cuales son atendidos por 34 facilitadores. Con esto, San Juan Chamelco tiene un déficit de cobertura de 3 953 personas.

1.4. Planteamiento del problema

La comunidad del casco urbano del municipio de San Juan Chamelco, posee un sistema de captación y distribución que ya posee 50 años aproximadamente, motivo por el cual es totalmente deficiente, por lo que la población necesita un nuevo sistema que satisfaga la demanda.

1.4.1. Justificación del estudio

El sistema de agua potable que actualmente está en funcionamiento en la cabecera municipal de San Juan Chamelco, posee una deficiencia, no abastece a la comunidad en su totalidad, hay escasez de agua y racionamientos. Sólo hay agua a ciertas horas del día, dependiendo a que área de la comunidad se refiera y las obras de apoyo caducaron. Los pobladores tienen la necesidad de una nueva red de abastecimiento de agua que solvete sus necesidades.

Con un nuevo sistema de agua potable, los habitantes se verán grandemente beneficiados, porque dejará de existir la escasez de agua, así como también elevará su nivel de vida, al poseer este servicio.

1.4.2. Delimitación del problema

Se trabajará únicamente el casco urbano, limitándose al levantamiento que se realizó conjuntamente con la municipalidad.

1.4.2.1. Alcances y límites

Se trabajará conjuntamente con la municipalidad y COCODES de las comunidades beneficiadas, por lo que se cuenta con buena base de datos y apoyo de ambas partes para la obtención de censos.

1.4.2.2. Aporte

Con el diseño de un sistema de conducción y distribución que abastezca adecuadamente de agua potable a la población del municipio de San Juan Chamelco, departamento de Cobán, Alta Verapaz, por un período de 20 años, la población gozará de una mejor calidad de vida.

2. SERVICIOS PROFESIONALES

2.1. Diseño del sistema de conducción y distribución de agua potable para el municipio de San Juan Chamelco, departamento de Cobán, Alta Verapaz, Guatemala

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado, EPS, se elaborará el diseño del sistema de conducción y distribución de agua potable del municipio de San Juan Chamelco, departamento de Cobán; el cual funcionará por gravedad ya que las fuentes se ubican a un nivel considerable respecto al nivel de las viviendas, a las cuales se les proporcionará el servicio. La línea de conducción consta de 12 kilómetros abasteciendo de 3 diferentes fuentes, la línea de distribución tendrá 30 842 kilómetros con dos tanques de distribución. En dicho proyecto saldrán beneficiadas 2 957 viviendas proyectadas al 2029 y 1 458 actuales.

2.1.1. Selección de las fuentes

Para dotar del vital líquido, la comunidad cuenta con tres fuentes de agua, Xalija tiene una extensión territorial aproximadamente de 1 caballería y contiene tres nacimientos de agua, pero se realizarán los aforos respectivos de las fuentes, y también la finca Chilax que solamente dan la autorización para la toma del agua del nacimiento.

En dichas fuentes de agua se realizarán estudios bacteriológicos; la compra estará financiada por la organización municipal para poder abastecer el municipio, actualmente es limitado el servicio por el nacimiento Campat que no

es suficiente para la población actual, el proyecto es generado por las organizaciones de SEGEPLAN, BID conjuntamente con la municipalidad de San Juan Chamelco y ayuda técnica por medio de la práctica supervisada de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se realizaron visitas de campo a los lugares de Sacampana, Campat o Chipar, Finca Chilax, Xalija fuentes de agua que se utilizaran en el proyecto.

2.1.1.1. Aforo de las fuentes

El aforo es la determinación del caudal de una fuente, estos pueden hacerse de distintas maneras, según los caudales. En el presente proyecto el aforo se hizo a través del método volumétrico, utilizando una cubeta de 5 galones y tomando el tiempo de llenado con un cronómetro. Este procedimiento se realizó cinco veces para sacar un promedio del tiempo para que fuera más confiable.

Figura 3. Fuente de abastecimiento No. 1



Fuente: Nacimiento Xalija 1, San Juan Chamelco, Alta Verapaz. Elaboración propia.

Figura 4. **Fuente de Abastecimiento 2**



Fuente: Nacimiento Xalija 2 San Juan Chamelco, Alta Verapaz. Elaboración propia.

En resumen obtuvimos:

Fuente de agua Xalija1	(1 er. Lugar)	4,4	litros/s
Fuente de agua Xalija 2	(2 do. Lugar)	1,22	litros/s
Fuente de la finca Chilax	(3 er. lugar)	20	litros/s

2.1.1.2. Obras existentes

Actualmente existen 2 tanques de distribución que no tienen la capacidad que requiere el sistema, además uno se encuentra en mal estado y el otro fuera de funcionamiento.

Figura 5. **Muestra del estado actual del tanque**



Fuente: San Juan Chamelco, Alta Verapaz. Elaboración propia.

Figura 6. **Tanque existente**



Fuente: San Juan Chamelco, Alta Verapaz. Elaboración propia.

2.1.2. Calidad del agua

Para que el agua sea potable debe ser sanitariamente segura y agradable a los sentidos. Para determinar la calidad del agua, es necesario regirse por normas, en Guatemala dichas normas son COGUANOR NGO 290001; esta

dicta los límites y características de calidad física, químicas y bacteriológicas. Estas características se determinan por medio de exámenes de laboratorio, entre los cuales tienen: análisis físico químico; nos brinda las propiedades físicas y químicas como color, olor, sabor, pH, turbiedad, entre otras. De igual forma se tiene el examen bacteriológico que indica el nivel de contaminación con organismos patógenos. Ambos estudios se realizaron en las tres fuentes de abastecimiento, fueron analizados en el laboratorio de agua del Instituto de Fomento Municipal.

2.1.2.1. Análisis bacteriológico

Se realiza un examen bacteriológico con el fin de verificar la cantidad de coliformes totales y fecales que posee el agua de la fuente, para que no sea una fuente de contaminación, y en base a los resultados, establecer el sistema de desinfección necesario para no incrementar el índice de morbilidad en la comunidad.

El resultado del examen bacteriológico que fue realizado en el laboratorio de agua del Instituto de Fomento Municipal, según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua, después del tratamiento, el agua será apto para consumo humano. Copia del resultado del examen se podrá encontrar en el apéndice.

2.1.2.2. Examen físico-químico

El examen físico químico permite determinar las características físicas del agua tales como; el aspecto, el olor, el color, la turbiedad, dureza, alcalinidad, ph. Además determina las sustancias químicas que pueden dañar la salud, tuberías y equipos entre los cuales se puede mencionar los aniones

(magnesio, hierro, etc.) cationes (cloruros, fluoruros, nitritos, sulfatos) y en base a estos resultados, se determinara si el agua es apta para el consumo humano.

El resultado del examen de laboratorio que fue realizado en el laboratorio de agua del Instituto de Fomento Municipal, indica que desde el punto de vista de la calidad física y química, el agua cumple con las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua, por lo tanto es apta para consumo humano. Copia del resultado del examen se podrá encontrar en el apéndice.

2.1.3. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico tiene como finalidad recabar toda la información de campo necesaria para elaborar un diseño que permita la construcción de una obra lo más eficiente posible y al mismo tiempo se recaba información de instalaciones existentes que puedan servir como referencia al proyecto tales como; iglesias, escuelas, caminos, carreteras, puentes.

2.1.3.1. Planimetría

Se refirió al meridiano magnético (norte) y se efectuó con teodolito de precisión marca *Wild* y cinta métrica metálica de precisión, estatal de aluminio de 4 metros, dos plomadas, para el levantamiento la municipalidad proporciono equipo de apoyo.

Para la obtención de datos se utilizó el método de conservación de azimut, acompañado de radiaciones para el levantamiento de las viviendas.

2.1.3.2. Altimetría

Se realizó por el método taquimétrico, que es el que mide distancia, dirección y diferencia de elevación de un punto, por medio de una sola observación hecha desde una misma estación y leyendo la información de los hilos superior, medio e inferior que da el teodolito.

2.1.4. Cálculo de población

Es el grupo de personas que viven en un área determinada o espacio geográfico, la población total de un territorio se determina por procedimientos estadísticos y mediante el censo de población.

2.1.4.1. Población actual y tasa crecimiento

En este proyecto actualmente existen 1 458 viviendas, cada una cuenta con 5 integrantes siendo un aproximado de 7 290 con una tasa de crecimiento de 3,6 según censos propios de la municipalidad de San Juan Chamelco.

2.1.4.2. Período de diseño

Es el tiempo durante el cual el sistema debe funcionar en óptimas condiciones y deben de tomarse en cuenta aspectos como la durabilidad de los materiales y equipo utilizado, calidad de construcción, los costos y las tasas de interés vigentes, crecimiento de la población y un adecuado mantenimiento.

Para el presente proyecto se asignará un período de diseño de 20 años más un año en trámites para el financiamiento.

2.1.4.3. Población futura

La población futura se realizó por medio del cálculo geométrico, por medio de la fórmula

$$Pf = Po (r + 1).^n$$

Pf = Población futura

Po = Población Inicial

r = Tasa de Crecimiento

N = Periodo de diseño

Dando como resultado

$$Pf = 7\ 290 (3,6\% + 1).^{20}$$

$$Pf = 14\ 788 \text{ habitantes}$$

2.1.5. Criterios de diseño

Procesos de creación y desarrollo para un objetivo específico, de beneficio para uso humano; para un resultado que se pondrá en práctica en el desarrollo del proyecto.

2.1.5.1. Dotación de agua

Es el volumen de agua que se le asigna a una persona para su consumo en la unidad de tiempo. Generalmente la dotación se determina en l/hab/día.

Es recomendable que la dotación se determine con base en estudios de demanda de agua de la población que se investiga, o poblaciones cercanas con características similares. Los factores que influyen en la determinación de la dotación son: clima, nivel de vida, actividad productiva, número de habitantes,

costumbres, existencias de abastecimientos privados, presiones en la red, existencia de alcantarillado y capacidad administrativa de la municipalidad.

Generalmente poblaciones pequeñas presentan consumos bajos con relación a ciudades grandes y desarrolladas, debido a la ausencia de industria, carencia de alcantarillado y el bajo porcentaje de área recreacional que amerite riego y mantenimiento.

Con la finalidad de determinar la dotación, se consideran los factores que influyen en la misma, así como también las especificaciones del Instituto de Fomento Municipal. La dotación debe satisfacer las necesidades de consumo de la población con la finalidad de que esta desarrolle sus actividades de la mejor manera posible.

Se estableció que la dotación para este proyecto será de 90 l/hab./día.

2.1.5.2. Factores de consumo y caudales

Un sistema de agua potable, debe suministrar agua a una comunidad, en forma continua y con presión suficiente, a fin de satisfacer las necesidades de confort y propiciar su desarrollo. Para lograr tales objetivos, es necesario que cada una de las partes que constituyen el acueducto, esté satisfactoriamente diseñada y funcionalmente adaptada al conjunto.

Las condiciones climáticas, los días de trabajo, etc., tienden a causar algunas variaciones en el consumo de agua. Durante la semana, el lunes se producirá el mayor consumo y el domingo, el más bajo. En algunos meses se observará un promedio diario de consumo más alto que el promedio anual.

Especialmente en el tiempo caluroso producirá una semana de máximo consumo y ciertos días superarán a otros en cuanto a demanda. También se producen demandas de consumo altas cada mañana al empezar la actividad del día y un mínimo hacia las cuatro de la madrugada.

2.1.5.2.1. Factor día máximo

Este incremento porcentual, se utiliza cuando no se cuenta con datos de consumo máximo diario. UNEPAR – INFOM recomienda lo siguiente:

Tipo de población	FDM
Área rural	1,20 a 1,80
Área urbana	1,80 a 2,00
Área metropolitana	2,00 a 3,00

Para este proyecto se utilizó un FDM de 1,20.

2.1.5.2.2. Factor hora máximo (FHM)

Este, como el anterior, depende de la población que se esté estudiando y de sus costumbres. UNEPAR – INFOM recomienda lo siguiente:

Tipo de población	FDM
Área rural	1,80 a 2,00
Área urbana	2,00 a 3,00
Área metropolitana	3,00 a 4,00

Para este proyecto se utilizó un FHM de 1,80.

2.1.5.3. Caudales de diseño

Es la cantidad de flujo de agua potable que puede transportar la tubería, de cierto diámetro, población, dotación, pérdidas, presión de trabajo, velocidad y clase de tubería.

2.1.5.3.1. Caudal medio diario

Es el promedio de los consumos diarios durante un año de registro, pero al no contar con los registros se puede calcular en función de la población futura y la dotación asignada en un día. El caudal medio diario para el estudio en función se calculó de la siguiente manera.

$$Q_m = \frac{P_f * \text{dotación}}{86\,400 \text{ s}}$$

Pf	Población Futura	14 788,00	habitantes
	Dotación	90,00	l/h-d
t	Tiempo de un día	86 400	s

$$Q_m = 15,40 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Otros consumos:

Calculo de población equivalente de estudiantes (30 l/est.-día)

Total alumnos escuelas	5 353
Población equivalente	1 784
Consumo de centros educativos	1,86 l/s

Total de Consumos:

Consumo medio domiciliar	15,4 l/s
Consumo centros educativos	1,86 l/s
Consumo iglesias (1 serv. Dom/iglesia)	0,005 l/s
Salón comunal (1 serv. Dom/salòn)	0,005 l/s
Centro de salud (1serv. Dom/C. Salud)	<u>0,005 l/s</u>
Total	17,28 l/s

2.1.5.3.2. Caudal máximo diario

Es el día de máximo consumo de una serie de registros obtenidos en un año, regularmente sucede cuando hay actividades en la cuales participa la mayor parte de la población. El valor que se obtiene es utilizado en el diseño de la fuente, captación y línea de conducción.

A falta de registro, el consumo máximo diario (CMD) será el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor de día máximo (FDM) que oscile entre 1,20 y 1,50 según norma del INFOM.

Al tomar en cuenta el clima, el nivel socioeconómico y la cantidad de habitantes, se determina que para este estudio el factor de día máximo (FDM) es de 1,20.

$$QDM = Qm * FDM$$

$$QDM = 17,28 * 1,2$$

$$QDM = 20,73 \text{ l/s}$$

2.1.5.3.3. Caudal máximo horario

Es conocido también como caudal de distribución, debido a que es el utilizado para diseñar la línea y red de distribución. Es la hora de máximo consumo en el día, el valor obtenido se usará para el diseño de la línea de distribución y la red de distribución.

Para determinar este caudal se debe multiplicar el consumo medio diario por el coeficiente o factor de hora máximo (FHM) cuyo valor varia de 2,0 a 3,0. La selección del factor es inversamente proporcional al tamaño de la población a servir, por lo que para el presente estudio, el valor de hora máxima tendrá el valor de 2,0.

El caudal de hora máximo, se determina mediante la siguiente ecuación.

$$QMH = Qm * FHM$$

$$QMH = 17,28 * 2,00$$

$$QMH = 34,55 \text{ l/s}$$

2.1.5.3.4. Velocidades máximas y mínima

Para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, según las normas de UNEPAR se consideran los siguientes límites:

Para conducciones mínima = 0,40 m/s y máxima = 3,00 m/s

Para distribución mínima = 0,60 m/s y máxima = 3,00 m/s

Para el diseño hidráulico de la línea de conducción del proyecto, se conducirá el 80 por ciento del caudal de la fuente, para lo cual se tomará como caudal de conducción el caudal de aforo.

2.1.5.3.5. Presión máxima y mínima

El diseño hidráulico, se hará con base a la pérdida de presión del agua que corre a través de la tubería. Para comprender el mecanismo que se emplea, se incluye los principales conceptos utilizados.

- Presión estática

Se produce cuando todo el líquido en la tubería y en el recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual al peso específico del agua, multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente.

La máxima presión estática recomendable que soportan las tuberías debe ser entre 90 por ciento y 95 por ciento de la presión de trabajo, teóricamente puede soportar más, pero por efectos de seguridad si hay presiones mayores que la presente, es necesario colocar una caja rompe presión o tubería más resistentes.

- Presión dinámica

Se produce cuando hay movimiento de agua. La presión estática modifica su valor disminuyéndose, debido a la fricción que causan las paredes de la tubería. La presión dinámica en un punto es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno.

2.1.6. Diseño hidráulico

Para el diseño hidráulico se compara el caudal máximo horario con el caudal de uso simultáneo, se elige el mayor, en este caso es el caudal máximo horario; luego haciendo uso de la fórmula de *Hazen & Williams* se procede a hacer los cálculos, los cuales se pueden ver en el apéndice.

2.1.6.1. Tipos de tubería

Tubería de PVC.

Tubería de hierro galvanizado.

2.1.6.2. Diseño de componentes del sistema

Los componentes del sistema tienen como funcionalidad, el desarrollo del sistema siendo un proceso unificado integral.

2.1.6.2.1. Captación

Para la captación, fue colocada en cada una de las fuentes una caja de captación de concreto armado y tiene las siguientes dimensiones: 1,50 x 1,50 x 1,50 metros y una losa con un espesor de 0,12 metros.

2.1.6.2.2. Línea de conducción

Es el conjunto de tuberías libres o forzadas que parten del tanque de captación hacia el tanque de distribución. En el presente proyecto fue utilizada tubería de PVC de diferentes diámetros y diferente presión según el cálculo

como se indica en la tabla de diseño ubicada en anexos. La línea de conducción posee una longitud total de 12 358,83 metros.

Datos:

$$Q_{\text{fuente}} = 3,52 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$\text{Cota E - 323} = 893,42 \text{ m}$$

$$\text{Cota E - 332} = 855,87 \text{ m}$$

$$L = 232,54 \text{ m}$$

Determinando carga disponible:

$$H_f = E_{323} - E_{332}$$

$$H_f = 893,42 - 855,87$$

$$H_f = 37,55 \text{ m}$$

Determinando diámetro teórico

$$\phi = \left(\frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * H_f} \right)^{1/4,87}$$

$$\phi = \left(\frac{1\,743,811 * 232,54 * 1,05 * (3,52)^{1,85}}{C^{1,85} * H_f} \right)^{1/4,87}$$

$$\phi = 1,67 \text{ pulg} \approx 2 \text{ pulg}$$

Determinando pérdida de carga

$$h_f = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \phi^{4,87}}$$

$$hf = \frac{1\,743,811 * 232,54 * 1,05 * 3,52^{1,85}}{140^{1,85} * 2^{4,87}}$$

$$hf = 10.02 \text{ m}$$

Determinando cota piezométrica en E 14

$$C_p = E323 - hf$$

$$C_p = 893,42 - 10,02$$

$$C_p = 883,40 \text{ m}$$

Determinando presión dinámica

$$P_d = C_p - E332$$

$$P_d = 883,40 \text{ m} - 855,87 \text{ m}$$

$$P_d = 27,53 \text{ m}$$

Determinando velocidad para diámetro de 2"

$$V = \frac{Q_{\text{fuente}}}{\text{Área}}$$

$$V = \frac{3,52/1\,000}{\frac{\pi}{4} * 2,19 * \left(\frac{2,54}{100}\right)^2}$$

$$V = 0,93 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Determinando cantidad de tubos

$$\text{No. de Tubos} = \frac{L}{6}$$

$$\text{No. de Tubos} = \frac{232,54 * 1,05}{6}$$

$$\text{No. de Tubos} = 43 \text{ Unidades}$$

2.1.6.2.3. Tanque de almacenamiento

El objetivo del tanque de almacenamiento, es compensar las horas de mayor demanda y según UNEPAR el volumen se encuentra entre 25 y 40 por ciento del consumo máximo diario en sistemas por gravedad y en sistemas por bombeo de 40 a 65 por ciento.

El presente proyecto se diseñó dos tanques los cuales tendrán una capacidad de 300 metros cúbicos, según los cálculos siguientes:

40%

Referencia: Guía para el Diseño de Abastecimientos de Agua Potable a Zonas Rurales (Guatemala 1994).
Numeral 4.4.3 (pág. 23)

$$\text{Vol.} = \frac{40\% * Q_m * 86\,400 \text{ s}}{1\,000 \text{ l}}$$

$$\text{Vol.} = \frac{40\% * 15,40 \frac{\text{l}}{\text{s}} * 86\,400 \text{ s}}{1\,000 \text{ l}}$$

$$\text{Vol.} = 532,37 \text{ m}^3 \approx 600\text{m}^3$$

2.1.6.2.4. Diseño estructural del tanque de distribución

Se necesita un almacenamiento de 600 metros cúbicos, para ello es necesario 2 tanques de 294 metros cúbicos cada uno. (ver anexo plano 43).

Dimensionamiento real del tanque

A	H	L
10,50	2,0	14,00
m	m	m

Dimensionamiento de Losa

A	H	ÁREA	VOL.	L
3,5	2	7	300	7,00
m	m	m ²	m ³	m

Determinando los coeficientes de momentos, se debe calcular de la fórmula

$$m = \frac{\text{a lado corto de la losa}}{\text{b lado largo de la losa}}$$

$$m = \frac{3,5}{7,00}$$

$$m = 0,50 \text{ trabaja en dos sentidos}$$

Verificar

Losa < 0,5 losa en un sentido

Losa ≥ 0,5 losa en dos sentidos

Determinando el espesor de la losa

$$m = \frac{\text{Perímetro}}{180}$$
$$m = \frac{2(a) + 2(b)}{180}$$
$$m = \frac{2(3,5) + 2(7,00)}{180}$$

$$m = 0,12 \text{ m}$$

Integración de cargas

Integrando cargas muertas (CM)

$$\text{CM} = \text{Peso de la losa} + \text{sobre carga} = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{PA} = \text{Peso de Acabados} = 90 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total de Carga Muerta} = 378 \text{ kg/m}^2$$

Integrando carga viva (CV)

$$\text{CV} = \text{Carga viva para techos inaccesible} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total de Carga Viva} = 100 \text{ kg/m}^2$$

Integrando carga última (C. U.)

$$\text{C. U.} = 1,4 \text{ C. M.} + 1,7 \text{ C. V.}$$

$$C. U. = 1,4 * \left(378 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) + 1,7 * (100 \text{ kg/m}^2)$$

$$C. U. = 699,20 \text{ kg/m}^2$$

Carga última muerta (C. M) y carga última viva (C. V.)

$$C. M. = 1,4 * \left(378 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = 529,2 \text{ kg/m}^2$$

$$C. V. = 1,7 * \left(100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = 170,00 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de momentos de losas No.1 y No. 6

Las losas No. 1 y No. 6 son tipificadas como el caso 6, método 3 ACI.

$$Ma(+) = Ca_m(+) * CUM * A^2 + Ca_v(+) * CUV * A^2$$

Ma(+) = Momento positivo

Cam(+)= Coeficiente para momentos positivos de carga muerta

CUM = Carga última muerta

A² = área del lado analizado

Cav(+)= Coeficiente para momentos positivos de carga viva

CUV = Carga última viva

Coeficiente para momentos negativos en losas ACI C(-)

$$Ca = 0,097$$

$$m = 0,5$$

$$Cb = \text{-----}$$

Coeficiente para momentos positivos debido a cargas viva en losa ACI $C_v(+)$

$$C_a = 0,078 \quad m = 0,5$$

$$C_b = 0,005$$

Coeficiente para momentos positivos debido a cargas muertas en losa ACI $C_m(+)$

$$C_a = 0,061 \quad m = 0,5$$

$$C_b = 0,003$$

Calculando momentos de las losas No. 1 y No. 6 (Losa inicial y final)

Momento Positivo en A ($M_a(+)$)

$$M_a(+) = C_{a_m}(+) * CUM * A^2 + C_{a_v}(+) * CUV * A^2$$

$$M_a(+) = 0,061 * 529,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (3,50)^2 + 0,078 * 170 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (3,50^2)$$

$$M_a(+) = 557,88 \text{ kg. m}$$

Momento Negativo en A ($M_a(-)$)

$$M_a(-) = C_{a_m}(-) * CU * A^2$$

$$M_a(-) = 0,097 * 699,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (3,50\text{m})^2$$

$$M_a(-) = 830,82 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Momento Positivo en B ($M_b(+)$)

$$M_b(+) = C_{b_m}(+) * CUM * B^2 + C_{b_v}(+) * CUV * B^2$$

$$M_b(+) = 0,003 * 529,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (7,00 \text{ m})^2 + 0,05 * 170 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (7,00 \text{ m})^2$$

$$M_b(+) = 119,44 \text{ kg. m}$$

Momento Negativo en B ($M_b(+)$)

$$M_b(+) = 0 \text{ kg. m}$$

Como el momento negativo b es cero, por definición se le asigna un tercio del momento positivo

$$M_b(-) = \frac{1}{3} * M_b(+)$$

$$M_b(-) = \frac{1}{3} * 119,44 \text{ kg. m}$$

$$M_b(-) = 39,81 \text{ kg. m}$$

Cálculo de momentos en losas intermedias

Las losas No. 2, No. 3, No. 4, No. 5 (losas intermedias), son tipificadas como el caso 5, del método 3 ACI

Coeficiente para momentos negativos en losas ACI $C(-)$

$$C_a = 0,09 \quad m = 0,5$$

$$C_b = \text{-----}$$

Coeficiente para momentos positivos debido a cargas viva en losa ACI $C_v(+)$

$$C_a = 0,067 \quad m = 0,5$$

$$C_b = 0,004$$

Coeficiente para momentos positivos debido a cargas muertas en losa ACI

$C_m(+)$

$$C_a=0,039 \quad m= \quad 0,5$$

$$C_b=0,001$$

Momentos de las losas No. 2, No. 3, No. 4 y No. 6 (losas intermedias)

(Ver figura No. 4)

$$M_a(+)= C_{a_m}(+) * CUM * A^2 + C_{a_v}(+) * CUV * A^2$$

$$M_a(+)= 0,039 * 529,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (3,50 \text{ m})^2 + 0,067 * 170 \text{ kg/m}^2 * (3,50 \text{ m})^2$$

$$M_a(+)= 392,35 \text{ kg.m}$$

Momento negativo en A ($M_a(-)$)

$$M_a(-)= C_{a_m}(-) * CU * A^2$$

$$M_a(-)= 0,09 * 699,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (3,50 \text{ m})^2$$

$$M_a(-)= 770,87 \text{ kg.m}$$

Momento positivo en B ($M_b(+)$)

$$M_b(+)= C_{b_m}(+) * CUM * B^2 + C_{b_v}(+) * CUV * B^2$$

$$M_b(+)= 0,001 * 529,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (7,00 \text{ m})^2 + 0,004 * 170 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (7,00 \text{ m})^2$$

$$M_b(+)= 59,25 \text{ kg.m}$$

Momento Negativo en B (Mb(-))

$$Mb(+) = 0 \text{ kg. m}$$

Como el momento negativo b es cero, por definición se le asigna un tercio del momento positivo.

$$Mb(-) = \frac{1}{3} * Mb(+)$$

$$Mb(-) = \frac{1}{3} * 59,25 \text{ kg} - \text{m}$$

$$Mb(-) = 19,75 \text{ kg. m}$$

Momento balanceado (Mbal)

Los momentos entre la losa inicial, intermedia y la losa final no son los mismos, por lo tanto se procede a calcular el 80 por ciento del momento mayor. Si este valor es más pequeño, que el momento menor, entonces el balanceado será igual a un promedio de los dos momentos (mayor y menor). De no ser sí, el momento balanceado será proporcional a sus rigideces. El procedimiento es el siguiente:

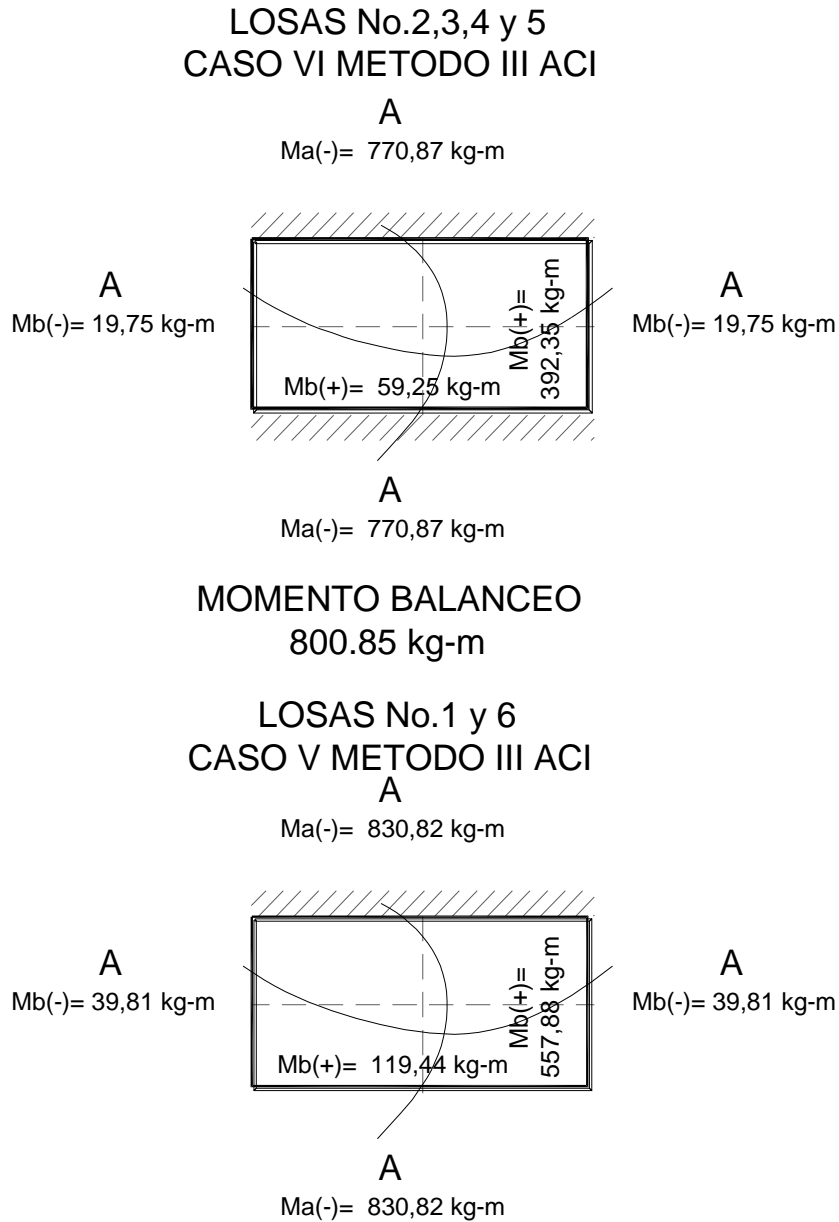
$$\text{Momento Mayor}(M_1) = 830,82 \text{ kg. m}$$

$$\text{Momento Menor}(M_2) = 770,87 \text{ kg. m}$$

$$0,80 * M_1 < M_2 = 0,80 * 830,82 \text{ kg. m} < 770,87 \text{ kg. m}$$

$$\text{Como } 664,66 \text{ kg. m} < 770,87 \text{ kg. m}$$

Figura 7. **Momento de losas**



Fuente: elaboración Propia.

$$M_{bal} = \left(\frac{M1 + M2}{2} \right) = \left(\frac{830,82 + 770,87}{2} \right) \text{ kg. m}$$

$$M_{bal} = 800,85 \text{ kg. m}$$

Cálculo de acero de refuerzo peralte efectivo de la losa (d), para recubrimiento mínimo según el código ACI 318-05 en la sección 7.7.1

$$d = t - \text{recubrimiento} - 1 \text{ diametro No. 3}$$

$$d = 12 \text{ cm} - 2,00 \text{ cm} - 1 \text{ cm}$$

$$d = 9 \text{ cm}$$

Franja Unitaria (Fu)

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

Diseño de acero de refuerzo

El código ACI 318-05 en la sección 10.5.1 de un elemento sometido a flexión cuando por análisis se requiera refuerzo de tracción, el A_s proporcionado no debe ser menor que el obtenido por medio es:

$$A_{s_{mín}} = \frac{14,1}{f_y} (b * d)$$

$A_{s_{mín}}$ = Área de acero mínimo

$$f_y = 2810 \text{ kg} - \text{cm}^2$$

d = espesor de losa – rec. –diámetro propuesto/2

b = el refuerzo en las losas se calcula usando ancho unitario

$$A_{s_{mín}} = \frac{14,1}{2810 \text{ kg/cm}^2} (100 * 9,00) \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 4,52 \text{ cm}^2$$

Cálculo de momento soportado usando A_s mínima

$$M_{sp} = 0,90 \left\{ A_s * f_y \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right\}$$

$$M_{sp} = 0,90 \left\{ 4,52 * 2810 \text{ kg/cm}^2 \left(9 \text{ cm} - \frac{4,52 \text{ cm}^2 * 2810 \text{ kg/cm}^2}{1,7 * 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 100 \text{ cm}} \right) \right\}$$

$$M_{sp} = 99\,741,20 \text{ kg. cm} = 997,41 \text{ kg. m}$$

Cálculo de área de acero

Para los momentos menores que el M_{sp} se usa $A_{s_{\min}}$; y para los momentos mayores que el M_{sp} se calcula el área de acero, con la fórmula

$$A_s = b * d - \left\{ (b * d)^2 - \left(\frac{M_u * b}{0,003825 * f'_c} \right) \right\}^{\frac{1}{2}} * \left(\frac{0,85 * f'_c}{f_y} \right)$$

Dónde:

A_s = área de acero en cm^2

M_u = Momento último en kg-m

b = base de la losa, en este caso se toma 100 cm

d = peralte efectivo de la losa

f'_c = resistencia a la compresión el concreto

f_y = resistencia a la fluencia del acero

El código ACI 318-05 en la sección 13.3.1 requiere que el área de refuerzo en cada dirección para sistemas de losas de dos direcciones debe determinarse a partir de los momentos en las secciones críticas, de los momentos balanceados. Como se puede observar hay diversidad de momentos así que se toman los mayores o críticos en cada sentido y se calculará el área de acero requerido por cada uno.

Tabla I. **Acero requerido de los momentos de la losa.**

No.	Momento (kg-cm)	Acero (cm ²)	Espaciamiento (cm)
1	83 082,00	3,74	18,98
2	80 085,00	3,60	19,72
3	77 087,00	3,46	20,52
4	55 788,00	2,49	28,51
5	39 235,00	1,74	40,80

Fuente: elaboración propia.

Espaciamiento del acero mínimo (S)

$$\frac{S}{A_v} = \frac{b}{A_s}$$

Dónde:

A_v = área de varilla

S = espaciamento

A_s = área de acero

b = 1,00 m

$$\frac{S}{0,71 \text{ cm}^2} = \frac{1,00}{4,52 \text{ cm}^2}$$

$$S = 0,15 \text{ m}$$

El área que resiste el acero mínimo, cubre los momentos del lado mayor, por facilidad de armado, el espaciamiento en ambos lados será 15 centímetros y el refuerzo será No. 3

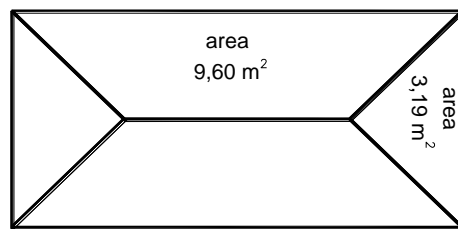
El código ACI 318-05 en la sección 7.6.5 requiere que en losas, exceptuando las losas nervadas, la separación del refuerzo principal por flexión no debe ser mayor que 3 veces el espesor de la losa, ni mayor que 45 centímetros.

$$S_{\text{máx}} = 3t = 3 * (0,12 \text{ m}) = 0,36 \text{ m}$$

Área tributaria contribuyentes al corte

$$V_{\text{actuante}} = \frac{CU * \text{Area}}{L}$$

Figura 8. **Área tributaria contribuyente al corte**



Fuente: elaboracion Propia.

$$V_{\text{actuante}} = \frac{699,22 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 3,19 \text{ m}^2}{3,50 \text{ m}} = 637,30 \text{ kg}$$

$$V_{\text{actuante}} = \frac{699,22 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 9,60 \text{ m}^2}{7,00 \text{ m}} = 968,93 \text{ kg}$$

Chequeo:

$$V_{\text{actuante}} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_{\text{actuante}} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 100 \text{ cm} * 9 \text{ cm}$$

$$V_{\text{actuante}} = 6784,48 \text{ kg}$$

Diseño de Viga

Las vigas son los elementos estructurales que transmiten las cargas tributarias de las losas de piso a las columnas verticales, están sometidas a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Los datos necesarios para su diseño son los momentos y cortes últimos actuantes, los cuales se toman del análisis estructural.

Viga A

Para determinar la base de la viga, se hace una referencia al código ACI 318-05 en la sección 21.3.1.3 la cual indica que el ancho del elemento, no debe ser menor que el más pequeño de 0,3 h y 250 milímetros.

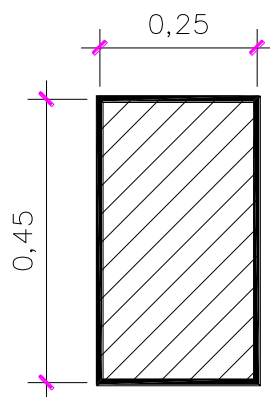
$$8\% * 7,00 \text{ m} = 0,56 \text{ cm}$$

$$\frac{L}{18,5} = \frac{7,00 \text{ m}}{18,5} = 0,37 \text{ cm}$$

$$P = \left(\frac{0,56 + 0,37}{2} \right) = 0,465 \text{ cm}$$

Se utilizará una sección de 0,25 m*0,45 m

Figura 9. **Viga tipo A**



Fuente: elaboración propia.

Carga uniformemente distribuida que ejerce el peso propio de la viga sobre el muro (W_v)

$$W_v = \gamma_c * B_v * H_v$$
$$W_v = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,25 \text{ m} * 0,45 \text{ m}$$
$$W_v = 270 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Carga uniformemente distribuida sobre el lado mayor (W_b)

$$W_b = \left(\frac{CU * Area}{6} \right) (3 - (m)^2)$$

$$W_b = \left(\frac{699,2 \frac{kg}{m^2} * 3,50 m}{6} \right) (3 - (0,5)^2)$$

$$W_b = 1\,121,63 \text{ kg/m}$$

Carga uniformemente distribuida total (W_t)

$$W_t = (2 * W_b) + W_v$$

$$W_t = (2 * 1\,121,63 \text{ kg}) + 270 \text{ kg/m}$$

$$W_t = 2\,513,26 \text{ kg/m}$$

La viga A, posee una restricción ligera por estar unida a otra viga, por lo cual sus momentos son:

Momento negativo de la viga A ($M_v(-)$)

$$M_v(-) = \frac{W_t * L^2}{24}$$

$$M_v(-) = \frac{2\,513,26 \frac{kg}{m} * (7,00 \text{ m})^2}{24}$$

$$M_v(-) = 5\,131,24 \text{ kg.m}$$

Momento positivo de la viga A ($M_v(+)$)

$$M_v(+) = \frac{W_t * L^2}{12}$$
$$M_v(+) = \frac{2\,513,26 \text{ kg/m} * (7,00 \text{ m})^2}{12}$$

$$M_v(+) = 10\,262,48 \text{ kg.m}$$

Acero mínimo de la viga ($A_{s_{\text{mín}}}$)

Determinación de refuerzo mínimo: el código ACI 318-05 en la sección 10.5 establece que en toda sección de un elemento sometido a flexión cuando por análisis se requiera refuerzo a tracción el A_s no debe ser menor a

$$A_{s_{\text{mín.}}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$
$$A_{s_{\text{mín.}}} = \frac{14,1}{2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 25 \text{ cm} * 40 \text{ cm}$$
$$A_{s_{\text{mín.}}} = 5,00 \text{ cm}^2$$

El acero mínimo, estará constituido por dos o más varillas (que representen un valor igual o mayor). Para este caso, el acero mínimo es 2 varillas No. 6 ($5,73 \text{ cm}^2$)

Acero máximo de la viga ($A_{s_{\text{máx.}}}$)

$$A_{s_{\text{máx.}}} = 0,5 * \rho_b * b * d$$

$$\rho_b = 0,85 * \beta * \frac{\epsilon_c}{E_c + \left(\frac{f_y}{E_s}\right)} + \frac{f'c}{f_y}$$

Dónde:

As_{máx} = Área de acero máxima

ρ_b = Cuantía de acero balanceado

b = Base del elemento estructural

d = Peralte efectivo

β_1 = Factor que depende del valor de $f'c$ del concreto, ver ACI 318-05
10.2.7.3

ϵ_c = Deformación unitaria del concreto

E_s = Módulo de elasticidad del acero

E_c = Módulo de elasticidad del concreto

$f'c$ = Resistencia a la compresión del concreto

f_y = Resistencia a la fluencia del acero

Como $f'c \leq 180 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \beta 0,85$

$\epsilon_c = 0,003$

$E_s = 2,1 * 10^6 \text{ kg/cm}^2$

$$A_{s_{máx.}} = 0,5 * \left(0,85 * \beta * \frac{\epsilon_c}{E_c + \left(\frac{f_y}{E_s}\right)} + \frac{f'c}{f_y} \right) * 40 * 25$$

$$A_{s_{máx.}} = 0,5 * \left(0,85^2 * \frac{0,003}{2,1 * 10^6 \text{ kg/cm}^2 + \left(\frac{2810 \text{ kg/cm}^2}{2,1 * 10^6 \text{ kg/cm}^2}\right)} + \frac{180}{2810} \right) * 40 * 25$$

$$A_{s_{máx.}} = 0,5 * 0,072 * 40 * 25 = 16,002 \text{ cm}^2$$

Momento que resiste el acero mínimo (Mo)

$$M_o = 0,90 \left\{ A_s * f_y \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right\}$$

$$M_o = 0,90 \left\{ 5,73 \text{ cm}^2 * 2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * \left(40 \text{ cm} - \frac{5,73 \text{ cm}^2 * 2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1,7 * 180 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 25 \text{ cm}} \right) \right\}$$

$$M_o = 5491 \text{ kg.m}$$

Acero necesario para resistir el momento negativo $A_s(-)$

El momento que resiste el acero mínimo es 5491 kilogramo metro, es superior al momento negativo es 5131,24 kilogramo metro por lo tanto, para resistir el momento negativo, se utilizara el acero mínimo.

$$A_s(-) = 5,73 \text{ cm}^2 \approx 2 \text{ Varillas No. 6}$$

Acero necesario para resistir el momento positivo ($A_s(+)$)

$$A_s(+) = \left\{ b * d - \left(\sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f'_c}} \right) * \left(\frac{0,85 * 180 \text{ kg/cm}^2}{2810 \text{ kg/cm}^2} \right) \right\}$$

$$A_s(+) = 9,56 \text{ cm}^2$$

El acero positivo estará constituido por:

$$As(+)=4 \text{ varillas No. 6}$$

$$As(+)=11,46 \text{ cm}^2$$

Chequeo para el acero de refuerzo, viga A

$$As_{\text{mín calculado}} < A(-) < As_{\text{máx}}$$

$$5,00 \text{ cm}^2 < A(-) < 16,00 \text{ cm}^2$$

$$As_{\text{mín calculado}} < A(+) < As_{\text{máx}}$$

$$5,00 \text{ cm}^2 < 9,56 \text{ cm}^2 < 16,00 \text{ cm}^2$$

Acero corrido mínimo para la cama superior

Será el mayor entre los siguientes valores

$$2 \text{ varillas No. 6} = 5,73 \text{ cm}^2 \text{ Mayor}$$

$$33\% \text{ del } As(-) = 1,89 \text{ cm}^2$$

Acero corrido mínimo para la cama inferior

Será el mayor entre los siguientes valores

$$2 \text{ varillas No. 6} = 5,73 \text{ cm}^2 \text{ Mayor}$$

$$50\% \text{ del } As(-) = 2,87 \text{ cm}^2$$

$$50\% \text{ del } As(+)=5,73 \text{ cm}^2$$

Longitud del bastón positivo (y)

Se realizará sumatoria de momentos en el centro de la viga, para calcular la distancia que existe entre el momento máximo, y el valor de momento resistente, que corresponda al acero mínimo, así

$$\frac{M(+)-M_o-W_t * y^2}{2} = 0$$
$$y = \frac{\sqrt{(M(+)-M_o) * 2}}{W_t}$$
$$y = \frac{\sqrt{(10,3\text{ton. m} - 5,5 \text{ ton. m}) * 2}}{2,51 \text{ ton. m}}$$

$$y = 1,95 \text{ m}$$

Longitud de desarrollo (Ld)

Av = Área de acero por varilla (As No. 6 = 2,87 cm²)

$$Ld = \frac{0,06 * A_v * f_y}{\sqrt{f'_c}}$$
$$Ld = \frac{0,06 * 2,87 \text{ cm}^2 * 2800 \text{ kg/cm}^2}{\sqrt{180 \text{ kg/cm}^2}}$$
$$Ld = 36 \text{ cm}$$
$$Ld = 36 \text{ cm} * 1,33 \text{ (factor de seguridad)}$$
$$Ld = 48,00 \text{ cm}$$

Longitud total del bastón (Lb)

$$\begin{aligned}L_b &= 2 * L_d + 2 * y \\L_b &= 2 * 0,48 \text{ m} + 2 * 1,95 \text{ m} \\L_b &= 4,86 \text{ m}\end{aligned}$$

Refuerzo a corte

Fuerza última de resistencia a corte de una sección (V_{cu})

$$\begin{aligned}V_{cu} &= 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d \\V_{cu} &= 0,85 * 0,53 * \sqrt{180 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}} * 0,25 \text{ cm} * 0,40 \text{ cm} \\V_{cu} &= 6\,044,09 \text{ kg}\end{aligned}$$

Fuerza del corte actuante (V_a)

$$\begin{aligned}V_a &= \frac{W_t * L}{2} \\V_a &= \frac{2\,513,26 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 7,00 \text{ m}}{2} \\V_a &= 8\,796,41 \text{ kg}\end{aligned}$$

La fuerza última que resiste la sección de la viga de corte (V_{cu}), es menor que la fuerza actuante, ($V_{cu} < V_a = > 6\,044,09 \text{ kg} < 8\,796,41$), por lo tanto, necesita refuerzo a corte.

Cálculo de la fuerza cortante (V_s)

$$\begin{aligned}V_s &= V_a - V_{cu} \\V_s &= 8\,796,41 \text{ kg} - 6\,044,09 \text{ kg} \\V_s &= 2\,752,32 \text{ kg}\end{aligned}$$

Espaciamiento de los estribos (S)

$$\begin{aligned}S &= \frac{0,85 * 2A_v * f_y * d}{V_s} \\S &= \frac{0,85 * 2 * 0,71 \text{ cm}^2 * 2\,800 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 40 \text{ cm}}{2\,752,32 \text{ kg}} \\S &= 49,12 \text{ cm}\end{aligned}$$

El espaciamiento máximo será el menor valor entre

$$61 \text{ cm}$$

$$s = \frac{d}{2}$$

$$s = \frac{40 \text{ cm}}{2}$$

$$s = 20 \text{ cm (menor)}$$

$$s = 49,12 \text{ cm}$$

El esfuerzo a corte estará formado por estribos No. 3 a cada 20 centímetros y el primero a 10 centímetros ($d/4$).

Armado final de la viga A (viga intermedia)

La viga tendrá el siguiente armado:

- 25 cm de base
- 45 cm de altura
- 40 cm de peralte efectivo
- 2 varillas corridas No. 6 en cama superior
- 4 varillas corridas No. 6 en cama inferior
- Estribos No.3 @ 20 cm y el primero @ 10 cm

(ver plano No. 44)

Vigas B y C (vigas perimetrales)

Armado Final

Las vigas B y C son aquellas que están apoyadas en toda su longitud sobre el muro; los esfuerzos a que están sometidas son mayoritariamente de compresión. Por lo tanto, no requieren un análisis detallado. Para las dimensiones de estas vigas, se consideran tanto la factibilidad de armado, como las especificaciones sobre refuerzos (mínimo y máximo). El armado final para estas vigas es el siguiente

- 30 cm de base
- 45 cm de altura
- 40 cm de peralte efectivo
- 2 varillas corridas No. 6 en cama superior
- 2 varillas corridas No. 6 en cama inferior
- Estribos No. 3 @ 20 cm

(ver plano No. 44)

- Diseño de los muros de los tanques de almacenamiento

Se diseñará un tanque con muros de concreto ciclópeo, y cubierta de losa de concreto reforzado con un volumen final aproximado será de 300 m³.

Estos muros serán construidos de concreto ciclópeo, lo cual significa que serán hechos con piedra bola con diámetros desde dos a seis pulgadas, unidas entre sí con concreto.

El diseño se realiza normalmente cuando es crítico y esto ocurre cuando el tanque está lleno de agua hasta el punto de rebalse, pero para mayor seguridad se asumirá hasta estar lleno a la altura de la parte inferior de la losa, ya que por algún descuido el rebalse puede ser obstruido.

Los muros del tanque están sometidos tanto a fuerzas del agua como del suelo, por lo que se diseñará tomando en cuenta las dimensiones propuestas.

Tendrá las especificaciones siguientes

F'_c = Resistencia última a compresión del concreto = 210 kg / cm²

F_y = Esfuerzo de fluencia del acero grado 40 = 2 810 kg / cm²

γ_c = Peso específico del concreto = 2 400 kg / m³

γ_{cc} = Peso específico del concreto ciclópeo = 2 250 kg / m³

$$\gamma_s = \text{Peso específico el suelo} = 1\,600 \text{ kg / m}^3$$

$$V_s = \text{Valor soporte del suelo} = 16\,000 \text{ kg / m}^2$$

$$\gamma_a = \text{Peso específico del agua} = 1\,000 \text{ kg / m}^3$$

$$\Phi = \text{Ángulo de fricción interna del suelo} = 30^\circ$$

$$\mu = \text{Coeficiente de fricción suelo-muro} = 0.50$$

Dimensionando el tanque con capacidad de 300 m³

$$\text{Volumen} = 300 \text{ m}^3$$

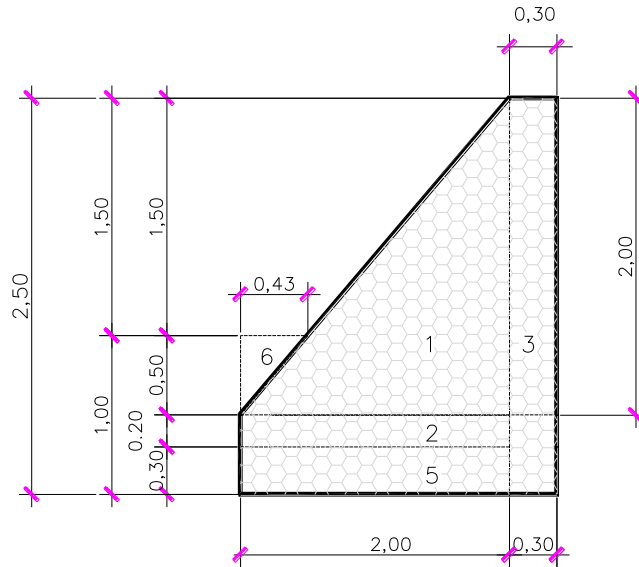
Se asume una altura de 2.00 metros

$$\text{Area} = \frac{300 \text{ m}^3}{2,00 \text{ m}} = 150 \text{ m}^2$$

Las dimensiones finales del tanque serán de 10,50 m * 14,00 m * 2,00 m

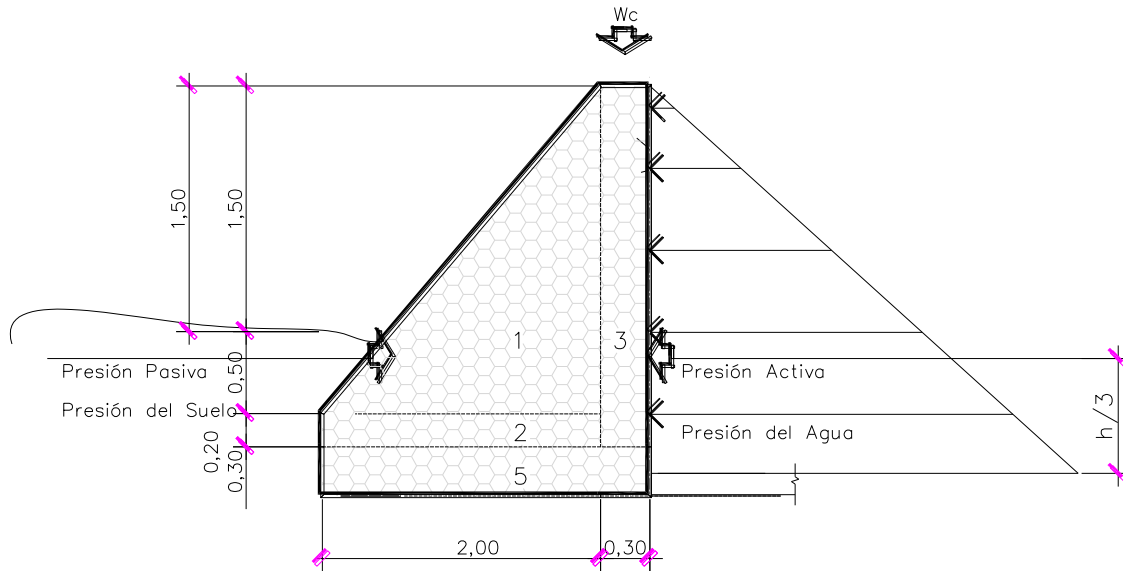
El tanque se construirá semienterrado, lo cual significa que la parte inferior estará 1.00 m por debajo del nivel del suelo, gracias a que el suelo presenta una característica estable. Los muros del tanque están sometidos tanto a fuerzas del agua como del suelo, por lo que se diseñará tomando en cuenta las dimensiones propuestas.

Figura 10. Dimensiones del muro del tanque.



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Diagrama de presiones



Fuente: elaboración propia.

Los coeficientes de empuje activo y pasivo respectivamente serán:

$$k_a = \frac{(1 - \sin \theta)}{(1 + \sin \theta)} = \frac{(1 - \sin 30^\circ)}{(1 + \sin 30^\circ)} = \frac{1}{3} = 0,333$$

$$k_p = \frac{(1 + \sin \theta)}{(1 - \sin \theta)} = \frac{(1 + \sin 30^\circ)}{(1 - \sin 30^\circ)} = 3$$

Para el diseño de los muros se evalúan los siguientes aspectos de estabilidad

- Estabilidad por volteo (Fsv)

La estabilidad por volteo de muros puede determinarse utilizando la ecuación:

$$Fsv = \frac{Mr}{Ma}, \text{ este resultado debe ser } > 1,5$$

Donde:

Mr = Momentos resultantes

Ma = Momentos actuantes

Para obtener los momentos al pie de los muros, primero se calculan las presiones, seguidamente las fuerzas de empuje o cargas. Tomando como base, tanto el diagrama de presiones como el de cargas.

Cálculo de presiones

Presión del suelo (Ps)

$$Ps = (Ks * \gamma_s * h) = \left(3 * 1\,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 1,00 \text{ m} \right)$$

$$Ps = 4\,800 \text{ kg/m}^2$$

Dónde:

K_s = Factor de acción del suelo

γ_s = Peso específico del suelo

h = Altura del relleno del suelo

Presión del agua (P_a)

$$P_a = (K_a * \gamma_a * h) = \left(\frac{1}{3} * 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 2,00 \text{ m} \right)$$
$$P_a = 666,67 \text{ kg/m}^2$$

Dónde:

K_a = Factor de acción del agua

γ_a = Peso específico del agua

h = Altura que cubrirá el agua

Cálculo de cargas totales

Carga total del suelo (CT_s)

$$CT_s = \left(\frac{1}{2} * P_s * h \right) = \left(\frac{1}{2} * 4\,800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 1,00 \text{ m} \right)$$
$$CT_s = 2\,400 \text{ kg/m}$$

Dónde:

P_s = Presión que ejerce el suelo

h = Altura del relleno del suelo

Carga total del agua (CT_a)

$$CT_a = \frac{1}{2} * P_a * h =$$
$$CT_a = \frac{1}{2} * 666,67 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 2,00 \text{ m} = 666,67 \text{ kg/m}^2$$

Dónde:

P_a = Presión que ejerce el agua

h = Altura que cubrirá el agua

- Cálculos de momentos al pie del muro

Momento producido por el suelo (M_s)

Se considera que la acción del momento actúa a un tercio de la altura del suelo de relleno, o sea $h/3$

$$M_s = CT_s * \frac{h}{3}$$

$$M_s = 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * \frac{1}{3} \text{m} = 800 \text{ kg. m}$$

Dónde:

CT_s = Carga total del suelo

h = Altura del relleno del suelo

Momento producido por el agua (M_a)

$$M_a = CT_a * \frac{h}{3}$$

$$M_a = 666,67 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * \frac{2,00}{3} \text{m} = 444,45 \text{ kg. m}$$

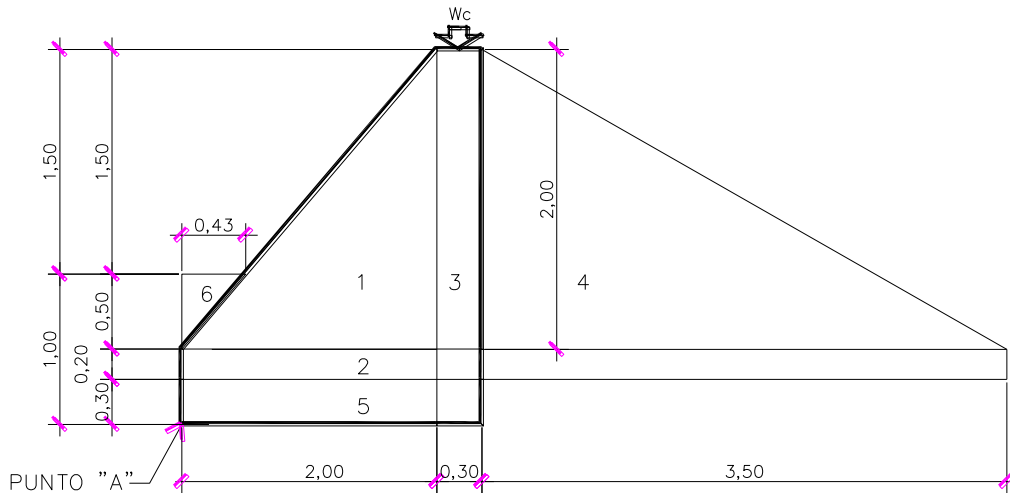
Dónde:

CT_a = Carga total del agua

H = Altura que cubrirá el agua

Según la distribución geométrica de la siguiente gráfica se calculará el peso total del sistema de sostenimiento y el momento que produce respecto al punto "A".

Figura 12. Diagrama de distribución geométrica para cálculo de momentos



Fuente: elaboración propia.

Tabla II. Momentos estabilizantes

Figura	Area (m ²)	Peso Específico (kg/m ²)	Peso (Kg)	Brazo (m)	Momento (kg.m)
1	2	2 250	4 500	1,33	5 985
2	0,4	2 251	900,4	1	900,4
3	0,66	2 250	1 485	2,15	3 192,75
4	3,5	1 000	3 500	3,47	12 145
5	0,69	2 250	1 552,5	1,15	1 785,375
6	0,1075	1 600	172	0,1433	24,6476
			12 109,9		24 033,1726

Fuente: elaboración propia.

$W_{TOTAL} = \text{Peso total} = 12\ 109,9\ \text{kg}$

$M_{TOTAL} = \text{Momento total} = 24\ 033,17\ \text{kg-m}$

- Carga de la losa y de la viga hacia el muro

Carga uniforme distribuida que ejerce la losa del lado menor sobre el muro (Clm)

$$\begin{aligned} Clm &= \frac{CUT * A}{3} \\ Clm &= \frac{699,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 3,5\text{m}}{3} \\ Clm &= 815,73 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \end{aligned}$$

Carga uniformemente distribuida que ejerce el peso propio de la viga sobre el muro (W_v)

$$\begin{aligned} W_v &= \gamma_c * B_{\text{viga}} * h_{\text{viga}} \\ W_v &= 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,25\text{m} * 0,45\text{m} \\ W_v &= 270 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \end{aligned}$$

Carga uniformemente distribuida total del lado menor (Wtl_m)

$$\begin{aligned} Wtl_m &= Clm + C_v \\ Wtl_m &= 815,73 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 270,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \\ Wtl_m &= 1085,73 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \end{aligned}$$

Será considerada como carga puntual (Pm) en una franja unitaria

$$\begin{aligned} Pm &= 1085,73 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 1,00 \text{ m} \\ Pm &= 1085,73 \text{ kg} \end{aligned}$$

Carga concentrada que ejerce la viga del lado mayor sobre el muro (Pm)

$$Pm = \frac{(Wtl_m * L)}{2}$$

$$P_m = \frac{\left(1\,528,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 7,00 \text{ m}\right)}{2}$$

$$P_m = 5\,348 \text{ ton}$$

Peso sobre el muro debido a las cargas de la losa y vigas (W_c)

$$W_c = P_m + PM$$

$$W_c = 1,09 \text{ ton} + 5,348 \text{ ton}$$

$$W_c = 6,438 \text{ ton}$$

Peso total del muro (W_t)

$$W_t = W_r + W_c$$

$$W_t = 12,10990 + 6,438 \text{ ton}$$

$$W_t = 18\,547,90 \text{ kg}$$

- Chequeos

Chequeo de estabilidad contra volteo:

$$F_{SV} = \frac{\sum M_{RESISTENTE}}{\sum M_{ACTUANTE}} > 1,5$$

$$F_{SV} = \frac{M_{TOTAL} + M_{SUELO}}{M_{AGUA}} > 1,5$$

$$F_{SV} = \frac{24\,033,17 \text{ kg. m} + 800 \text{ kg. m}}{444,45 \text{ kg. m}} > 1,5$$

$$F_{SV} = 55,88 > 1,5$$

La estructura resiste claramente el volteo, las dimensiones son correctas.

Chequeo de estabilidad contra deslizamiento:

$$Fsd = \frac{\sum F_{RESISTENTE}}{\sum F_{ACTUANTE}} > 1,5$$

$$Fsd = \frac{CT_{SUELO} + \mu * W_{TOTAL}}{CT_{AGUA}} > 1,5$$

$$Fsd = \frac{2\,400 \frac{kg}{m} + 0,5 * 18\,547,90}{540} > 1,5$$

$$Fsd = 21,61 > 1,5$$

Sí chequea, por lo tanto la estructura resiste al deslizamiento.

Chequeo de presión máxima bajo la base del muro

Para este chequeo se verifica si existen presiones negativas, primero se calcula el valor de -a- a partir del punto donde actúan las cargas verticales luego se calcula la excentricidad -e-.

$$a = \frac{(\sum Ma)}{(\sum W_{TOTALES})} = \frac{(M_{TOTALES} - M_{AGUA})}{(\sum W_{TOTALES})}$$

Incluyendo muros

$$a = \frac{(24\,033,17 \text{ kg. m} - 444,45 \text{ kg. m})}{(18\,547,90 \text{ kg})}$$

$$a = 1,27 \text{ m}$$

Longitud en la base del muro "A" donde actúa la presión positiva (+), esto debe de chequear que 3*a > base del muro.

$$3 * a > 1,80m$$

$$3 * 1,27 m > 2,30 m$$

$$3,81 m > 2,30 m$$

Como 3,20 m > que la base L 2,30 m, no existen presiones negativas.
La excentricidad.

$$e = \left(\left(\frac{L}{2} \right) - a \right)$$

$$e = \left(\left(\frac{2,30}{2} \right) - 1,27 \right)$$

$$e = -0,12 m$$

Por lo tanto las presiones en el terreno está dada por:

$$q = \left(\frac{W_{TOTAL}}{L} \right) \pm \left(W_{TOTAL} * \frac{e}{S} \right)$$

Donde:

- W_{TOTAL} = Peso total en kg/m
- L = Longitud de la base en m
- e = excentricidad en m
- s = Módulo de sección por metro lineal

Módulo de sección por metro lineal

$$S = \frac{1}{6} * L^2$$

$$S = \frac{1}{6} * (2,3)^2 = 0,88 m$$

$$q = \left(\frac{18\,547,90 \text{ kg}}{2,30 \text{ m}} \right) \pm \left(18\,547,90 \text{ kg} * \left(\frac{-0,12 \text{ m}}{0,88 \text{ m}} \right) \right)$$

$$q_{\min.} = 5\,535,05 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} > 0, \text{ no existen esfuerzos a tensión}$$

$$q_{\max.} = 10\,593,55 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} < V_s = 16\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \text{ O. K.}$$

Las dimensiones propuestas son adecuadas, cumplen con los chequeos.

2.1.6.2.5. Diseño de red de distribución

La red de distribución, es un sistema de tuberías unidas entre sí que conducen el agua desde el tanque de distribución hasta el consumidor final. Para el presente proyecto se utilizó un sistema combinado de ramales abiertos y cerrados, el cual se construye en forma de árbol y los ramales principales se colocan en las rutas de mayor importancia, de tal manera que alimentan a otros secundarios. El análisis de las redes de distribución fue elaborado en *Epanet 2.0 Spanish* (ver anexo No. 1).

2.1.6.2.5.1. Epanet

Es un programa de ordenador que realiza simulaciones en período extendido del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de distribución a presión. En general, una red consta de tuberías, nudos (conexiones entre tuberías), bombas, válvulas y tanques de almacenamiento o depósitos.

Epanet determina el caudal que circula por cada una de las conducciones, la presión en cada uno de los nudos, el nivel de agua en cada tanque y la concentración de diferentes componentes químicos a través de la red durante un determinado período de simulación analizado en diferentes intervalos de tiempo. Además del conocimiento de la concentración de

diferentes componentes químicos, es posible determinar la edad de las tuberías, así como estudios de la procedencia del agua en cada punto de la red.

Epanet, que puede emplearse bajo sistemas operativos *Windows*, ofrece un entorno de trabajo integrado para la edición de los datos de entrada de la red, para el cálculo hidráulico y las simulaciones de la calidad del agua, y para poder visualizar los resultados obtenidos en una amplia variedad de formatos. Esta variedad de formatos incluye planos de la red con códigos de colores, tablas de datos, gráficos con evoluciones temporales de diferentes variables, y Planos con curvas de isoniveles.

- Capacidad de simulación hidráulica

Para la realización del modelo de calidad del agua es necesario disponer de un modelo hidráulico preciso y completo. Epanet es un motor de análisis hidráulico actual que incluye las siguientes características:

- ✓ No existe límite en el tamaño de la red que se desea analizar.
- ✓ Calcula las pérdidas por fricción en las conducciones mediante las expresiones de *Hazen-Williams*, *Darcy-Weisbach*, o *Chezy-Manning*.
- ✓ Incluye pérdidas menores en conexiones tales como codos, acoplamientos, etc.
- ✓ Modeliza bombas funcionando tanto a velocidad de giro constante como a velocidades de giro variables.
- ✓ Calcula la energía consumida y el coste de bombeo de las estaciones.
- ✓ Modeliza diferentes tipos de válvulas, incluyendo válvulas de regulación, válvulas de retención, válvulas de aislamiento, válvulas reductoras de presión, válvulas de control de caudal, etc.

- ✓ Permite el almacenamiento de agua en tanques que presenten cualquier geometría (por ejemplo que la sección del tanque sea variable con la altura del mismo).
 - ✓ Considera la posibilidad de establecer diferentes categorías de consumo en los nudos, cada una de ellas con su propia curva de modulación.
 - ✓ Modeliza consumos dependientes de la presión que salen al exterior del sistema a través de emisores (rociadores, aspersores).
 - ✓ Puede determinar el funcionamiento del sistema simplemente con el nivel de agua en el tanque y controles de tiempo o utilizar un complicado sistema de regulación temporal.
- Simulación de la calidad del agua

Además del modelo hidráulico, epanet también tiene las siguientes capacidades en la modelización de la calidad del agua:

- ✓ Realiza el seguimiento a lo largo del tiempo de materiales no reactivos que se encuentren en la red.
- ✓ Modeliza el comportamiento de un material reactivo tanto si aumenta su concentración como si se disipa a lo largo del tiempo.
- ✓ Modeliza la edad del agua a lo largo de la red.
- ✓ Realiza el seguimiento de una porción de flujo desde un nudo dado a través de todos los demás a lo largo del tiempo.
- ✓ Modeliza reacciones en el seno del fluido y en la capa de la pared de la tubería.
- ✓ Utiliza ecuaciones cinéticas polinómicas para modelizar las reacciones en el seno del flujo.

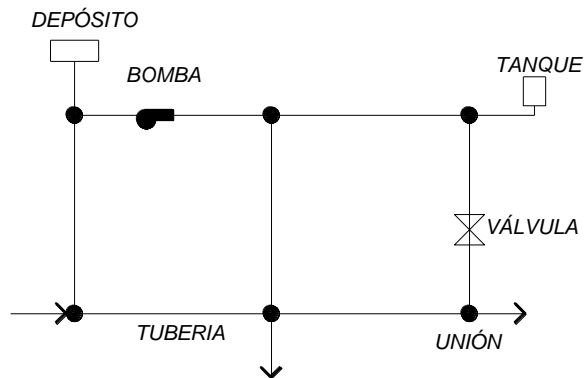
- ✓ Utiliza coeficientes y ecuaciones lineales para modelizar las reacciones en la pared de la tubería.
- ✓ Tiene en cuenta las limitaciones de la conservación de la masa en la modelización de las reacciones de la pared de tubería.
- ✓ Permite el crecimiento o descenso de la reacción hasta una concentración límite.
- ✓ Emplea coeficientes generales en las reacciones que pueden ser modificados tubería por tubería.
- ✓ Permite que los coeficientes de las reacciones de pared sean correlativos con la rugosidad de la tubería.
- ✓ Permite a lo largo del tiempo entradas de concentración o masa en cualquier punto de la instalación.
- ✓ Modeliza los depósitos de tres formas: de mezcla completa, de caudal desplazable (plug flow), o con dos compartimentos de mezcla.
- ✓ Gracias a todas éstas características, epanet puede estudiar cualquier fenómeno de calidad del agua, tales como:
 - ♦ Mezclado de aguas de diferentes fuentes.
 - ♦ Edad del agua a lo largo del sistema.
 - ♦ Disminución del cloro residual.
 - ♦ Crecimiento de los subproductos de desinfección.
 - ♦ Seguimiento de posibles situaciones de propagación de la contaminación.

- Elementos del sistema

Epanet, modeliza un sistema de distribución de agua cómo una serie de líneas conectadas a nudos. Las líneas representan tuberías, bombas y válvulas de control. Los nudos representan conexiones, tanques y depósitos. La figura

de abajo muestra cómo estos objetos pueden ser conectados para representar una red.

Figura 13. **Diagrama de accesorios para uso de epanet**



Fuente: elaboración propia.

- **Análisis hidráulico**

El modelo de simulación hidráulica de epanet, calcula alturas en conexiones y caudales en las líneas para un conjunto fijo de niveles de depósitos, niveles de tanques, y demandas de agua a lo largo de una sucesión de instantes temporales. Desde un instante de tiempo los siguientes niveles de depósitos y demandas en las conexiones son actualizadas de acuerdo a los patrones de tiempo que se les ha asociado mientras que los niveles del tanque son actualizados utilizando los datos solución de caudal. La solución de altura y caudal en un determinado punto a lo largo del tiempo supone el cálculo simultáneo de la conservación del caudal en cada conexión y la relación de pérdidas que supone su paso a través de los conexiones de todo el sistema.

Este proceso, conocido como equilibrado hidráulico de la red, requiere métodos iterativos de resolución de ecuaciones no lineales. Epanet utiliza el algoritmo del Gradiente con éste propósito.

El intervalo de tiempo utilizado para la simulación de período extendido (EPS, o SPE en español) puede modificarse por el usuario. Un valor bastante común es 1 hora. Pueden darse intervalos de cálculo inferiores al normal cuando se produzca alguno de los siguientes sucesos:

- ✓ Cuando ocurre el siguiente periodo de obtención de resultados
- ✓ Cuando ocurre el siguiente periodo del patrón de tiempo
- ✓ Cuando se produce el llenado o vaciado de un tanque
- ✓ Cuando se activa un control simple o un control programado.

2.1.6.2.6. Sistema de desinfección

Para tratar el agua y hacerla apta para el consumo humano existen procesos sanitarios de tratamiento que alteran la condición específica del agua. El proceso más común es la cloración, cuyo proceso está destinado a destruir o dificultar el desarrollo de microorganismos de significado sanitario.

En este caso se puede citar su acción contra microorganismos patógenos, algas y bacterias ferro-reductoras.

Para tomar la decisión del porcentaje de cloro que se utilizará, debe realizarse el examen bacteriológico y el análisis físico químico sanitario, con el fin de determinar las concentraciones de los diferentes parámetros que son evaluados.

Para este proyecto se utilizará un alimentador automático de tricloro, que es un recipiente en forma de termo que alberga dichas tabletas, las cuales se disolverán mediante el paso del agua por el mismo, dichos alimentadores vienen en diferentes capacidades de almacenamiento de tabletas, la cual

depende del caudal requerido para el proyecto, se optó por utilizar las tabletas a través del alimentador automático, dado que es el más económico en cuanto a operación y mantenimiento, para determinar la cantidad de tabletas para clorar el caudal de agua del presente proyecto, se hará de la siguiente forma.

$$G = \frac{C * M * D}{\%C}$$

Dónde:

G = Gramos de tricloro

C = miligramos por litros deseados = (0.001 gr)

M = litros de agua a tratarse por día = Qm x 86 400

D = Número de días que durará (30 días)

%C = Concentración de cloro (0.9)

$$G = \frac{0,001 \text{ g} * 1\,492\,992 * 30 \text{ días}}{0,90}$$

$$G = 49\,766,40 \text{ g}$$

Esto significa que se necesitan 49 766,4 gramos de tricloro o sea el equivalente a 49 766,4 g/200 g, es decir 249 tabletas de tricloro por mes para los dos tanques.

2.1.6.2.7. Obras hidráulicas (obras de arte)

- Caja de captación

Es la estructura que se hace con el fin de coleccionar el agua de la fuente bajo cualquier condición, la cantidad de agua necesaria para el suministro de la población, durante todo el año.

El tipo de obra que se va a emplear será en función de las características de la fuente, la configuración del terreno, el tipo de la fuente, la calidad física, química y bacteriológica del agua, así como por el criterio hidráulico del ingeniero.

Para este caso, el tipo de captación propuesta es la captación de manantial de fondo concentrado.

Las obras de captación deben llenar los siguientes requisitos:

- ✓ Su capacidad deberá ser de tal manera que no limite la máxima cantidad de agua, que sea capaz de producir el manantial.
- ✓ Los materiales que se utilicen en la construcción no deben alterar la calidad de agua, como muros de concreto o mampostería.
- ✓ Se deberá disponer de un depósito (desarenador), en el caso que el agua acarree arena.
- ✓ Se protegerá de la entrada de insectos, animales, así como seres humanos, excepto el personal encargado de limpieza.
- ✓ La tubería de salida debe tener cedazo o rejilla en el interior de la cámara; la de rebalse en cambio, debe tener rejilla en el lado exterior.
- ✓ La tubería de salida debe ser de un diámetro mayor que la de rebalse, además estará a 10 cm sobre el fondo de la cámara.
- ✓ Estas estructuras garantizan la seguridad, la estabilidad y el funcionamiento, en todos los casos; además tendrán la facilidad de inspección y operación. En cualquier condición, a la fuente se le garantizará la protección contra la contaminación y entrada de algas u otros organismos indeseables.

- ✓ Las reforestaciones, que se emprenderán en las zonas de captación, deberán ser árboles de hojas perennes, plantas higroscópicas.
- Conexiones prediales

Es la instalación que se coloca entre el predio de cada casa, para que cada familia pueda abastecerse de agua. La conexión domiciliar contará con los siguientes elementos:

- ✓ Tee reductora de $\frac{1}{2}$ pulgadas: es de PVC y reduce el diámetro de la línea principal, al diámetro de la conexión domiciliar que es de $\frac{1}{2}$ pulgadas.
- ✓ Tubería PVC de $\frac{1}{2}$ pulgadas.
- ✓ Llave de paso de $\frac{1}{2}$ pulgadas de bronce: es un accesorio de bronce, que permite regular o cerrar el paso de agua, se coloca cortando la tubería PVC de $\frac{1}{2}$ pulgadas y usando 2 adaptadores hembra de PVC de $\frac{1}{2}$ pulgada.
- ✓ El mortero es una protección para la llave de paso, se construye con un pedazo de tubo de PVC de 2 pulgadas y una tapadera de concreto.
- ✓ Contador o medidor de chorro múltiple de $\frac{1}{2}$ pulgadas de bronce.
- ✓ Válvula de compuerta de $\frac{1}{2}$ pulgadas de bronce.
- ✓ Llave de cheque o de retención de $\frac{1}{2}$ pulgadas de bronce.
- ✓ Tubería H.G. de $\frac{1}{2}$ pulgadas.
- ✓ Niple HG de $\frac{1}{2}$ pulgadas.
- ✓ Llave de chorro lisa de $\frac{1}{2}$ pulgadas.

Para eliminar los criaderos de zancudos y mosquitos, debe evitarse que el agua sobrante de los chorros y de las pilas, corra sobre la tierra. Esto se logra

canalizando adecuadamente las aguas grises o servidas hacia pozos o zanjas de absorción de profundidad variable, dependiendo de la infiltración del suelo.

- Cajas de válvulas

- ✓ Válvula de aire

Las válvulas de aire se definen como los aparatos mecánicos con los que se puede iniciar, detener o regular la circulación del paso de líquidos mediante una pieza movable que abre, cierra y que obstruye una forma parcial uno o más orificios.

Estas válvulas de aire tienen la función de permitir el escape de aire que se acumula en las tuberías, se colocan en los puntos altos. Consta de válvula de cuerpo, tapadera y flotador. El proyecto posee 11 válvulas de aire.

- ✓ Válvula de limpieza

Las válvulas de limpieza sirven para extraer los sedimentos que se pueden depositar en las partes bajas de la tubería, donde se instalan normalmente. Consta de una tee colocada en la línea a la cual se conecta lateralmente un niple con una válvula de compuerta y otro niple hasta el punto adecuado de desfogue. El proyecto posee 12 válvulas de limpieza según cálculo de diseño.

- ✓ Pasos de zanjón

En el proyecto fue necesario colocar un paso de zanjón tipo b (ver detalle en anexo, plano 12/44).

- Manual de operación y mantenimiento

El agua para consumo humano es fundamental para la vida no solo porque se requiere para beber sino también porque es necesaria para la higiene, la producción de alimentos y otras actividades.

¿Cómo era el agua que consumías antes de la construcción del sistema de agua para consumo humano?

Seguramente la consumías del riachuelo o manantial de tu población que al estar a campo abierto se contamina con heces y organismos infecciosos que producen enfermedades como el cólera, fiebre tifoidea y diarreas que se propagan rápidamente a través del agua y alimentos que se consumen.

Sistemas de agua para consumo humano y cómo está integrado

El Sistema de agua, es el conjunto de infraestructura pública que se ha construido para suministrar agua en cantidad y calidad suficientes para el consumo humano. El sistema está integrado por: la captación, línea de conducción o de impulsión, tanque de distribución, cajas de válvulas, cajas rompe presión, las redes de distribución y conexiones domiciliarias.

La captación: es la fuente (manantial, río, riachuelo, lago, etc.) de donde se recoge convenientemente el agua a través de una estructura de concreto que viene a ser la captación.

¿Qué se debe hacer para mantener operativa la caja de captación?

- a. Se inspecciona con frecuencia la captación para detectar posibles contaminaciones de la fuente de agua.
- b. Si hay rebalse de agua, se construye un canalito para desviar el agua y darle otro uso.
- c. Retirar la maleza de los alrededores de la captación y el barro o raíces que se acumula en el interior de la instalación.
- d. Debes fijarte que la tapa de la captación este siempre en su lugar y con candado, y cada seis meses le deberás pintar con pintura anticorrosiva para que no se oxide.
- e. Lavar la cámara de captación cada seis meses para que no se acumule el barro, arena y raíces y así evitar la turbiedad del agua.

2.1.6.3. Operación y mantenimiento para líneas de conducción de agua rural

Longitud de tubería comprendida entre la captación y el tanque de distribución, presentándose los casos de captación de aguas superficiales y manantiales.

2.1.6.3.1. Operación

Las actividades del operador son las siguientes:

- Puesta en marcha
- ✓ Abrir las válvulas de limpieza para eliminar sedimentos y aire acumulados.

- ✓ Llenar la línea a partir de la captación con agua, cerrando paulatinamente las válvulas de limpieza, de ser necesario maniobrar las válvulas de aire.
- ✓ Desinfección (sólo cuando se pone en operación por primera vez: para aguas de manantial o tratadas).
- ✓ Llenar la tubería con la solución de hipoclorito con una concentración de 50 partes por millón y mantenerla por un tiempo de cuatro (4) horas.
- ✓ Evacuar el agua con desinfectante por el desagüe de la unidad más cercana o por la limpieza.
- ✓ Utilizar el agua de tubería cuando no se perciba olor a cloro o cuando el residual medido en el comparador no sea mayor de 0,5 miligramo por litro.

2.1.6.3.2. En funcionamiento

- El operador debe estar siempre disponible para atender consultas y dar orientación sobre los puntos críticos de la línea de conducción.
- Control de la descarga en el tanque de distribución mediante aforo, para verificar el funcionamiento normal de la conducción.
- Realizar mensualmente un recorrido de la línea, verificar el estado general de las mismas, de los accesorios e informar sobre situaciones anormales, tales como construcciones, inconvenientes, derivaciones clandestinas, etc. y hacer las siguientes operaciones:
 - ✓ Válvula de limpieza (descarga)
 - ♦ Verificar el estado general.
 - ♦ Verificar la existencia de fugas de agua.

- ♦ Maniobrar con frecuencia para mantenerla en condiciones de operación.

- ✓ Válvula de aire (ventosa)
 - ♦ Verificar el estado general.
 - ♦ Verificar la operación del accesorio.

- ✓ Caja rompe-presión
 - ♦ Verificar el estado general.
 - ♦ Efectuar una limpieza si es necesario.

- ✓ Juntas de expansión / dilatación / anclajes
 - ♦ Verificar el estado general.
 - ♦ Verificar los accesorios.
 - ♦ Comprobar la existencia de fugas.

- ✓ Protección contra corrosión
 - ♦ Verificar el estado general de la línea y del accesorio
 - ♦ Efectuar una medición de parámetros de control
 - ♦ Verificar todos los meses si existen obstrucciones en las válvulas de desagüe.

2.1.6.3.3. Mantenimiento

Las actividades son las que previenen o reparan los daños indicados como problemas en la operación general y se indican en el cuadro siguiente:

Tabla III. **Mantenimiento de la línea de conducción y distribución**

Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Semanal	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar la línea para detectar posibles fugas y repararlas. - Maniobrar válvulas de limpieza o aire, si hubiera. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pala, pico, arco de sierra, tuberías y pegamento.
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar el estado de las cajas de reunión y de las cajas rompe-presión. - Inspeccionar el interior de las cajas de reunión, cámaras distribuidoras y cámaras rompe presión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pala, pico, arco de sierra, escobilla, tubería, accesorios y pegamento.

Fuente: Instituto de Fomento Municipal (UNEPAR).

Continuación tabla III.

Frecuencia	Trabajos a realizar	Herramientas y materiales
Trimestral	<ul style="list-style-type: none"> - Purga de válvulas. - Limpieza y desbroce de la línea de conducción. - Se resana la estructura, si es necesario. 	<ul style="list-style-type: none"> - Llave francesa o de boca. - Machete - Cemento, agregados.
Semestral	<ul style="list-style-type: none"> - Inspección del funcionamiento hidráulico y mantenimiento de la línea. - Corregir la conducción en lugares donde esté instalada profundidad insuficiente. - Pintar elementos metálicos en la línea. 	<ul style="list-style-type: none"> - Badilejo - Pala - Pico - Pintura anticorrosiva. - Brocha. - Juego de llaves.
Anual	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de válvulas y reparación, de ser el caso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lubricante

Fuente: Instituto de Fomento Municipal (UNEPAR).

Observaciones

La desinfección, en el caso de la captación de canal, sólo es necesaria en el tramo comprendido entre el filtro lento y el reservorio.

2.1.6.3.4. Tanque de distribución o tanque de almacenamiento

Es la estructura de mampostería o de concreto que se encuentra en la parte más alta de la población y sirve para almacenar y regular el agua que luego será distribuida a la población.

¿Qué se debe hacer para mantener operativo el tanque de distribución?

- a. Las tapas del buzón siempre deberán estar en su lugar, con candado.
- b. Pintar las tapas metálicas con pintura anticorrosiva cada seis meses.
- c. Pintar las paredes exteriores del reservorio con pintura lavable cada dos años.
- d. En caso de que el reservorio presentara algunas rajaduras, o grietas o el concreto se empezara a descascarar, se procederá a repararlo preparando una mezcla de cemento y arena fina en un mortero (para una pala de cemento 3 palas de arena fina).
- e. Antes de colocar la mezcla, se deberá picar las partes rajadas o descascaradas para que caiga el cemento malogrado, luego se humedece la rajadura y con un badilejo se empieza a colocar la mezcla nueva.

¿Qué se debe hacer para la limpieza y desinfección de la Cámara de Captación y del Tanque de distribución?

- a. Se cierra el ingreso de agua a la instalación cerrando la válvula de entrada.
- b. Abrir la válvula de limpieza para vaciar el agua que contiene la instalación.
- c. Lavar la instalación con agua, un cepillo y una escoba para eliminar la suciedad.

- d. Cerrar la válvula de limpieza.
- e. Mezclar el cloro con el agua en un balde hasta que se disuelva (si la instalación es de un metro cúbico, se utilizará 230 gramos de cloro al 65 por ciento para la desinfección).
- f. Frotar las paredes y el piso de la instalación con un cepillo mojado en esa mezcla, teniendo cuidado que la mezcla no le salpique al operador.
- g. Llenar la instalación de agua y añadir la mezcla sobrante y dejarlo por cuatro horas.
- h. Abrir la válvula de limpieza y lavar con agua hasta que no huela a cloro. Realizar esta operación de limpieza cada seis meses.

2.1.6.3.5. Cajas rompe presiones

Es una caja de concreto construida en la línea de conducción o en la línea de distribución que sirve para amortiguar la presión del agua generada en tramos con altas pendientes, y esta provista de una válvula de limpia, válvula de entrada y en el caso de estar ubicada en la distribución se debe instalar una válvula de flote.

2.1.6.3.6. Cajas de válvulas o de registro

Es una caja de concreto donde están protegidas las válvulas que distribuyen el agua a la población. Por seguridad, se recomienda que la tapa que protege las válvulas sea metálica.

¿Qué se debe hacer para mantener operativa la Caja de Registro?

- a. Esta tapa es más pequeña, por lo que constantemente se deberá vigilar para que esté en su lugar; caso contrario las válvulas estarán expuestas y al alcance de los niños o personas curiosas que transitan por el lugar.

2.1.6.3.7. Redes de distribución

Son las tuberías que nacen después del reservorio y van llevando el agua a diferentes grupos de familias de su población.

Problemas frecuentes:

- Frecuentemente se debe recorrer y revisar las redes de distribución para ver si hay zonas húmedas, porque allí puede haber una tubería rota.
- Los tubos de las redes de distribución deberán estar enterradas a una profundidad no menos de 40 centímetros, caso contrario estarán expuestos al paso de los animales que transitan por el lugar con el riesgo de que se rompan.
- También se rompen los tubos por la presión del agua, cuando ésta llega con fuerza.

¿Cómo se debe solucionar?

- a. En la zona húmeda hacer una zanja que permita manipular los tubos con facilidad y reparar la parte rota del tubo.
- b. Cerrar el paso del agua y cortar la parte rota del tubo, se recomienda cortar 1 metro de la tubería rota y 1,10 metros del tubo nuevo.
- c. Calentar los dos extremos del tubo para ensancharlos.
- d. Empatar el tubo nuevo en ambos lados con el tubo roto uniéndolos con pegamento PVC.

¿Qué se debe hacer para la limpieza y desinfección de las Redes de Distribución?

- a. Informar a la población de la operación de limpieza que se va a realizar para que no utilicen el agua.
- b. Se cierra la válvula de paso anterior a cada pileta domiciliaria.
- c. Cerrar el ingreso de agua a la captación.
- d. Cerrar el ingreso y salida de agua al reservorio y abrir la válvula de paso al reservorio, de tal forma que el agua pase directamente a la red de distribución sin entrar en el reservorio. (solo se debe mantener abierta la válvula de paso).
- e. Abrir la válvula de purga en el sitio más bajo de la red de distribución hasta que se vacíe al agua que contiene y se vuelve a cerrar.
- f. En la captación se hace la mezcla del cloro con el agua que se lleva a utilizar hasta llenar toda la tubería. La mezcla tendrá 5 gramos de cloro por cada 100 litros de agua.
- g. Una vez llena la tubería, se mantendrá la mezcla durante cuatro horas.
- h. Abrir la válvula de purga en el sitio más bajo de la red de distribución hasta vaciar el agua con cloro.
- i. Abrir el ingreso de agua a la captación y se deja correr hasta que el agua que está saliendo por la válvula de purga ya no huele a cloro.
- j. Cerrar la válvula de purga, se abre las válvulas de ingreso y salida al reservorio y se cierra la válvula de paso.
- k. Se informa a la población que dejen correr agua por sus piletas hasta que no perciban olor a cloro.
- l. Esta operación se realizará cada doce meses.

2.1.6.3.8. Conexión domiciliar o predial

Es una obra de infraestructura sanitaria que está construida en su casa, donde recibe el agua, tiene un soporte de concreto con hierro armado o un tronco de árbol.

2.1.6.3.9. Aparato de medición

Es un equipo que se instala en la tubería de la conexión domiciliar antes del ingreso a la vivienda y sirve para medir el consumo del agua. Dicho equipo está protegido por una caja de concreto con una tapa metálica.

El servicio del agua para consumo humano es exclusivo para uso doméstico; por lo que, en las viviendas donde el uso del agua es indebido se recomienda la instalación del aparato de medición.

- Problemas frecuentes

Goteo y formación de un hilo continuo de agua en la pileta por desgaste de la empaquetadura.

¿Cómo se debe solucionar?

- a. Retirar la pileta con la llave *Stilson*.
- b. Retirar la empaquetadura (jebe gastado) y volver a colocar una nueva.
- c. Con la llave *Stilson* colocar la pileta en su lugar.

2.1.6.3.10. El agua potable

El agua potable, es aquella que puede beberse sin peligro alguno, pues no provoca ningún daño a la salud. Es el líquido que carece de elementos dañinos, es incoloro, no tiene olor y es de sabor agradable.

¿Cómo potabilizar el agua?

El agua puede potabilizarse de diversas formas con el objeto de destruir los microbios o parásitos que se encuentran en ella, y que pueden causar enfermedades. El agua del tanque de distribución la potabilizamos con el cloro que es uno de los desinfectantes más efectivos para el agua y también uno de los más baratos, es muy eficaz contra las bacterias relacionadas con enfermedades transmitidas por el agua que no es potable.

2.1.6.4. Propuesta de tarifa

Para que un sistema de agua potable cumpla su objetivo y sea sostenible para el período para el cual se diseña, se requiere de un fondo para operar el sistema y darle mantenimiento. Dicho recurso puede obtenerse a través del pago mensual de una tarifa por usuario.

Se calculará la tarifa de acuerdo a los siguientes costos:

2.1.6.4.1. Costo de operación

Contempla el pago mensual de un fontanero para efectuar revisiones constantes al sistema y operar el sistema de cloración.

Dónde:

Co = Costo de operación

L = Longitud de la tubería en kilómetros

Nc = Número de conexiones

Pf = Pago del fontanero = Q 100,00

1,43 = Factor que representa prestaciones

$$Co = \left(\frac{L}{3} + \frac{Nc}{P} \right) * Pf * 1,43$$

$$Co = \left\{ \frac{42,80}{3} + \frac{2\,958}{20} \right\} * 100 * 1,43$$

$$Co = \frac{Q\,3\,098,81}{\text{Mes}}$$

2.1.6.4.2. Costo de mantenimiento

Se estima el quince por millar del costo total del proyecto presupuestado. Y este fondo será utilizado para la compra de materiales cuando haya necesidad de reparar averías o hacer mejoras en la red.

$$Cm = 0,015 * \frac{C}{P}$$

Dónde:

Cm = Costo de mantenimiento

0.015 = Quince por millar

C = Costo total del proyecto

P = Período de diseño en años

$$C_m = 0,015 * \frac{15\ 407\ 372,91}{20}$$

$$C_m = \frac{Q\ 11\ 555,53}{\text{Mes}}$$

2.1.6.4.3. Costo de tratamiento

Es calculado especialmente para la compra de calcio.

$$C_t = \frac{(30 * C_{HTH} * Q_{HM} * R_{AC} * 86\ 400)}{45\ 400 * C_C}$$

Dónde:

C_t = Costo de tratamiento

C_{HTH}= Costo de cien libras hipoclorito de calcio

Q_{HM}= Caudal máximo horario

R_{AC}= Relación agua cloro en una parte por millar

86 400 = Segundos que tiene un día

45 400 = Gramos en cien libras

30 = días del mes

$$C_t = \frac{(30 * 1\ 500 * 18,94 * 0,001 * 86\ 400)}{45\ 400 * 0,65}$$

$$C_t = \frac{Q\ 2\ 495,38}{\text{Mes}}$$

2.1.6.4.4. Gastos administrativos

Estos serán utilizados para comprar útiles de oficina tales como, papel bond, sellos, viáticos, pagos del tesorero y otros. Este cálculo se hace con un porcentaje de los tres anteriores que son, costo de operación, costo de mantenimiento, costo de tratamiento.

$$G_A = 0,10 * (Co + Cm + Ct)$$

Dónde:

G_A = Gastos administrativos

Co = Costo de operación

Cm = Costo de mantenimiento

Ct = Costo de tratamiento

$$G_A = 0,10 * (3\ 098,81 + 11\ 555,53 + 2\ 495,38)$$

$$G_A = \frac{Q\ 1\ 714,97}{Mes}$$

2.1.6.4.5. Costo de reserva

Se utilizará para cubrir cualquier gasto inesperado tal como, sabotajes y desastres naturales. Y se calcula de la misma manera que el gasto de operación.

$$C_R = 0,10 * (Co + Cm + Ct)$$

Dónde:

C_R = Costo de reserva

Co = Costo de operación

Cm = Costo de mantenimiento

Ct = Costo de tratamiento

$$C_R = 0,10 * (3\ 098,81 + 11\ 555,53 + 2\ 495,38)$$

$$C_R = \frac{Q\ 1\ 714,97}{\text{Mes}}$$

2.1.6.4.6. Tarifa

Para encontrar la tarifa mensual que pagará cada usuario se suman todas las anteriores y se divide entre el número de usuarios.

Costo de operación	Q 3 098,81
Costo de mantenimiento	Q 11 555,53
Costo de tratamiento	Q 2 495,38
Gastos administrativos	Q 1 714,97
Costo de reserva	<u>Q 1 714,97</u>
Total	Q 20 579,66

Dividiendo el total de Q 20 202,94 entre 1 458 da Q 14,11, este valor se puede redondear a Q 15,00, tomando en cuenta la inflación.

2.1.6.5. Elaboración de planos

Los planos constructivos, están conformados por: planta de densidad de vivienda, planta y perfil de línea de conducción y red de distribución, tanque de captación, detalles generales y estructurales de tanque de distribución, detalle de hipoclorador y conexión domiciliar.

2.1.6.6. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios, en lo referente a mano de obra y costo de materiales se utilizaron datos obtenidos en la región. Para proyectos similares, la municipalidad utiliza un factor de 35 por ciento referente a los costos indirectos.

A continuación se muestra el cuadro resumen del presupuesto:

Tabla IV. Presupuesto

**INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE
SAN JUAN CHAMELCO,
MUNICIPIO DE SAN JUAN CHAMELCO,
DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**

No.	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
01	REPLANTEO	1,00	GLOBAL	Q25 850,00	Q25 850,00
02	CAPTACIÓN				
	OBRA GRIS DE CAPTACIÓN	2,00	UNIDAD	Q4 429,14	Q8 858,28
	VALVULERIA DE CAPTACIÓN	2,00	UNIDAD	Q1 590,40	Q3 180,80
03	CAJA REUNIDORA DE CAUDALES				
	OBRA GRIS CAJA REUNIDORA DE CAUDALES	2,00	UNIDAD	Q3 812,27	Q7 624,54
	VALVULERIA CAJA REUNIDORA DE CAUDALES	2,00	UNIDAD	Q1 295,08	Q2 590,16
04	CAJA ROMPE PRESIÓN				
	OBRA GRIS DE CAJA ROMPE PRESIÓN	3,00	UNIDAD	Q2 704,13	Q8 112,39
	VALVULERIA DE CAJA ROMPE PRESIÓN	3,00	UNIDAD	Q2 315,44	Q6 946,32
07	TANQUE DE ALMACENAJE DE 300 m³				
	OBRA GRIS TANQUE DE ALMACENAJE DE 300 m³	2,00	UNIDAD	Q307 684,76	Q615 369,52
	VALVULERIA TANQUE DE ALMACENAJE DE 300 m³	2,00	GLOBAL	Q7 896,02	Q15 792,04
08	CAJAS PARA VALVULAS DE CONTROL, LIMPIEZA Y DE AIRE				
	OBRA GRIS DE CAJAS PARA VALVULAS DE CONTROL, LIMPIEZA Y DE AIRE	23,00	UNIDAD	Q1 785,91	Q41 075,93
	VALVULERIA DE CAJAS PARA VALVULAS DE CONTROL, LIMPIEZA Y DE AIRE	23,00	UNIDAD	Q3 490,91	Q80 290,93
09	ACOMETIDA PREDIAL				
	OBRA GRIS DE ACOMETIDA PREDIAL	2957,00	UNIDAD	Q162,74	Q481 222,18
	VALVULERIA DE ACOMETIDA PREDIAL	2957,00	UNIDAD	Q431,97	Q1 277 335,29
10	CLORADOR				
	OBRA GRIS DE CLORADOR	2,00	UNIDAD	Q3 627,82	Q7 255,64
	VALVULERIA DE CLORADOR	2,00	UNIDAD	Q2 319,33	Q4 638,66
11	TUBERIA DE CONDUCCIÓN				
	TUBERIA CONDUCCIÓN DE Ø 5" PVC 250 PSI	5835,00	ML	Q352,11	Q2 054 561,85
	TUBERIA CONDUCCIÓN DE Ø 2 1/2" PVC 160 PSI	4330,00	ML	Q96,67	Q418 581,10
	TUBERIA CONDUCCIÓN DE Ø 2" PVC 250 PSI	1295,00	ML	Q115,76	Q149 909,20
	TUBERIA CONDUCCIÓN DE Ø 2" PVC 160 PSI	1295,00	ML	Q90,86	Q117 663,70
	TUBERIA CONDUCCIÓN DE Ø 1 1/2" PVC 160 PSI	246,00	ML	Q84,17	Q20 705,82
	TUBERIA CONDUCCIÓN DE Ø 1 1/2" DE H.G.	10,00	ML	Q232,60	Q2 326,00
	ACCESORIOS DE LINEA DE CONDUCCIÓN	1,00	GLOBAL	Q11 769,03	Q11 769,03
09	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN				
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN DE Ø 3/4" PVC 160 PSI	6388,00	ML	Q76,69	Q489 895,72
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN DE Ø 6" PVC 160 PSI	5859,00	ML	Q370,92	Q2 173 220,28
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN DE Ø 4" PVC 160 PSI	3524,00	ML	Q206,57	Q727 952,68
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN DE Ø 3" PVC 160 PSI	520,00	ML	Q151,92	Q78 998,40
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN DE Ø 2 1/2" PVC 160 PSI	1330,00	ML	Q123,49	Q164 241,70
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN DE Ø 2" PVC 160 PSI	3659,00	ML	Q103,02	Q376 950,18
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN DE Ø 1 1/2" PVC 160 PSI	1261,00	ML	Q82,01	Q103 414,61
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN DE Ø 1 1/4" PVC 160 PSI	488,00	ML	Q79,10	Q38 600,80
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN DE Ø 1" PVC 160 PSI	7656,00	ML	Q74,67	Q571 673,52
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN DE Ø 1/2" PVC 315 PSI	157,00	ML	Q77,19	Q12 118,83
	ACCESORIOS DE LINEA DE DISTRIBUCIÓN	1,00	GLOBAL	Q114 552,77	Q114 552,77
10	PASOS DE ZANJÓN TIPO B				
	OBRA GRIS	1,00	UNIDAD	Q3 964,18	Q3 964,18
11	TRANSPORTE	60,00	VIAJE	Q1 876,41	Q112 584,60
12	REMOCIÓN DE PAVIMENTO	2208,80	M3	Q70,63	Q156 007,54
13	REPOSICION DE PAVIMENTO	11044,00	M2	Q445,63	Q4 921 537,72
TOTAL					Q 15 407 372,91

TIPO DE CAMBIO

8,29 Q/\$

\$ 1 858 549,21

TOTAL DE APORTE COMUNITARIO

Q765 375,18

Fuente: elaboración propia.

2.1.6.7. Evaluación socio-económica

La evaluación del proyecto tiene como propósito principal, identificar los beneficios y luego valorizarlos adecuadamente, para elaborar indicadores de su rentabilidad social a través del análisis de beneficio costo. La definición de los beneficios o producto del proyecto, se verifica a partir de los aspectos físicos del mismo, ya que el flujo de beneficios es una función directa de la capacidad instalada del proyecto tomando en cuenta su utilización para todo el año.

Para hacer la evaluación del proyecto, el flujo de beneficios se elaborará de acuerdo con la naturaleza de los beneficios establecidos. En todo caso deben definirse y medirse los beneficios incrementados, ciclo con ciclo, los cuales deben ser atribuidos exclusivamente al proyecto; es decir, aquellos que sean resultado de la presencia del proyecto en la comunidad.

Con relación a los costos, éstos se distinguen básicamente en: costos de inversión, que son aquellos en los que se debe incurrir para instalar el proyecto, es decir los que se ejecutan entre el primer desembolso y el momento en que se pone a funcionar el proyecto; los costos de reposición, serán aquellos que se deben hacer para reponer los elementos que se vayan desgastando o cayendo en obsolescencia, como consecuencia del uso del proyecto durante su vida útil; los costos por reposición, también denominados costos de mantenimiento; y por último los costos de funcionamiento, que son aquellos que necesariamente deben ocurrir para la operación del proyecto, para que éste siga aportando los beneficios previstos en la evaluación.

2.1.6.7.1. Valor presente neto

Dicho valor, se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar la inversión inicial, los ingresos y egresos anuales, así como valores futuros de rescate de un proyecto a un valor presente, a manera de determinar si éste es rentable al término del período de funcionamiento; para el presente proyecto se determina el VPN con una tasa de interés igual a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que en el mercado actual es de 12 por ciento.

El procedimiento a realizar es el siguiente: la municipalidad de San Juan Chamelco invertirá Q. 14 641 997,73 y el aporte comunitario será Q 765 375,18 para un total de Q 15 407 372,91, para la ejecución del proyecto de sistema de abastecimiento de agua potable. Para esto se emplearán los servicios de técnicos encargados de limpieza del tanque de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y conexiones domiciliarias, con un sueldo mensual de Q 1 500,00, el costo de conexión por cada casa que cobra la municipalidad es de Q 1 000,00 y el costo por mantenimiento es de Q. 15,00 al mes. El período de diseño es de 20 años.

2.1.6.7.2. Tasa interna de retorno

Se utiliza para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, no es posible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión, es de costo/beneficio; éste se determina de la siguiente manera:

Costo = inversión inicial
 Costo = Q 15 407 372,91
 Beneficio = habitantes beneficiados (a futuro)
 Beneficio = 14 790 habitantes

Determinación del análisis socioeconómico

$$\frac{\text{COSTO}}{\text{BENEFICIO}} = \frac{\text{Q 15 407 372,91}}{14 790 \text{ Hab.}}$$

$$\frac{\text{COSTO}}{\text{BENEFICIO}} = \frac{\text{Q 1 041,74}}{\text{habitante}}$$

Las instituciones de inversión social, toman las decisiones con base al valor anterior mente obtenido y las disposiciones económicas que posean.

2.1.6.8. Evaluación de impacto ambiental

Para proyectos de acueductos rurales, los impactos ambientales son generalmente los siguientes:

- **Uso de sustancias o materiales:**
 Debido a la obra civil que es necesario construir y a la necesidad de unión de los tubos, es necesaria la utilización de cemento portland, para la obra civil, y de cemento solvente para la unión de los tubos.
- **Combustibles utilizados y gases emanados:**
 Por lo regular, los únicos combustibles que se utilizan en acueductos rurales son los utilizados por los vehículos que llevan los materiales a la

comunidad, y los vehículos del personal que supervisa y construye el proyecto.

- Residuos contaminantes:

Los residuos sólidos, se derivan únicamente en la fase de construcción y están constituidos únicamente por los materiales sobrantes, tales como madera, papel, viruta de tubos de PVC y restos de metales de tubería HG.

- Descarga de aguas residuales:

La falta de drenaje en la comunidad, las descargas de aguas residuales se limitan a las provenientes del lavado de enseres de comida y ropa en las pilas domiciliarias de la comunidad.

2.1.6.9. Cronograma de ejecución

CRONOGRAMA FISICO																																							
Proyecto: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE Comunidad: SAN JUAN CHAMELCO, MUNICIPIO DE SAN JUAN CHAMELCO, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ																																							
No.	Renglon	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Total	%	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7								
							1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4									
01	REPLANTEO	1.00	GLOBAL	Q25.850.00	Q25.850.00	0.17%																																	
02	CAPTACION	2.00	UNIDAD	Q6'019.54	Q12.039.08	0.08%																																	
03	CAJA REGULADORA DE CAUDALES	2.00	UNIDAD	Q5'107.35	Q10.214.70	0.07%																																	
04	CAJA ROMPE PRESION	3.00	UNIDAD	Q5'019.57	Q15.058.71	0.10%																																	
07	TANQUE DE ALMACENAJE DE 300 m ³	2.00	UNIDAD	Q3'65'800.78	Q6'31'601.56	4.10%																																	
08	CAJAS PARA VALVULAS DE CONTROL, LIMPIEZA Y DE AIRE	23.00	UNIDAD	Q3'276.82	Q75'386.86	0.79%																																	
09	ACOMETIDA PREDIAL	2957.00	UNIDAD	Q694.71	Q2'058'557.47	11.41%																																	
10	CLORADOR	2.00	UNIDAD	Q5'947.15	Q11'894.30	0.08%																																	
11	TUBERIA DE CONDUCCIÓN	13012.00	ML	Q2'13.30	Q2'775'516.70	18.01%																																	
09	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN	30942.00	ML	Q157.31	Q4'858'619.49	31.49%																																	
10	PASOS DE ZANÓN TIPO B	1.00	UNIDAD	Q3'964.18	Q3'964.18	0.03%																																	
11	TRANSPORTE	60.00	VALE	Q1'876.41	Q112'384.60	0.73%																																	
12	REMOCION DE PAVIMENTO	2208.80	M3	Q70.63	Q156'007.54	1.01%																																	
13	REPOSICION DE PAVIMENTO	11044.00	M2	Q4'456.63	Q4'921'537.72	31.94%																																	
TOTAL					Q15'407'372.91	100.00%																																	
							DESEMBOLOS ESTIMADOS																																
								15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00		15.00	
							INVERSION ESTIMADA MENSUAL (%)																																
							INVERSION ESTIMADA ACUMULADA MENSUAL (%)	15.00		30.00		45.00		60.00		75.00		90.00		105.94		121.88		137.83		153.77		169.71		185.65		201.59		217.54		233.48		249.42	
							INVERSION ESTIMADA MENSUAL (Q)	Q2'311'105.94		Q4'622'211.87		Q6'933'317.81		Q9'244'423.75		Q11'555'529.68		Q13'866'635.62		Q16'177'741.56		Q18'488'847.49		Q20'800'000.00		Q23'111'105.94		Q25'422'211.87		Q27'733'317.81		Q30'044'423.75		Q32'355'529.68		Q34'666'635.62		Q36'977'741.56	
							INVERSION ESTIMADA ACUMULADA MENSUAL (Q)	Q2'311'105.94		Q6'933'317.81		Q11'555'529.68		Q16'177'741.56		Q20'800'000.00		Q25'422'211.87		Q30'044'423.75		Q34'666'635.62		Q39'288'847.49		Q43'911'059.43		Q48'533'271.37		Q53'155'483.31		Q57'777'695.25		Q62'401'907.19		Q67'026'119.13		Q71'650'331.07	

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Se tendrá abastecimiento de agua potable, para la el municipio de San Juan Chamelco, los pobladores tendrán la oportunidad de satisfacer las necesidades en cuanto al servicio básico del vital líquido, ya que tendrá un sistema confiable, seguro y libre de posibles contaminantes, contribuyendo a mejorar la calidad de vida.
2. El cobro de una tarifa mensual de Q 15,00 ayudará a que el proyecto sea auto sostenible y que pueda alcanzar un mínimo de 20 años.
3. Para aprovechar la topografía del terreno el diseño de la red de distribución se hizo por gravedad.
4. El costo total del proyecto es de Q 15 407 372,91 equivalente a Q 359,63 por metro lineal, con lo cual se considera aceptable por la distancia de las fuentes de línea de conducción y red de distribución.
5. El medio ambiente tendrá un impacto negativo muy pequeño, pero será compensado con los beneficios que recibirá la comunidad.

RECOMENDACIONES

1. Solicitar mano de obra no calificada a los beneficiarios para ayudar a reducir los costos del proyecto.
2. La dirección municipal de planificación (DMP) deberá exigir el cumplimiento de las especificaciones contenidas en los planos a la entidad ejecutora del proyecto.
3. Supervisar cada seis meses la buena funcionalidad de los diferentes grupos que van a estar a cargo del mantenimiento del proyecto.
4. Reforestar los alrededores del nacimiento con árboles y plantas para garantizar el agua en época de estiaje.
5. Tener un plan de manejo forestal para que los nuevos árboles tengan un manejo adecuado y pueda ser un recurso renovable.
6. Organizar grupos para que puedan recibir pláticas acerca de educación y gestión ambiental.
7. Hacer aforos cada año para saber si el caudal aumenta o disminuye y en base a eso tomar medidas.

BIBLIOGRAFÍA

1. COGUANOR. *Norma Guatemalteca obligatoria de agua potable (NGO 29001)*. 1era. Revisión. Guatemala: COGUANOR, 2004. 1020 p.
2. Durman Guatemala. *Tabla de Diámetros internos / externos*. 4a. ed. Guatemala: Arweb, 2008. 18 p.
3. _____. *Catálogo de productos y lista de precios*. 8a. ed. Guatemala: Arweb, 2008. 15 p.
4. Empresa Municipal de Agua de la ciudad de Guatemala. Unidad de diseño de agua y alcantarillado. *Reglamento para presentación de proyectos de agua potable*. Guatemala: EMPAGUA 2000. 45 p.
5. FREDERICK, S.; et al. *Manual del ingeniero civil. Tomo II*. 4a. ed. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana, 1999. 290 p.
6. Instituto de Fomento Municipal. Unidad ejecutora del programa de acueductos rurales. *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales*, 2da. ed. Guatemala: UNEPAR, 1997. 70 p.

7. NILSON, Arthur. *Diseño de estructura de concreto*. 12a. ed. McGraw-Hill/ Interamericana 1999. 945 p.

8. Organización Panamericana de la Salud. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. *Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales*. 5a. ed., Lima, Perú: OPS/CEPIS, 2004. 175 p.

APÉNDICE

- Análisis hidráulicos de la red de distribución No.1.
- Análisis hidráulicos de la red de distribución No.2.
- Análisis hidráulicos de la red de distribución No.3.
- Análisis hidráulicos de la red de distribución No.4-
- Análisis hidráulico de la línea de conducción de San Juan Chamelco.
- Planos de conducción y distribución de Diseño del sistema de conducción y distribución de agua potable para el municipio de San Juan Chamelco, departamento de Cobán, Alta Verapaz, Guatemala.

CIRCUITO 1

Página	1	8:29:10 AM	23/09/2011				

*	E	P	A	N	E	T	*
*	Análisis Hidraulico					*	
*	de Redes Hidraulica a Presion					*	
*	Versión 2 Ve					*	
*	*						
*	Traducido por:						
*	Grupo Multidisciplinar de Modelacion de fluidos						*
*	Universidad	U.S.A.C.			*		

Línea	-	Nudo:		
ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
2	193	194	95	55.7
3	194	189	61.95	55.7
4	189	190	136.26	55.7
5	190	191	78.71	55.7
6	191	181	104.2	55.7
7	181	171	184.99	55.7
8	171	172	116.2	55.7
9	172	173	174.75	55.7
10	173	168	103.35	55.7
11	168	79	165.86	44.55
12	79	80	33.05	44.55
13	80	70	61.2	44.55
14	70	60	68.76	44.55
15	60	61	44.47	44.55
16	60	99	225.34	23.52
17	61	104	48.82	23.52
18	61	62	43.96	44.55
19	62	103	119.91	23.52
20	62	57	90.03	44.55
21	57	69	72.65	23.52
22	69	64	30.26	23.52
23	64	65	63.36	23.52
24	65	66	63.75	23.52
25	57	58	41.45	44.55
26	58	59	46.89	44.55
28	59	67	18.75	23.52
29	67	68	90.36	23.52
30	65	84	51.05	23.52
31	84	58	166.06	23.52
32	102	59	146.8	23.52
1	193	192	184.5	55.7

Página		2	
Resultados		Nudo:	
ID Nudo	Demand a LPS	Altura m	Presión m
57	0.09	372.11	32.41
58	0.06	371.93	34.03
59	0.16	371.83	32.93
60	0.09	374.15	37.95
61	0.02	373.44	38.14
62	0.07	372.91	34.91
64	0.05	371.03	33.63
65	0.10	370.65	30.45
66	0.09	370.48	34.58
67	0.06	371.74	33.54
68	0.06	371.62	27.42
69	0.00	371.35	34.55
70	0.16	375.54	45.84
79	0.09	377.86	43.26
80	0.00	377.04	47.34
84	0.10	370.7	29.7
99	0.08	373.65	36.05
102	0.14	370.91	29.91
103	0.09	372.58	32.08
104	0.16	373.05	39.85
168	0.16	382.38	46.86
171	0.00	386.67	39.67
172	0.00	385.41	40.08
173	0.00	383.51	32.77
181	0.00	388.69	29.6
189	0.00	392.16	31.69
190	0.00	390.68	29.87
191	0.00	389.82	26.66
193	0.00	393.87	34.08
194	0.00	392.84	31.02
192	-1.83	395.88	0.6

Depósito

Resultados		Línea:		
ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km	Unit. Estado
2	1.83	0.75	10.89	Abierto
3	1.83	0.75	10.89	Abierto
4	1.83	0.75	10.89	Abierto
5	1.83	0.75	10.89	Abierto
6	1.83	0.75	10.89	Abierto
7	1.83	0.75	10.89	Abierto
8	1.83	0.75	10.89	Abierto
9	1.83	0.75	10.89	Abierto
10	1.83	0.75	10.89	Abierto
11	1.67	1.07	27.28	Abierto

Resultados		Línea: (continuación)		
ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km	Unit. Estado
12	1.58	1.01	24.62	Abierto
13	1.58	1.01	24.62	Abierto
14	1.42	0.91	20.2	Abierto
15	1.25	0.8	15.95	Abierto
16	0.08	0.18	2.2	Abierto
17	0.16	0.37	7.96	Abierto
18	1.07	0.69	11.96	Abierto
19	0.09	0.21	2.74	Abierto
20	0.91	0.58	8.86	Abierto
21	0.19	0.43	10.57	Abierto
22	0.19	0.43	10.57	Abierto
23	0.14	0.31	5.93	Abierto
24	0.09	0.21	2.74	Abierto
25	0.63	0.41	4.53	Abierto
26	0.42	0.27	2.12	Abierto
28	0.12	0.28	4.67	Abierto
29	0.06	0.14	1.29	Abierto
30	-0.05	0.12	1.04	Abierto
31	-0.15	0.35	7.36	Abierto
32	-0.14	0.32	6.21	Abierto
1	-1.83	0.75	10.89	Abierto

CIRCUITO 2

Página	1	8:29:10 AM	23/09/2011				

*	E	P	A	N	E	T	*
*	Análisis Hidraulico					*	
*	de Redes Hidraulica a Presion					*	
*	Versión 2 Ve					*	
*	*						
*	Traducido por:						
*	Grupo Multidisciplinar de Modelacion de fluidos						*
*	Universidad	U.S.A.C.			*		

Tabla	Línea	-	Nudo:	
ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
2	193	194	95	105.51
3	194	189	61.95	105.51
4	189	190	136.26	105.51
5	190	191	78.71	105.51
6	191	181	104.2	105.51
7	181	171	184.99	105.51
8	171	172	116.2	105.51
9	172	173	174.75	105.51
10	173	168	103.35	105.51
34	168	169	119.31	105.51
41	169	170	51.43	105.51
42	170	229	58.96	105.51
43	229	174	106.21	105.51
69	174	178	86.94	105.51
102	179	178	90.1	105.51
104	180	175	24.86	105.51
105	175	176	75.17	105.51
107	176	96	105.16	105.51
108	96	97	34.99	105.51
109	97	87	58.2	105.51
110	87	224	109.96	105.51
111	224	86	94.58	30.38
190	27	16	55.55	67.44
191	16	17	94.38	67.44
192	17	21	108.43	30.38
193	21	25	130.82	30.38
194	25	26	105.09	23.52
195	26	18	50.89	30.35
196	17	92	127.11	67.44
197	21	93	126.78	30.38
198	25	56	81.54	23.52
199	92	93	99.95	67.44
200	93	94	40.99	67.44

Página	2			
Tabla	Línea	-	Nudo:	(continuaci
ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
201	94	56	100.82	67.44
202	56	18	168.78	67.44
203	18	19	86.09	30.35
205	20	15	97.05	30.35
206	27	22	115.69	30.38
207	22	23	108.58	30.38
208	23	24	132.41	23.52
209	24	14	114.94	23.52
210	14	4	130.34	23.52
211	4	5	56.33	23.52
212	5	20	95.93	18.19
213	26	14	130.55	23.52
214	25	24	107.39	23.52
215	21	23	83.78	30.38
216	17	22	65.23	30.38
217	27	6	67.45	67.44
218	6	11	50.18	67.44
219	11	13	112.64	67.44
220	6	1	103.9	30.38
221	1	22	58.23	30.38
222	1	2	112.54	23.52
223	2	23	57.45	23.52
225	3	24	59.42	23.52
226	3	7	114.01	23.52
227	7	14	51.76	23.52
228	11	12	100.92	23.52
229	12	1	48.34	23.52
230	13	8	95.13	67.44
231	8	12	96.04	23.52
232	8	9	173.72	67.44
233	9	10	112.14	30.35
1	193	192	184.5	105.51
121	224	92	237.51	105.51
295	2	10	63.07	23.52
296	10	3	68.59	30.35
297	179	180	47.79	105.51
11	19	28	23.65	30.35
12	28	15	302.87	30.35

Página	3		
Resultado de	Nudo:		
ID Nudo	Demand a LPS	Altura m	Presión m
1	0.28	382.11	45.86
2	0.19	381.08	45.06
3	0.14	379.6	43.79
4	0.05	377.28	27.28
5	0.14	377.1	27.1
6	0.21	382.62	46.82
7	0.23	378.18	45.16
8	0.05	382.3	40.7
9	0.21	382.19	39.59
10	0.19	380.53	44.61
11	0.14	382.53	47.62
12	0.26	382.06	44.7
13	0.16	382.38	42.98
14	0.37	378.19	42.79
15	0.05	378.12	25.96
16	0.12	383.18	44.63
17	0.12	383.77	43.88
18	0.14	383.71	37.52
19	0.19	381.69	32.62
20	0.28	377.31	25.11
21	0.23	382.67	46.45
22	0.16	382.45	44.03
23	0.26	381.68	41.57
24	0.42	379.49	43.53
25	0.26	382.28	46.26
26	0.07	382.65	46.95
27	0.26	382.86	47.47
56	0.23	384.05	48.45
86	0.14	386.14	52.24
87	0	386.79	52.88
92	0.16	385.33	50.24
93	0.26	384.6	49.64

93	0.26	384.6	49.64
94	0	384.44	49.29
96	0	387.19	54.68
97	0	387.04	55.79
168	0	390.51	54.99
169	0	389.99	47.19
170	0	389.77	45.76
171	0	392.22	45.22
172	0	391.71	46.38
173	0	390.96	40.22
174	0	389.06	50.71
175	0	387.97	50.91
176	0	387.65	56.91
178	0	388.68	47.1
179	0	388.29	51.79
180	0	388.08	51.02

Página 4

Resultado de Nudo: (continuación)

ID Nudo	Demand a LPS	Altura m	Presión m
181	0	393.02	33.93
189	0	394.4	33.93
190	0	393.81	33
191	0	393.47	30.31
193	0	395.08	35.29
194	0	394.67	32.85
224	0	386.31	57.45
229	0	389.52	49.81
28	0	381.43	45.19
192	-5.97	395.88	0.6

Resultado de		Linea:		
ID Linea	Caudal LPS	Velocida d m/s	Pérd. m/km	Unit. Estado
2	5.97	0.68	4.33	Abierto
3	5.97	0.68	4.33	Abierto
4	5.97	0.68	4.33	Abierto
5	5.97	0.68	4.33	Abierto
6	5.97	0.68	4.33	Abierto
De 7	5.97	0.68	4.33	Abierto
8	5.97	0.68	4.33	Abierto
9	5.97	0.68	4.33	Abierto
10	5.97	0.68	4.33	Abierto
34	5.97	0.68	4.33	Abierto
41	5.97	0.68	4.33	Abierto
42	5.97	0.68	4.33	Abierto
43	5.97	0.68	4.33	Abierto
69	5.97	0.68	4.33	Abierto
102	-5.97	0.68	4.33	Abierto
104	5.97	0.68	4.33	Abierto
105	5.97	0.68	4.33	Abierto
107	5.97	0.68	4.33	Abierto
108	5.97	0.68	4.33	Abierto
109	5.97	0.68	4.33	Abierto
110	5.97	0.68	4.33	Abierto
111	0.14	0.19	1.79	Abierto
190	-2.12	0.59	5.62	Abierto
191	-2.24	0.63	6.23	Abierto
192	0.36	0.49	10.11	Abierto
193	0.18	0.25	2.98	Abierto
194	-0.1	0.24	3.54	Abierto
195	-0.52	0.73	20.74	Abierto
196	-3.23	0.91	12.31	Abierto
197	-0.45	0.61	15.24	Abierto
198	-0.28	0.63	21.74	Abierto

Página	5			
Resultado:	de	Línea:	ontinuación)	
ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km	Unit. Estado
199	2.44	0.68	7.29	Abierto
200	1.73	0.48	3.87	Abierto
201	1.73	0.48	3.87	Abierto
202	1.23	0.34	2.04	Abierto
203	0.56	0.78	23.47	Abierto
205	-0.32	0.44	8.35	Abierto
206	0.2	0.28	3.56	Abierto
207	0.3	0.41	7.11	Abierto
208	0.24	0.55	16.55	Abierto
209	0.19	0.45	11.3	Abierto
210	0.15	0.34	6.97	Abierto
211	0.1	0.23	3.27	Abierto
212	-0.04	0.16	2.24	Abierto
213	0.35	0.81	34.18	Abierto
214	0.3	0.7	25.98	Abierto
215	0.39	0.54	11.8	Abierto
216	0.52	0.71	20.12	Abierto
217	1.66	0.46	3.56	Abierto
218	1.2	0.34	1.97	Abierto
219	0.94	0.26	1.26	Abierto
220	0.24	0.33	4.93	Abierto
221	-0.27	0.37	5.85	Abierto
222	0.17	0.4	9.18	Abierto
223	-0.19	0.43	10.48	Abierto
225	0.07	0.17	1.84	Abierto
226	0.2	0.47	12.48	Abierto
227	-0.03	0.06	0.27	Abierto
228	0.12	0.27	4.62	Abierto
229	-0.06	0.13	1.1	Abierto
230	0.78	0.22	0.89	Abierto
231	0.09	0.2	2.5	Abierto
232	0.65	0.18	0.63	Abierto
233	0.44	0.61	14.84	Abierto

210	0.15	0.34	6.97	Abierto
211	0.1	0.23	3.27	Abierto
212	-0.04	0.16	2.24	Abierto
213	0.35	0.81	34.18	Abierto
214	0.3	0.7	25.98	Abierto
215	0.39	0.54	11.8	Abierto
216	0.52	0.71	20.12	Abierto
217	1.66	0.46	3.56	Abierto
218	1.2	0.34	1.97	Abierto
219	0.94	0.26	1.26	Abierto
220	0.24	0.33	4.93	Abierto
221	-0.27	0.37	5.85	Abierto
222	0.17	0.4	9.18	Abierto
223	-0.19	0.43	10.48	Abierto
225	0.07	0.17	1.84	Abierto
226	0.2	0.47	12.48	Abierto
227	-0.03	0.06	0.27	Abierto
228	0.12	0.27	4.62	Abierto
229	-0.06	0.13	1.1	Abierto
230	0.78	0.22	0.89	Abierto
231	0.09	0.2	2.5	Abierto
232	0.65	0.18	0.63	Abierto
233	0.44	0.61	14.84	Abierto
1	-5.97	0.68	4.33	Abierto
121	5.83	0.67	4.14	Abierto
295	0.17	0.39	8.76	Abierto
296	0.42	0.58	13.52	Abierto
297	5.97	0.68	4.33	Abierto
11	0.37	0.51	10.91	Abierto
12	0.37	0.51	10.91	Abierto

CIRCUITO 3

Página	1	8:29:10 AM	23/09/2011				

*	E	P	A	N	E	T	*
*	Análisis Hidraulico					*	
*	de Redes Hidraulica a Presion					*	
*	Versión 2 Ve					*	
*	*						
*	Traducido por:						
*	Grupo Multidisciplinar de Modelacion de fluidos						*
*	Universidad	U.S.A.C.			*		

Tabla	Línea	-	Nudo:	
ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
2	193	194	95	155.32
3	194	189	61.95	155.32
4	189	190	136.26	155.32
5	190	191	78.71	155.32
6	191	181	104.2	155.32
7	181	171	184.99	155.32
8	171	172	116.2	155.32
9	172	173	174.75	155.32
10	173	168	103.35	155.32
34	168	169	119.31	155.32
41	169	170	51.43	155.32
42	170	229	58.96	155.32
43	229	174	106.21	155.32
69	174	178	86.94	155.32
102	179	178	90.1	155.32
104	180	175	24.86	155.32
105	175	176	75.17	155.32
122	188	33	105.94	30.35
130	176	177	56.13	155.32
131	177	195	62.47	155.32
132	195	213	96.76	155.32
134	213	151	101.89	155.32
136	151	39	121.66	155.32
138	39	40	78.14	105.51
141	40	41	110.12	55.7
144	36	33	201.89	30.35
145	36	38	116.77	23.52
146	38	185	88.69	23.52
147	185	186	47.61	23.52
148	186	187	39.93	23.52
149	187	182	78.35	23.52
150	182	183	85.87	23.52
151	183	184	14.49	23.52

Página	2			
Tabla	Línea	-	Nudo:	(continuaci
ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
152	184	41	91.21	30.35
153	184	214	106.2	30.35
154	214	215	63.81	30.35
155	215	212	137.47	30.35
156	212	216	94.28	44.55
157	216	220	86.35	155.32
158	40	214	104.34	55.7
159	39	215	107.88	44.55
160	215	211	63.29	44.55
161	211	210	45.75	44.55
162	214	210	72.55	55.7
163	151	212	120.55	55.7
164	213	216	121.3	155.32
165	220	221	163.05	155.32
166	221	222	28.93	155.32
167	222	217	35.33	155.32
168	220	218	97.9	155.32
169	218	217	122.08	155.32
170	218	209	65.01	38.91
171	209	200	38.74	23.52
172	200	199	65.74	23.52
173	209	219	109.2	23.52
174	199	219	82.42	55.7
175	219	212	118.65	55.7
176	210	130	197.1	55.7
177	130	129	44.28	55.7
178	129	131	27.73	55.7
179	131	138	38.85	30.35
180	138	133	91.72	30.35
181	131	126	55.85	23.52
182	126	127	76.99	23.52
183	127	128	114.09	23.52
184	128	132	84.2	23.52
185	132	136	40.66	23.52
186	136	137	80.67	23.52
187	137	138	87.81	23.52
234	217	196	51.08	38.91
235	196	197	143.11	38.91
236	197	202	67.54	30.38
237	202	206	80.7	23.52

237	202	206	80.7	23.52
238	197	198	55.18	23.52
239	218	201	109.32	155.32
240	201	207	165.45	155.32
241	199	152	93.61	55.7
242	152	147	53.62	30.38
243	147	148	19.08	30.38
244	148	201	82.19	30.38

Página	3			
Tabla	Línea	-	Nudo:	(continuaci
ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
245	152	208	53.89	30.35
246	208	203	98.86	55.7
247	203	207	62.9	155.32
248	203	116	39.48	155.32
249	116	117	128.34	55.7
250	117	112	94.69	55.7
251	112	113	52.4	30.35
252	113	114	41.25	30.35
253	129	167	42.98	23.52
254	167	205	67.46	23.52
255	205	204	121.96	38.91
256	204	208	45.26	55.7
257	133	134	100.55	30.35
258	134	135	49.38	155.32
259	135	125	159.47	155.32
260	125	115	132.82	155.32
261	115	116	93.39	155.32
262	134	118	28.42	155.32
263	118	122	138.04	155.32
264	122	123	88	155.32
265	123	124	78.81	105.51
266	124	119	53.58	105.51
267	119	120	58.97	82.04
268	120	121	34.87	82.04
269	121	158	38.96	82.04
272	158	159	105.94	82.04
273	159	154	48.15	67.44

273	159	154	48.15	67.44
274	154	155	94.75	67.44
275	155	156	58.68	23.52
276	155	141	111.92	30.35
277	141	140	114.73	30.35
278	140	145	63.96	30.35
279	145	144	107.8	30.35
280	144	143	122.82	23.52
281	143	153	38.72	23.52
282	153	163	88.58	30.35
283	163	162	95.98	30.35
284	162	160	89.98	55.7
285	160	154	170.19	30.35
286	160	164	84.7	82.04
287	164	165	69.77	82.04
288	165	166	125.91	82.04
289	166	161	125.76	105.51
290	161	123	141.73	105.51
1	193	192	184.5	155.32
297	179	180	47.79	155.32
74	188	41	69.15	30.35

Página	4		
Resultados	Nudo:		
ID Nudo	Demand a LPS	Altura m	Presión m
33	0.23	386.41	49.15
36	0.19	386.13	53.64
38	0	386.32	56.48
39	0.12	389.21	54.98
40	0.23	389.16	49.26
41	0.13	388.85	31.5
112	0.47	387.74	55.69
113	0.09	387.54	59.86
114	0.12	387.48	59.82
115	0.14	388.55	51.69
116	0.16	388.58	50.73
117	0.56	387.9	53.44
118	0	388.44	29.59
119	0.35	388.32	41.96
120	0	388.27	28.85
121	0	388.24	32.16
122	0.09	388.4	18.51
123	0.33	388.38	19.13
124	0	388.35	23.01

124	0	388.35	23.01
125	0.23	388.51	47.73
126	0.12	386.92	22.97
127	0.07	386.49	23.55
128	0.14	386.34	31.43
129	0.12	387.97	42.74
130	0.33	388.02	43.66
131	0.05	387.95	40.59
132	0	386.51	39.79
133	0.09	388.05	35.68
134	0	388.45	35.21
135	0.07	388.46	32.7
136	0.07	386.6	39.88
137	0.02	387.15	40.43
138	0.05	387.92	37.23
140	0.09	386.22	27.59
141	0	387.12	71.38
143	0	385.67	20.44
144	0.28	385.51	24.21
145	0	385.95	25.79
147	0.37	388.28	47.65
148	0.09	388.33	47.58
151	0.25	389.23	54.08
152	0.14	388.47	47.44
153	0.19	385.72	15.03
154	0.16	388.06	41.69
155	0.33	387.99	71.93
156	0.05	387.94	16.01

Página	5		
Resultados	Nudo:	(continua)	
ID Nudo	Demand a LPS	Altura m	Presión m
158	0	388.2	38.57
159	0.58	388.1	36.6
160	0.33	388.17	27.41
161	0.21	388.33	16.74
162	0.02	388.07	27.46
163	0.26	386.18	13.74
164	0	388.21	28.29
165	0	388.24	27.48
166	0.33	388.3	25.15
167	0.12	387.93	42.08
168	0	392	56.48
169	0	391.63	48.83
170	0	391.47	47.46
171	0	393.23	46.23
172	0	392.87	47.54
173	0	392.32	41.58
174	0	390.95	52.6
175	0	390.17	53.11
176	0	389.93	59.19
177	0	389.76	58.63
178	0	390.68	49.1
179	0	390.4	53.9
180	0	390.25	53.19
181	0	393.81	34.72
182	0.14	386.87	50.49
183	0	388.2	51.56
184	0.19	388.42	51.77
185	0	386.47	58.71
186	0.02	386.55	56.27
187	0	386.66	56.38
188	0.16	387.46	46.14
189	0	394.81	34.34
190	0	394.39	33.58
191	0	394.14	30.98
193	0	395.3	35.51
194	0	395.01	33.19
195	0.09	389.56	56.33
196	0	388.79	47.47
197	0.12	388.46	58.6
198	0.05	388.41	57.99
199	0.21	388.53	46.17

200	0	388.66	44.72
201	0.14	388.8	48.82
202	0	388.34	56.73
203	0.33	388.61	48.44
204	0.3	388.37	43.8
205	0.26	388.05	46.83

Página	6		
Resultados	Nudo:	(continuación)	
ID Nudo	Demand a LPS	Altura m	Presión m
206	0.14	387.84	47.92
207	0.16	388.66	55.04
208	0.12	388.44	48.27
209	0.19	388.74	45.62
210	0.19	388.6	50.46
211	0.05	388.67	51.41
212	0.35	388.91	56.94
213	0.19	389.26	54.74
214	0.28	388.73	54.2
215	0.14	388.8	54.3
216	0.3	389.07	58.9
217	0.19	388.91	48.61
218	0.21	388.9	47.16
219	0.3	388.63	48.03
220	0.42	388.95	55.56
221	0.23	388.92	52.32
222	0	388.92	49.83
229	0	391.28	51.57
192	-13.85	395.88	0.6 Depósito

Resultados		Línea:		
ID Línea	Caudal LPS	Velocida d m/s	Pérd. m/km	Unit. Estado
2	13.85	0.73	3.13	Abierto
3	13.85	0.73	3.13	Abierto
4	13.85	0.73	3.13	Abierto
5	13.85	0.73	3.13	Abierto
6	13.85	0.73	3.13	Abierto
7	13.85	0.73	3.13	Abierto
8	13.85	0.73	3.13	Abierto
9	13.85	0.73	3.13	Abierto
10	13.85	0.73	3.13	Abierto
34	13.85	0.73	3.13	Abierto
41	13.85	0.73	3.13	Abierto
42	13.85	0.73	3.13	Abierto
43	13.85	0.73	3.13	Abierto
69	13.85	0.73	3.13	Abierto
102	-13.85	0.73	3.13	Abierto
104	13.85	0.73	3.13	Abierto
105	13.85	0.73	3.13	Abierto
122	0.35	0.49	9.95	Abierto
130	13.85	0.73	3.13	Abierto
131	13.85	0.73	3.13	Abierto
132	13.76	0.73	3.09	Abierto
134	4	0.21	0.31	Abierto

Página	7			
Resultados	Línea: (continuación)			
ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km	Unit. Estado
136	2.88	0.15	0.17	Abierto
138	2.19	0.25	0.67	Abierto
141	0.88	0.36	2.81	Abierto
144	-0.12	0.17	1.37	Abierto
145	-0.07	0.16	1.67	Abierto
146	-0.07	0.16	1.67	Abierto
147	-0.07	0.16	1.67	Abierto
148	-0.09	0.2	2.68	Abierto
149	-0.09	0.2	2.68	Abierto
150	-0.23	0.53	15.45	Abierto
151	-0.23	0.53	15.45	Abierto
152	-0.24	0.33	4.7	Abierto
153	-0.18	0.25	2.96	Abierto
154	-0.11	0.15	1.07	Abierto
155	-0.09	0.12	0.77	Abierto
156	-0.38	0.24	1.74	Abierto
157	8.9	0.47	1.38	Abierto
158	1.08	0.44	4.07	Abierto
159	0.57	0.37	3.79	Abierto
160	0.42	0.27	2.09	Abierto
161	0.37	0.24	1.65	Abierto
162	0.72	0.29	1.92	Abierto
163	0.86	0.35	2.68	Abierto
164	9.57	0.51	1.58	Abierto
165	3.02	0.16	0.19	Abierto
166	2.79	0.15	0.16	Abierto
167	2.79	0.15	0.16	Abierto
168	5.45	0.29	0.56	Abierto
169	-2.29	0.12	0.11	Abierto
170	0.32	0.27	2.44	Abierto
171	0.08	0.17	1.98	Abierto
172	0.08	0.17	1.98	Abierto
173	0.05	0.12	1	Abierto
174	-0.55	0.23	1.18	Abierto
175	-0.8	0.33	2.34	Abierto

175	-0.8	0.33	2.34	Abierto
176	0.9	0.37	2.9	Abierto
177	0.57	0.23	1.24	Abierto
178	0.4	0.16	0.64	Abierto
179	0.09	0.13	0.86	Abierto
180	-0.12	0.17	1.43	Abierto
181	0.25	0.58	18.45	Abierto
182	0.13	0.3	5.57	Abierto
183	0.06	0.14	1.37	Abierto
184	-0.08	0.18	2.1	Abierto
185	-0.08	0.18	2.1	Abierto
186	-0.15	0.34	6.89	Abierto
187	-0.17	0.39	8.71	Abierto

Página	8			
Resultados	Línea: (continuación)			
ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km	Unit. Estado
234	0.31	0.26	2.33	Abierto
235	0.31	0.26	2.33	Abierto
236	0.14	0.19	1.79	Abierto
237	0.14	0.32	6.21	Abierto
238	0.05	0.12	0.92	Abierto
239	7.22	0.38	0.94	Abierto
240	6.82	0.36	0.84	Abierto
241	0.42	0.17	0.7	Abierto
242	0.2	0.28	3.44	Abierto
243	-0.17	0.24	2.57	Abierto
244	-0.26	0.36	5.64	Abierto
245	0.08	0.11	0.57	Abierto
246	-0.67	0.28	1.71	Abierto
247	-6.66	0.35	0.81	Abierto
248	5.65	0.3	0.59	Abierto
249	1.24	0.51	5.3	Abierto
250	0.68	0.28	1.74	Abierto
251	0.21	0.29	3.8	Abierto
252	0.12	0.17	1.35	Abierto
253	0.05	0.11	0.9	Abierto
254	-0.07	0.16	1.75	Abierto
255	-0.33	0.28	2.63	Abierto

255	-0.33	0.28	2.63	Abierto
256	-0.63	0.26	1.51	Abierto
257	-0.21	0.3	3.94	Abierto
258	-3.81	0.2	0.29	Abierto
259	-3.88	0.2	0.3	Abierto
260	-4.11	0.22	0.33	Abierto
261	-4.25	0.22	0.35	Abierto
262	3.6	0.19	0.26	Abierto
263	3.6	0.19	0.26	Abierto
264	3.51	0.19	0.25	Abierto
265	1.7	0.19	0.42	Abierto
266	1.7	0.19	0.42	Abierto
267	1.35	0.26	0.94	Abierto
268	1.35	0.26	0.94	Abierto
269	1.35	0.26	0.94	Abierto
272	1.35	0.26	0.94	Abierto
273	0.77	0.22	0.86	Abierto
274	0.69	0.19	0.7	Abierto
275	0.05	0.12	0.92	Abierto
276	0.31	0.43	7.82	Abierto
277	0.31	0.43	7.82	Abierto
278	0.22	0.3	4.14	Abierto
279	0.22	0.3	4.14	Abierto
280	-0.06	0.14	1.29	Abierto
281	-0.06	0.14	1.29	Abierto
282	-0.25	0.35	5.25	Abierto

Página	9			
Resultados	Línea: (continuación)			
ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km	Unit. Estado
283	-0.51	0.7	19.67	Abierto
284	-0.53	0.22	1.1	Abierto
285	0.08	0.11	0.64	Abierto
286	-0.94	0.18	0.48	Abierto
287	-0.94	0.18	0.48	Abierto
288	-0.94	0.18	0.48	Abierto
289	-1.27	0.15	0.25	Abierto
290	-1.48	0.17	0.33	Abierto
1	-13.85	0.73	3.13	Abierto
297	13.85	0.73	3.13	Abierto
74	-0.52	0.71	20.1	Abierto

CIRCUITO 4

Página	1	8:29:10 AM	9/23/2011				

*	E	P	A	N	E	T	*
*	Análisis Hidraulico					*	
*	de Redes Hidraulica a Presion					*	
*	Versión 2 Ve					*	
*	*						
*	Traducido por:						
*	Grupo Multidisciplinar de Modelacion de fluidos						*
*	Universidad	U.S.A.C.			*		

Tabla	Línea	-	Nudo:	
ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
2	193	194	95	155.32
3	194	189	61.95	155.32
4	189	190	136.26	155.32
5	190	191	78.71	155.32
6	191	181	104.2	155.32
7	181	171	184.99	155.32
8	171	172	116.2	155.32
9	172	173	174.75	155.32
10	173	168	103.35	155.32
33	73	77	116.34	155.32
34	168	169	119.31	155.32
35	169	74	114.61	44.55
36	74	71	51.24	30.35
37	71	77	59.09	44.55
38	71	72	45.12	30.35
39	72	75	42.53	23.52
40	75	74	46.18	44.55
41	169	170	51.43	105.32
42	170	229	58.96	105.32
43	229	174	106.21	105.32
44	170	75	119.1	44.55
45	75	76	59.61	44.55
46	76	229	118.21	44.55
47	77	81	37.52	105.51
48	81	82	46.58	105.51
49	82	83	28.53	105.51
50	83	78	53.2	105.51
51	78	100	50.31	30.35
52	100	101	59.18	23.52
53	101	76	86.02	30.35
54	78	110	102.23	105.51
55	110	225	54.78	23.52
56	225	111	52.44	23.52

Página	2			
Tabla	Línea	-	Nudo:	(continuaci
ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
57	111	106	95.05	30.35
58	106	174	111.69	30.35
59	101	109	53.02	30.35
60	109	111	50.91	30.35
61	76	105	54.81	30.35
62	105	106	53.43	30.35
63	109	105	91.14	30.35
64	100	225	104.54	30.35
65	110	108	105.92	105.51
66	225	98	101.89	30.35
67	111	28	102.96	30.35
68	106	223	91.83	30.35
69	174	178	86.94	105.32
70	108	98	54.53	30.35
71	98	28	48.31	30.35
72	28	223	104.62	30.35
73	223	178	102.68	30.35
74	174	107	95.88	30.35
75	107	88	99.24	30.35
76	178	88	93.61	30.35
77	108	46	125.58	55.7
78	46	47	31.82	55.7
79	47	48	55.48	30.35
80	48	226	40.59	23.52
81	226	43	32.49	23.52
82	43	44	41.2	18.19
83	47	53	62.19	55.7
84	53	49	103.1	55.7
85	46	91	61.6	30.35
86	91	45	40.2	30.35
87	91	95	82.93	23.52
88	49	45	100.55	23.52
89	45	52	51.51	30.35
91	52	51	42.42	18.19
92	55	54	42.93	23.52
93	51	50	44.92	23.52
94	50	54	37.86	23.52
95	54	108	113.85	30.38

95	54	108	113.85	30.38
96	50	227	99.82	23.52
97	54	150	95.56	23.52
98	227	150	43.6	23.52
99	150	146	147.83	30.35
100	146	180	73.06	30.35
102	179	178	90.1	55.7
103	146	142	112.18	30.35
104	180	175	24.86	55.7
105	175	176	75.17	55.7

Página	3			
Tabla	Línea	-	Nudo:	(continuaci
ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
106	175	96	115.88	30.35
107	176	96	105.16	30.35
108	96	97	34.99	30.35
109	97	87	58.2	30.35
110	87	224	109.96	23.52
112	88	89	55.62	30.35
113	89	90	64.53	30.35
114	90	85	102.36	23.52
115	85	224	92.81	23.52
116	49	42	95.41	55.7
117	42	32	62.39	55.7
118	32	33	102.12	55.7
119	52	34	42.84	30.35
120	34	29	13.53	18.19
122	188	33	105.94	38.91
123	29	30	49.04	23.52
124	30	31	37.84	23.52
125	31	35	45.97	30.35

125	31	35	45.97	30.35
126	35	228	55.82	30.35
127	228	227	46.55	30.35
128	228	142	123.8	30.35
129	142	177	106.02	30.35
130	176	177	56.13	55.7
131	177	195	62.47	55.7
132	195	213	96.76	55.7
133	213	142	90.91	30.35
134	213	151	101.89	30.35
135	151	228	118.15	30.35
136	151	39	121.66	30.35
137	39	30	91.77	23.52
138	40	39	78.14	23.52
139	188	34	128.76	30.35
140	40	29	106.51	23.52
141	41	40	110.12	23.52
142	41	188	67.27	23.52
1	192	193	184.5	155.32
291	179	400	96.63	30.35
292	400	90	122.77	30.35
293	55	51	28.87	23.52
294	28	150	131.81	30.38
297	179	180	47.79	55.7
11	73	172	321.5	155.32

Página	4		
Resultados	Nudo:		
ID Nudo	Demand a LPS	Altura m	Presión m
28	0.33	390.34	47.72
29	0	383.91	43.38
30	0.14	384.02	44.37
31	0.07	384.39	33.92
32	0.16	384.88	43.69
33	0.35	384.61	47.35
34	0.58	383.94	43.41
35	0.12	384.63	34.41
39	0.09	384.08	49.85
40	0.21	383.36	43.46
41	0.31	383.06	25.71
42	0.26	385.1	52.01
43	0.23	384.25	43.9
44	0.05	384.11	49.11
45	0.02	385.51	44.05

45	0.02	385.51	44.05
46	0.09	387.76	47.16
47	0.12	387.18	47.31
48	0.09	386.35	47.05
49	0.28	385.62	44.04
50	0	386.75	46.71
51	0.07	386.57	40.73
52	0.05	384.88	39.04
53	0.26	386.49	44.78
54	0.07	387.55	38.13
55	0.09	386.79	37.61
71	0.05	392.74	50.14
72	0.12	392.61	28.61
73	0.02	392.93	45.35
74	0.09	392.66	59.04
75	0.21	392.55	46.35
76	0.19	392.3	33.56
77	0.19	392.84	46.95
78	0.23	392.12	50.19
81	0.07	392.67	47.21
82	0.14	392.46	47.2
83	0.09	392.34	47.05
85	0.28	384.67	39.15
87	0.33	385.06	51.15
88	0.07	390.78	50.88
89	0.07	389.38	49.28
90	0.26	388.09	49.71
91	0.14	385.92	44.62
95	0.14	385.4	35.98
96	0	386.75	54.24
97	0.09	385.98	54.73
98	0.23	390.77	46.62
100	0.33	391.32	41.97

Página	5		
Resultados	Nudo: (continuación)		
ID Nudo	Demand a LPS	Altura m	Presión m
101	0.14	391.42	31.93
105	0.02	391.59	39.48
106	0.05	391.41	46.19
107	0.07	391.33	51.13
108	0.44	391.49	48.25
109	0.09	391.32	39.89
110	0.23	391.78	49.06
111	0.09	391.06	56.79
142	0.33	386.3	44.61
146	0.33	386.95	47.52
150	0.21	387.21	33.88
151	0.25	385.03	49.88
168	0	392.99	57.47
169	0.02	392.9	50.1
170	0.26	392.68	48.67
171	0	393.52	46.52
172	0	393.19	47.86
173	0	393.06	42.32
174	0.09	392.15	53.8
175	0.14	387.78	50.72
176	0.12	387.16	56.42
177	0.12	386.86	55.73
178	0.23	391.95	50.37
179	0.23	389.15	52.65
180	0.14	388.12	51.06
181	0	394.03	34.94
188	0.19	384.03	42.71
189	0	394.93	34.46
190	0	394.55	33.74
191	0	394.33	31.17
193	0	395.36	35.57
194	0	395.1	33.28
195	0.12	386.68	53.45
213	0.19	386.48	51.96

213	0.19	386.48	51.96
223	0.3	390.99	49.11
224	0.19	384.52	55.66
225	0.33	390.98	47.44
226	0.07	384.98	45.89
227	0.05	385.92	37.57
228	0.26	385.23	35.71
229	0.09	392.47	52.76
400	0.26	388.19	50.54
192	-13.03	395.88	0.6

Depósito

Página 6

Resultados Línea:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km	Unit. Estado
2	13.03	0.69	2.79	Abierto
3	13.03	0.69	2.79	Abierto
4	13.03	0.69	2.79	Abierto
5	13.03	0.69	2.79	Abierto
6	13.03	0.69	2.79	Abierto
7	13.03	0.69	2.79	Abierto
8	13.03	0.69	2.79	Abierto
9	6.33	0.33	0.73	Abierto
10	6.33	0.33	0.73	Abierto
33	6.68	0.35	0.81	Abierto
34	6.33	0.33	0.73	Abierto
35	0.42	0.27	2.09	Abierto
36	-0.13	0.18	1.55	Abierto
37	-0.36	0.23	1.61	Abierto
38	0.18	0.25	2.95	Abierto
39	0.06	0.15	1.42	Abierto
40	-0.46	0.29	2.47	Abierto
41	5.89	0.68	4.27	Abierto
42	5.34	0.61	3.55	Abierto
43	4.9	0.56	3.03	Abierto
44	0.3	0.19	1.12	Abierto
45	0.61	0.39	4.19	Abierto
46	-0.35	0.22	1.48	Abierto
47	6.12	0.7	4.54	Abierto
48	6.05	0.69	4.45	Abierto
49	5.91	0.68	4.26	Abierto
50	5.82	0.67	4.14	Abierto
51	0.45	0.63	15.83	Abierto
52	-0.07	0.16	1.7	Abierto
53	-0.36	0.49	10.19	Abierto
54	5.14	0.59	3.28	Abierto
55	0.22	0.51	14.62	Abierto
56	-0.07	0.15	1.54	Abierto
57	-0.2	0.28	3.61	Abierto
58	-0.28	0.39	6.68	Abierto
59	0.15	0.2	1.99	Abierto
60	0.24	0.34	5	Abierto

60	0.24	0.34	5	Abierto
61	0.41	0.56	12.89	Abierto
62	0.2	0.28	3.49	Abierto
63	-0.19	0.26	3.02	Abierto
64	0.19	0.27	3.25	Abierto
65	4.69	0.54	2.77	Abierto
66	0.15	0.21	2.07	Abierto
67	0.29	0.4	6.99	Abierto
68	0.23	0.32	4.53	Abierto
69	4.2	0.48	2.28	Abierto
70	0.41	0.57	13.17	Abierto

Página	7			
Resultados	Línea: (continuación)			
ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km	Unit. Estado
71	0.33	0.46	8.87	Abierto
72	-0.27	0.38	6.18	Abierto
73	-0.34	0.47	9.39	Abierto
74	0.33	0.45	8.57	Abierto
75	0.26	0.35	5.48	Abierto
76	0.4	0.55	12.48	Abierto
77	3.14	1.29	29.68	Abierto
78	2.42	0.99	18.2	Abierto
79	0.44	0.61	14.96	Abierto
80	0.35	0.81	33.9	Abierto
81	0.28	0.64	22.43	Abierto
82	0.05	0.19	3.23	Abierto
83	1.86	0.76	11.17	Abierto
84	1.6	0.65	8.44	Abierto
85	0.64	0.88	29.91	Abierto
86	0.36	0.5	10.29	Abierto
87	0.14	0.32	6.21	Abierto
88	0.06	0.13	1.11	Abierto
89	0.39	0.55	12.24	Abierto
91	-0.19	0.75	40.05	Abierto
92	-0.25	0.57	17.69	Abierto
93	-0.11	0.25	3.88	Abierto
94	-0.27	0.63	21.26	Abierto
95	-0.69	0.96	34.56	Abierto
96	0.16	0.38	8.28	Abierto
97	0.1	0.24	3.64	Abierto
98	-0.32	0.75	29.45	Abierto
99	0.14	0.19	1.73	Abierto
100	-0.46	0.63	15.96	Abierto

100	-0.46	0.63	15.96	Abierto
102	-3.23	1.32	31.15	Abierto
103	0.26	0.36	5.76	Abierto
104	2.05	0.84	13.44	Abierto
105	1.58	0.65	8.28	Abierto
106	0.33	0.46	8.87	Abierto
107	0.21	0.29	3.85	Abierto
108	0.54	0.75	22.09	Abierto
109	0.45	0.63	15.79	Abierto
110	0.12	0.28	4.89	Abierto
112	0.58	0.81	25.33	Abierto
113	0.51	0.71	20	Abierto
114	0.35	0.8	33.36	Abierto
115	0.07	0.15	1.58	Abierto
116	1.26	0.52	5.45	Abierto
117	1	0.41	3.56	Abierto
118	0.84	0.34	2.57	Abierto
119	0.54	0.75	21.83	Abierto
120	0.04	0.17	2.57	Abierto

Página	8			
Resultados	Línea: (continuación)			
ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km	Unit. Estado
122	-0.49	0.41	5.49	Abierto
123	-0.08	0.19	2.3	Abierto
124	-0.18	0.41	9.79	Abierto
125	-0.25	0.34	5.21	Abierto
126	-0.37	0.51	10.8	Abierto
127	-0.44	0.61	14.83	Abierto
128	-0.33	0.45	8.66	Abierto
129	-0.25	0.34	5.23	Abierto
130	1.25	0.51	5.36	Abierto
131	0.88	0.36	2.79	Abierto
132	0.76	0.31	2.13	Abierto
133	0.15	0.2	1.92	Abierto
134	0.43	0.59	14.21	Abierto
135	-0.14	0.19	1.71	Abierto
136	0.31	0.43	7.79	Abierto
137	0.04	0.1	0.69	Abierto
138	-0.17	0.4	9.23	Abierto
139	0.08	0.12	0.71	Abierto
140	-0.13	0.29	5.12	Abierto
141	-0.09	0.21	2.71	Abierto
142	-0.22	0.51	14.41	Abierto
1	13.03	0.69	2.79	Abierto
291	0.35	0.49	9.91	Abierto
292	0.09	0.13	0.83	Abierto
293	0.16	0.36	7.62	Abierto
294	0.57	0.78	23.79	Abierto
297	2.65	1.09	21.56	Abierto
11	-6.7	0.35	0.81	Abierto

DISEÑO HIDRÁULICO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE SAN JUAN CHAMELCO, AL TAYBAPAZ

15 de noviembre de 2011

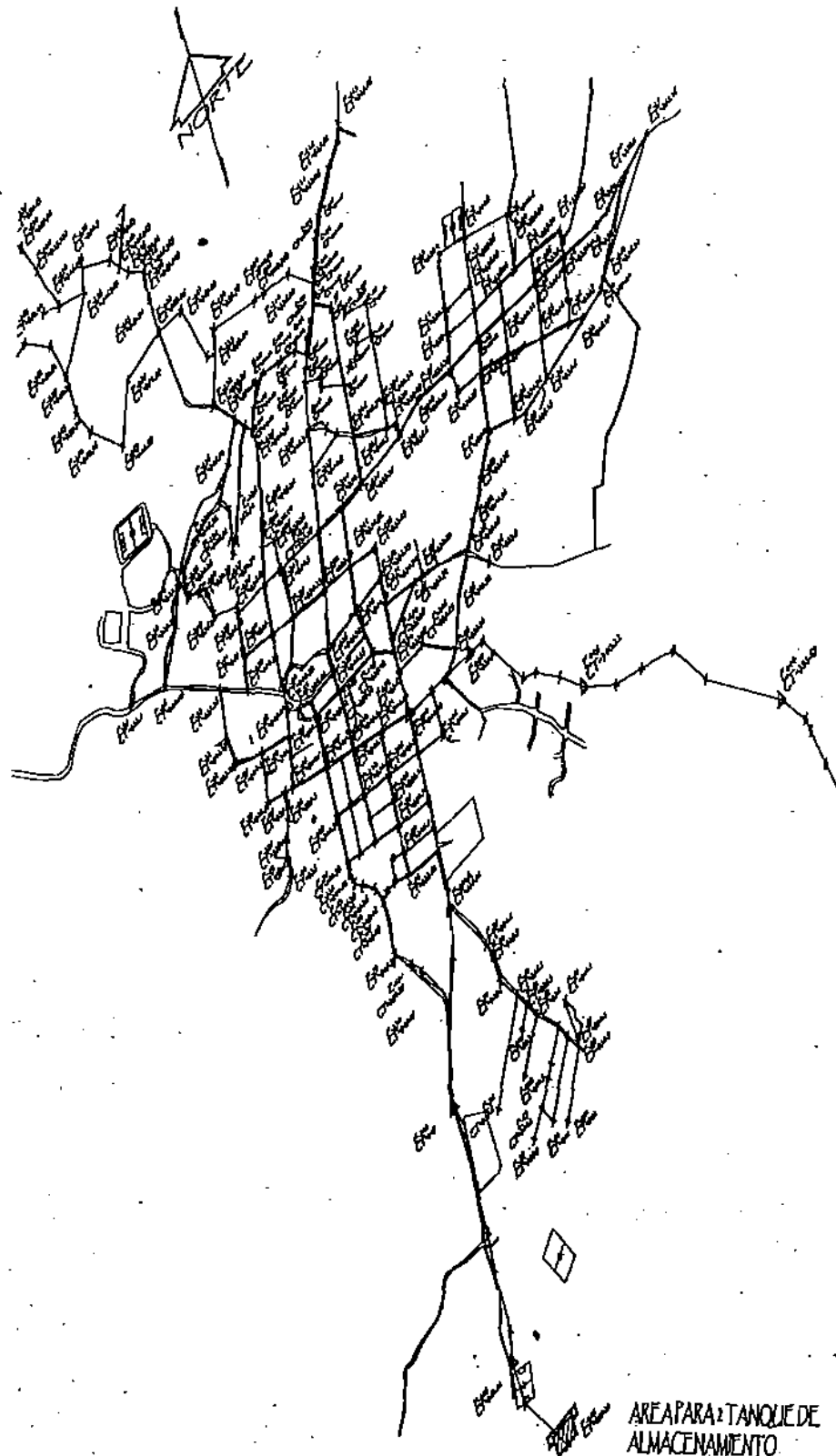
DISEÑO HIDRÁULICO POR GRAVEDAD
SACHILLER INDUSTRIAL Y HERTO EN DELUC: PABLO ERNESTO SAGASTUME

EST.	P.O.	Dist. Acum. Inicial	Dist. Acum. Final	COTA TERR. INICIAL (m)	COTA TERR. FINAL (m)	DIST. MEDIA (m)	DIST. ACUMUL. (m)	LONGITUD DISEÑO (m)	DIAMETRO NOM. " DIAMETRO INT. "	CLASE TUBERIA	PRENSION TRABAJO	Coefficiente C	Q (ls)	V (m/s)	HF (m)	PIEZOMETRICA (m)	PRENSION DINAMICA (m)	PRENSION ESTÁTICA (m)	
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE CAPTACIÓN Y DIALIZA (EN EST-SH00.00, DT=897.22, CP=898.42, ACUMUL. No TUBERÍA II) EN EST-SH-05.67, DT=742.23, CP=0																			
	E323	0+000.00	0+000.00		893.42		0.00									893.42	0.00	0.00	
	E332	0+000.00	0+232.54	893.42	855.87	232.54	232.54	239.82	2	PVC	160	140	3.52	0.93	10.02	893.40	27.53	37.55	
	E338	0+232.54	0+436.67	855.87	825.23	204.13	436.67	210.25	1.12	PVC	160	140	4.52	1.87	47.45	841.95	16.72	68.19	
	E332	0+436.67	0+872.71	825.23	724.58	436.04	872.71	449.12	2	PVC	160	140	4.56	1.21	30.32	811.63	87.05	168.84	
	E367	0+872.71	5+076.81	724.58	651.11	424.10	5076.81	4330.22	2.12	PVC	160	140	4.56	0.82	115.23	696.40	45.29	242.31	
	E413	5+076.81	6+333.83	651.11	544.74	125.02	6333.83	1294.73	2	PVC	250	140	4.56	1.32	109.21	587.19	42.45	346.68	
	E185	6+333.83	11+998.86	544.74	395.28	5665.03	11998.86	8634.98	5	PVC	250	140	20.73	1.10	128.17	459.02	63.74	496.14	
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE C.P.P. No TUBERÍA (EN EST-SH00.00, DT=897.22, CP=898.42, ACUMUL. No TUBERÍA II) EN EST-SH-05.67, DT=742.23, CP=898.42																			
	137.90	0+000.00	0+000.00		830.57		0.00									830.57	0.00	0.00	
	138.00	0+000.00	0+034.23	830.57	825.23	34.23	34.23	35.26	1.12	PVC	160	140	1.04	0.43	0.46	830.11	4.88	5.34	

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ	
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO	
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ	
PLANO DE PLANTA GENERAL DEL PROYECTO	
Universidad de San Carlos de Guatemala TOPOGRAFIA BACHILLERATO EN DISEÑO ASISTENTE SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de Práctica de Ingeniería y EP	DISEÑO HIDRAULICO BACHILLERATO EN DISEÑO RESPONSABLE PABLO E. SAGASTUME
ESCALAS: 1:10000 1:5000 1:2500 1:1250 1:625	HOJA: 01 / 77

BASES DE DISEÑO

VIVIENDAS ACTUALES	1450	VIVIENDAS	1450
IGLESIAS	1	IGLESIAS COMUNALES	1
SALON COMUNAL	1	SALONES COMUNALES	1
CENTRO DE SALUD	1	CENTRO DE SALUD	1
POBLACION ACTUAL (1997)	7700	HABITANTES	7700
DENSIDAD DE POBLACION (1997)	11	HABITANTES/VIVIENDA	5.31
TASA DE CRECIMIENTO DE POBLACION	3.5%		
PERIODO DE DISEÑO	20 AÑOS		
VIVIENDAS DE DISEÑO ANO (1997)	1997	VIVIENDAS	1997
POBLACION DE DISEÑO ANO (1997)	10000	HABITANTES	10000
DOTACION	30		
LITROS/HABITANTE/DIA		LITROS/SEGUNDO	300
CAUDAL UNICO DE LA FUENTE (CM ³ /S)		LITROS/SEGUNDO	17.33
CONSUMO MEDIO DIARIO (CM ³ /DIA)		LITROS/SEGUNDO	300
CONSUMO MAXIMO DIARIO (CM ³ /DIA)		LITROS/SEGUNDO	300
CONSUMO MAXIMO HORARIO (CM ³ /H)		LITROS/SEGUNDO	12.5
FACTOR DE DIA MAXIMO	1.20		
FACTOR DE HORA MAXIMO	1.20		
ALMACENAMIENTO	60000		



VENE DE NACIMIENTO SACAMPANA EN ESTE PUNTO SE UNE LA TUBERIA QUE VIENE DEL NACIMIENTO SACAMPANA CON EL NUEVO LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

CAJARON PRESION No.3
E-301
DA=51422.87
CT=61176
CP=69650
CS=611.16

CAJARON PRESION No.2
E-319
DA=01721.89
CT=732.94
CP=744.62
CS=732.34

CAJARON PRESION No.1
E-332
DA=0132.94
CT=455.87
CP=485.10
CS=455.27

CRC No.1
CAJARELINDORA DE CALDALES No.1
OXALLAD
E-338
DA=0136.67
CT=815.23
CP=811.95
CS=814.63

CAJA DE CAPTACION OXALLAD
E-337.90
DA=010000.00
CT=819.57
CS=819.97

AREA PARA 2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO
E-105
DA=11991.50
CT=199.28
CS=494.68

CRC No.2
CAJARELINDORA DE CALDALES No.2 (SACAMPANA)
E-113
DA=61333.89
CT=544.74
CP=597.19
CS=544.14

PLANTA GENERAL DEL PROYECTO

ESCALA 1:10000

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ


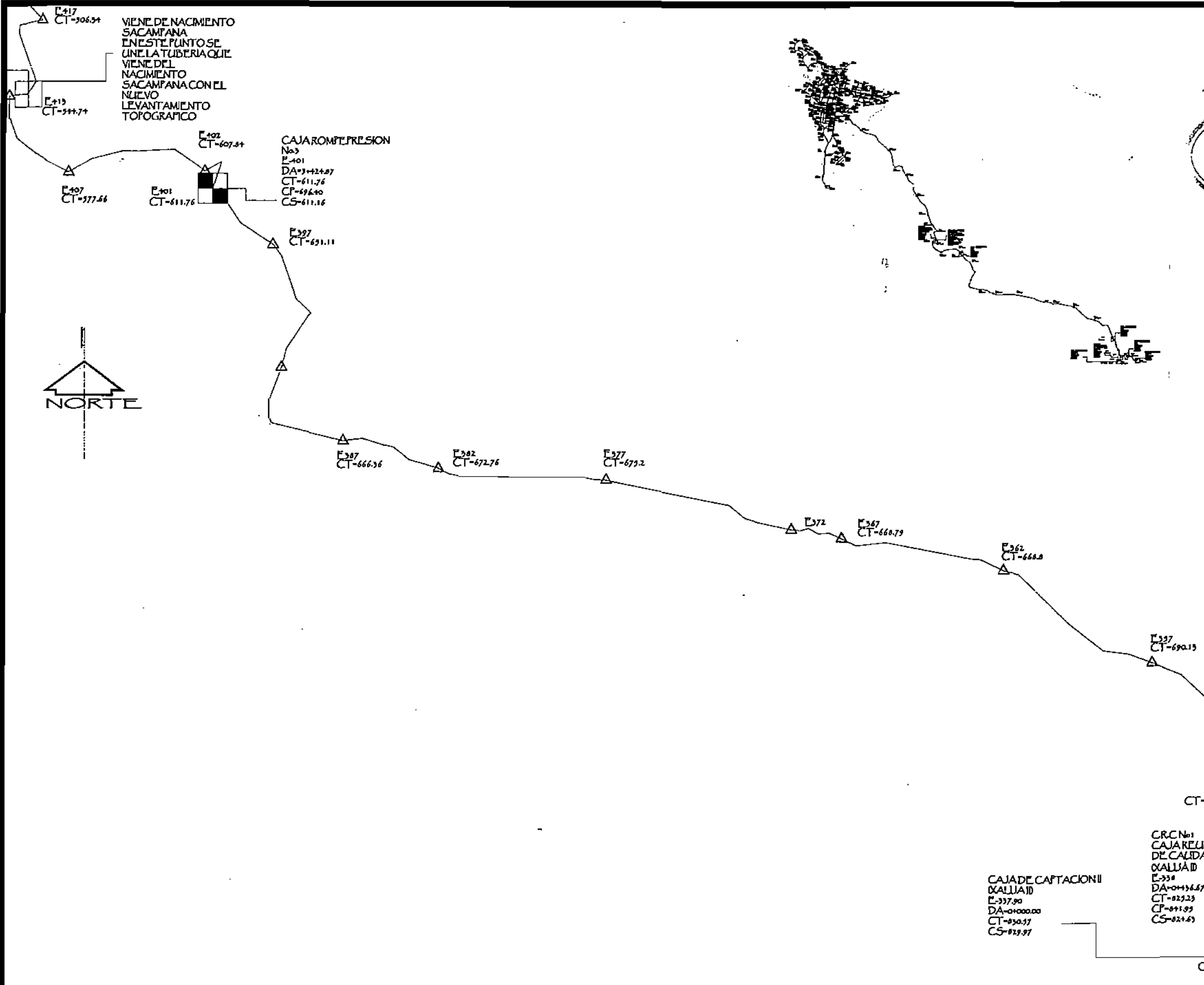
PLANO DE PLANTA GENERAL DEL PROYECTO I

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
TOPOGRAFIA
BACHILLER Y PERITO EN DISEÑO DE SISTEMAS HIDRAULICOS
ASESORIA Y SUPERVISORIA DE EPS CON FOMENTO
Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS

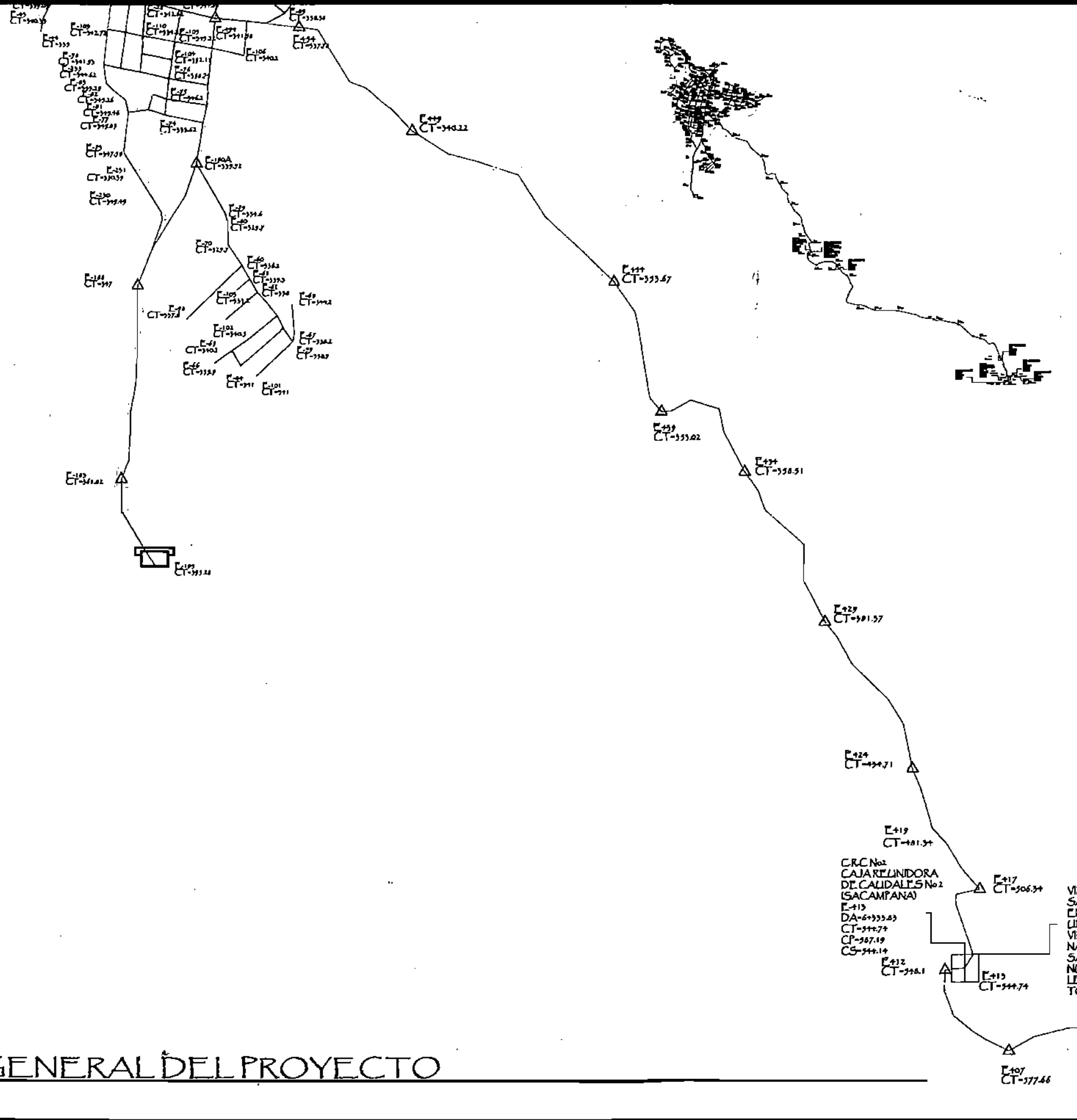
PAIS: GUATEMALA
CANTON: SACASTUNE
MUNICIPIO: SACASTUNE
CALLE: PABLO C. SACASTUNE

ING. SIMON RODRIGUEZ
ASESOR DE EPS

ESCALA: HOJAS: 02/44

PLANTA GENERAL DEL PROYECTO
ESCALA 1:12,500



PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO

DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE: PLANTA GENERAL DEL PROYECTO 1

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA HIDRAULICA
ASISTENTE DE INVESTIGACION Y ASISTENTE TECNICO
ASESORIA SUPERVISORIA DE EPS ADULTOS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

YASMIN SAGASTUME
Escuela de Ingeniería y Arquitectura

ING. SILVIO RODRIGUEZ
ASESORIA

ESCALA: INDICADA

HOJA: 03 / 44

PLANTA GENERAL DEL PROYECTO

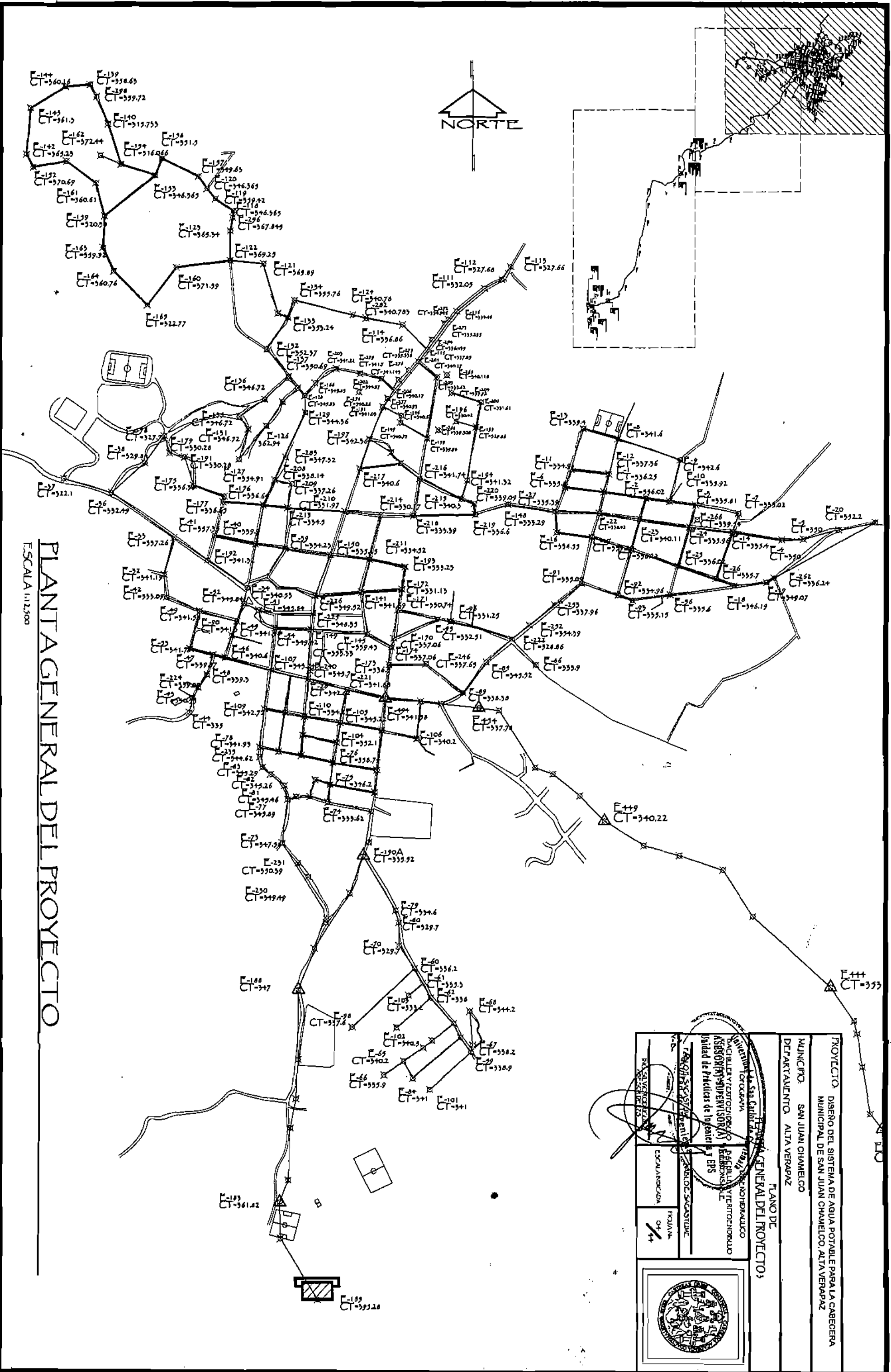
ESCALA 1:12,500

C.R.C. No. 2
CAJARELINDORA
DE CAJALILES No. 2
(SACAMPANA)
E+115
DA=5+335.83
CT=544.74
CP=587.19
CS=544.14

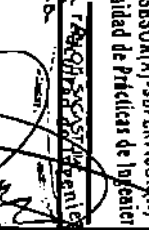

VIENE DE NACIMIENTO
SACAMPANA
EN ESTE PUNTO SE
UNE LA TUBERIA QUE
VIENE DEL
NACIMIENTO
SACAMPANA CON EL
NUEVO
LEVANTAMIENTO
TOPOGRAFICO

CAJAROMPRESSION
No. 3
E+101
DA=3+224.87
CT=611.76
CP=696.70
CS=611.56

E+107
CT=377.46



PLANTA GENERAL DEL PROYECTO
 ESCALA 1:12,500

 INGENIERO EN ELECTRICIDAD No. 123456789 ESCUELA N.º 12345		PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ	
MUNICIPALIDAD: SAN JUAN CHAMELCO		DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ	
PLAN DE: PLANTA GENERAL DEL PROYECTO		HOJA N.º: 44	
			

SIMBOLOGIA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CAJADE CATTACION		REDUCTOR DE PRESION INDICADOS
	TANQUE DE ALMACENAZ		CODO INDICADO PVC
	CAJARELINDORA DE CAUDALES		CRUZ INDICADO PVC
	CAJARELINDORA DE PRESION EN CONDUCCION		VALVULA DE CORTA SOLA INDICADO DE D
	LINEA DE TUBERIA DE CONDUCCION EN PLANTA		ADAPTADORES MEMBRADA INDICADO
	LINEA DE TUBERIA DE DISTRIBUCION EN PLANTA		UBICACION DE DETALLE EN PLANTA Y TERRE
	UBICACION DE VIVIENDA		LINEA DE TERRE DE TERMINO
	UBICACION DE ESCUELA		LINEA PEZOMETRICA
	UBICACION DE SALON COMUNAL		PLATO DE PRESION EN LINEA PEZOMETRICA
	VALVULA DE UNIFORMIDAD		PLATO DE TOPOGRAFIA ESTACION
	VALVULA EVACUADORA AUTOMATICA DE AIRE		CT: COTA DE TERRENO
			CS: COTA DE SALIDA
			DA: DISTANCIA ACUMULADA
			Q: CALIDAD DE CONDUCCION
			Q: CALIDAD DE DISTRIBUCION
			CF: COTA PEZOMETRICA
			H: PERDIDA POR FROCCION

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE LINEAS DE CONDUCCION TRAMO DE E33 A E37

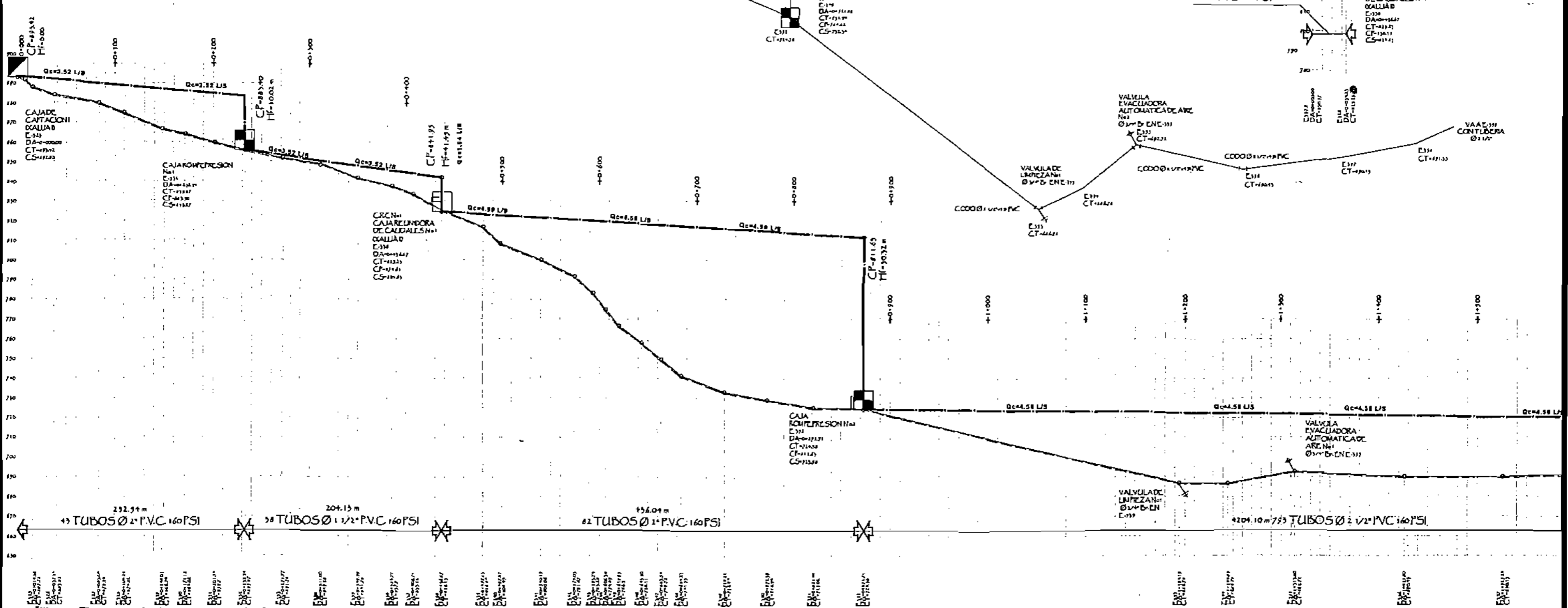
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
BACHILLER Y PERITO EN DISEÑO DE OBRAS HIDRAULICAS
BACHILLER Y PERITO EN DISEÑO DE OBRAS DE SANEAMIENTO
ASESORIA SUPERVISORIAL
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

ING. ALVARO GONZALEZ
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

ESCALA INDICADA: HOJA N° 03

PLANTAS DE LINEA DE CONDUCCION DEL PROYECTO

ESCALA 1:2,000



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION DEL PROYECTO

ESCALA HORIZONTAL 1:5,000 ESALA VERTICAL 1:5,000





SIMBOLOGIA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CAJADE CANTACION		REDUCTOR DASHINGO INDICADOS
	TANQUE DE ALMACENAJE		COORDINADO=HVC
	CAJARELINDORA DE CAUDALES		COORDINADO=HVC
	CAJA COMPRESION EN CONDUCCION		CRUZ INDICADO HVC
	LINEA DE TUBERIA DE CONDUCCION EN PLANTA		VALVULA DE CONTROL INDICADO DE D
	LINEA DE TUBERIA DE DISTRIBUCION EN PLANTA		ADAPTADORES Y ENLACE INDICADO
	UBICACION DE VIVIENDA		UBICACION DE DETALLE EN PLANTA Y TERRE
	UBICACION DE ESCUELA		LINEA DE PERFIL DE TERRENO
	UBICACION DE SALON COMUNAL		LINEA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE LIMPIEZA Ø 1/2"		PUNTO DE PRESION EN LINEA PIEZOMETRICA
	VALVULA EVACUADORA AUTOMATICA DE AIRE Ø 1/2"		PUNTO DE TORGRAFIA ESTACION
		CT	COTA DE TERRENO
		CS	COTA DE SALIDA
		DA	DISTANCIA ACUMULADA
		Q	CAUDAL DE CONDUCCION
		QD	CAUDAL DE DISTRIBUCION
		CT	COTA PIEZOMETRICA
		IF	PERDIDA POR FROCCION

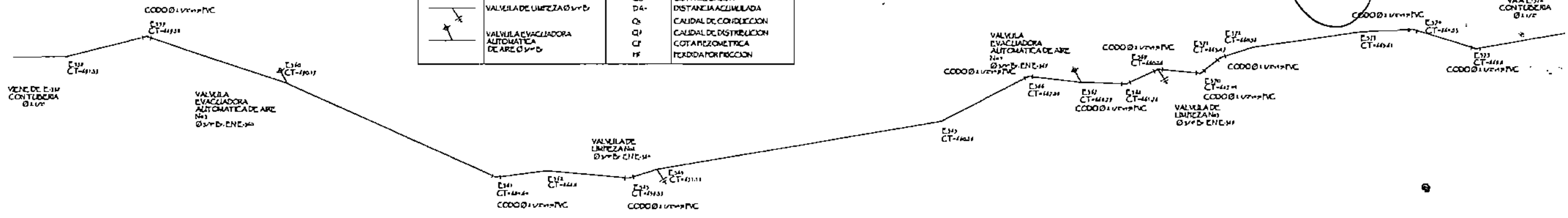
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO

DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

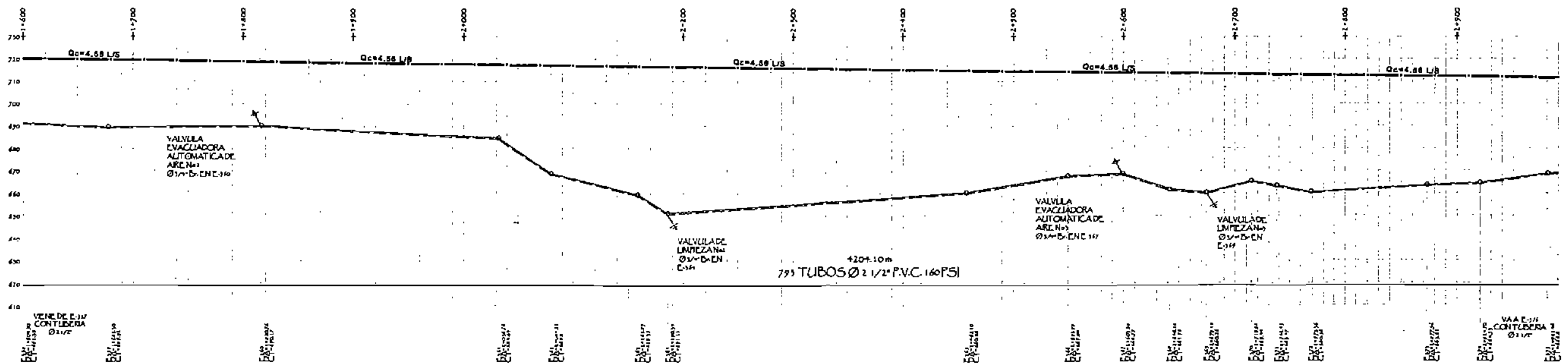
PLANTA Y PERFIL DE LINEAS DE CONDUCCION TRAMO DE E338 A E375

INGENIERO EN INGENIERIA HIDRAULICA
 BACHILLER Y TITULO EN DISEÑO
 ASesor(A)-SUPERVISOR (A) DE EPS
 Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS
 ING. SILVIO ROQUE SAGASTUME
 ESCALANDICADA: 06/44



PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DEL PROYECTO

ESCALA 1:2,000



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION DEL PROYECTO

ESCALA HORIZONTAL 1:4,000 ESCALA VERTICAL 1:8,000



SIMBOLOGIA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CAJAS DE CAPTACION		REDUCTOR DE PRESION INDICADOS
	TANQUE DE ALMACENAJE		CODO INDICADO PVC
	CAJA REGULADORA DE CAUDALES		CODO INDICADO PVC
	CAJA REG. PRESION EN CONDUCCION		CRUZ INDICADO PVC
	LINEA DE TUBERIA DE CONDUCCION EN PLANTA		VALVULA DE CONTROL INDICADO DE D
	LINEA DE TUBERIA DE DISTRIBUCION EN PLANTA		ADAPTADORES MEMBRAS INDICADO
	UBICACION DE VIVIENDA		UBICACION DE TALLE EN PLANTA Y TERRENO
	UBICACION DE ESCUELA		LINEA DE PERFILE DE TERRENO
	UBICACION DE SALON COMUNITARIO		LINEA GEOMETRICA
	VALVULA DE LIMPIEZA D x D		PUNTO DE PRESION EN LINEA GEOMETRICA
	VALVULA EVACUADORA AUTOMATICA DE AIRE D x D		PUNTO DE TONOS REAJUSTADOS
		CT	COTA DE TERRENO
		CS	COTA DE SALIDA
		DA	DISTANCIA ACUMULADA
		Q	CAUDAL DE CONDUCCION
		QD	CAUDAL DE DISTRIBUCION
		CT	COTA GEOMETRICA
		TF	PERDIDA POR FROCCION

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

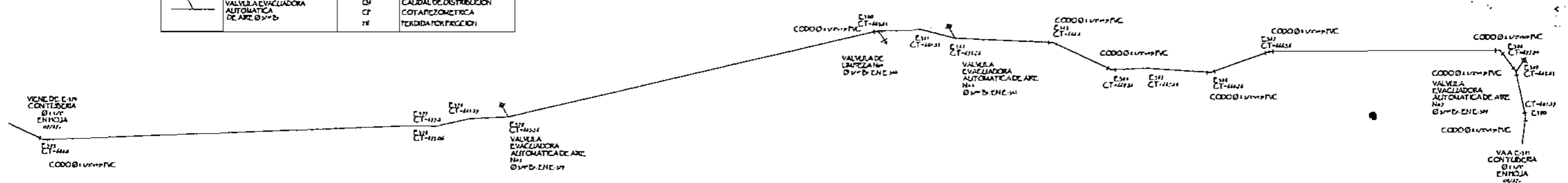
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE PLANTAS Y PERFILES DE LINEAS DE CONDUCCION TRAMO DE E375 A E390

INGENIERIA HIDRAULICA
DISEÑO Y PERITO EN DIBUJO
DISEÑO Y PERITO EN DIBUJO
ASesor(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

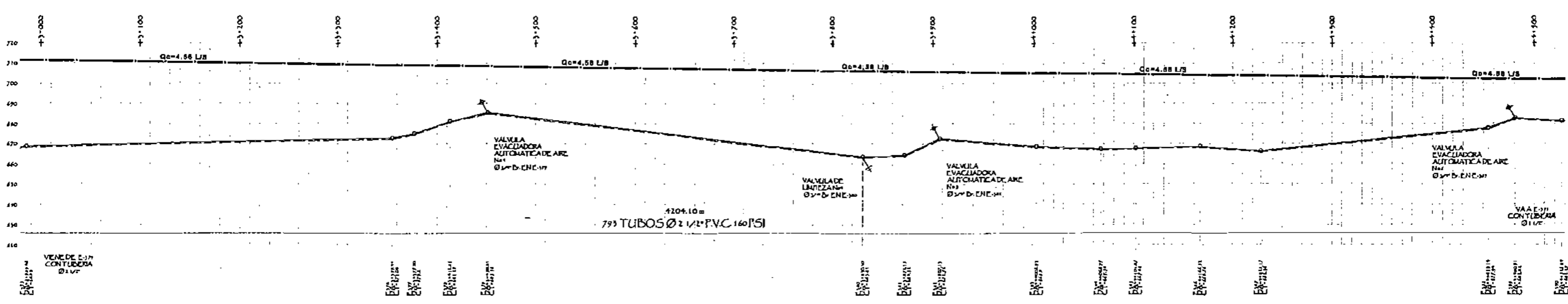
PLANO DE SAGASTUME
Escuela de Ingeniería de SAGASTUME

HOJA: 07/11
ESCALA: TACADA



PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DEL PROYECTO

ESCALA 1:3,000



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION DEL PROYECTO

ESCALA HORIZONTAL 1:4,000 ESCALA VERTICAL 1:8,000

SIMBOLOGIA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CAJA DE CATTACION		REDUCTOR INDICADO
	TANQUE DE ALMACENAR		CODO INDICADO PVC
	CAJA REGISTRADORA DE CAUDALES		CODO INDICADO PVC
	CAJA DE PRESION EN CONDUCCION		VALVULA INDICADA
	LINEA DE TUBERIA DE CONDUCCION EN PLANTA		VALVULA DE CONTROL INDICADO
	LINEA DE TUBERIA DE DISTRIBUCION EN PLANTA		ADAPTADORES MEMBRAS
	UBICACION DE VIEJADA		UBICACION DE DETALLE EN PLANTA Y PERFILE
	UBICACION DE ESCUELA		LINEA DE PERFIL DE TERRENO
	UBICACION DE SALON COMUNITAL		LINEA ISOMETRICA
	VALVULA DE LIMPIEZA		PUNTO DE PRESION EN LINEA ISOMETRICA
	VALVULA EVACUADORA AUTOMATICA DE AIRE		PUNTO DE TOPOGRAFIA ESTADO
			CT- COTA DE TERRENO
			CS- COTA DE SALIDA
			DA- DISTANCIA ADJALADA
			Q- CAUDAL DE CONDUCCION
			Qd- CAUDAL DE DISTRIBUCION
			CE- COTA ISOMETRICA
			Ø- PERDIDA POR FRICCION

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

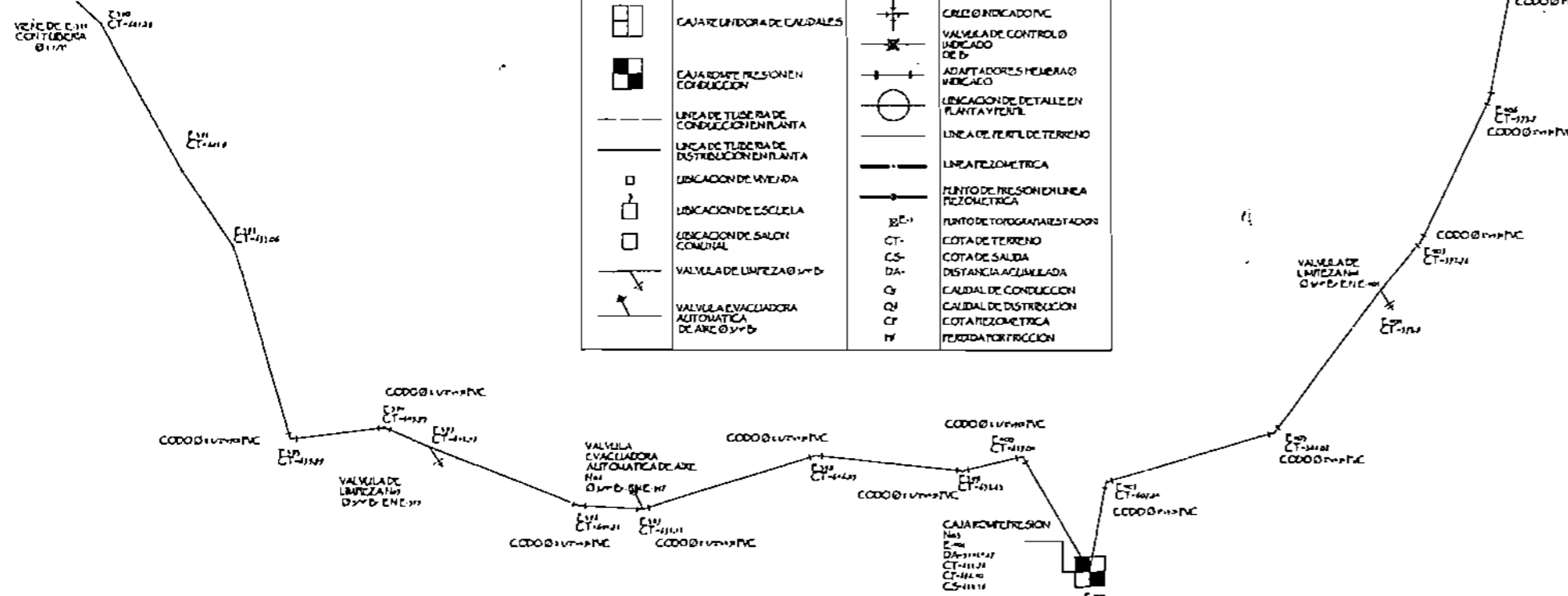
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE PLANTA Y PERFILE DE LINEA DE CONDUCCION TRAMO DE L390 A E409

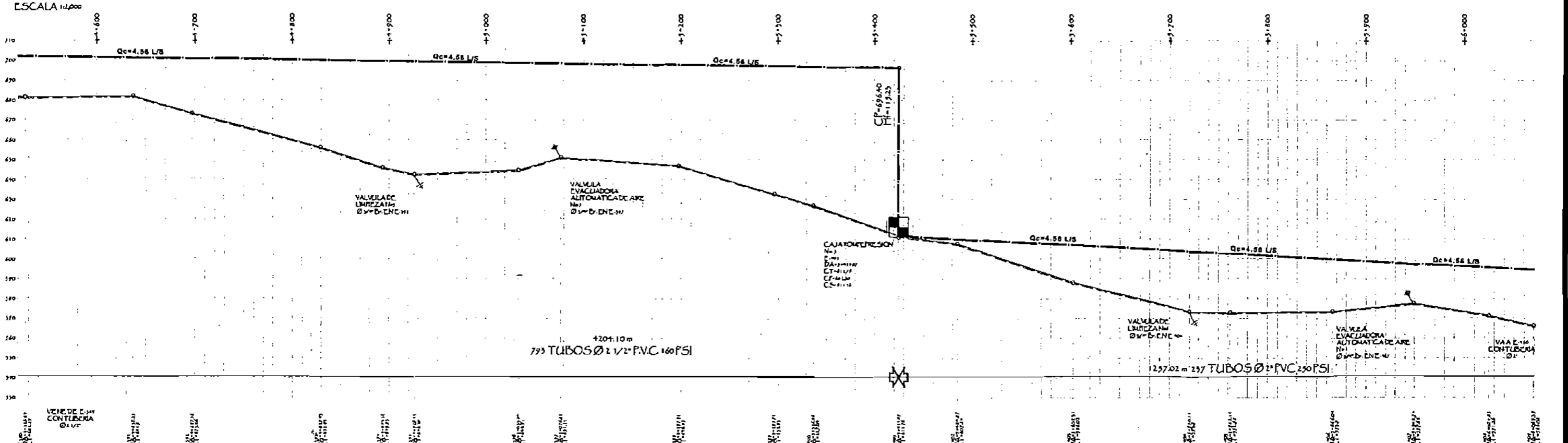
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS HIDRAULICOS
CATEDRA DE HIDRAULICA
PROFESOR(A) SUPERVISOR(A) DR. OSCAR GONZALEZ
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y E.S.

ING. SILVIO RODRIGUEZ ASSOLANGOS

NO. 05/11



PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DEL PROYECTO



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION DEL PROYECTO

ESCALA HORIZONTAL 1:4,000 ESCALA VERTICAL 1:8,000

PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DEL PROYECTO

ESCALA 1:2,000

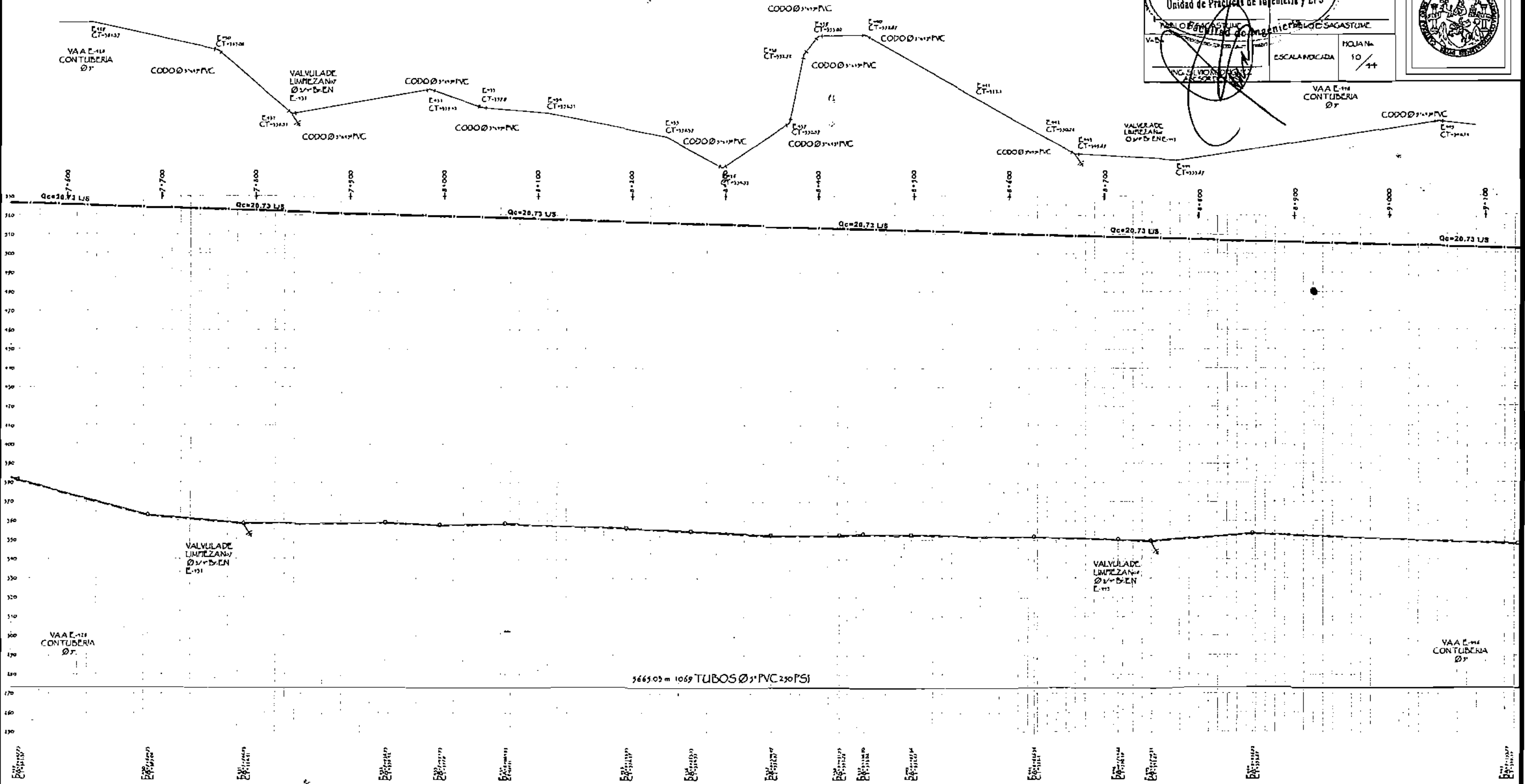
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO

DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE PLANTA Y PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION TRAMO DE E-429 A E-443

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS HIDRAULICOS
 ASISTENTE(A)-SUPERVISOR(A) DE OBRAS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 NOMBRE DEL ALUMNO: NIEBLO SAGASTUME
 ESCALA: HOJA 10/44



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION DEL PROYECTO

ESCALA HORIZONTAL 1:5,000 ESCALA VERTICAL 1:8,000

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ


PLANO DE PLANTA Y PERFILES DE LINEAS DE CONDUCCION TRAMO DE E+9 A E+32

ING. SILVIO GARCIA GONZALEZ
ASesor(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

ING. PABLO SACASTINE
Unidad de Ingeniería

ESCALA HORIZONTAL 1/1000
ESCALA VERTICAL 1/1000

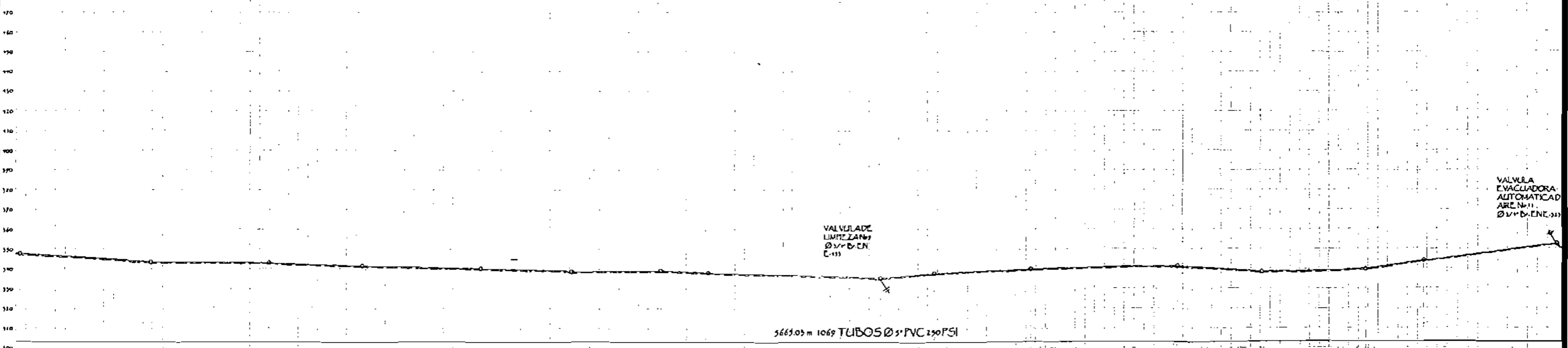
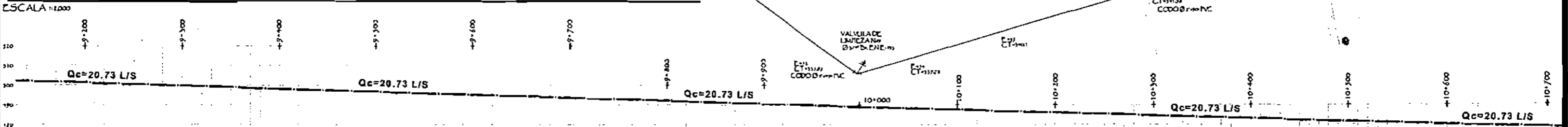
PROJ. No. 11/11



SIMBOLOGIA

SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	CASA DE CAPTACION		REDUCTOR EN PUNTO DE MERCADO
	TANQUE DE ALMACENAR		CODO INDICADO PVC
	CASA REDUCTORA DE CAUDALES		CODO INDICADO PVC
	CASA LOMPE PRESION EN CONDUCCION		CODO INDICADO PVC
	LINEA DE TUBERIA DE CONDUCCION EN PLANTA		VALVULA DE CONTROL DE CADALE
	LINEA DE TUBERIA DE ESTACION EN PLANTA		ADAPTADORES PARA MERCADO
	UBICACION DE VENTANA		UBICACION DE DETALLE EN PLANTA Y PERIL
	UBICACION DE ESCUELA		LINEA DE PERIL DE TERRENO
	UBICACION DE SALON COMUNAL		LINEA PERIMETRICA
	VALVULA DE LIMPIEZA		PUNTO DE PRESION EN LINEA PERIMETRICA
	VALVULA EVACUADORA AUTOMATICA DE AIRE		PUNTO DE VERIFICACION EN ACCION
			COTA DE TERRENO
			COTA DE SALIDA
			OSTANCIA INCLINADA
			CAUDAL DE CONDUCCION
			CAUDAL DE OBTENCION
			COTA PERIMETRICA
			MEDIDA DE PRESION

PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DEL PROYECTO



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION DEL PROYECTO

ESCALA HORIZONTAL 1/1000 ESCALA VERTICAL 1/1000

PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DEL PROYECTO

ESCALA 1:2,000

SIMBOLOGIA

SMBOLO	DESCRIPCION	SMBOLO	DESCRIPCION
	CAJA DE CATTACION		ADUCTOR INDICADO
	TANQUE DE ALMACENAJE		CODIGO INDICADO PVC
	CAJAS CONTROLADORAS DE CAUDALES		CODIGO INDICADO PVC
	CAJA CONTROLADORA DE PRESION EN CONDUCCION		CRUZ INDICADO PVC
	LINEA DE TUBERIA DE CONDUCCION EN PLANTA		VALVULA DE CONTROL INDICADO
	LINEA DE TUBERIA DE DISTRIBUCION EN PLANTA		ADAPTADORES PRESION INDICADO
	UBICACION DE VENTA		UBICACION DE DETALLE EN PLANTA PERFIL
	UBICACION DE ESCUELA		LINEA DE PERFIL DE TERRENO
	UBICACION DE SALON COMUNAL		LINEA REZOMETRICA
	VALVULA DE LIMPIEZA DE AREA		PIUNTO DE PRESION EN LINEA REZOMETRICA
	VALVULA EVACUADORA AUTOMATICA DE AREA		PIUNTO DE TONDA EN REZOMETRICA
			CT- ELEVACION
			CT- COTAS
			CT- DISTANCIAS
			CT- CAUDALES
			CT- PERDIDAS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO

DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

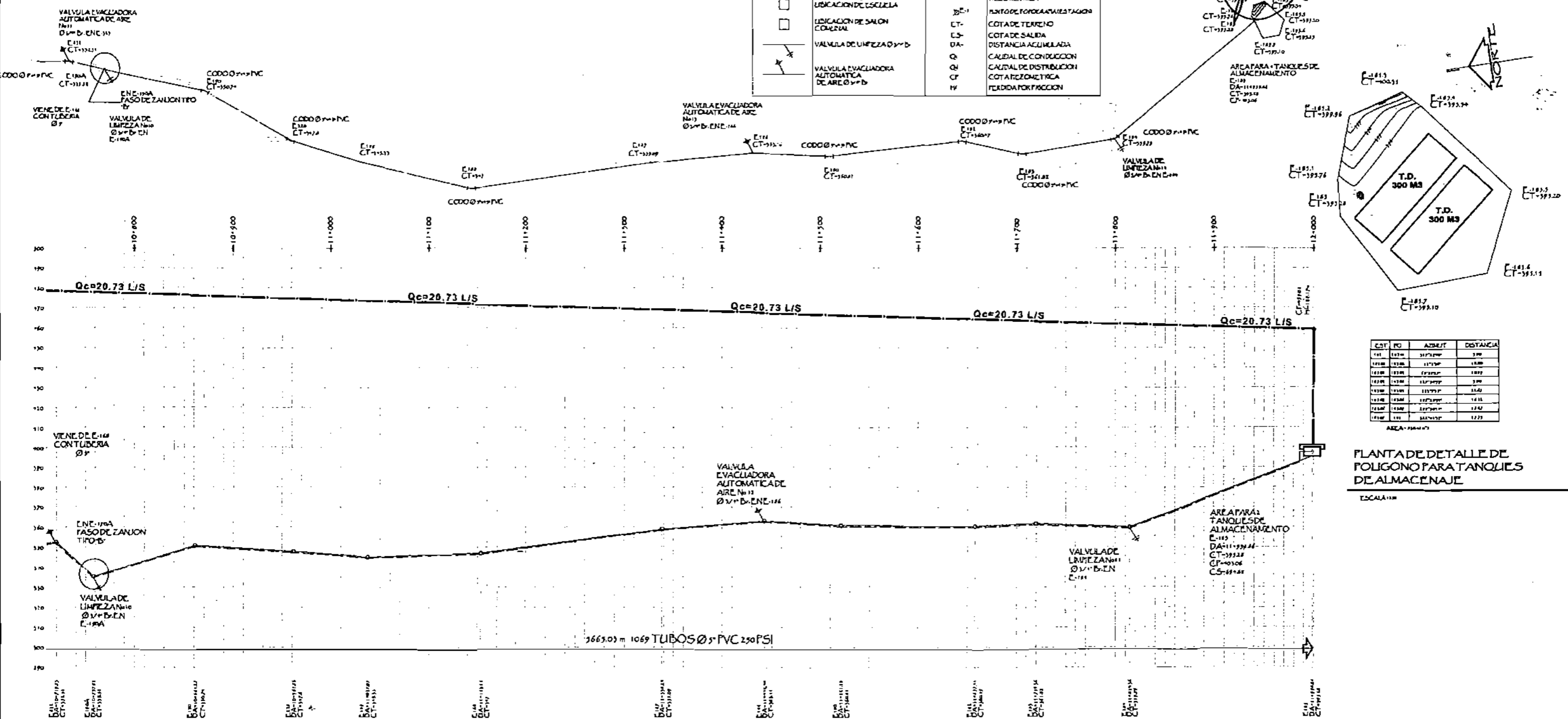
PLANO DE PLANTAY PERFIL DE LINEAS DE CONDUCCION TRAMO DE E232 A E185

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS HIDRAULICOS
ASISTENTE SUPERVISORIAL DE EPS
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS

ING. SILVIO RIVERA
ASESOR DE EPS

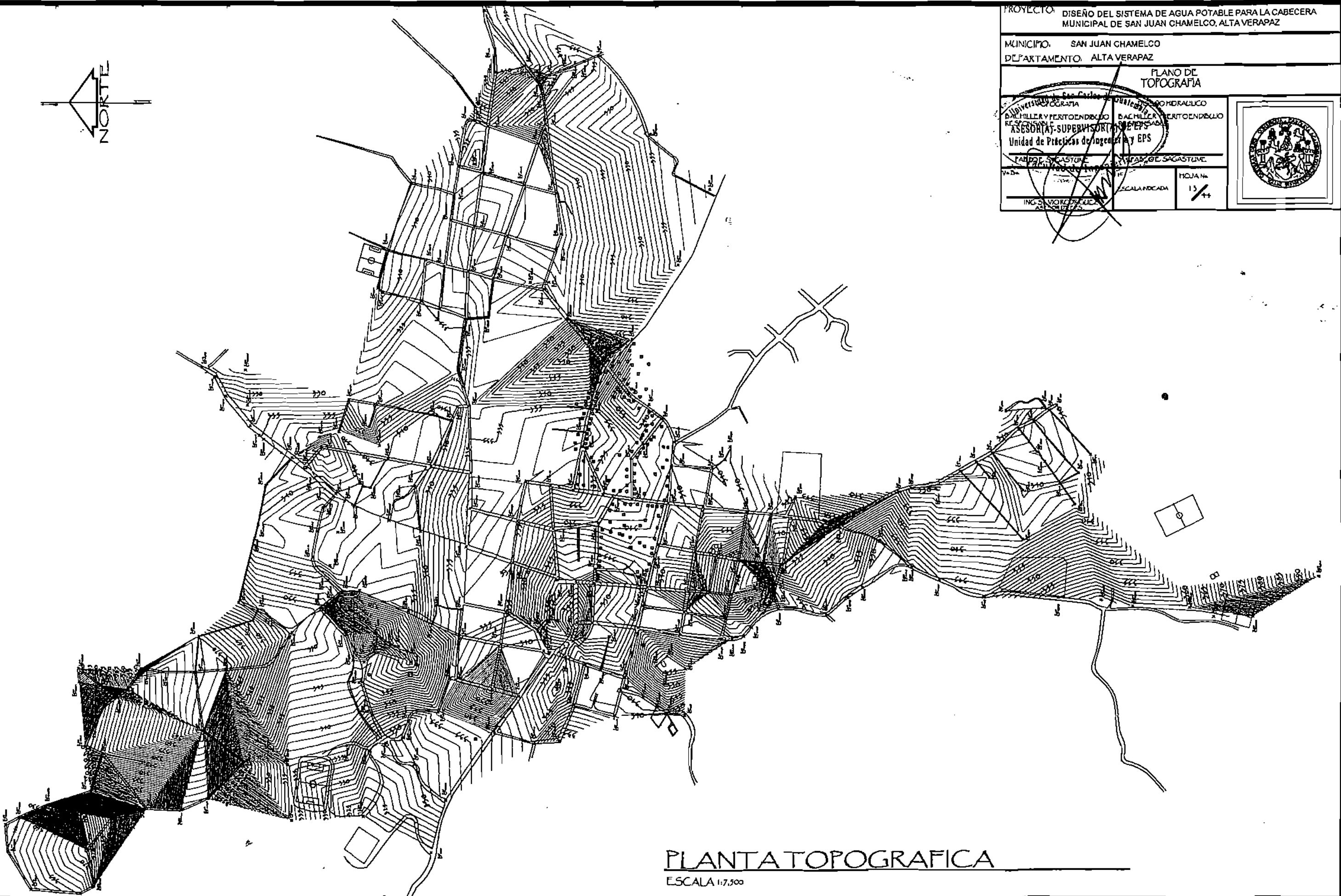
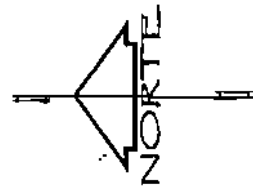
HOJIA: 12/44

ESCALA INDICADA



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION DEL PROYECTO

ESCALA HORIZONTAL 1:4,000 ESCALA VERTICAL 1:8,000



PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ	
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO	
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ	
PLANO DE TOPOGRAFIA	
ING. TORO, GUILLERMO	ING. TORO, GUILLERMO
ESCALA: 1:7,500	HOJA: 13

PLANTA TOPOGRAFICA
ESCALA 1:7,500

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

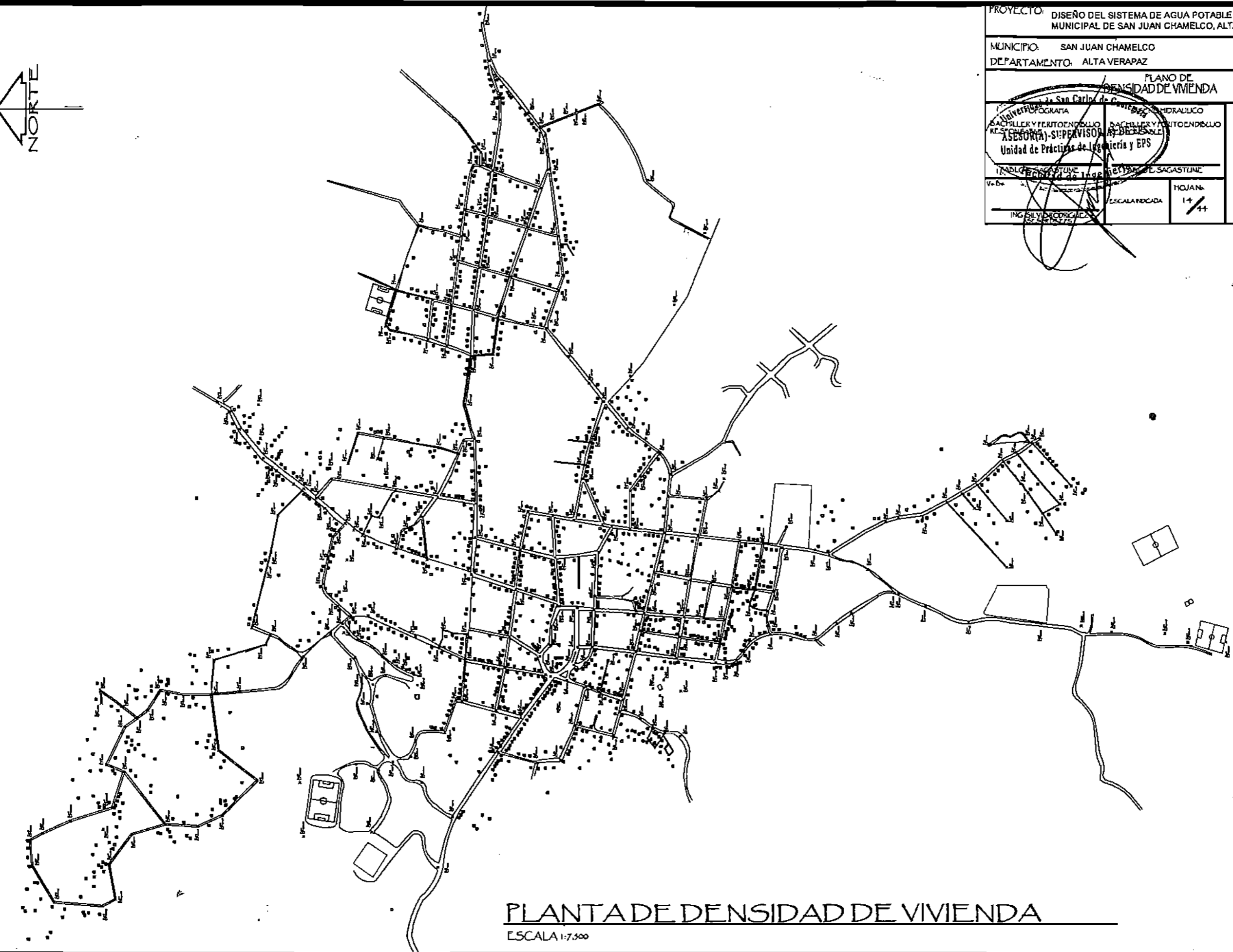
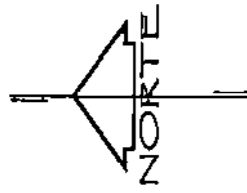
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO

DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE DENSIDAD DE VIVIENDA

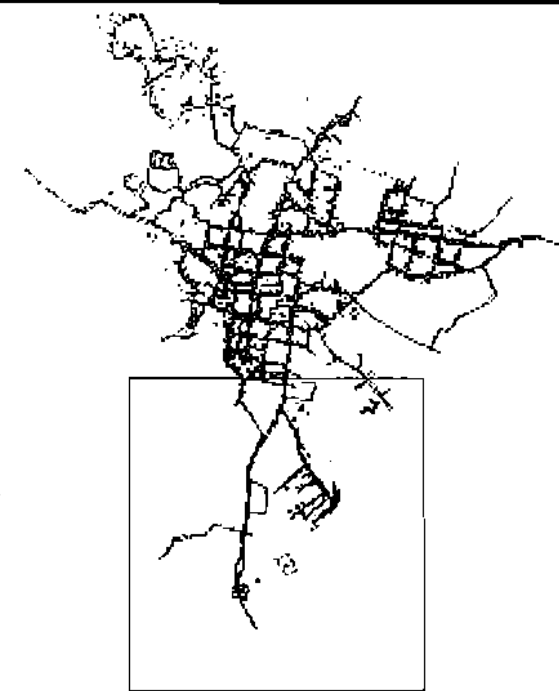
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL
SACILLER Y PERTOENDIBULO
ASESORIA SUPERVISOR DE DISEÑO
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

INGENIERO EN CARGAS
L. SAGASTINE
HOJAS: 14 / 44
ESCALA: 1/44



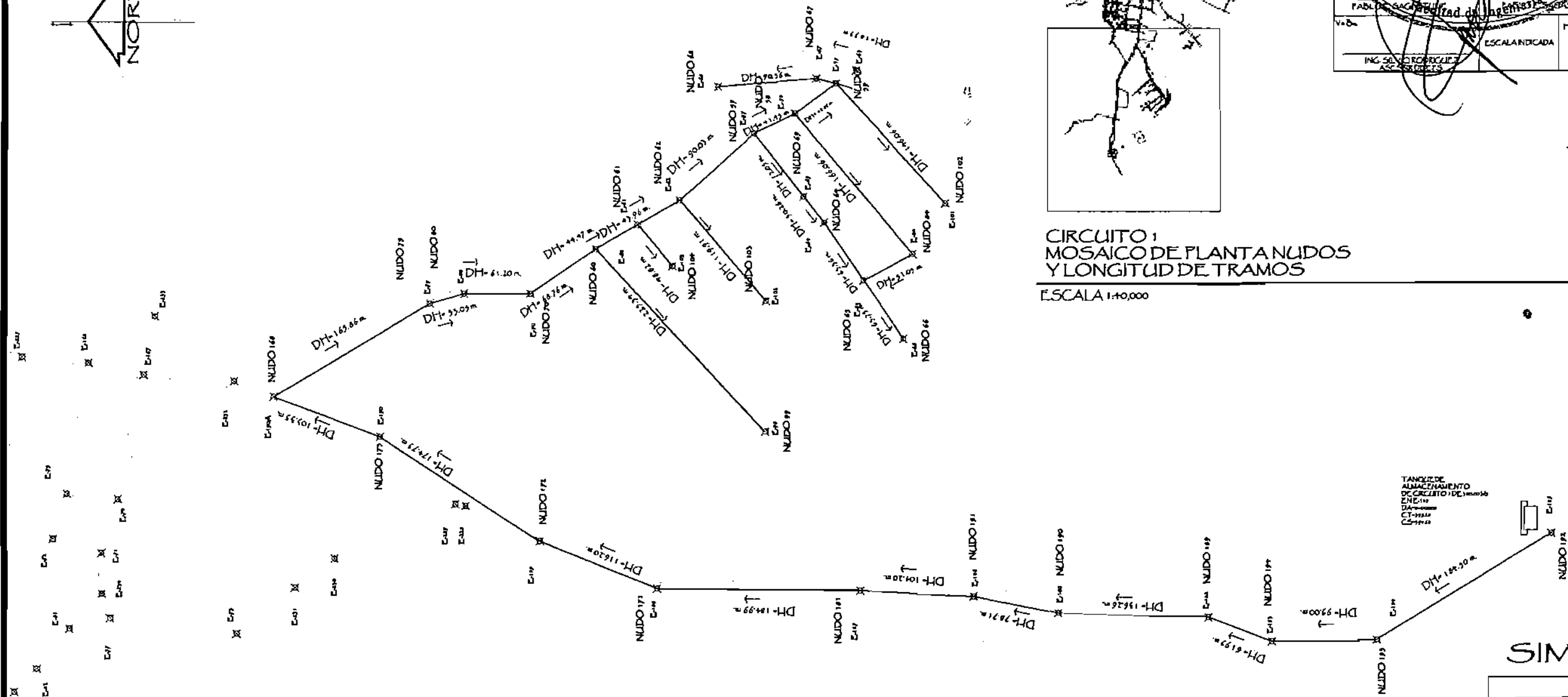
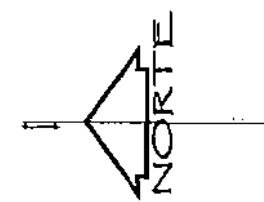
PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA
ESCALA 1:7,500

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ	
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO	
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ	
PLANO DE: CIRCUITO 1 DE PLANTA DE NUDOS Y LONGITUDES DE TRAMOS	
DISEÑADO POR: ING. SAUL ORCORGUEZ ASesor(A) SUPERVISOR DE EPS Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS	ESCALANICADA 15/44



CIRCUITO 1
MOSAICO DE PLANTA NUDOS Y LONGITUD DE TRAMOS

ESCALA 1:40,000



CIRCUITO 1
MOSAICO DE PLANTA NUDOS Y LONGITUD DE TRAMOS

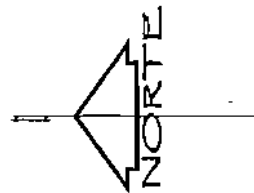
ESCALA 1:40,000

SIMBOLOGIA

	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO 1 DE 1000 M ³
DH-162.66 m	DISTANCIA DEL TRAMO
	SENTIDO DEL TRAMO
	PUNTO DE NUDO
	CAMINO
NUDO 30	IDENTIFICACION DE NUDO

SIMBOLOGIA

	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO 2 DE 15000 M ³
DH-166.04 m	DISTANCIA DEL TRAMO
	SENTIDO DEL TRAMO
	PUNTO DE NUDO
	CAMINO
NUDO 30	IDENTIFICACION DE NUDO



PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ


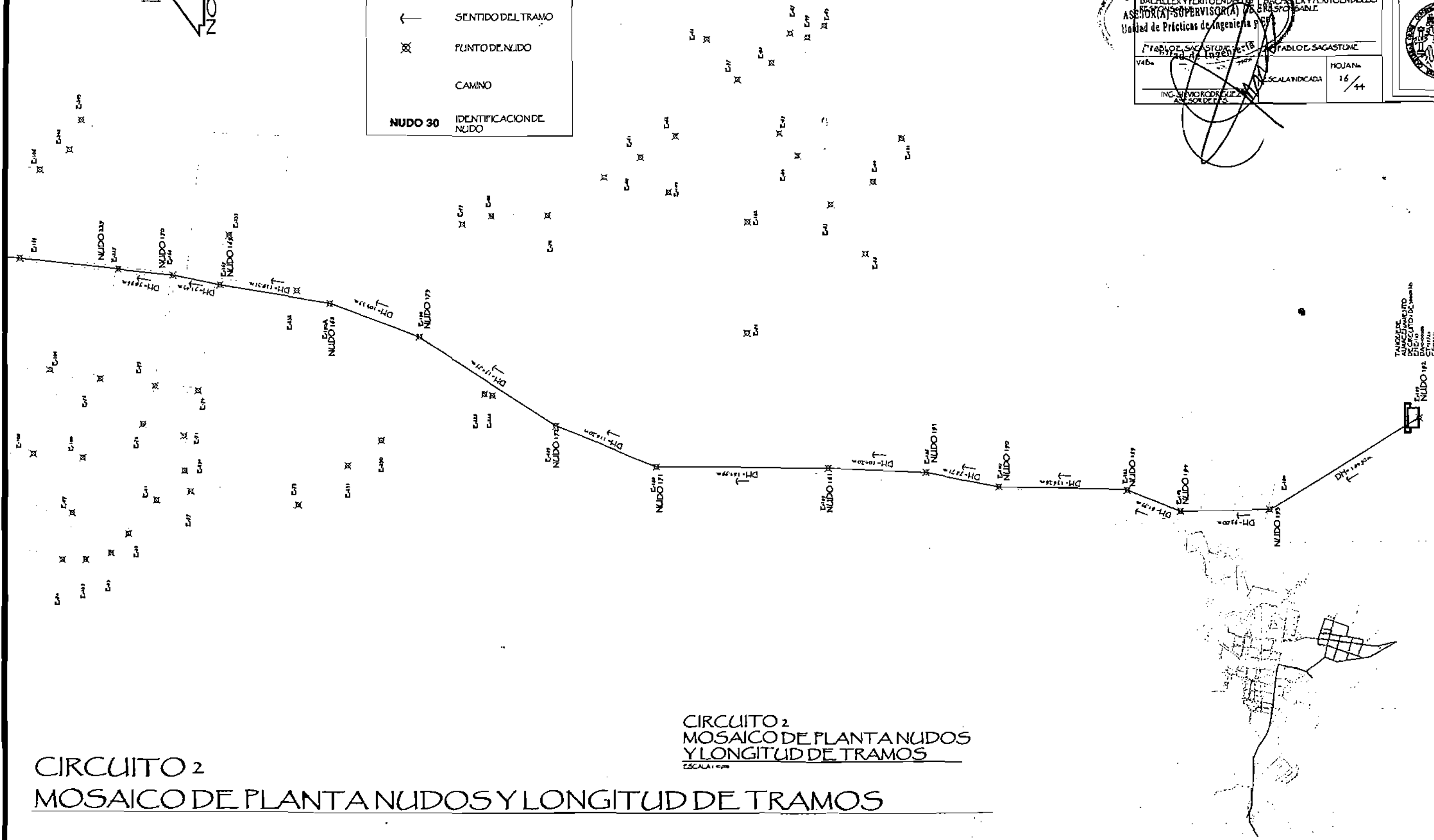
PLANO DE CIRCUITO DE PLANTA DE NUDOS Y LONGITUDES DE TRAMOS

Universidad de San Carlos de Guatemala
TOPOGRAFIA
DISEÑO HIDRAULICO

BACHILLER Y PERITO EN DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE
ASISTENTE(S) SUPERVISOR(A) DE OBRAS
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y PERITO EN AGUA POTABLE

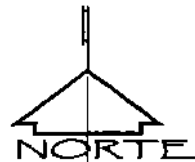
INSTRUMENTOS: TABLERO SAGASTUNE 1:15
TABLERO SAGASTUNE 1:15

ESCALA: ESCALA INDICADA 16/44

CIRCUITO 2
MOSAICO DE PLANTA NUDOS Y LONGITUD DE TRAMOS
ESCALA: 1:16

CIRCUITO 2 MOSAICO DE PLANTA NUDOS Y LONGITUD DE TRAMOS

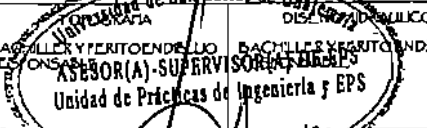


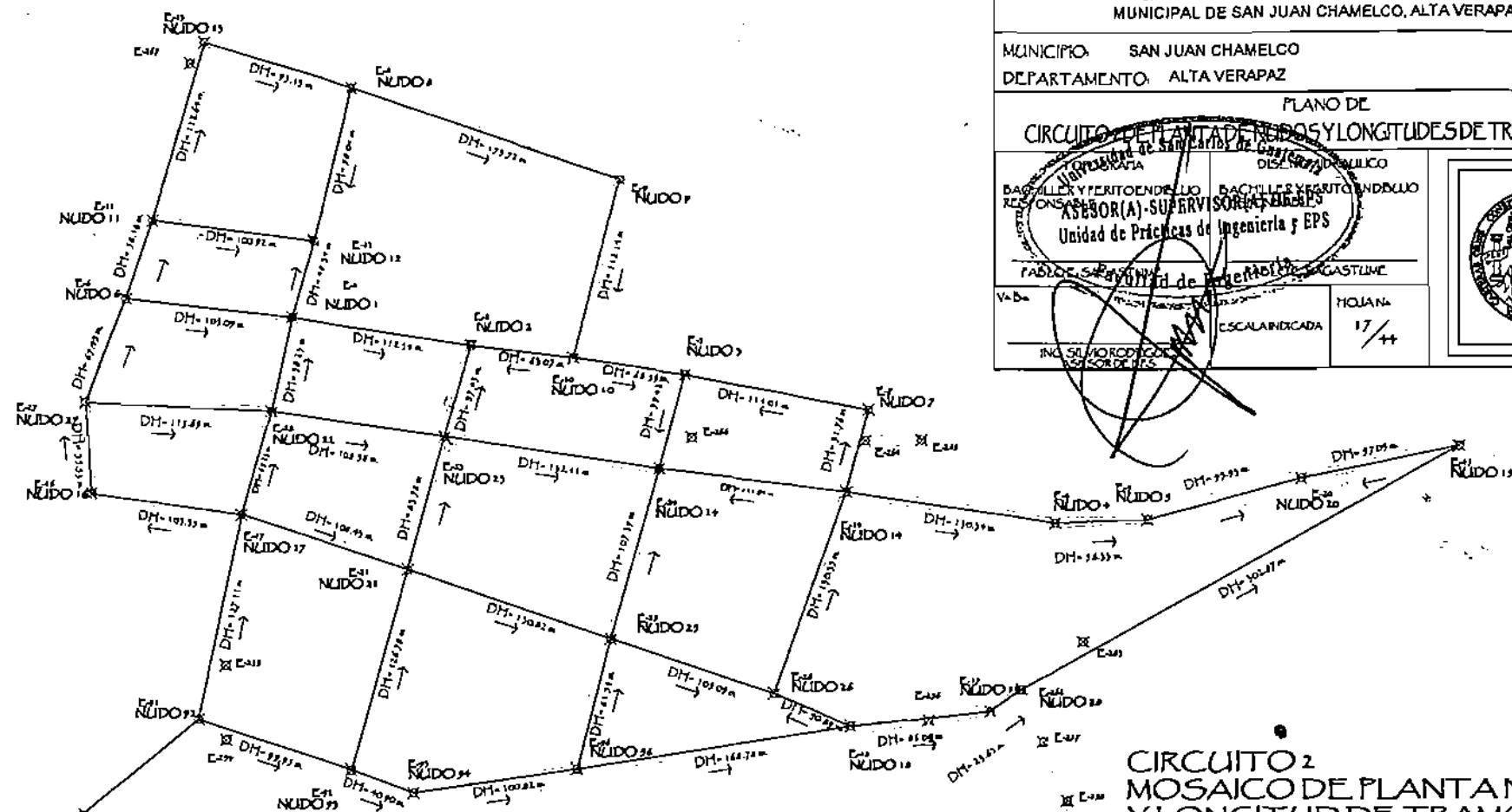
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO

DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE
CIRCUITO 2 DE PLANTA NUDOS Y LONGITUDES DE TRAMOS


 INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL
 ASesor(A)-SUPERVISOR EN EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 FOLIO: 17/44
 ESCALA: INDICADA



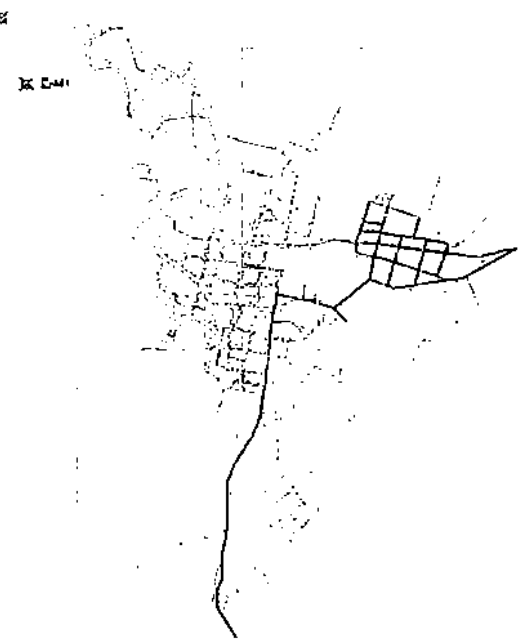
CIRCUITO 2
MOSAICO DE PLANTA NUDOS Y LONGITUD DE TRAMOS
ESCALA 1:2,500

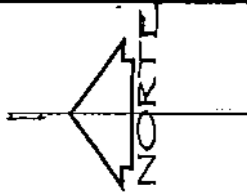
SIMBOLOGIA

-  TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO (DE 1000 M³)
- $DH = 144.06\text{ m}$ DISTANCIA DEL TRAMO
-  SENTIDO DEL TRAMO
-  PUNTO DE NUDO
-  CAMINO
- NUDO 30** IDENTIFICACION DE NUDO

CIRCUITO 2
MOSAICO DE PLANTA NUDOS Y LONGITUD DE TRAMOS

ESCALA 1:2,500





PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE:
CIRCUITOS DE PLANTA DE NUDOS Y LONGITUDES DE TRAMOS

INGENIERIA HIDRAULICA
SABIDO Y PERITO EN OBRAS DE ACUEDUCTOS Y EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
ASESORIA SUPERVISORA ROBERTO SAGASTUM
Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS

ROBERTO SAGASTUM
Ingeniero de Ingeniería

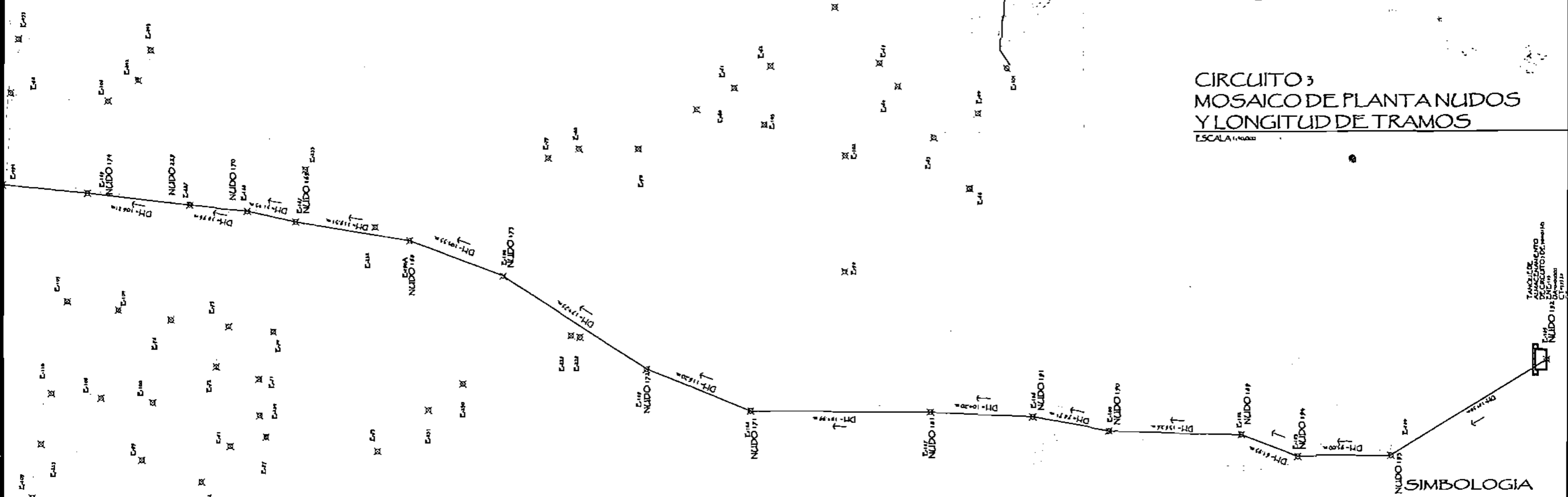
INGENIERO RODRIGUEZ AGUIRRE

ESCALA INDICADA: 1/44






HOJA: 18/44



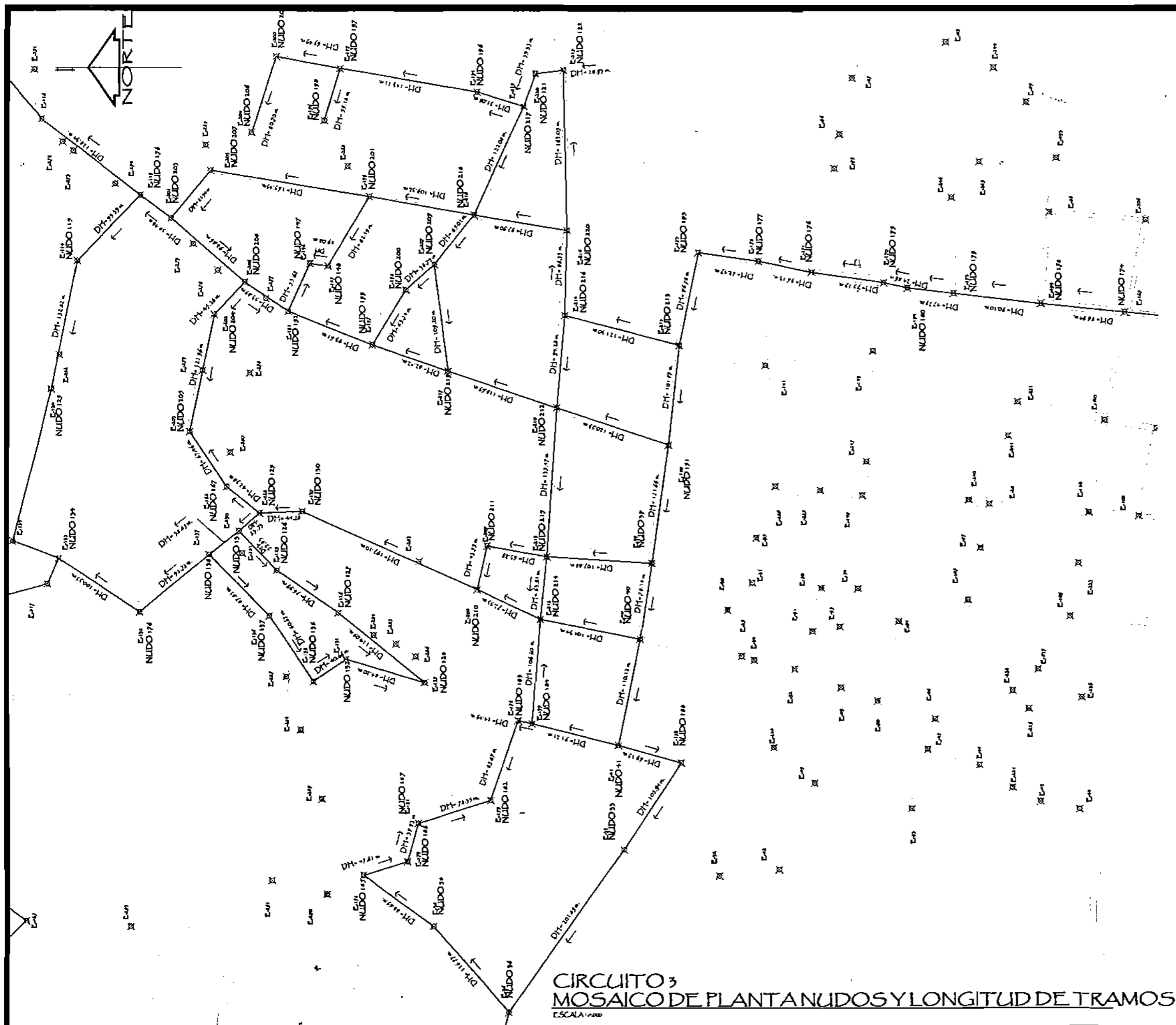
CIRCUITO 3
MOSAICO DE PLANTA NUDOS Y LONGITUD DE TRAMOS
ESCALA 1:4,000



SIMBOLOGIA

-  TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO 2 DE 15000 M³
-  DISTANCIA DEL TRAMO
-  SENTIDO DEL TRAMO
-  PUNTO DE NUDO
-  CAMINO
- NUDO 30** IDENTIFICACION DE NUDO

CIRCUITO 3
MOSAICO DE PLANTA NUDOS Y LONGITUD DE TRAMOS
ESCALA 1:4,000



PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ


PLANO DE:
CIRCUITO 3 PLANTA DE NUDOS Y LONGITUDES DE TRAMOS

UNIVERSIDAD DE LOS CAJONS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
BACHILLER Y PERITO EN DISEÑO HIDRAULICO
RESERVA DE BACHILLER Y PERITO EN DISEÑO
ASESORIA SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS

TABLO: SACASTLANO
Ciudad de Ingenieros SACASTLANO

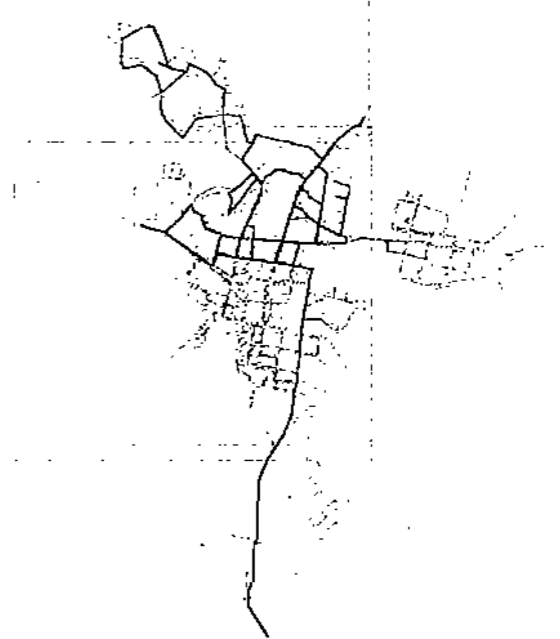
ESCALA INDICADA: 19/44

MOJAN: 19/44

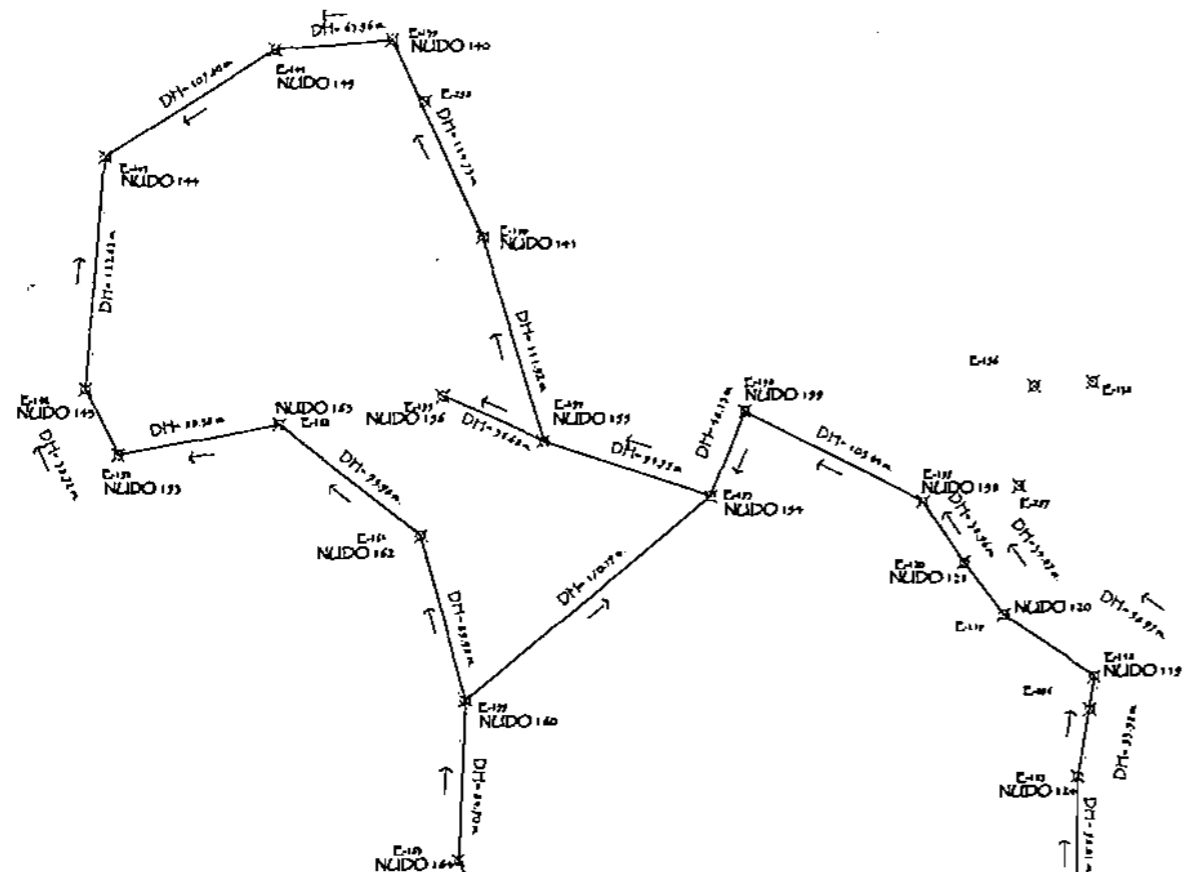
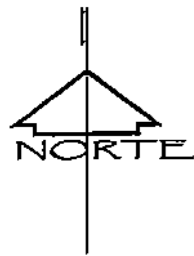


SIMBOLOGIA

-  TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO DE 10000 M³
-  DH-1234 DISTANCIA DEL TRAMO
-  SENTIDO DEL TRAMO
-  PUNTO NUDO
-  CAMINO
-  NUDO 30 IDENTIFICACION DE NUDO



CIRCUITO 3
MOSAICO DE PLANTA NUDOS Y LONGITUD DE TRAMOS
ESCALA 1:1000



PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE: **CIRCUITO 3 MOSAICO DE NUDOS Y LONGITUDES DE TRAMOS**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS

ALCALDE SAUL SAGASTUME

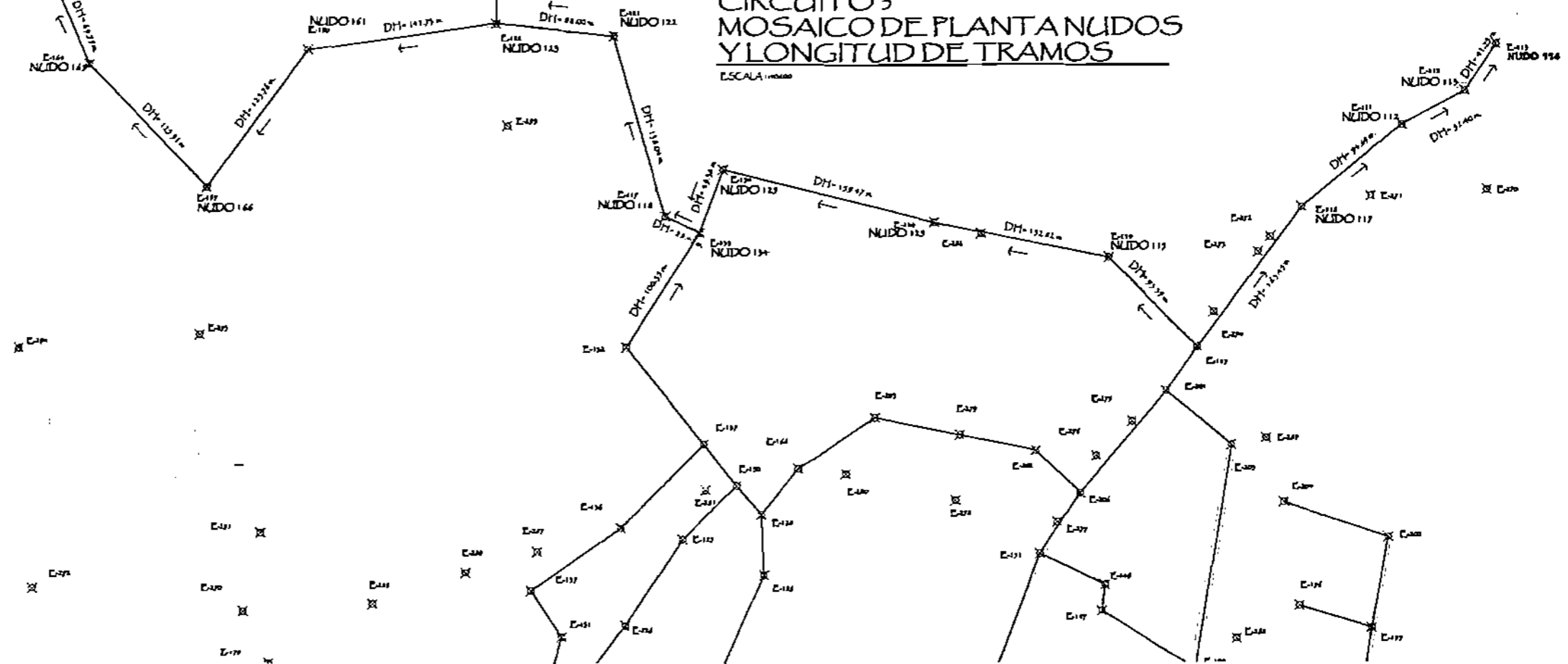
ESCALA: HOJA: 20/44



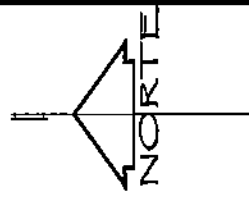
SIMBOLOGIA



- TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO DE 1000 M³
- DH=1000m DISTANCIA DEL TRAMO
- ← SENTIDO DEL TRAMO
- ⊗ PUNTO DE NUDO
- CAMINO
- NUDO 30 IDENTIFICACION DE NUDO

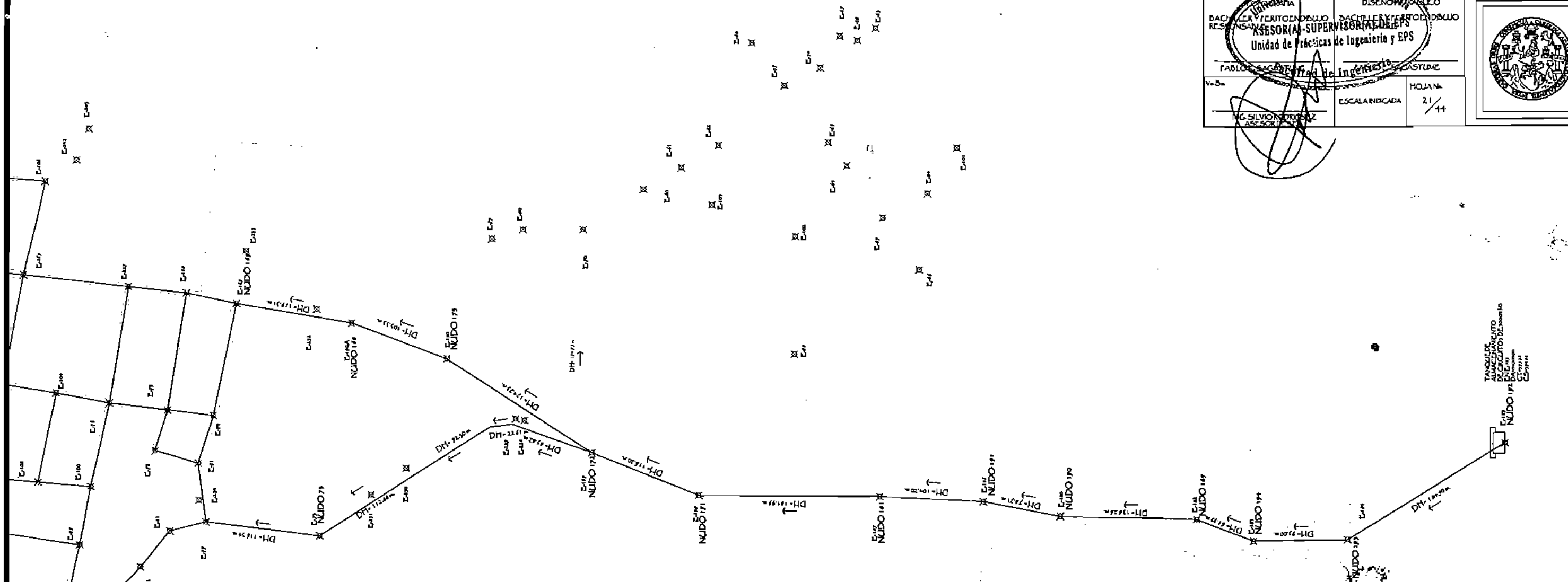
**CIRCUITO 3
MOSAICO DE PLANTA NUDOS
Y LONGITUD DE TRAMOS**
ESCALA 1:4,000




**CIRCUITO 3
MOSAICO DE PLANTA NUDOS
Y LONGITUD DE TRAMOS**
ESCALA 1:4,000

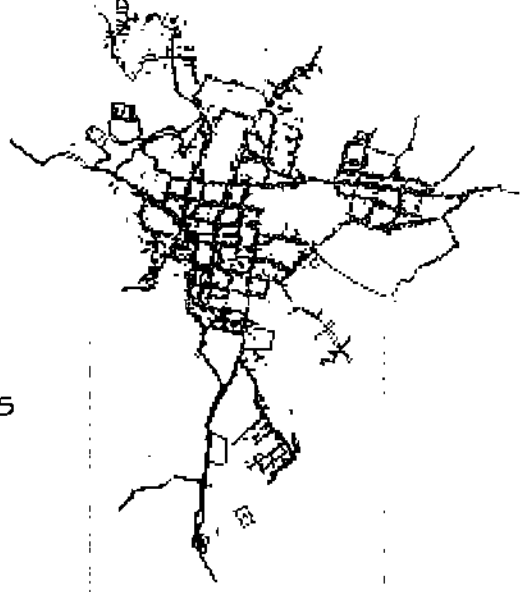


PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ	
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO	
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ	
PLANO DE CIRCUITO DE PLANTAS NUDOS Y LONGITUDES DE TRAMOS	
 DISEÑO POR: [Signature] ASesorIA-SUPERVISORIAL DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	
TABLA: SACRIFICIO DE INGENIEROS V.D.: [Signature] ING. SILVIO GONZALEZ	ESCALA INDICADA: HOJA: 21 / 44



SIMBOLOGIA

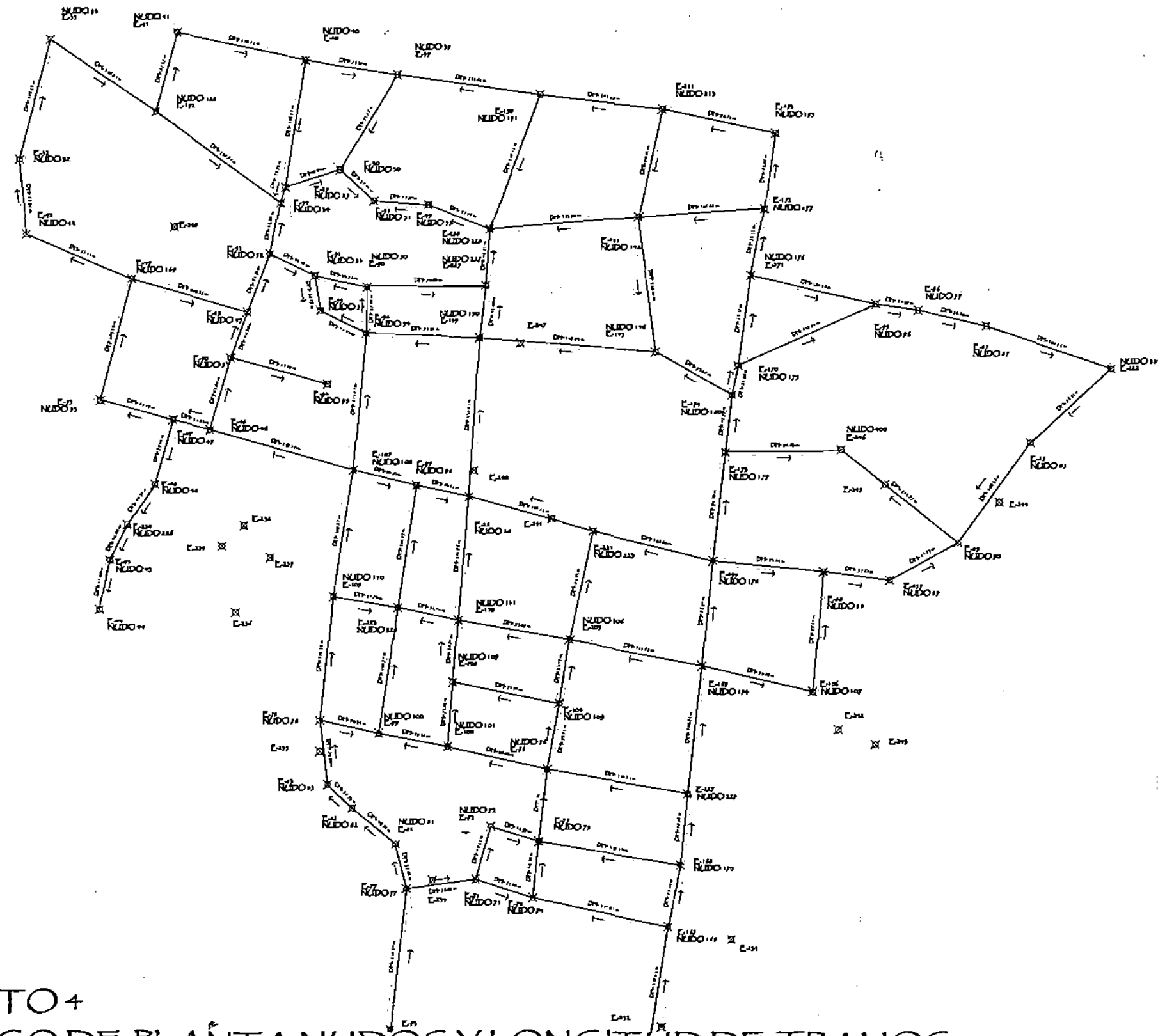
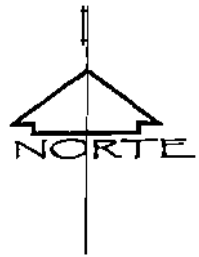
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO DE PLANTAS NUDOS Y LONGITUDES DE TRAMOS
DH-1066m	DISTANCIA DEL TRAMO
	SENTIDO DEL TRAMO
	PUNTO DE NUDO
	CAMINO
NUDO 30	IDENTIFICACION DE NUDO



CIRCUITO + MOSAICO DE PLANTA NUDOS Y LONGITUD DE TRAMOS
ESCALA 1:10,000

CIRCUITO + MOSAICO DE PLANTA NUDOS Y LONGITUD DE TRAMOS

ESCALA 1:10,000



CIRCUITO 4
 MOSAICO DE PLANTA NUDOS Y LONGITUD DE TRAMOS
 ESCALA 1:2,000

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
 DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE:
 CIRCUITO DE PLANTA NUDOS Y LONGITUDES DE TRAMOS


DISEÑO: [Signature]

BACHILLER Y TITULO DE INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL
 RESPONSABLE DEL DISEÑO: [Signature]
 ASESORIA (A) SUPERVISORAS DE EPS
 Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS







TABLA DE CONTENIDO

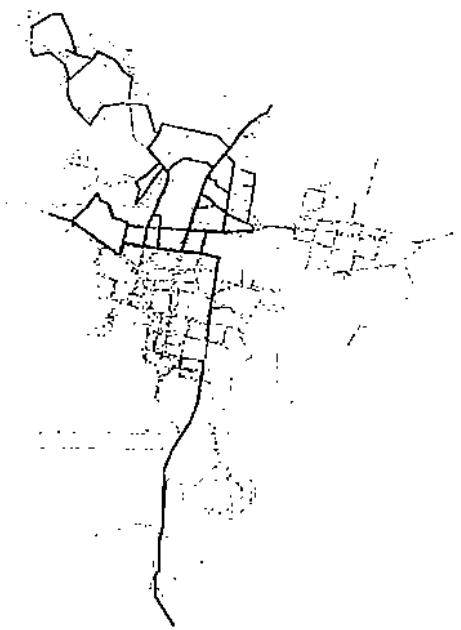
ING. SILVIO RIVERA
 ASISTENTE DE DISEÑO

ESCALA: 22/44



SIMBOLOGIA

-  TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO DE 15000 M³
-  DH-1000m DISTANCIA DEL TRAMO
-  SENTIDO DEL TRAMO
-  PUNTO DE NUDO
-  CAMINO
-  NUDO 30 IDENTIFICACION DE NUDO



CIRCUITO 4
 MOSAICO DE PLANTA NUDOS Y LONGITUD DE TRAMOS
 ESCALA 1:2,000

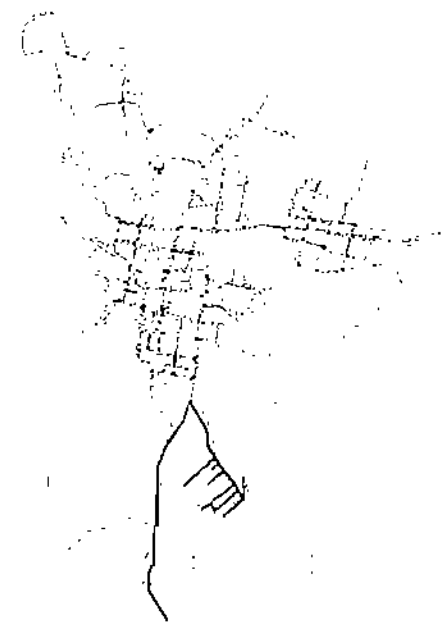
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO

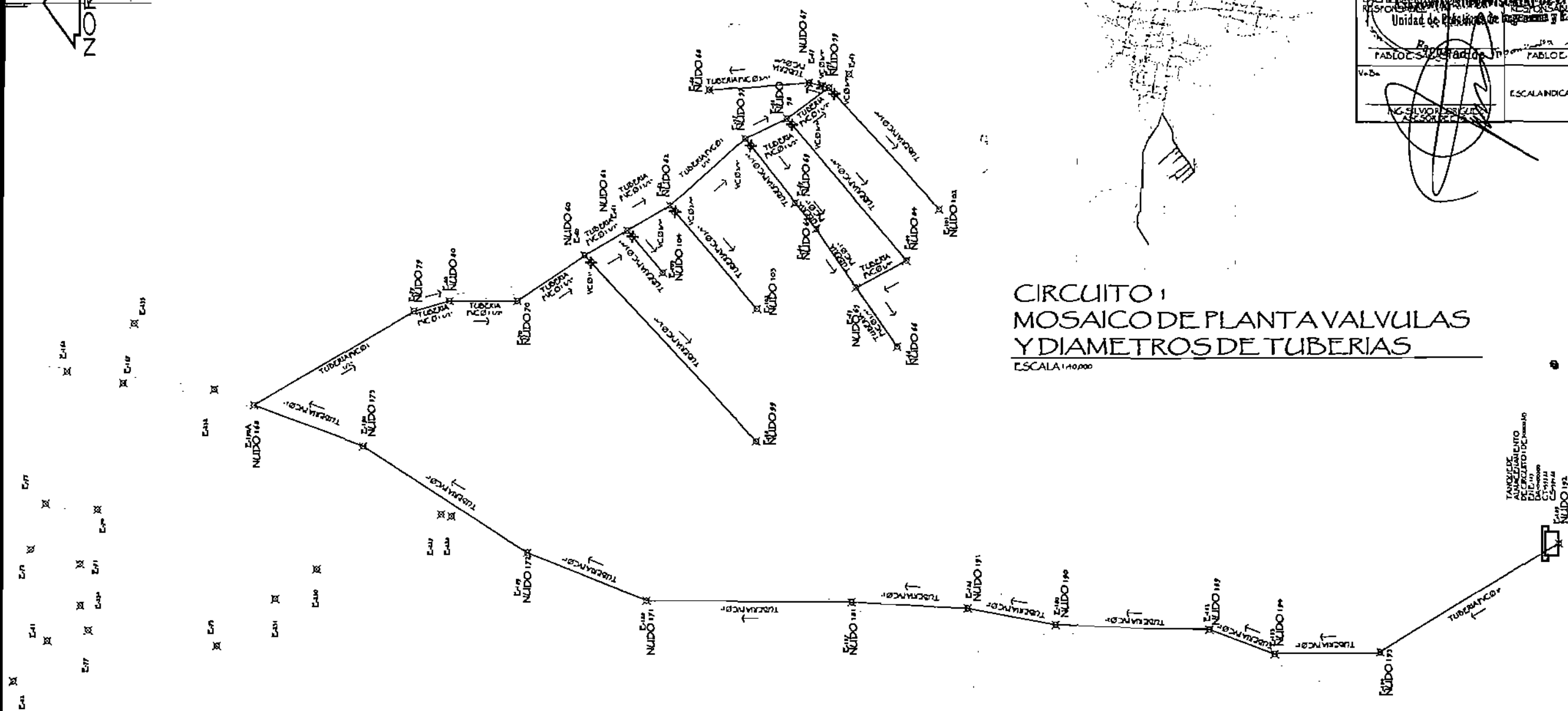
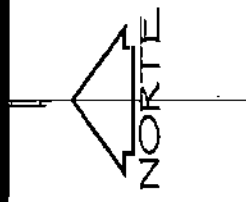
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE CIRCULO DE PLANTAS DE VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS

UNIFICACION DE PLANTAS DE VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS	DISEÑO: INGENIERO CIVIL
INGENIERIA DE AGUAS Y SANEAMIENTO	INGENIERIA DE AGUAS Y SANEAMIENTO
UNIDAD DE PLANTAS DE VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS	UNIDAD DE PLANTAS DE VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS
PABLO C. SAGASTUNE	PABLO C. SAGASTUNE
HOJA: 23/44	ESCALA: INDICADA



CIRCUITO 1
MOSAICO DE PLANTA VALVULAS
Y DIAMETROS DE TUBERIAS
ESCALA 1:10,000



SIMBOLOGIA

	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCULO 1 DE 1000 M3
	INDICA DIAMETRO DE LA TUBERIA POR TRAMO
	SENTIDO DEL TRAMO
	PUNTO DE NUDO
	CAMINO
	IDENTIFICACION DE NUDO

CIRCUITO 1
MOSAICO DE PLANTA VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS
ESCALA 1:10,000

**CIRCUITO 2
MOSAICO DE PLANTA VALVULAS
Y DIAMETROS DE TUBERIAS**

ESCALA 1:4,000


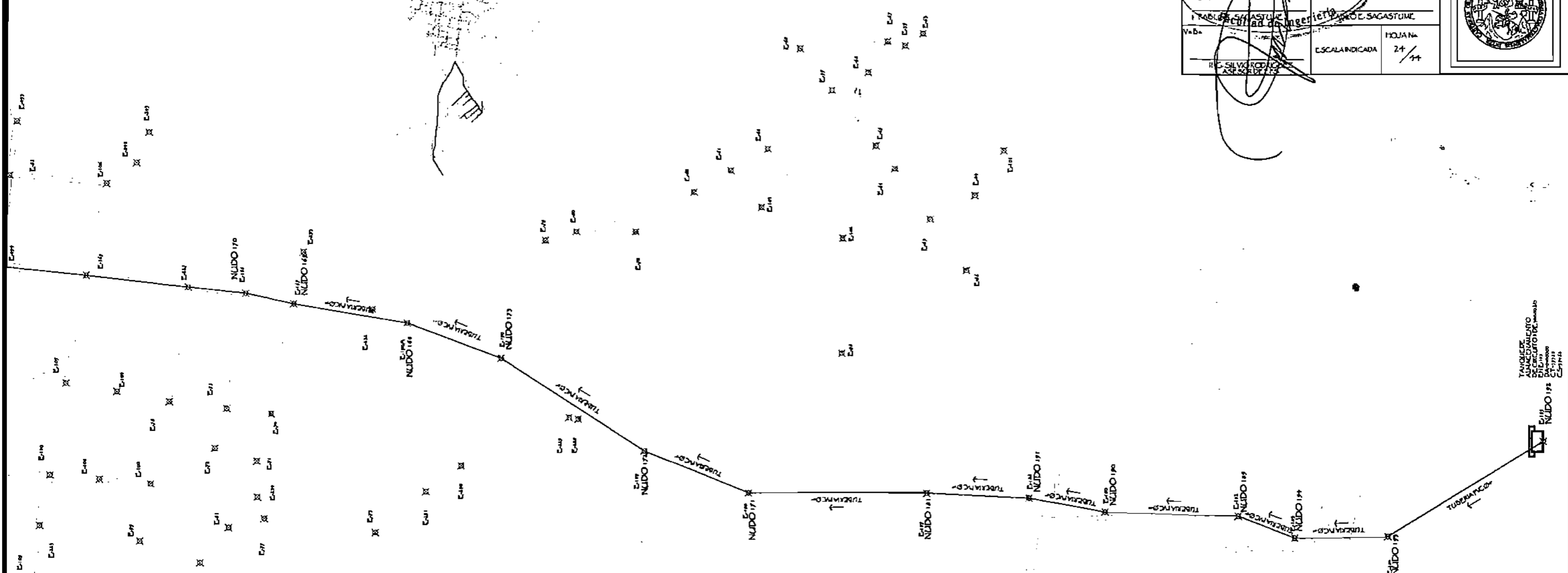
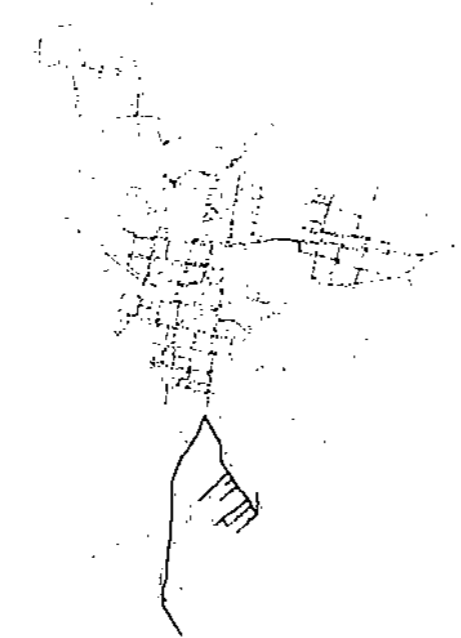
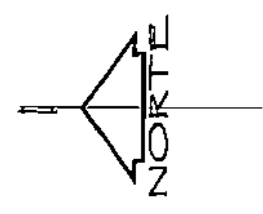
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ







PLANO DE:
CIRCUITO 2 DE PLANTA DE VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA EN HIDRAULICA
BACHILLER Y TITULO EN INGENIERIA EN HIDRAULICA
RESERVA DE TUBERIAS Y VALVULAS
ASESORIA Y SUPERVISION
Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS

PROFESOR: PABLO E. SAGASTUME
ESTUDIANTE: H. SILVERO
FECHA: 24/11

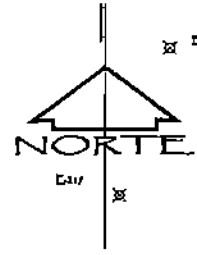



SIMBOLOGIA

-  TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO 1 DE 1000 M³
-  DIAMETRO INDICA DIAMETRO DE LA TUBERIA POR TRAMO
-  SENTIDO DEL TRAMO
-  PUNTO DE NUDO
-  CAMINO
-  NUDO 30 IDENTIFICACION DE NUDO

**CIRCUITO 2
MOSAICO DE PLANTA VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS**

ESCALA 1:4,000



PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ


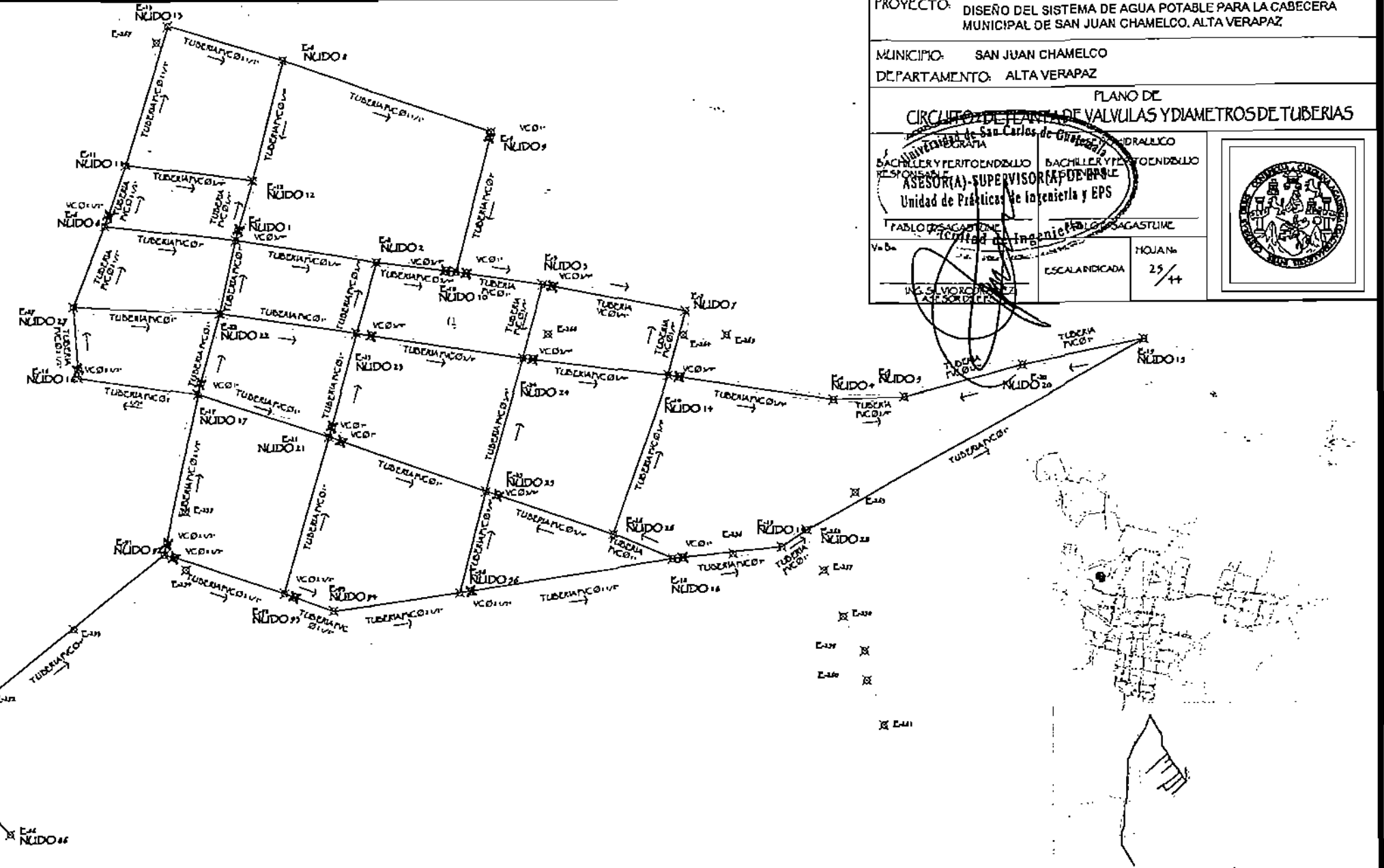
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE
CIRCUITO 2 PLANTA DE VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
BACHILLER Y PERTO ENDEBILLO
RESPONSABLE
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS







PABLO SAGASTUME
Ing. Civil en Ingeniería Civil
Escal. 1:1000

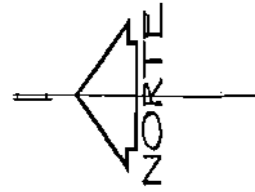
HOJA: 25/44

CIRCUITO 2
MOSAICO DE PLANTA VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS
ESCALA 1:1000

CIRCUITO 2
MOSAICO DE PLANTA VALVULAS
Y DIAMETROS DE TUBERIAS
ESCALA 1:1000
SIMBOLOGIA

	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO I DE 1000 M ³
	DIAMETRO M ³ INDICA DIAMETRO DE LA TUBERIA POR TRAMO
	SENTIDO DEL TRAMO
	PUNTO DE NUDO
	CAMINO
	NUDO 30 IDENTIFICACION DE NUDO



PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO

DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE
CIRCUITO DE PLANTA DE VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DISEÑO Y PERIODO DE OBRAS
RESPONSABLE DEL PROYECTO: ASesor(A) SUPERVISOR(A) DE OBRAS
Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
PARRAL DE SAN CARLOS, GUATEMALA

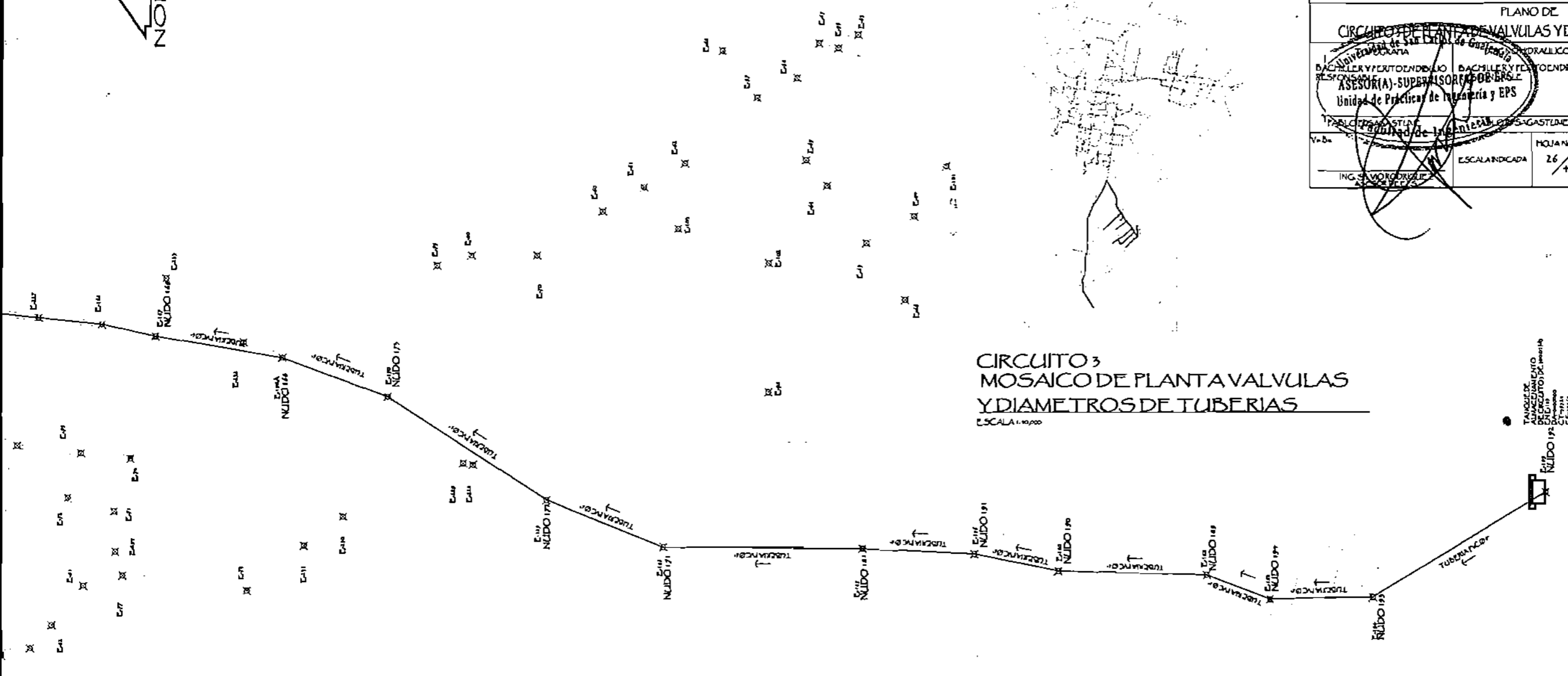
ING. S. MORGON VILLALBA



ESCALA INDICADA: 26/44

CIRCUITO 3 MOSAICO DE PLANTA VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS

ESCALA 1:10,000



TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 4000 M³
E101
E102
E103
E104
E105
E106
E107
E108
E109
E110
E111
E112
E113
E114
E115
E116
E117
E118
E119
E120
E121
E122
E123
E124
E125
E126
E127
E128
E129
E130
E131
E132
E133
E134
E135
E136
E137
E138
E139
E140
E141
E142
E143
E144
E145
E146
E147
E148
E149
E150
E151
E152
E153
E154
E155
E156
E157
E158
E159
E160
E161
E162
E163
E164
E165
E166
E167
E168
E169
E170
E171
E172
E173
E174
E175

SIMBOLOGIA

-  TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO DE 4000 M³
-  DIAMETRO INDICA DIAMETRO DE LA TUBERIA POR TRAMO
-  SENTIDO DEL TRAMO
-  PUNTO DE NUDO
-  CAMINO
-  NUDO 30 IDENTIFICACION DE NUDO

CIRCUITO 3 MOSAICO DE PLANTA VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS

ESCALA 1:10,000

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ


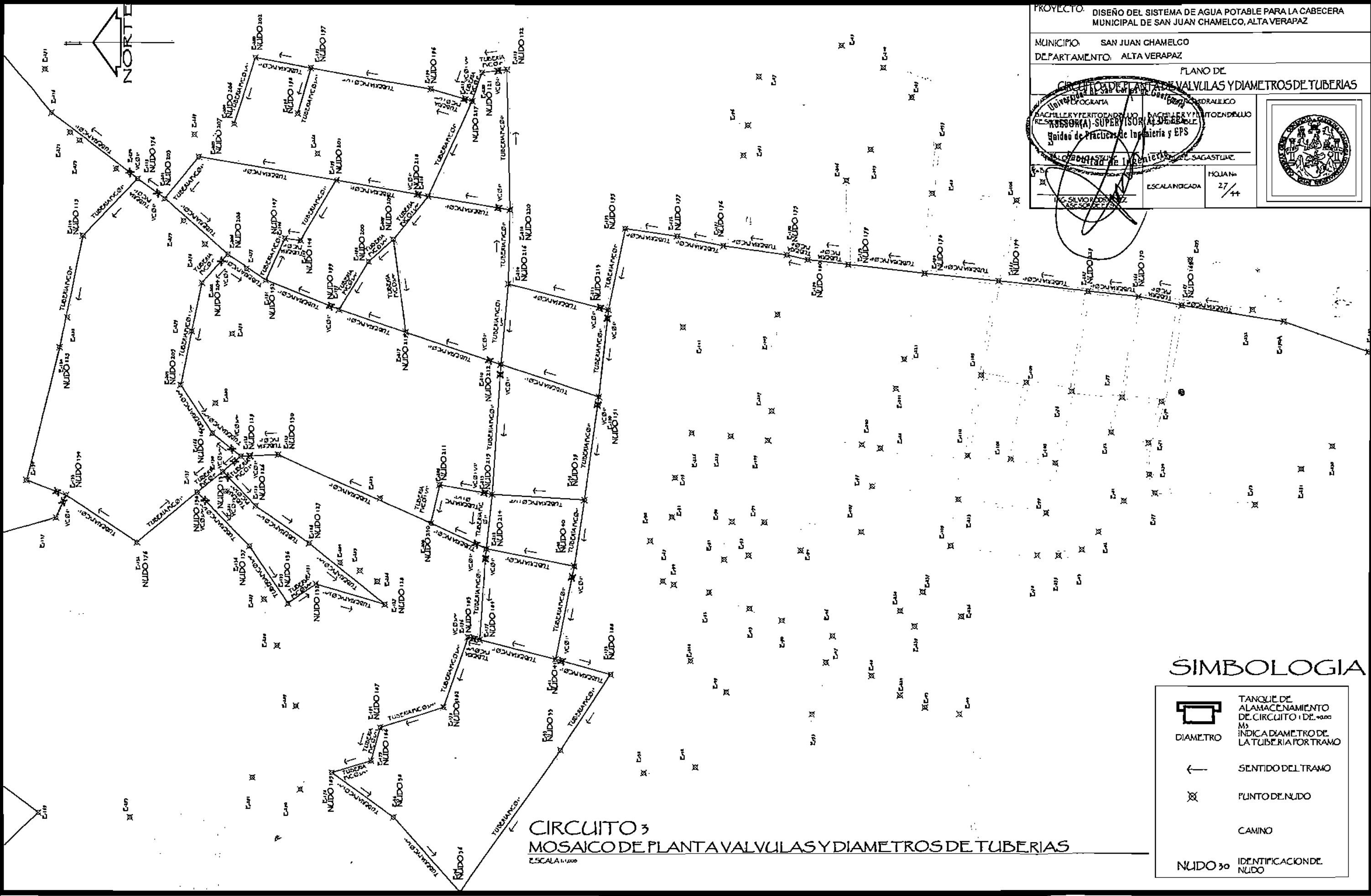
PLANO DE: **CIRCUITO DE PLANTA DE VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS**

UNIVERSIDAD DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

INGENIERO(A) SUPERVISOR(A) RESPONSABLE:
Miguel Ángel Sagastume

INGENIERO(A) DE DISEÑO:
Miguel Ángel Sagastume

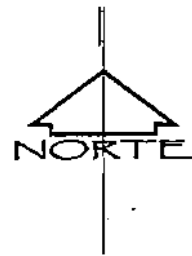
ESCALA: ESCALONADA 27/44

CIRCUITO 3
MOSAICO DE PLANTA VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS
ESCALA 1:1000

SIMBOLOGIA

-  TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO 1 DE 1000 M³
-  DIAMETRO INDICA DIAMETRO DE LA TUBERIA POR TRAMO
-  SENTIDO DEL TRAMO
-  PUNTO DE NUDO
-  CAMINO
-  NUDO 30 IDENTIFICACION DE NUDO



PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

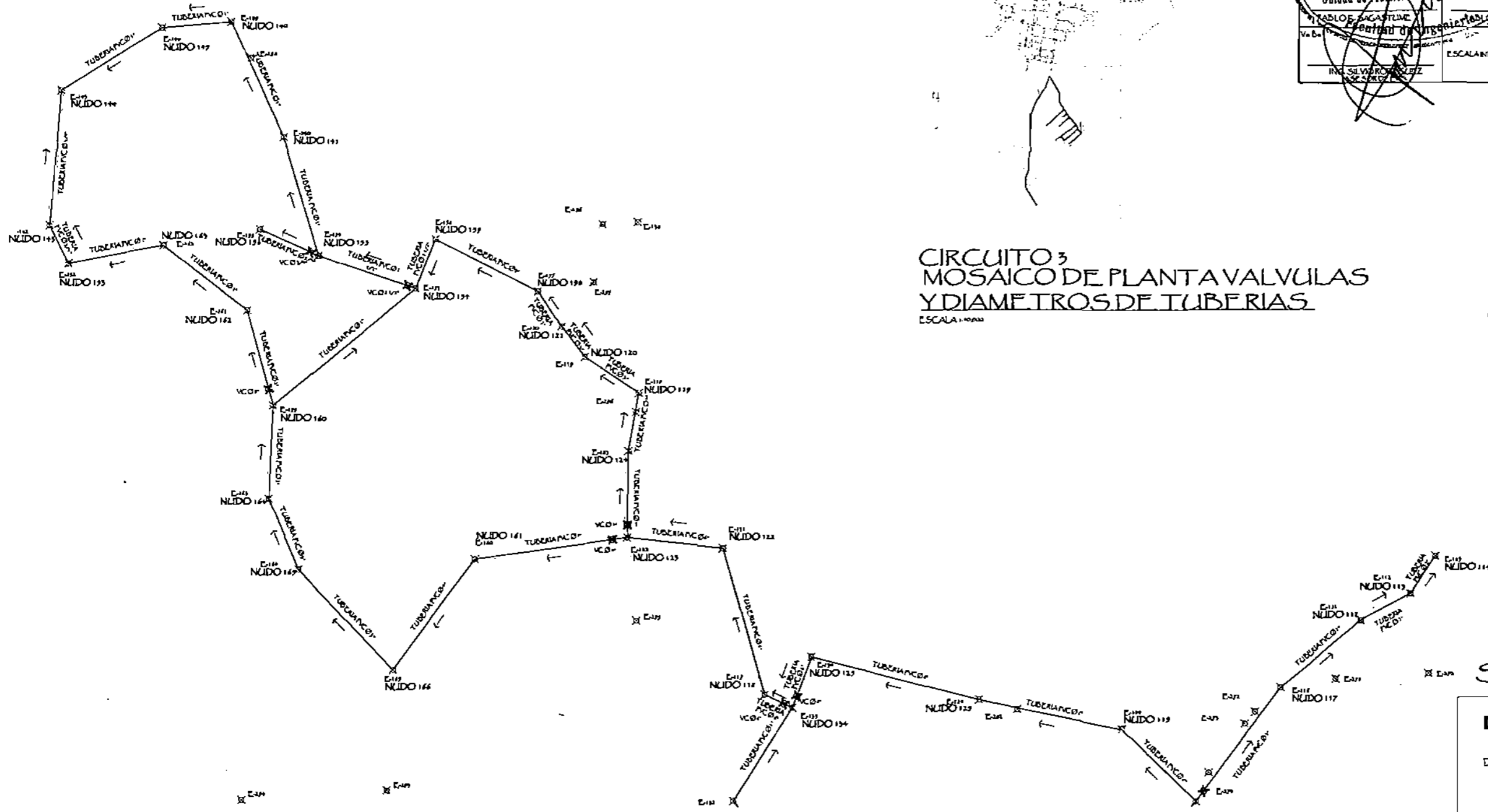
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE:
CIRCUITO 3 DE PLANTA DE VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CARRERAS DE INGENIERIA HIDRAULICA Y DRENAJE
ASISTENTE(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

ING. PABLO SAGASTUME
ING. PABLO SAGASTUME

ESCALA INDICADA: 20/100



**CIRCUITO 3
MOSAICO DE PLANTA VALVULAS
Y DIAMETROS DE TUBERIAS**
ESCALA 1:1000

**CIRCUITO 3
MOSAICO DE PLANTA VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS**
ESCALA 1:1000

SIMBOLOGIA

-  TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO DE 1000 M³
-  DIAMETRO INDICA DIAMETRO DE LA TUBERIA POR TRAMO
-  SENTIDO DEL TRAMO
-  PUNTO DE NUDO
-  CAMINO
-  NUDO 30 IDENTIFICACION DE NUDO


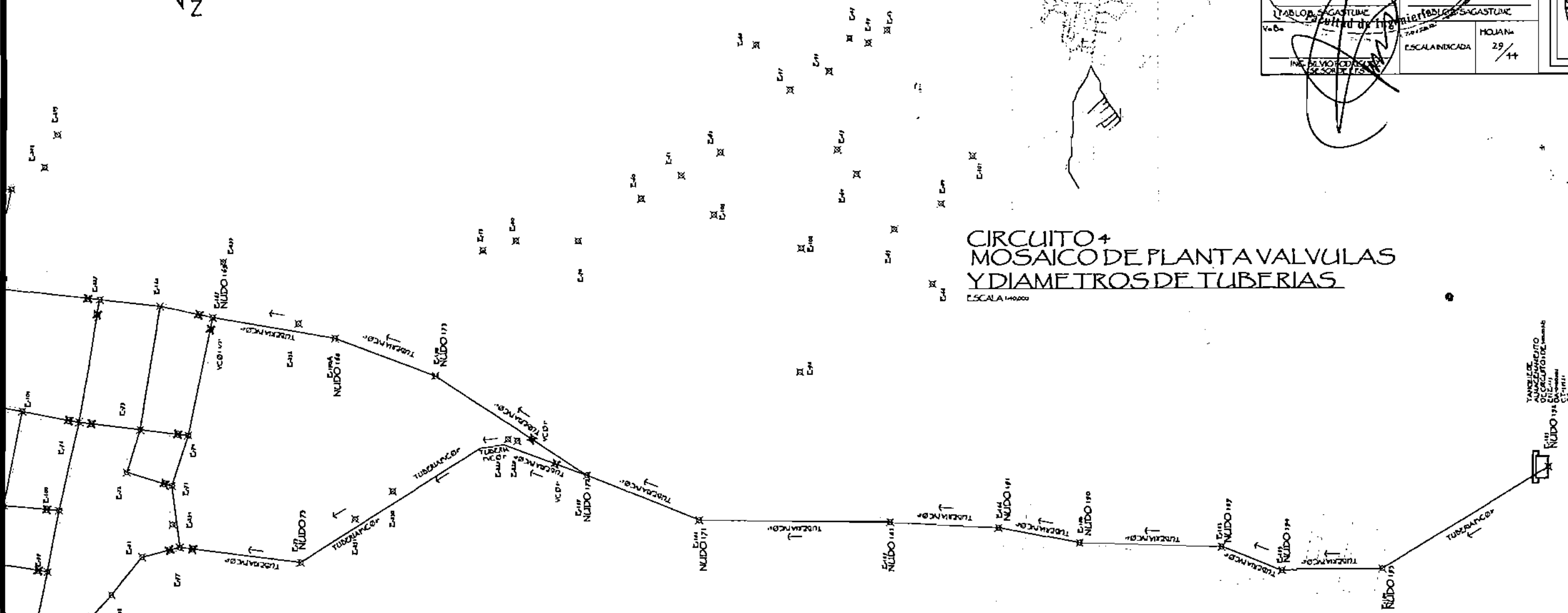
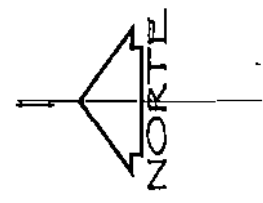
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE:
CIRCUITO DE PLANTA DE VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS






UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA EN HIDRAULICA
BACHILLER Y TITULO EN DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE
RESPONSABLE: ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

TABLA: SAGASTUNE
Hoja: 29 / 44
ESCALA: 1:4000

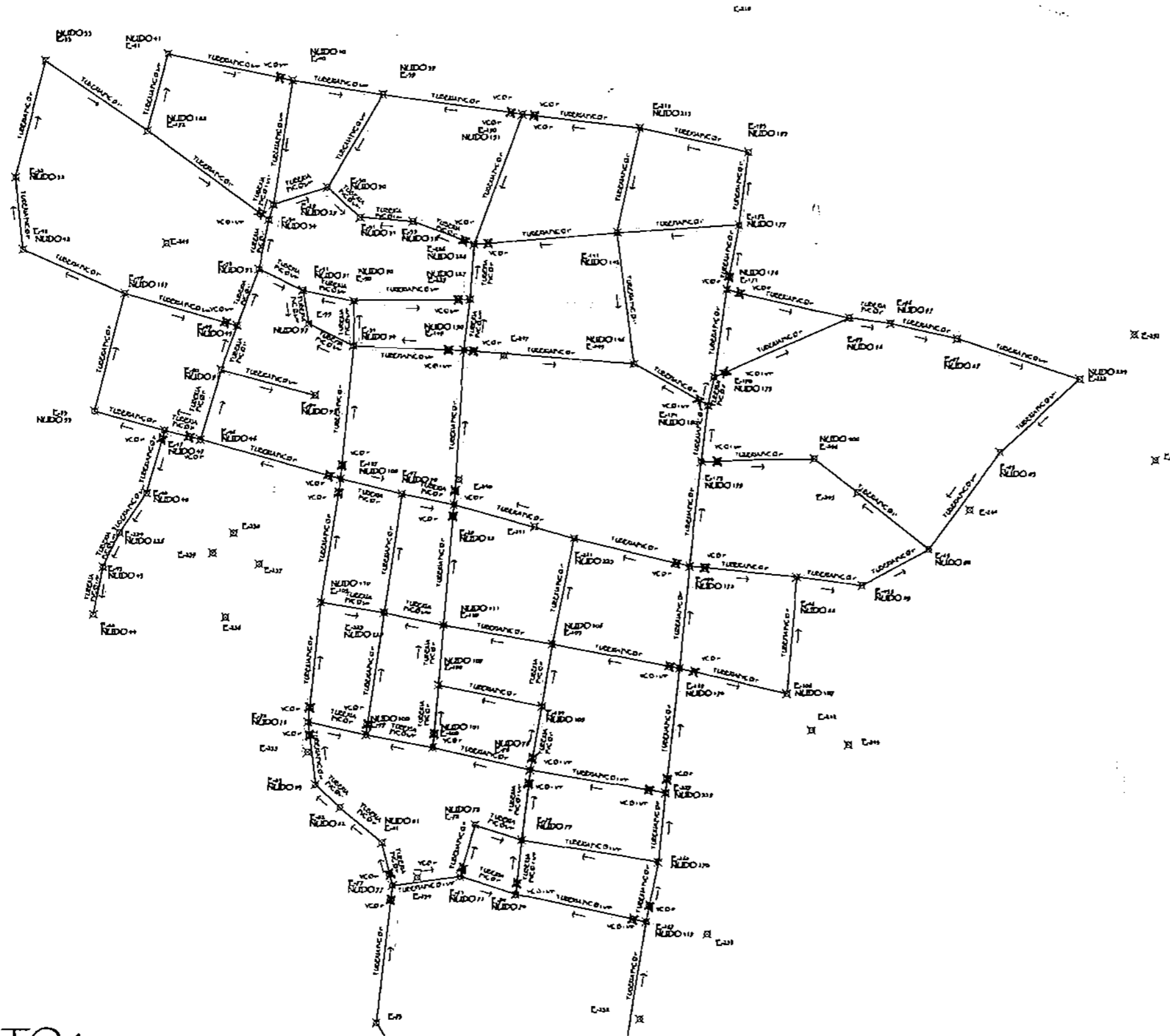
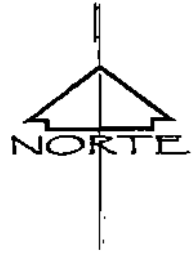



CIRCUITO 4
MOSAICO DE PLANTA VALVULAS
Y DIAMETROS DE TUBERIAS
ESCALA 1:4000

SIMBOLOGIA

	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO DE 1000 M ³
	INDICADOR DE DIAMETRO DE LA TUBERIA POR TRAMO
	SENTIDO DEL TRAMO
	PUNTO DE NUDO
	CAMINO
	IDENTIFICACION DE NUDO

CIRCUITO 4
MOSAICO DE PLANTA VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS
ESCALA 1:4000



PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE:
CIRCUITO + DE PLANTA DE VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS

ING. SILVIO GONZALEZ ASISTENTE	ING. SILVIO GONZALEZ ASISTENTE	HOJA: 30 / 44
-----------------------------------	-----------------------------------	---------------

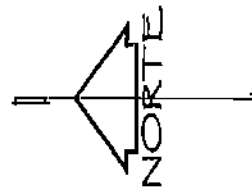


CIRCUITO + MOSAICO DE PLANTA VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS
Escala 1:10,000

CIRCUITO + MOSAICO DE PLANTA VALVULAS Y DIAMETROS DE TUBERIAS
Escala 1:1,000

SIMBOLOGIA

	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO + DE 1000 M ³
	DIAMETRO INDICA DIAMETRO DE LA TUBERIA POR TRAMO
	SENTIDO DEL TRAMO
	PUNTO DE NUDO
	CAMINO
	NUDO 30 IDENTIFICACION DE NUDO



PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE
CIRCUITO DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS


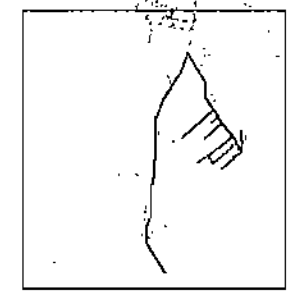
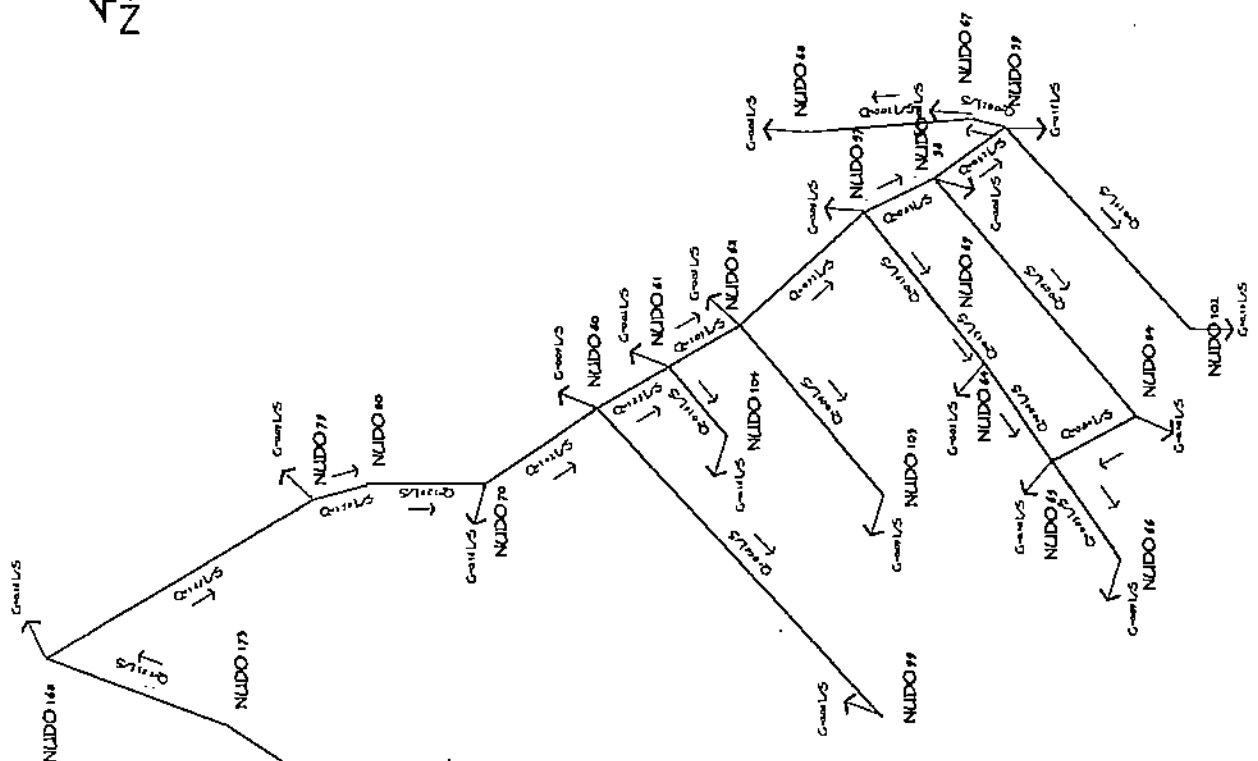
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA HIDRAULICA
BACHILLER Y FORTALECIMIENTO DE SERVICIOS
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

PROF. SAGASTUME ASISTENTE
ASISTENTE

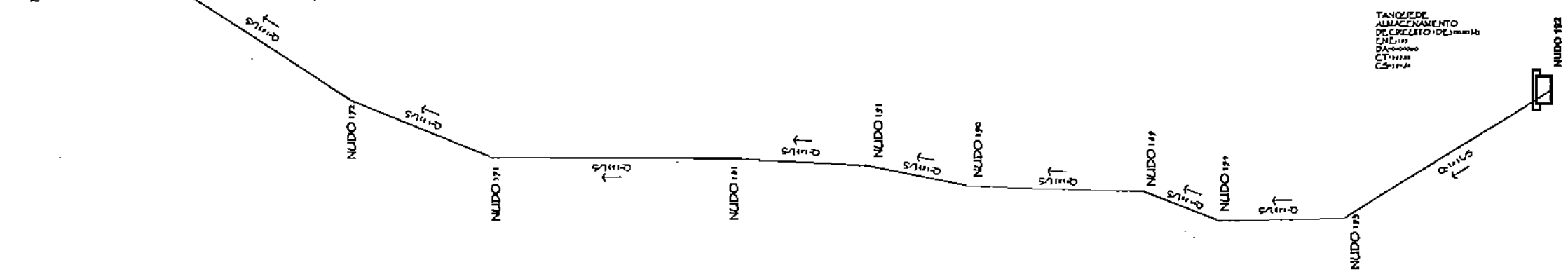
ASISTENTE

ESCALA: 31/44

ESCALANDICADA

CIRCUITO 1
MOSAICO DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS
ESCALA 1:40,000



TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO DE 1000 M³
DA=10000
CT=10000
CS=10000

CIRCUITO 1
MOSAICO DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS
ESCALA 1:4,000


SIMBOLOGIA

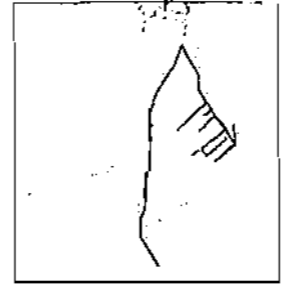
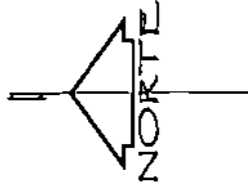
-  TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO DE 1000 M³
- $Q=1.5 L/S$ INDICA CAUDAL EN TRAMO DE TUBERIA
- $G=0.2 L/S$ INDICA GASTO EN NODO DONDE SE LIBICA LA SALIDA
- \leftarrow SENTIDO DEL TRAMO
- \cdot PUNTO DE NUDO
- --- CAMINO
- NUDO 30 IDENTIFICACION DE NUDO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

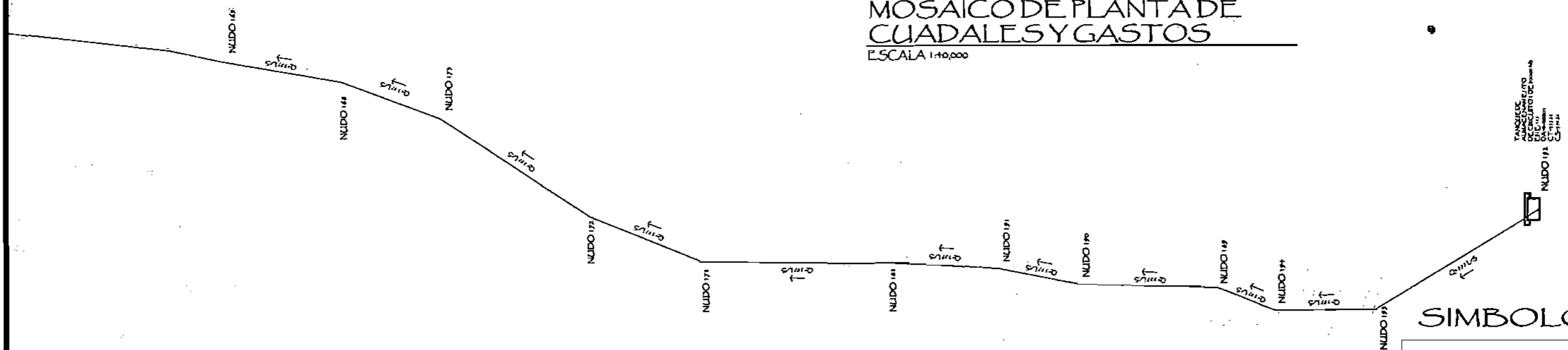
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE: **CIRCUITO 2 PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS**








UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA INGENIERO Y PERITO EN DISEÑO RESPONSABLE ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA Y EPS PABLO SAGASTUME CATEDRÁTICO DE INGENIERÍA	INGENIERO EN HIDRAULICA BACHILLER Y PERITO EN DISEÑO RESPONSABLE PABLO SAGASTUME	
INGENIERO EN HIDRAULICA PABLO SAGASTUME	MOJAN: 32/44 ESCALARIFICADA	



CIRCUITO 2
MOSAICO DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS
ESCALA 1:10,000

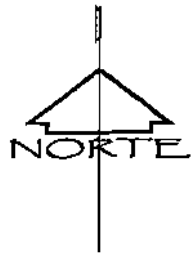


SIMBOLOGIA

-  TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO 1 DE 10.000 M³
-  Q=110 L/S INDICA CAUDAL EN TRAMO DE TUBERIA
-  G=100 L/S INDICA GASTO EN NODO DONDE SE UBICA LA SALIDA
-  SENTIDO DEL TRAMO
-  PUNTO DE NUDO
-  CAMINO
-  NUDO 30 IDENTIFICACION DE NUDO

CIRCUITO 2
MOSAICO DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS

ESCALA 1:10,000



PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE
CIRCUITO DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA EN HIDRAULICA


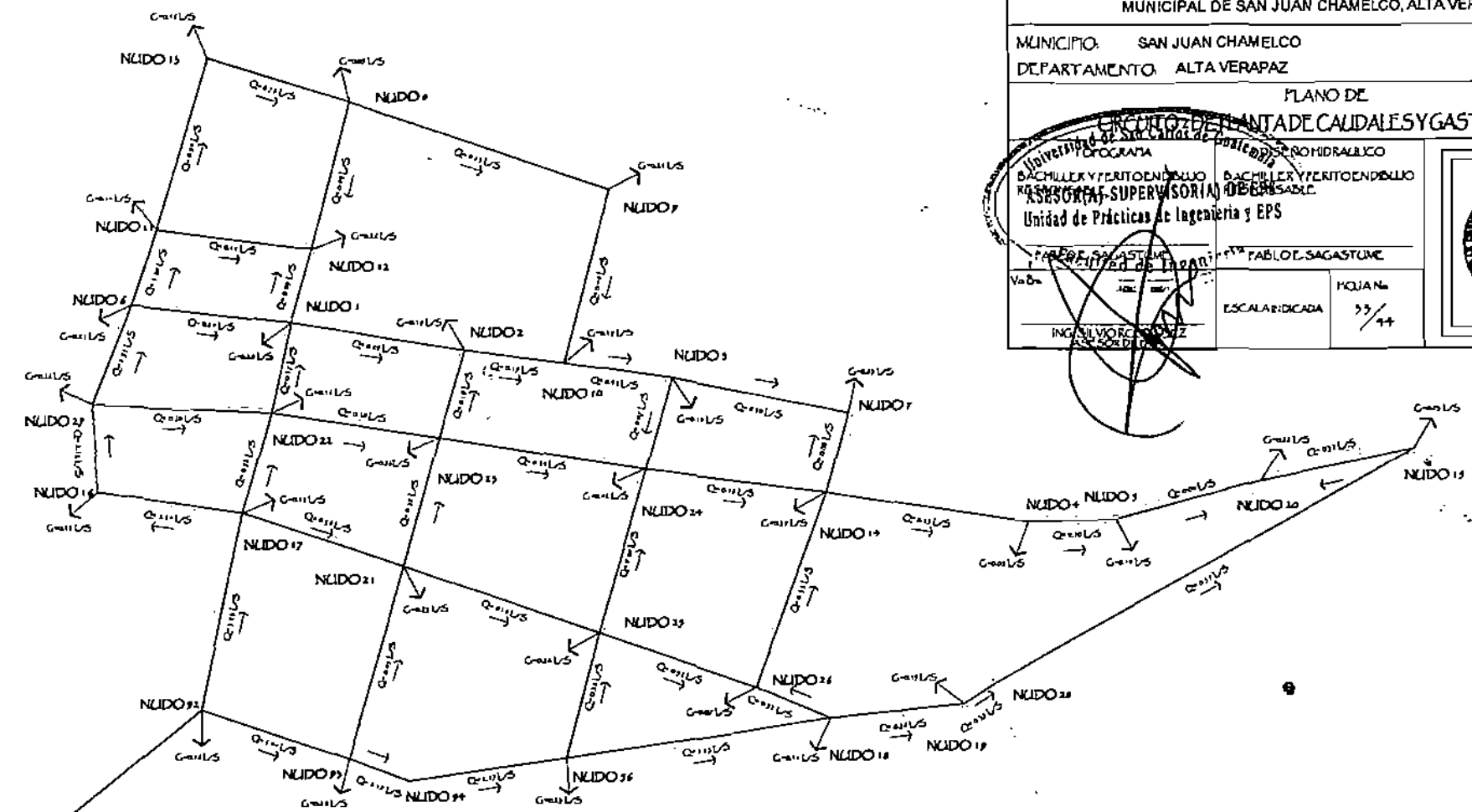
BACHILLER Y PERTINENCIADO EN INGENIERIA EN HIDRAULICA
RESERVA SUPERVISORIA DE EJERCICIO

Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

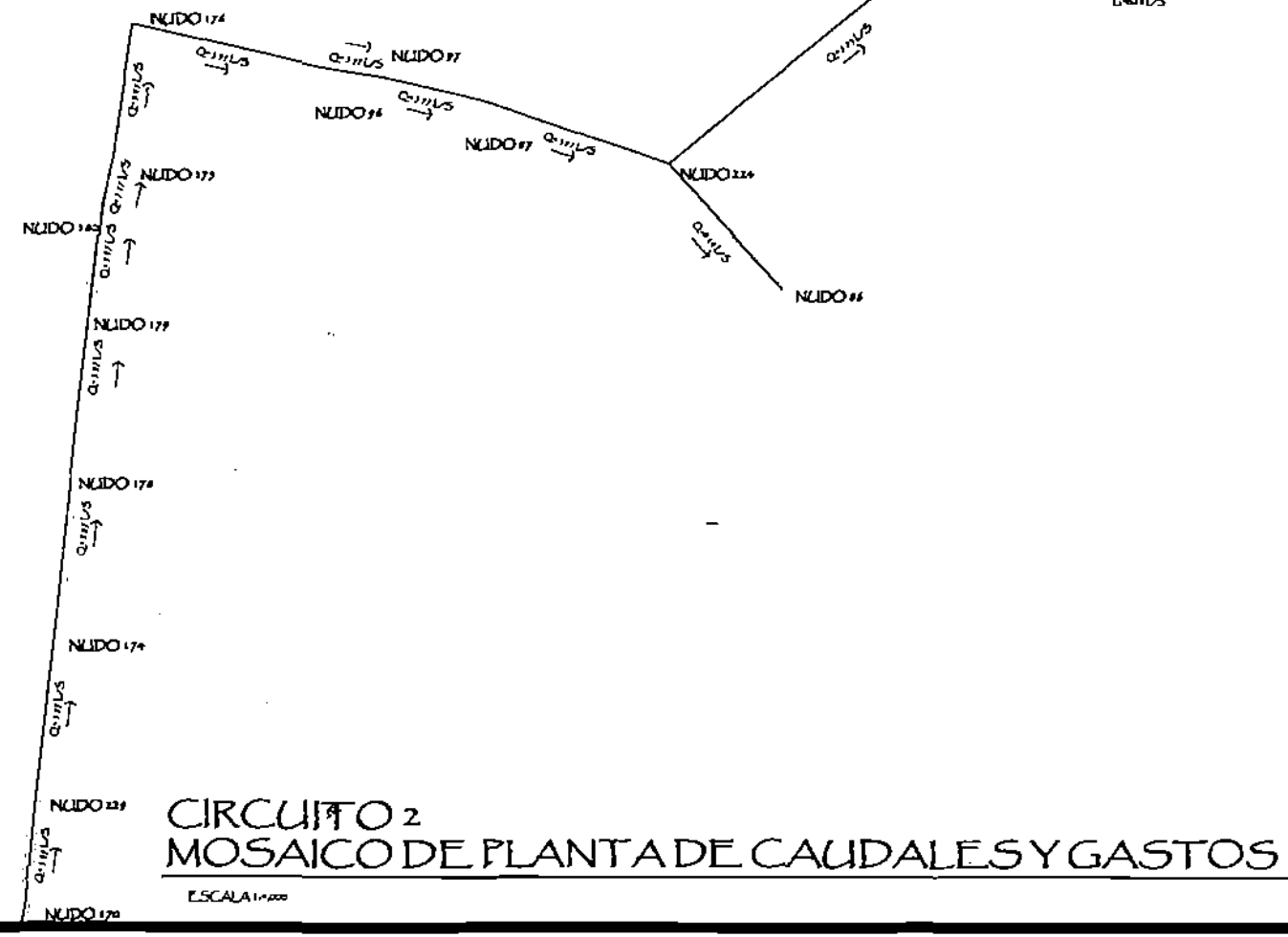
PAESE: GUATEMALA
CALLE: TABLO DE SAGASTUNE
CANTON: TABLO DE SAGASTUNE

ING. ALVARO GONZALEZ
ASOCIADO


ESCALA: DICADA
HOJA: 33/44

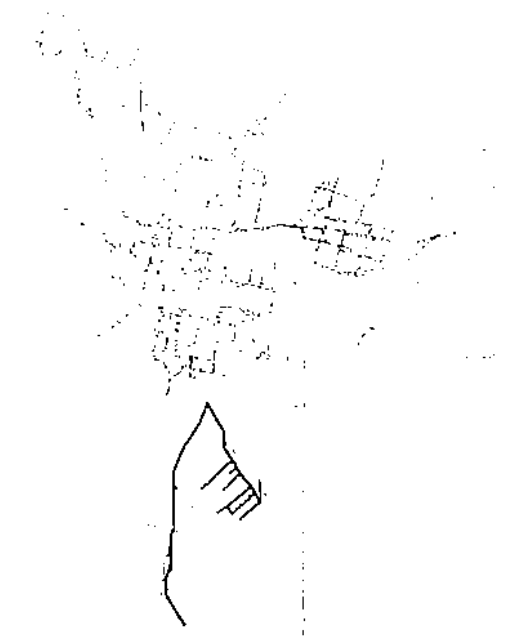



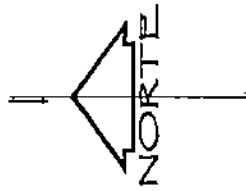
CIRCUITO 2
MOSAICO DE PLANTA DE
CUADALES Y GASTOS
ESCALA 1:40,000



SIMBOLOGIA

-  TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO 1 DE 4000 M³
- $Q=0.1 \text{ L/S}$ INDICA CAUDAL EN TRAMO DE TUBERIA
- $G=0.1 \text{ L/S}$ INDICA GASTO EN NODO DONDE SE UBICA LA SALIDA
- \leftarrow SENTIDO DEL TRAMO
-  PUNTO DE NUDO
-  CAMINO
- NUIDO 50 IDENTIFICACION DE NUDO





CIRCUITO 3 MOSAICO DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS

ESCALA 1:4,000

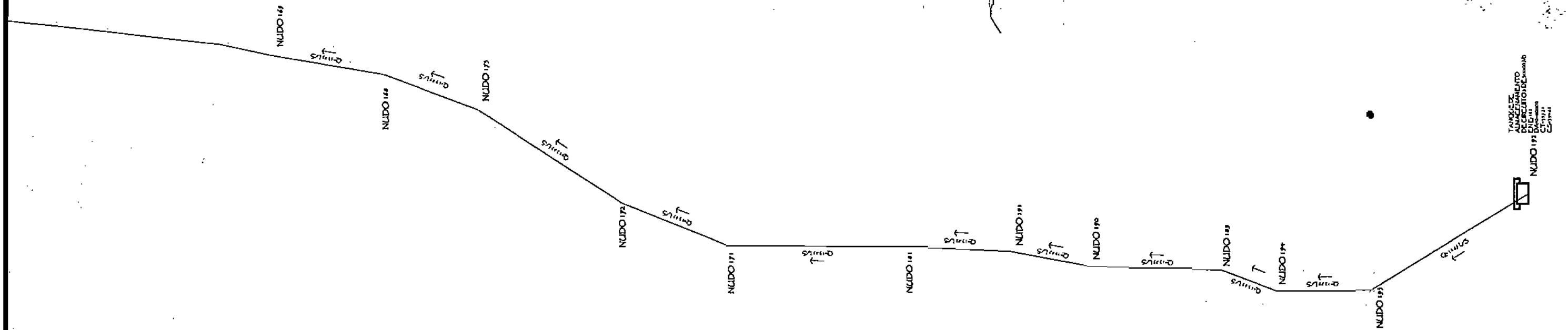
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO

DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE
CIRCUITO DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
INGENIERIA CIVIL
BACHILLER Y PERITODENDULO
RESERVA DE TITULO
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CATEDRATICO: ING. RAMON O. SAGASTUME
V. B. [Signature]
ING. SILVIO ROSALES
ESCALA INDICADA: 31/44



SIMBOLOGIA

- TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO I DE 4000 M³
- $Q=0.2\text{ L/S}$ INDICA CAUDAL EN TRAMO DE TUBERIA
- $G=0.01\text{ L/S}$ INDICA GASTO EN NODO DONDE SE UBICA LA SALIDA
- SENTIDO DEL TRAMO
- PUNTO DE NUDO
- CAMINO
- NUDO 30 IDENTIFICACION DE NUDO

CIRCUITO 3 MOSAICO DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS

ESCALA 1:4,000


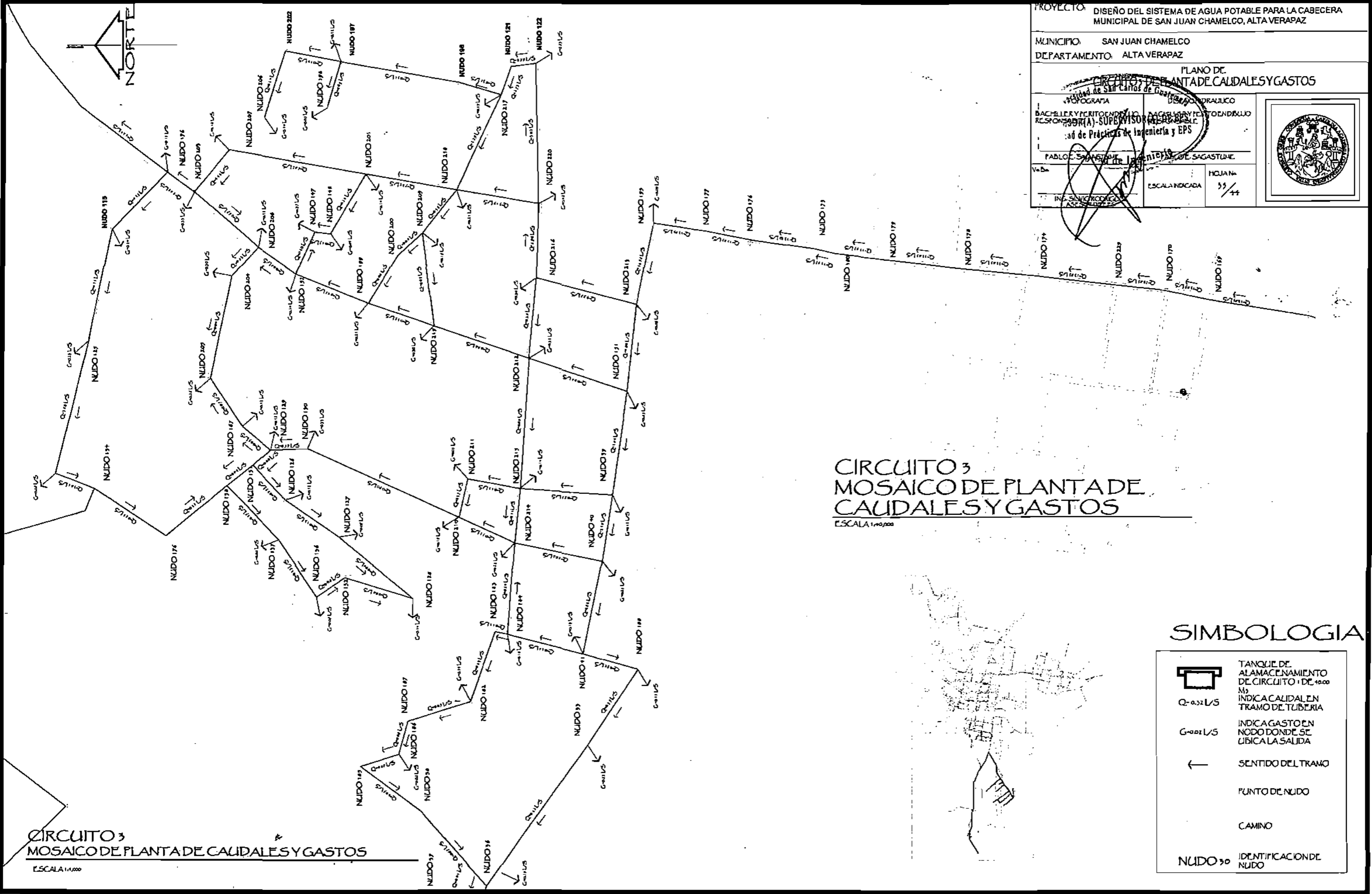
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABEGERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE: **CIRCUITO 3 DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS**

INGENIERIA CIVIL
BACHILLER Y PERTINENTE EN INGENIERIA CIVIL
RESPONSABLE(A)-SUPERVISOR(A) DEL PROYECTO:
PABLO C. SAGASTUME DE JAGASTUME


ESCALA INDICADA: 1/44
HOJA: 33/44

CIRCUITO 3
MOSAICO DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS
ESCALA 1:40000



SIMBOLOGIA

	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO DE 40.00 M ³
Q=0.32 L/S	INDICA CAUDAL EN TRAMO DE TUBERIA
G=0.01 L/S	INDICA GASTO EN NODO DONDE SE UBICA LA SALIDA
←	SENTIDO DEL TRAMO
•	PUNTO DE NUDO
—	CAMINO
NUIDO 30	IDENTIFICACION DE NUDO

CIRCUITO 3
MOSAICO DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS
ESCALA 1:40000

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO

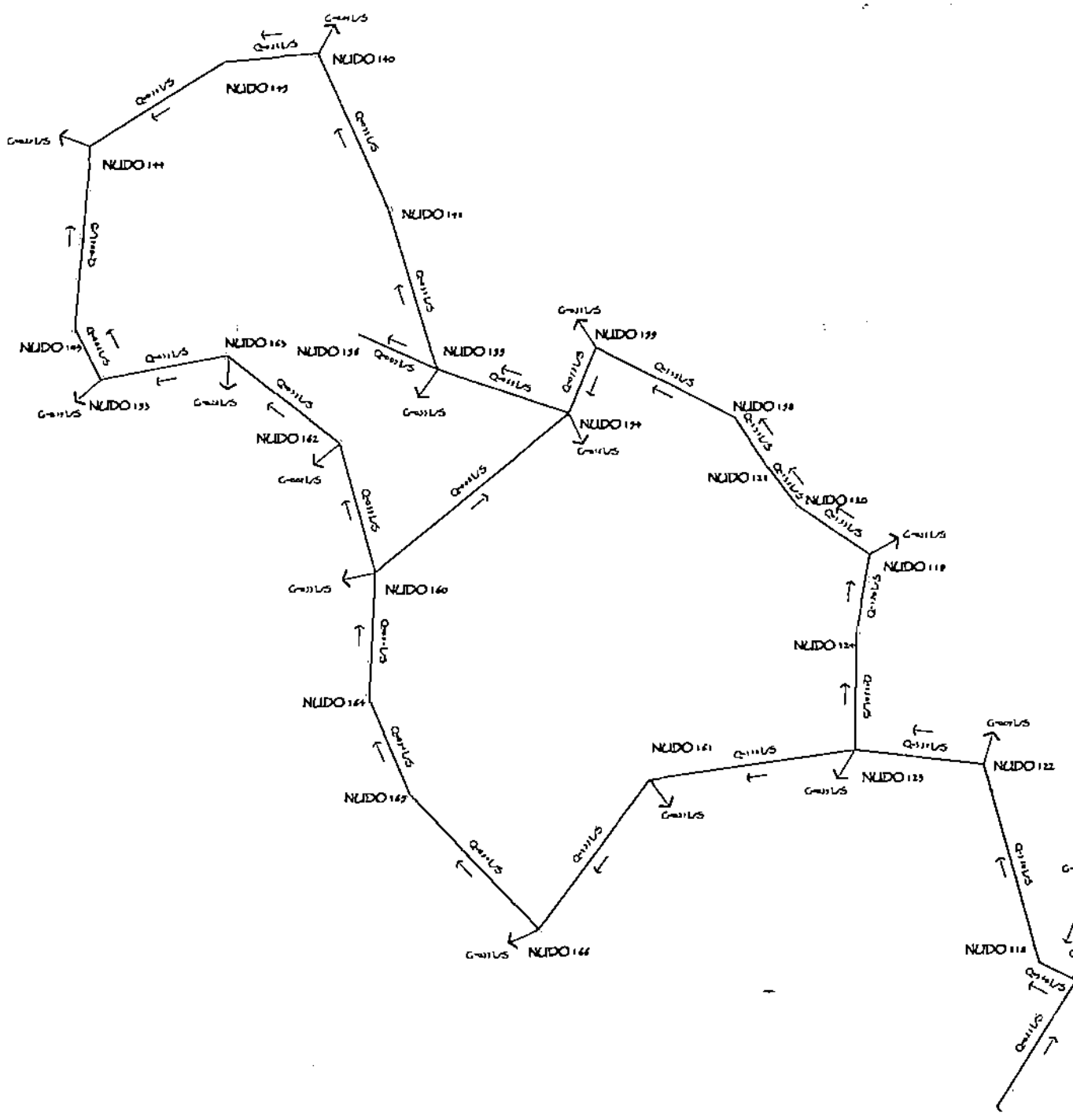
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE
CIRCUITOS DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS

Universidad de San Carlos de Guatemala
TOPOGRAFIA
BACHILLER Y PERITO EN DISEÑO HIDRAULICO
RESERVA SUPERVISORIAL REVERSIBLE
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS



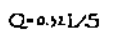





INGENIERIA CIVIL
INGENIERIA DE INGENIERIA DE AGUAS
V. Ba. ESCALANICADA HOJA 36/44



CIRCUITO 3
MOSAICO DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS
ESCALA 1:40000

CIRCUITO 3
MOSAICO DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS
ESCALA 1:4000

SIMBOLOGIA

-  TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO 1 DE 4000 M³
-  Q=0.52 L/S INDICA CAUDAL EN TRAMO DE TUBERIA
-  G=0.01 L/S INDICA GASTO EN NODO DONDE SE UBICA LA SALIDA
-  SENTIDO DEL TRAMO
-  PUNTO DE NUDO
-  CAMINO
-  NUDO 30 IDENTIFICACION DE NUDO

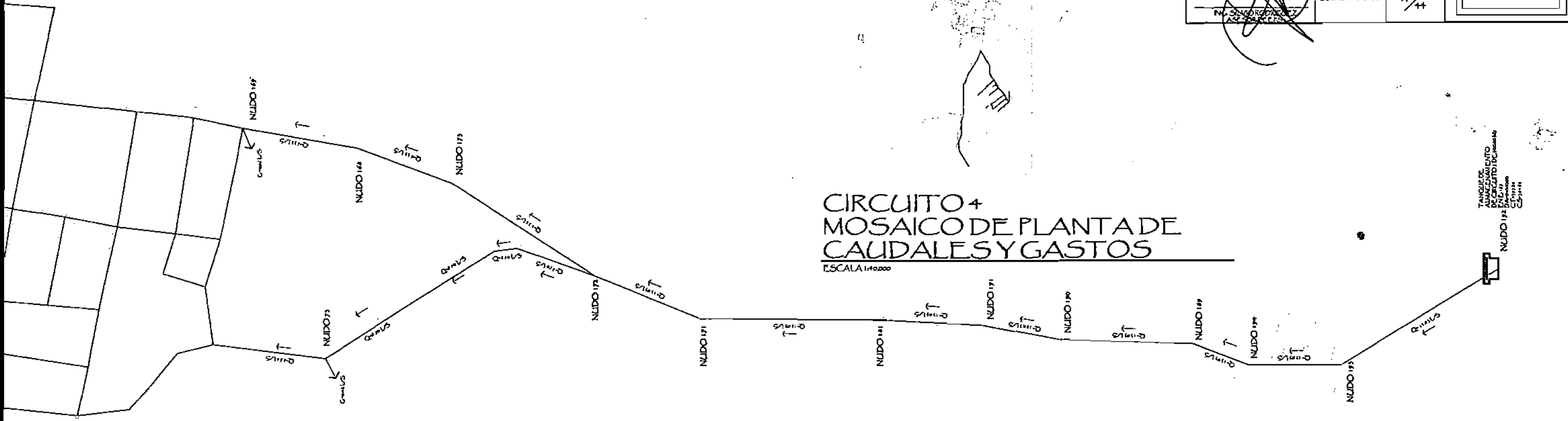
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO

DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE CIRCUITO DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL, ASesor(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS, Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS, PABLO CASTAÑEDA, PABLO AGASTINE, HOJA No. 37/44, ESCALA INDICADA



CIRCUITO 4
MOSAICO DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS
Escala 1:10000

SIMBOLOGIA

-  TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO 1 DE 1000 M³
- $Q=0.32 \text{ L/S}$ INDICA CAUDAL EN TRAMO DE TUBERIA
- $G=0.02 \text{ L/S}$ INDICA GASTO EN NODO DONDE SE UBICA LA SALIDA
-  SENTIDO DEL TRAMO
-  PUNTO DE NUDO
-  CAMINO
- NUIDO 30** IDENTIFICACION DE NUDO

CIRCUITO 4
MOSAICO DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS
Escala 1:10000

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

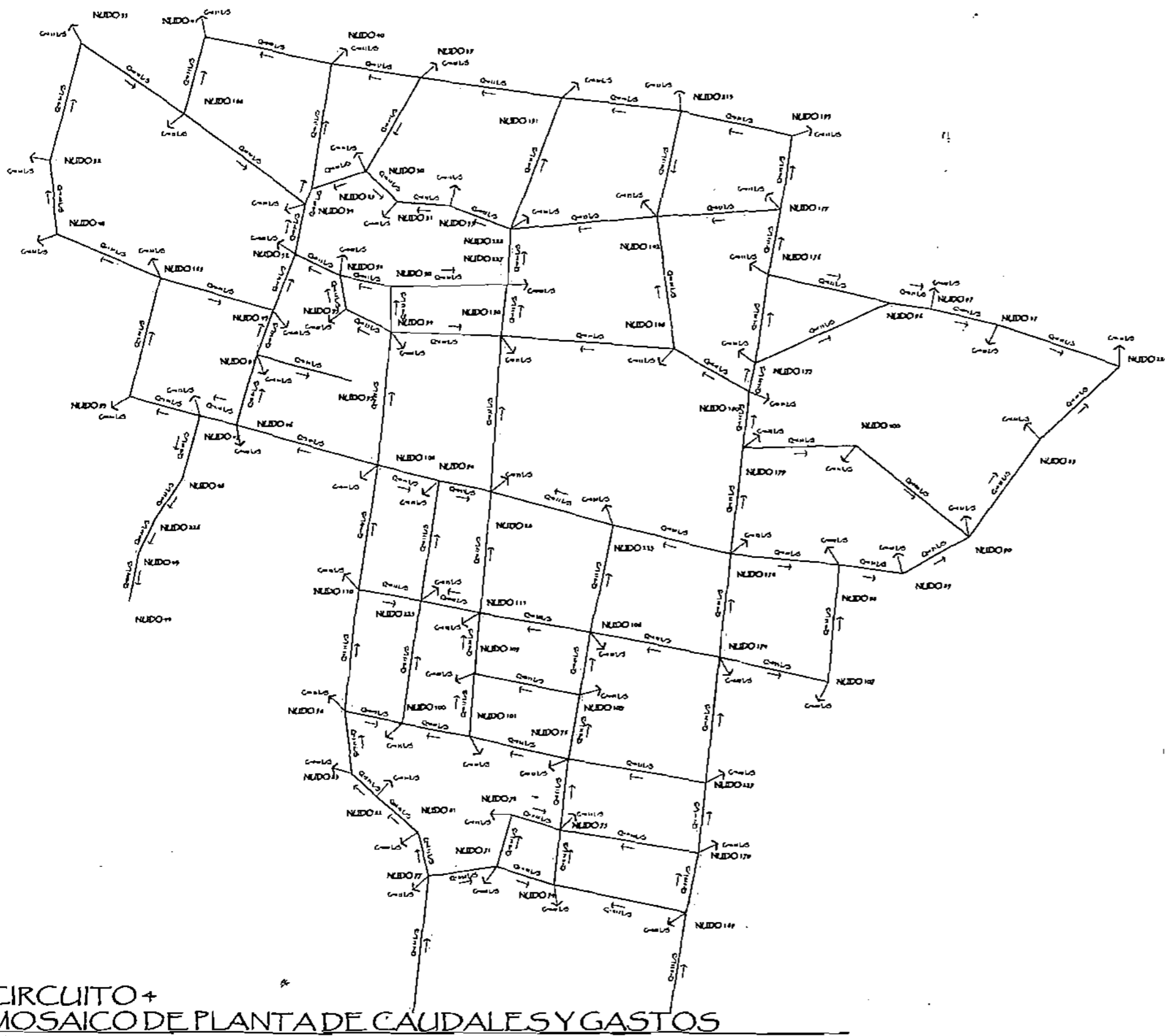
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE
CIRCUITO DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS

TITULO: INGENIERIA DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE
BACHILLER EN INGENIERIA DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE
BACHILLER EN INGENIERIA DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE F.
Unidad de Ingeniería de Ingeniería y L.
FABLOS SAGASTUME
FABLOS SAGASTUME
ING. SILVIO DOMINGUEZ
ASISTENTE TECNICO



ESCALA: 1:40,000
HOJA N°: 38/44




CIRCUITO 4
MOSAICO DE PLANTA DE
CAUDALES Y GASTOS
ESCALA 1:40,000

SIMBOLOGIA

-  TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CIRCUITO 1 DE 1000 M³
- $Q=0.1 \text{ L/S}$ INDICA CAUDAL EN TRAMO DE TUBERIA
- $G=0.02 \text{ L/S}$ INDICA GASTO EN NODO DONDE SE UBICA LA SALIDA
-  SENTIDO DEL TRAMO
-  PUNTO DE NUDO
-  CAMINO
- $NUDO 30$ IDENTIFICACION DE NUDO

CIRCUITO 4
MOSAICO DE PLANTA DE CAUDALES Y GASTOS
ESCALA 1:40,000

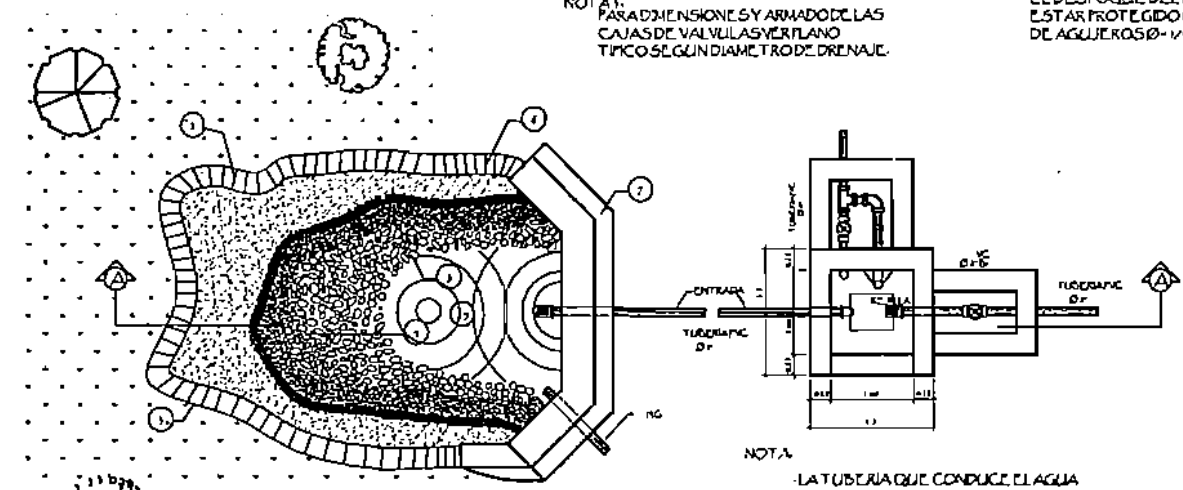
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ	
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO	
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ	
PLANO DE PLANTA ISOMÉTRICO DE CAPTACION DE UN BROTE DEFINIDO	
TITULO: ASISTORIA SUPERVISORIA DE OBRAS UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS PABLO S. SANTIAGO DE CASTAÑE	
V. De: [Signature] ESCALA: INDICADA HOJA: 39/44	

ESPECIFICACIONES

- CONCRETO OCIOLEO
PIEDRA BOLA 1/2"
MORTERO 1:1
EL MORTERO A UTILIZARSE SARETA
PROPORCION DE MEZCLA CEMENTO
ARENA 1:1
- CONCRETO
F-1400
PROPORCION DE MEZCLA CEMENTO
ARENA 1:1
- MUROS
LOS MUROS DE CONCRETO OCIOLEO
DEBEN IMPERMEABILIZARSE FORMANDO
UNA CAPA DE SANGRE DE PROPORCION
CEMENTO ARENA 1:1 DEBIDAMENTE
ALISADA
- LOSAS
LAS LOSAS DE CONCRETO DEBE DARSELE
UN DESNIVEL DE 1% HACIA LOS LADOS
Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CERREA
CON CEMENTO ARENA EN PROPORCION
1:1
- REFUERZO
5-11mm

NOTA 1: PARA DIMENSIONES Y ARMADO DE LAS CAJAS DE VALVULAS VER PLANO TÍPICO SEGUN DIAMETRO DE DRENAJE.

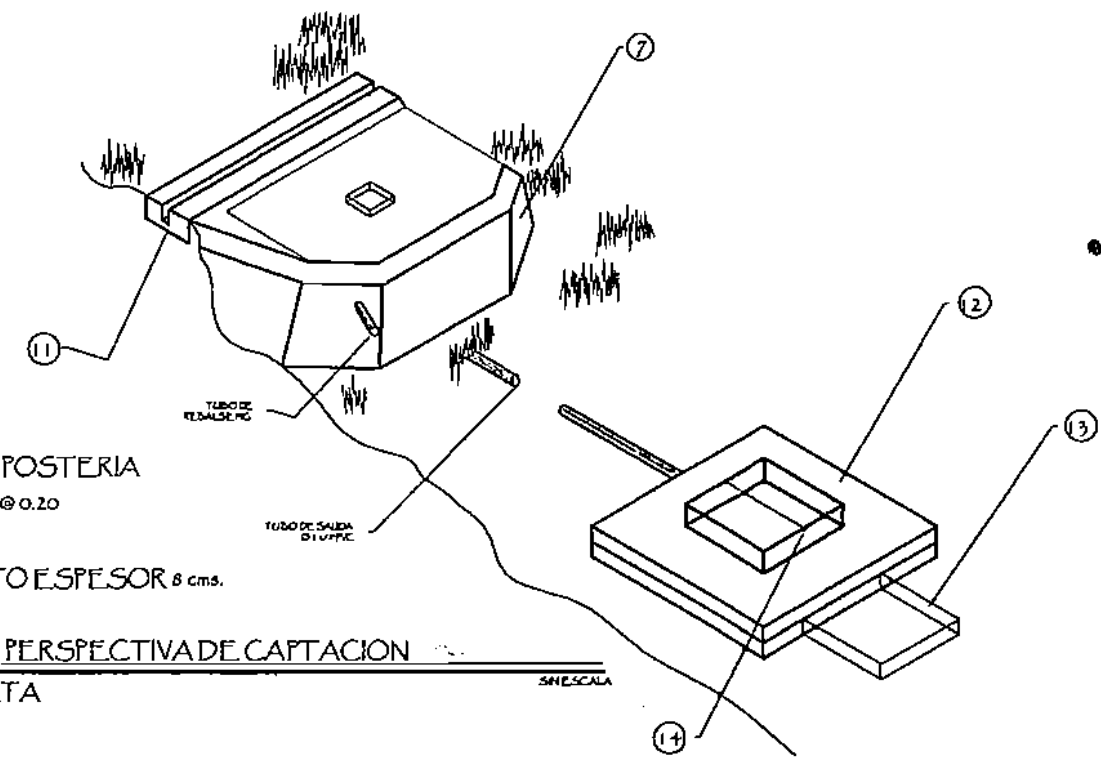
NOTA 2: EL DESFOQUE DEL REBALSE DEBE ESTAR PROTEGIDO CON REJILLA DE AGUJEROS Ø 1/2"



NOTA 3: LA TUBERIA QUE CONDUCE EL AGUA DE LA GALERIA A LA CAJA DE CAPTACION DEBE DISEÑARSE PARA EL CAUDAL MAXIMO QUE PRODUCE LA FUENTE. EL REBALSE DE Ø 4" DEBE SER INSTALADO A UN MINIMO DE 1m ABAJO DE LA COTA MAS BAJA DEL BROTE DEL MANANTIAL PARA EVITAR RE CARGAS EN EL MISMO. LA CONSTRUCCION DE LA VIGA Y CORTE A A QUEL DARA A CRITERIO DEL CONSTRUCTOR CUANDO SE CONSIDERE NECESARIO.

PLANTA DE CAPTACION DE UN BROTE DEFINIDO

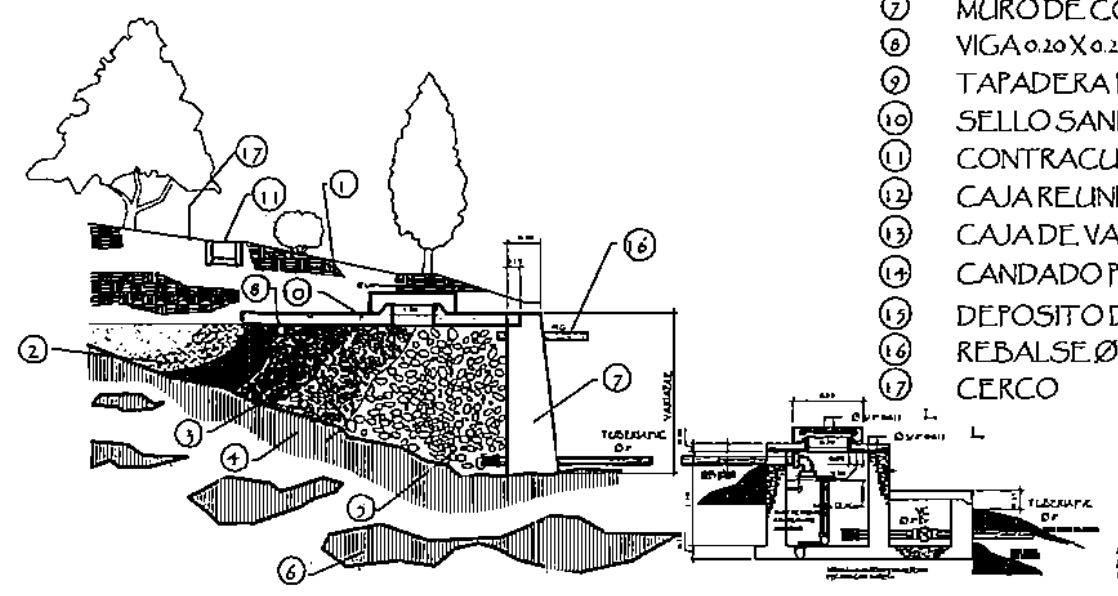
5/16 ESCALA



PERSPECTIVA DE CAPTACION

5/16 ESCALA

- 1 TERRENO NATURAL
- 2 ACUIFERO
- 3 GRAVA 1/2"
- 4 GRAVA 3"
- 5 PIEDRA BOLA DE 6"-10"
- 6 MANTO DE ROCA
- 7 MURO DE CONTENCION DE MAMPOSTERIA
- 8 VIGA 0.20 X 0.20 + Ø 3/8" + EST. Ø 1/4" @ 0.20
- 9 TAPADERA PARA INSPECCION
- 10 SELLO SANITARIO DE CONCRETO E ESPESOR 8 cms.
- 11 CONTRACUNETA REVESTIDA
- 12 CAJA REUNIDORA
- 13 CAJA DE VALVULA DE COMPUERTA
- 14 CANDADO PARA INTERPERIE
- 15 DEPOSITO DE AGUA
- 16 REBALSE Ø 4" MIN.
- 17 CERCO



CORTE A-A

5/16 ESCALA

NOTA 4: PARA DIMENSIONES Y ARMADO DE LAS CAJAS DE VALVULAS VER PLANO TÍPICO SEGUN DIAMETRO DE CAJILLA.

NOTAS GENERALES

- EN ESTE PLANO UNICAMENTE SE INDICAN LAS ESTRUCTURAS MAS IMPORTANTES QUE DA A CRITERIO DEL INGENIERO CONSTRUCTOR LA DECISION PARA CADA CASO EN PARTICULAR.
- LA EXCAVACION DEBE HACERSE HASTA ENCONTRAR EL ESTRATO IMPERMEABLE.
- DEBE CAPTARSE LA TOTALIDAD DEL AGUA DEL ACUIFERO DEJANDO PREVISTO REBALSE HACER UNA ZANJA DE DRENAJE INTERCEPTOR PARA PROTEGER Y EVITAR INFILTRACIONES DEL AGUA SUPERFICIAL. ESTA ZANJA ESTARA A UN MINIMO DE 7m DE LA CAPTACION.

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO

DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE: CAJAS REBOZADORAS DE CAUDALES

INGENIERIA DE SAN CARLOS DE GUATEMALA


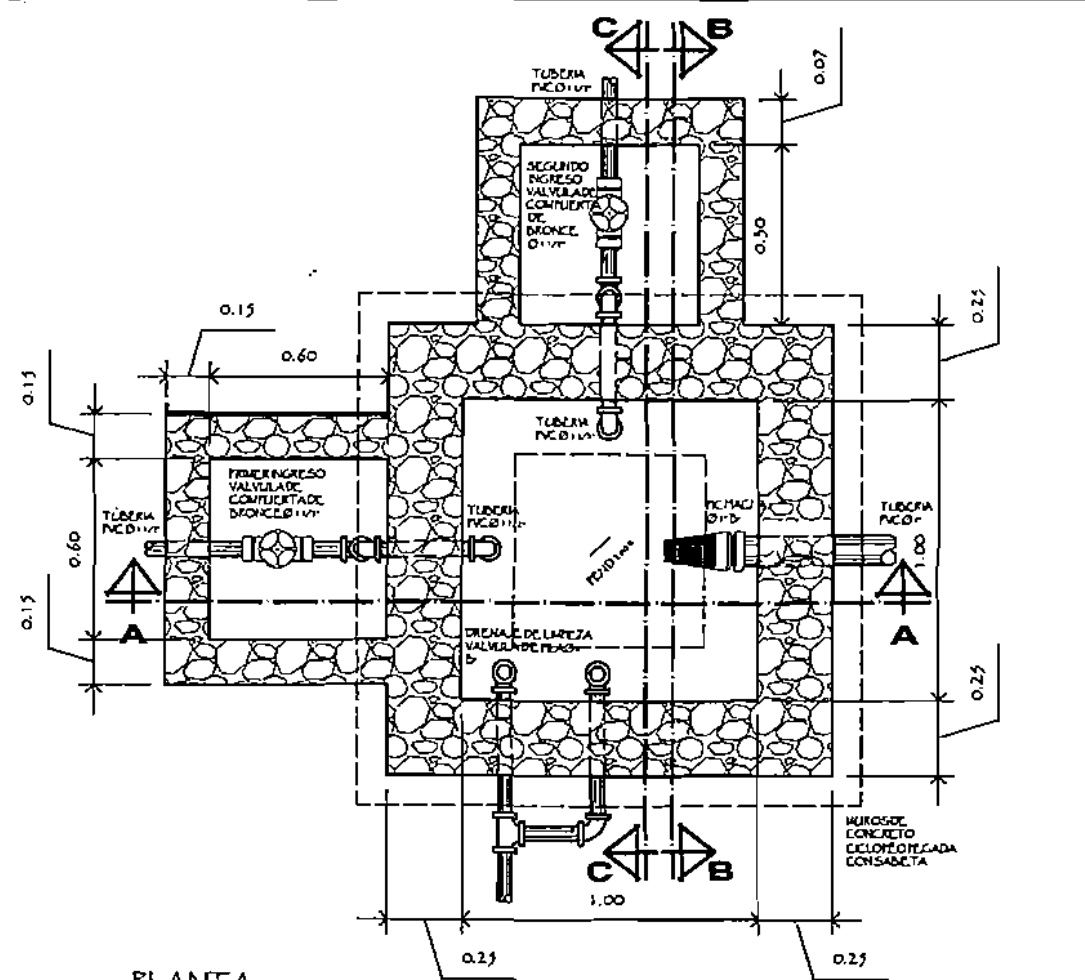
INGENIERIA DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ASesor(A)-SUPERVISOR(A) DE OBRAS

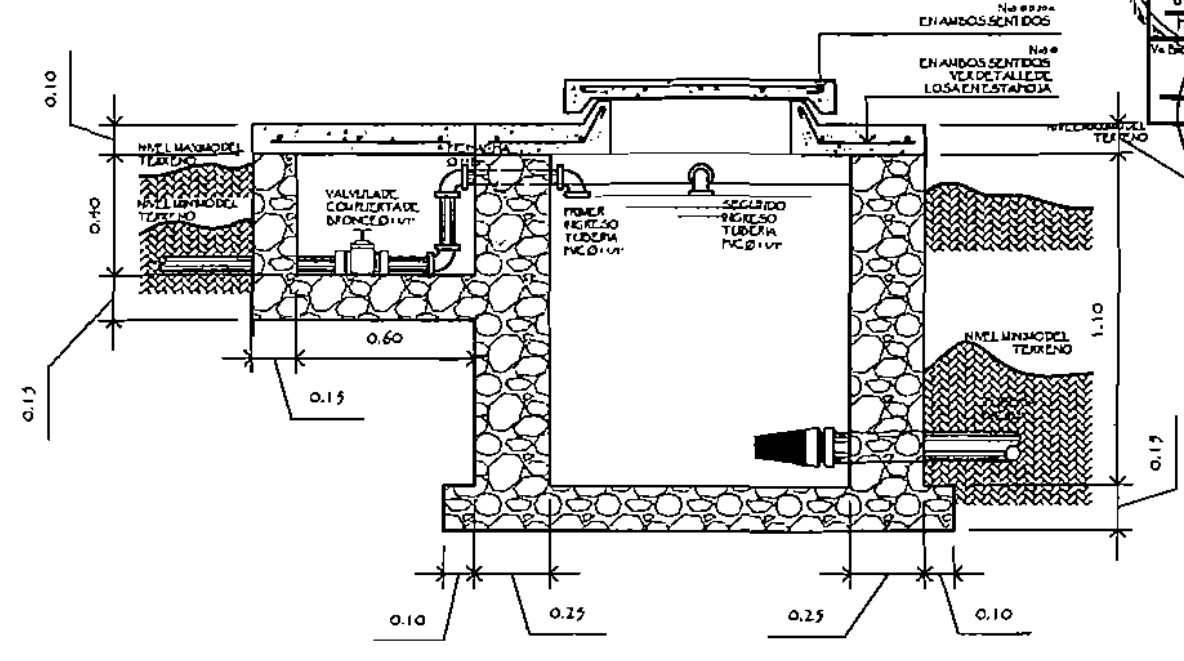
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

INGENIERO EN CARGO: [Firma]

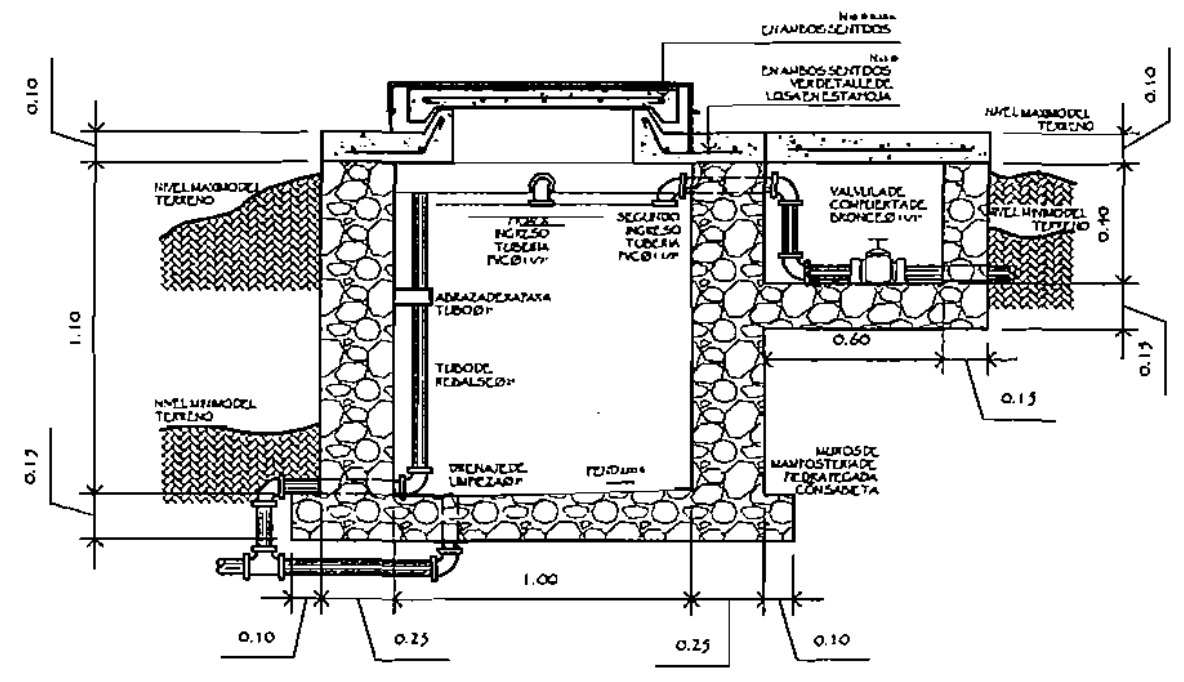
ESCALA INDICADA: 10/44

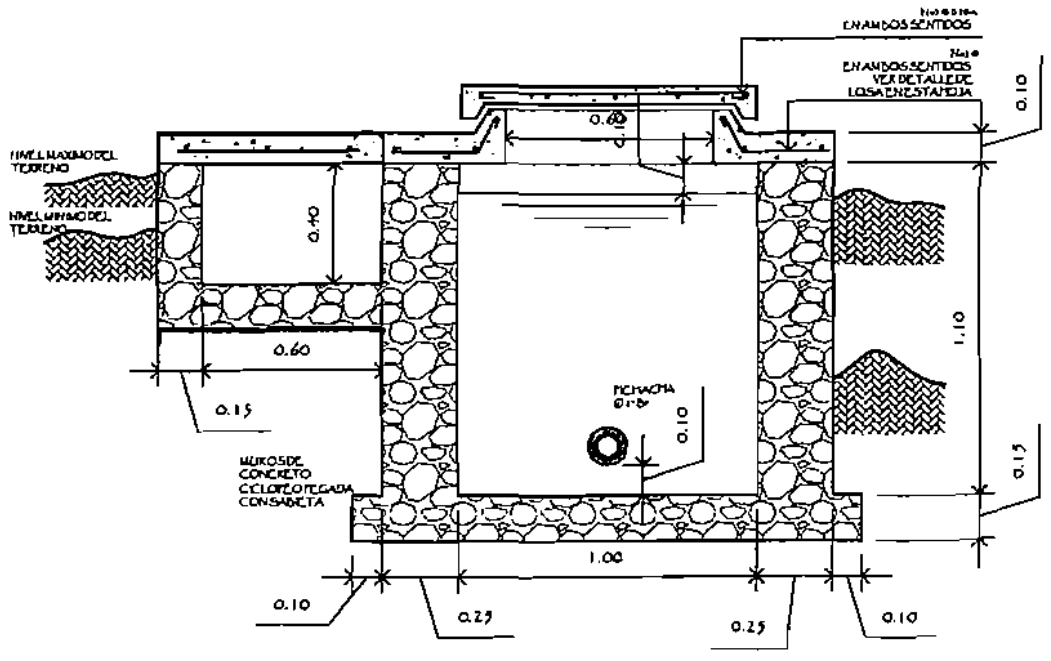
PLANTA
ESCALA 1/10



SECCION A-A
ESCALA 1/10



SECCION C-C
ESCALA 1/10



SECCION B-B
ESCALA 1/10

- NOTA:**
- CONCRETO CICLOPEO
75.00% DE PIEDRA BOLA
25.00% DE SABIETA
 - SABIETA
PROPORCION 1:2
CEMENTO-ARENA DE RIO
 - CONCRETO
 $F'_{c} = 4 \text{ Ksi}$
 - ACERO
 $F_{y} = 40 \text{ Ksi}$

NOTA:
EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE REBOSE DEBERA DE SER MAYOR QUE EL DIAMETRO MAS GRANDE DE LAS TUBERIAS DE INGRESO A LA CAJA Y EL MINIMO DEBERA DE SER $\text{Ø} 2'$

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE CONEXION DOMICILIAR DE TALLE DE PASO DE ZANJON Y CAJAS

DISCIPLINA: HIDRAULICO

BACHILLER Y PERTINENTE EN INGENIERIA Y SUPLENENTE EN DESARROLLO RESPECTO A LA ASesorIA Y SUPERVISOR DE EPS

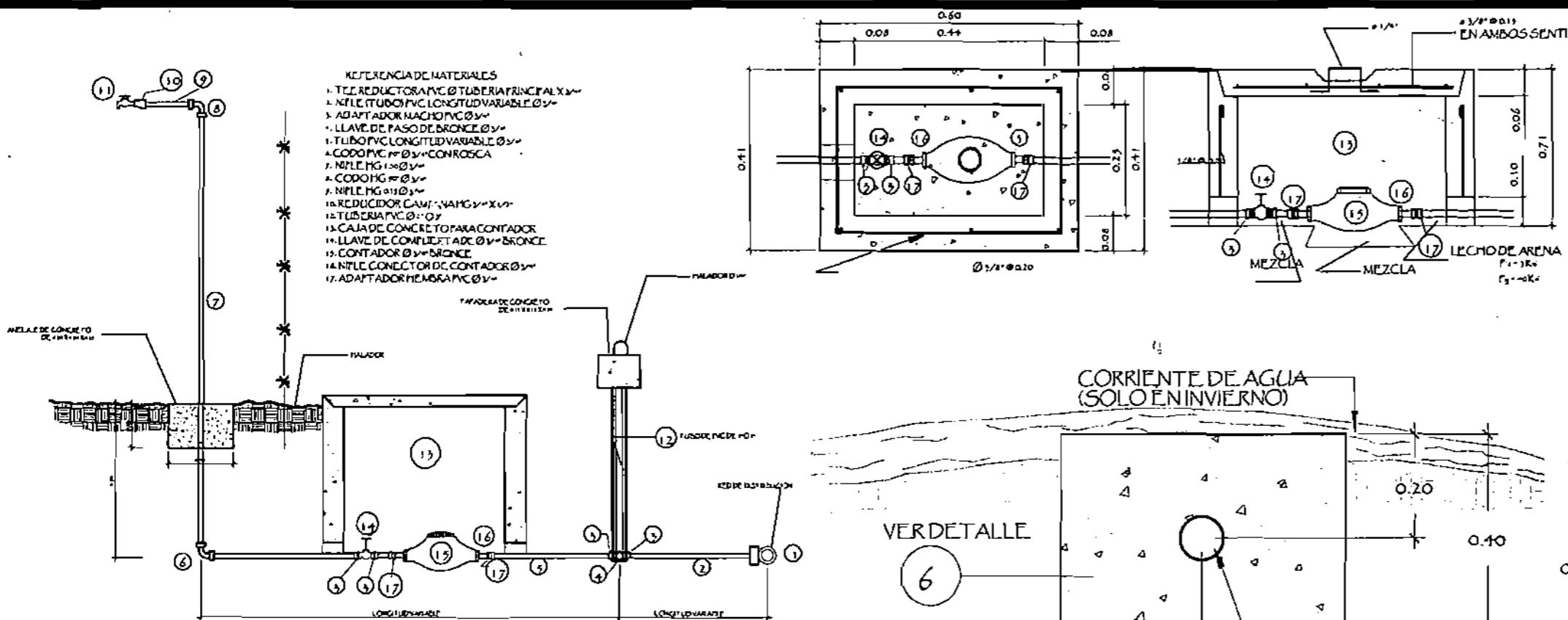
Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS

TABLA DE MATERIALES

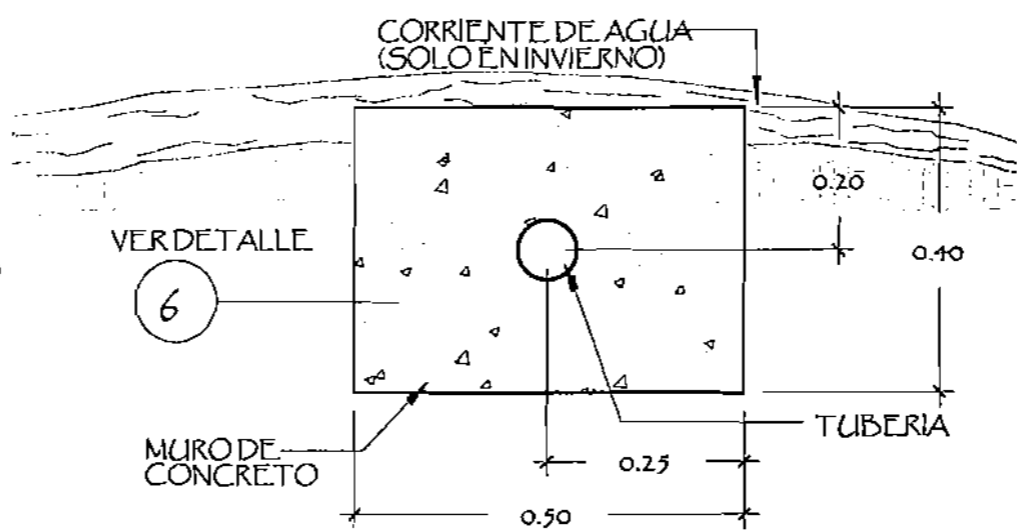
ING. EN VERONICA AGUIRRE

ESCALA: 1/4

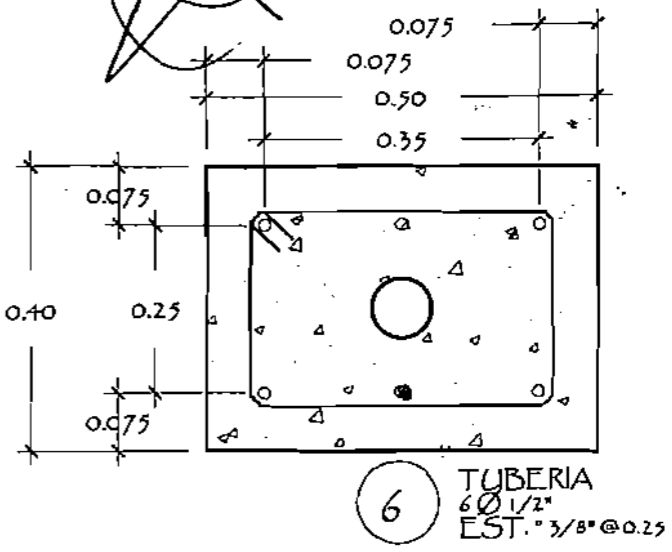
HOJA: 4/4



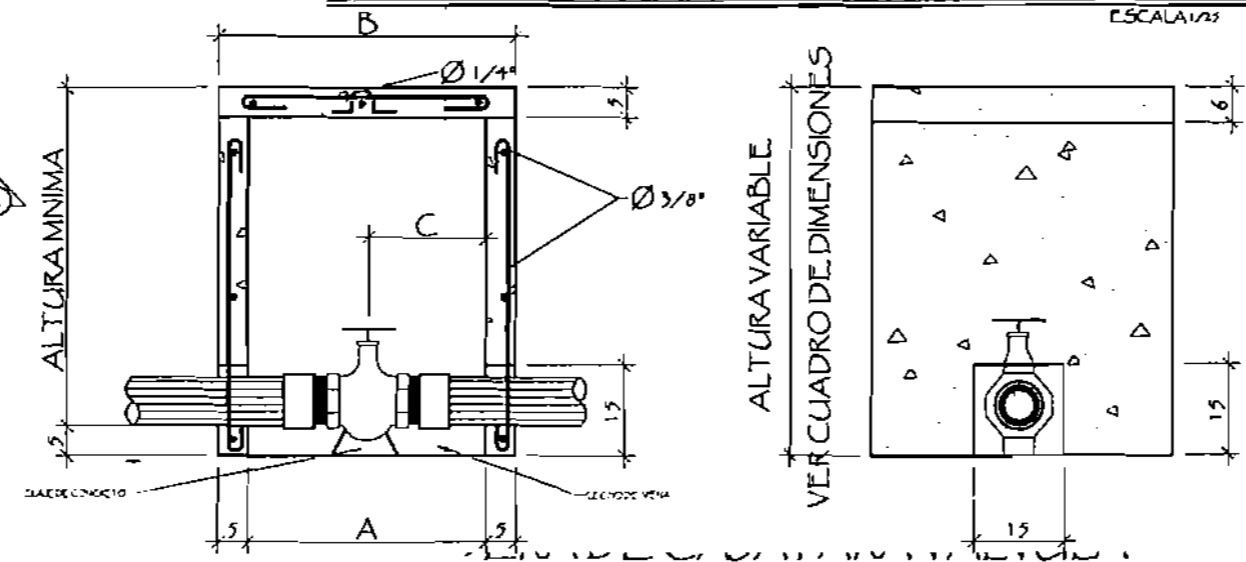
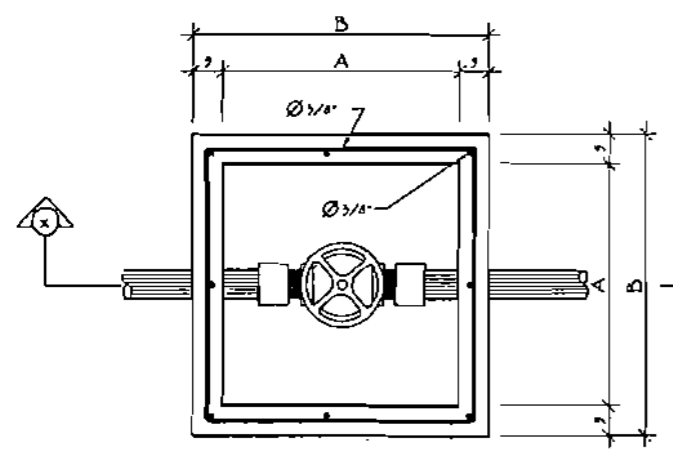
CONEXION DOMICILIAR TIPICA TIPO 1
ESCALA 1/25



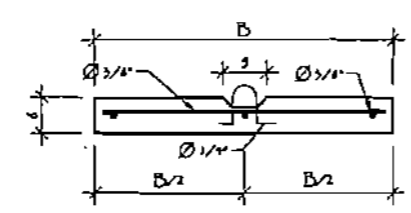
DETALLE TRANSVERSAL PASO ZANJON
ESCALA 1/25



DETALLE 6
ESCALA 1/25



DIMENSIONES EN cms.				
Ø	A	B	C	ALTURA MINIMA
1 1/2"	30	40	15	30
3/4"	30	40	15	30
1"	35	45	17.5	45
2"	35	45	17.5	45
5"	40	50	20	50



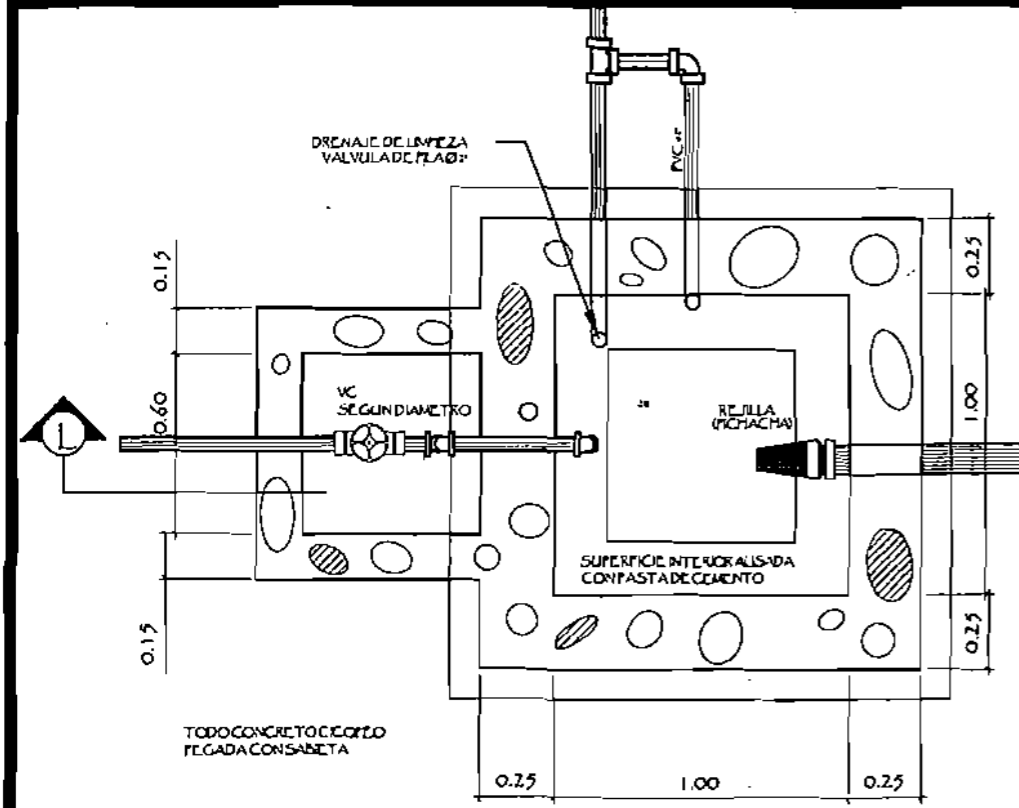
- NOTAS:
1. LAS VALVULAS SE ASENTARAN SOBRE UN LECHO DE ARENA PARA FACILITAR EL DRENAJE.
 2. LAS CAJAS Y TAPADERAS SE CONSTRUIRAN DE CONCRETO Fc=210 kg/cm².
 3. TODAS LAS DIMENSIONES SE ESTANDARIZAN EN CENTIMETROS.
 4. EL HIERRO DE REFUERZO SE ADE Ø 1/2".
 5. TODAS LAS PAREDES SE RANALIZAN CON SABETAS PROPORCION CEMENTO/LARENA DE 1/3.

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

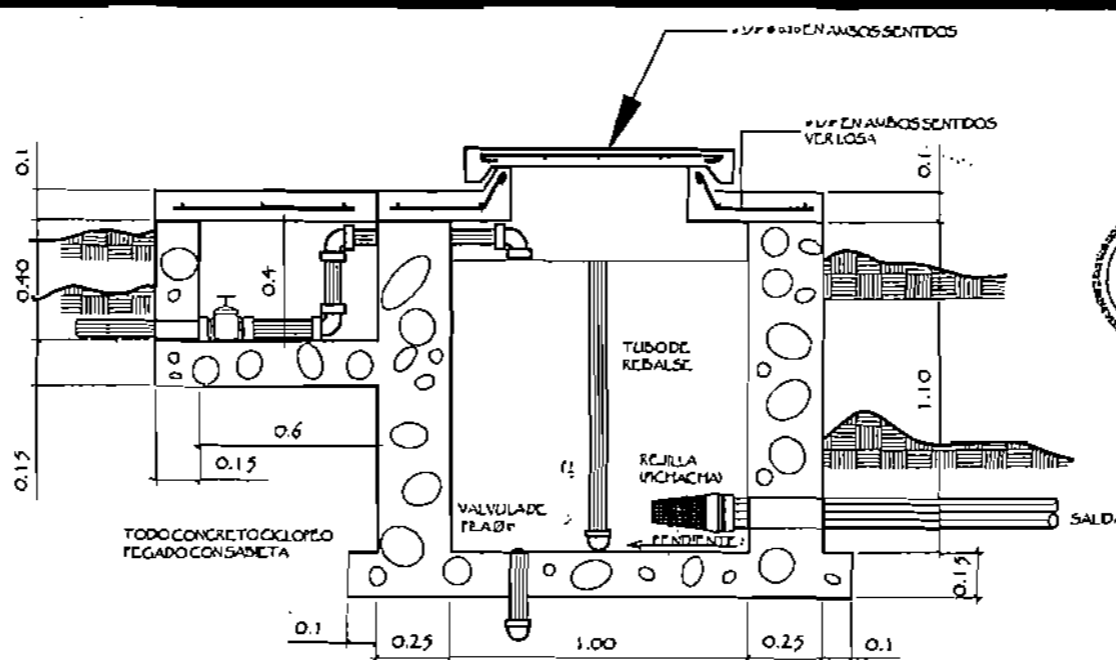
PLANO DE DETALLE DE HIPOCLORADOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS EXACTAS
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS
ING. SEBASTIÁN SAGASTUME
ESCALA INDICADA: 1/4"



PLANTA

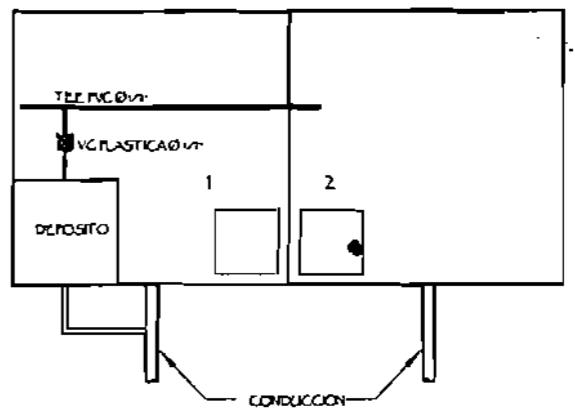
ESCALA 1:12.5



SECCION I-I

ESCALA 1:12.5

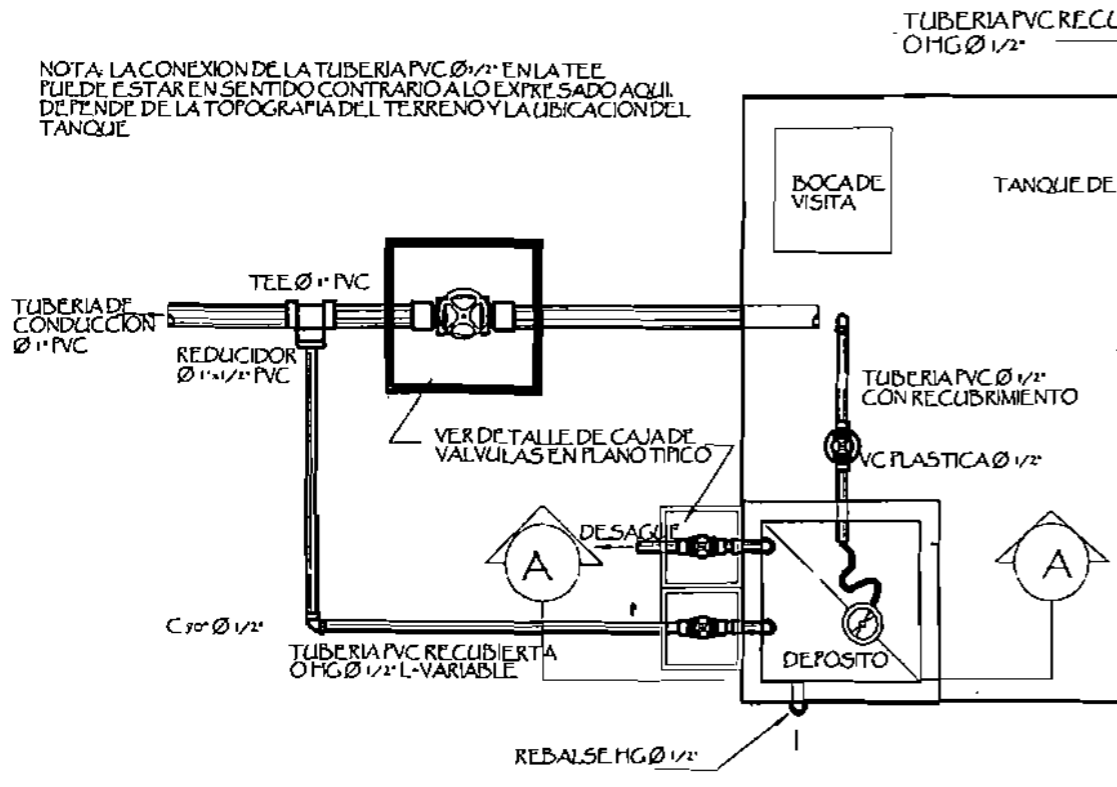
DETALLE PARA T.D. DE DOS CAMARAS



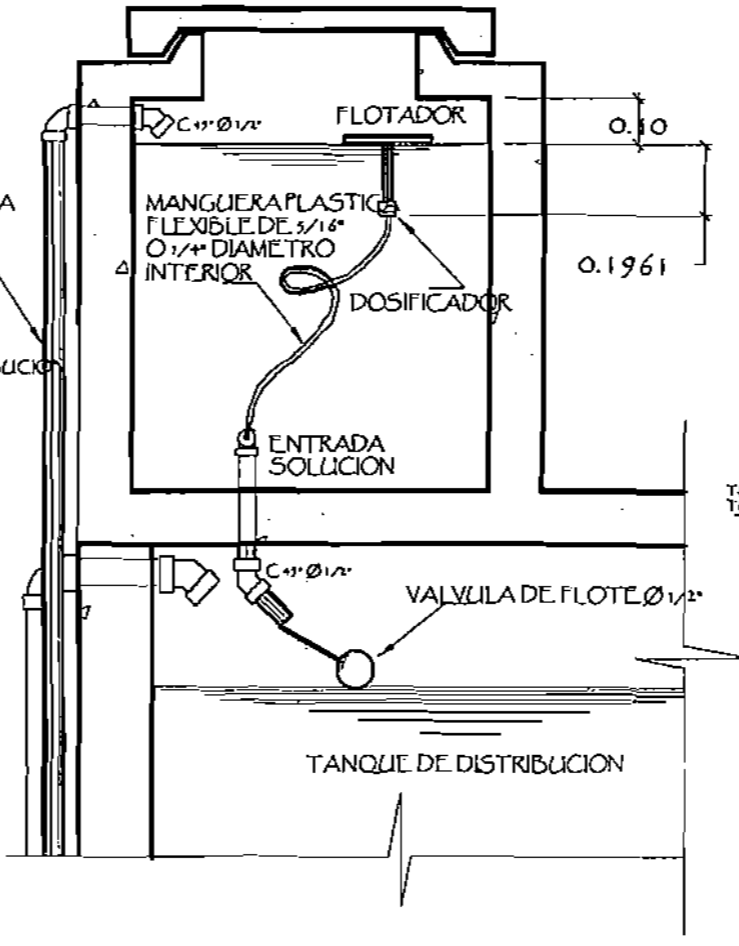
PLANTA

SIN ESCALA

NOTA: LA CONEXION DE LA TUBERIA PVC Ø 1/2" EN LA TEE PUEDE ESTAR EN SENTIDO CONTRARIO A LO EXPRESADO AQUI, DEPENDE DE LA TOPOGRAFIA DEL TERRENO Y LA UBICACION DEL TANQUE

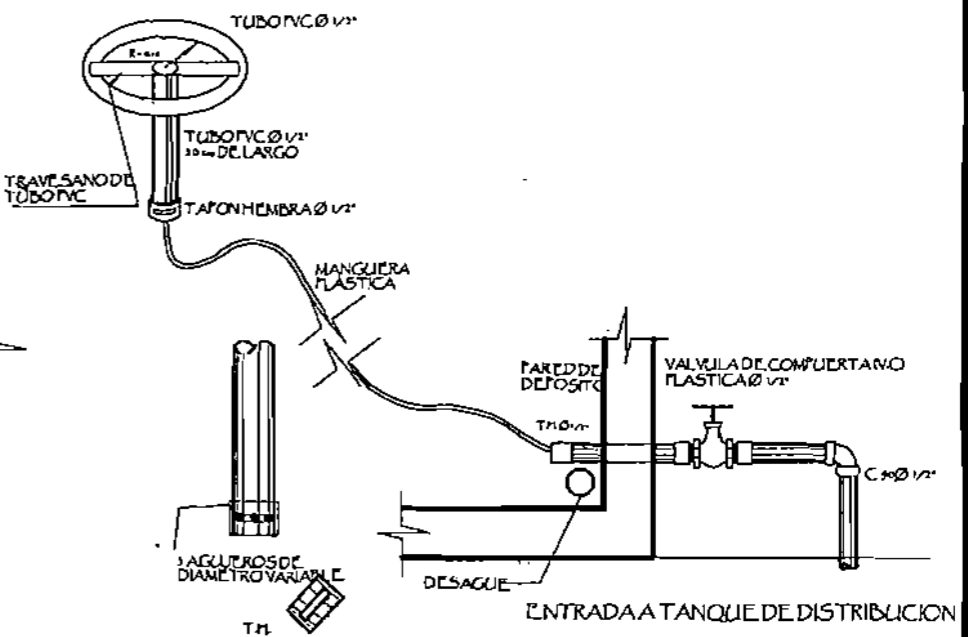


PLANTA DE HIPOCLORADOR SIN ESCALA



SECCION A-A

SIN ESCALA



SECCION B-B

SIN ESCALA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ


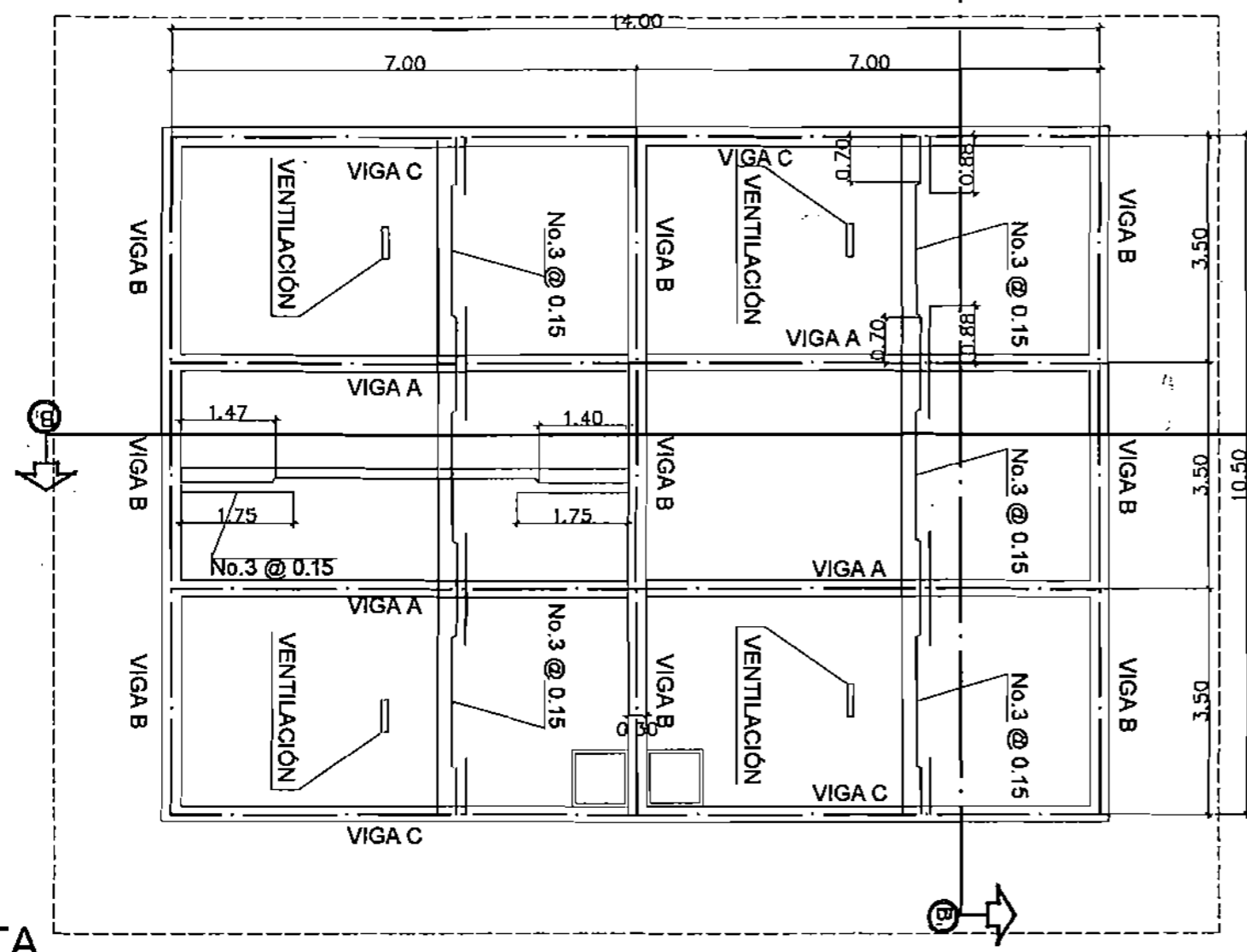
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

PLANO DE DISTRIBUCIÓN

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
TOPOGRAFIA
RESERVA SUPERVISORA DE OBRAS DE INGENIERIA Y EPS
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS

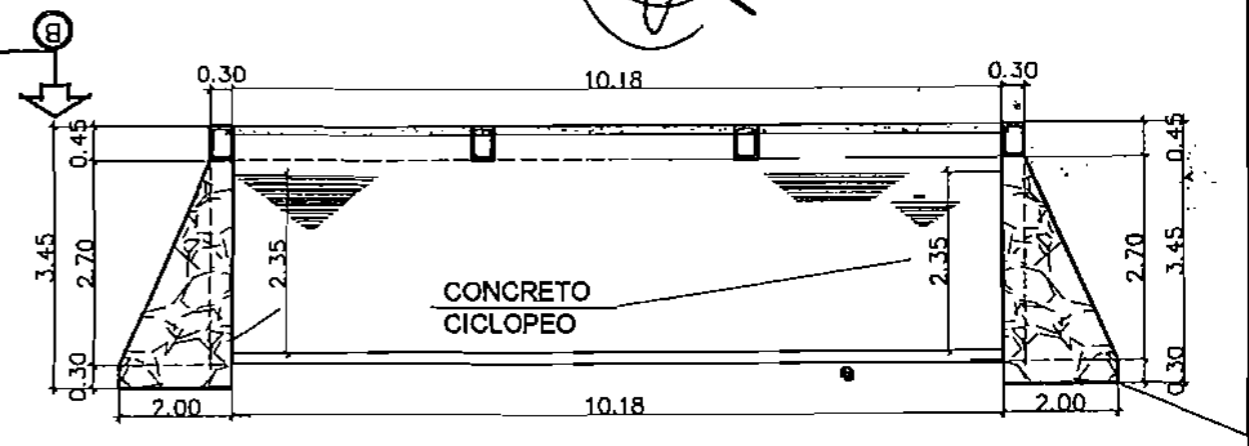
PABLO SAGASTUME
PABLO SAGASTUME

ESCALA INDICADA: 15/44

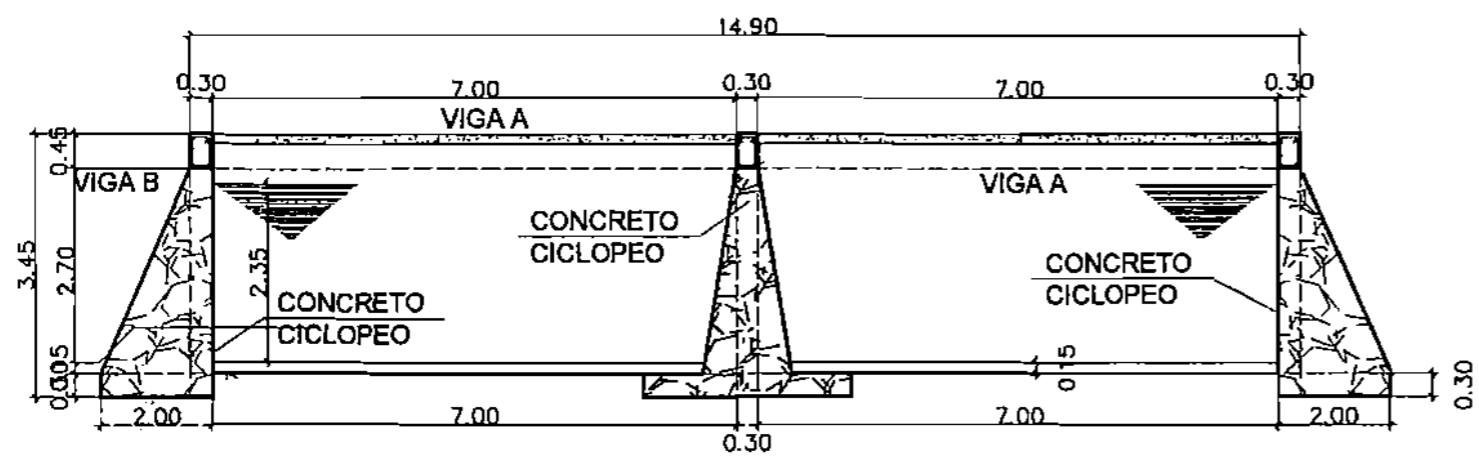
PLANTA

ESCALA 1:100



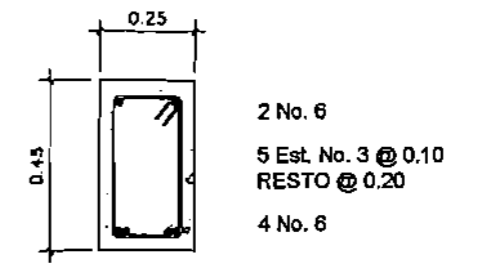
SECCIÓN B-B1

ESCALA 1:100



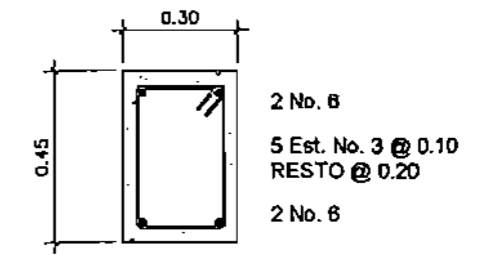
SECCIÓN B-B1

ESCALA 1:100



VIGA A

ESCALA 1:10



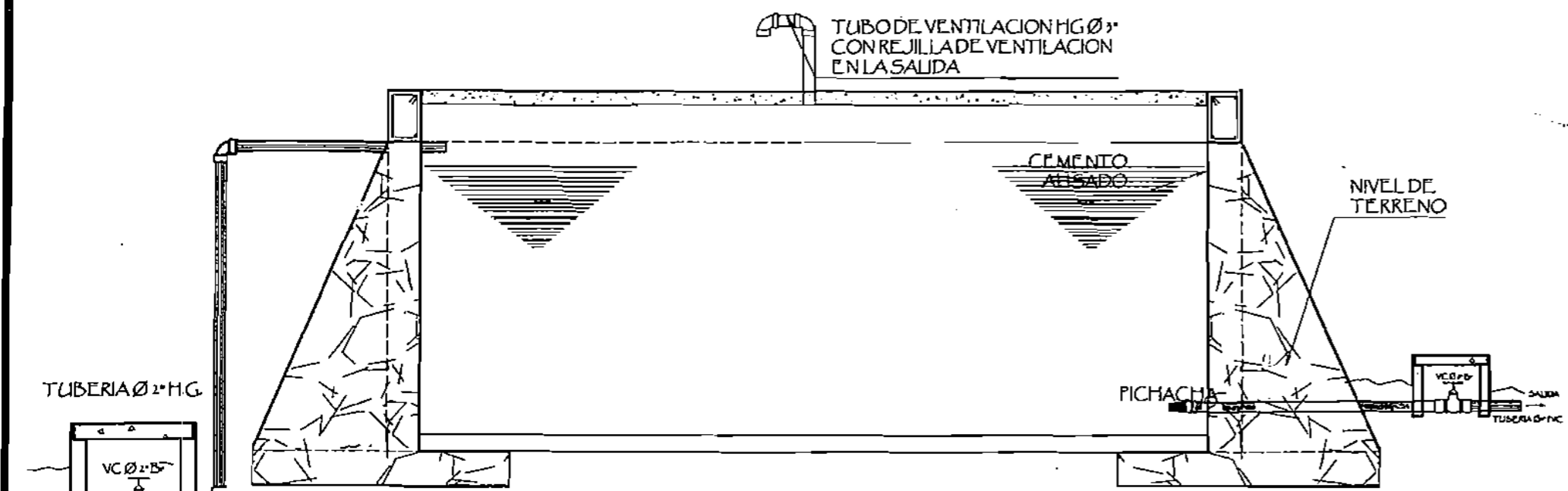
VIGA B Y C

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

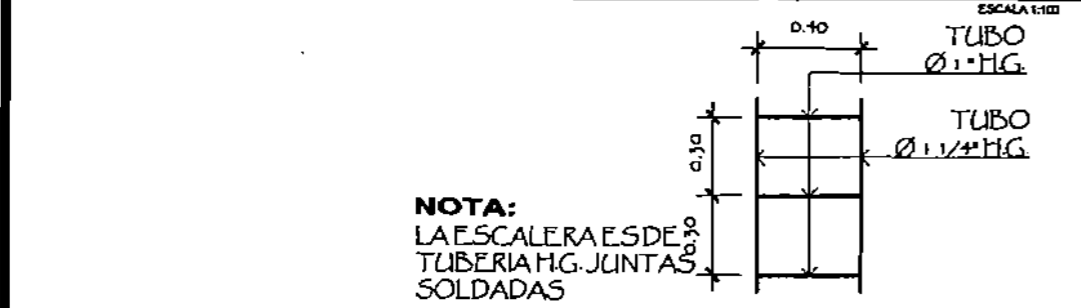
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE
PLANO DE
DETALLE DE TANQUE DISTRIBUCIÓN

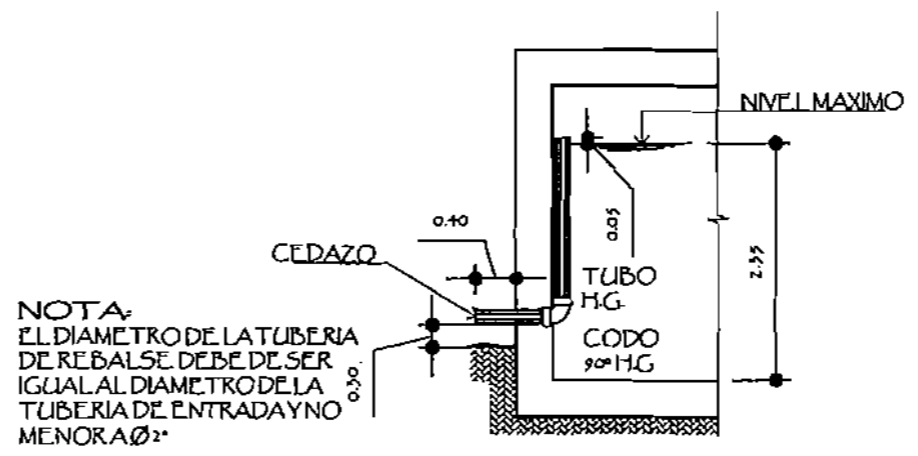
ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS: PABLO SACASTUMA
INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE
RESPONSABLE



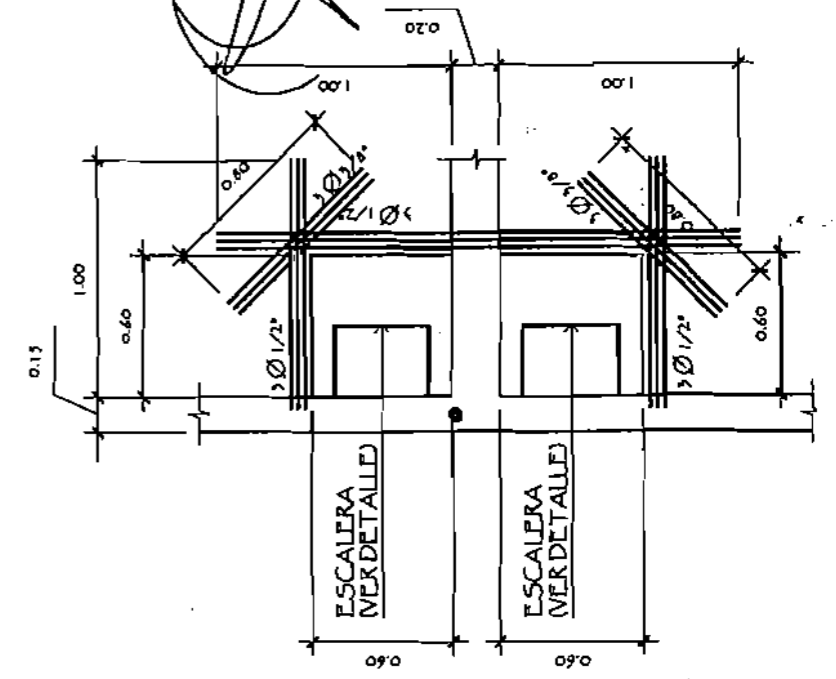
SECCIÓN B-B1



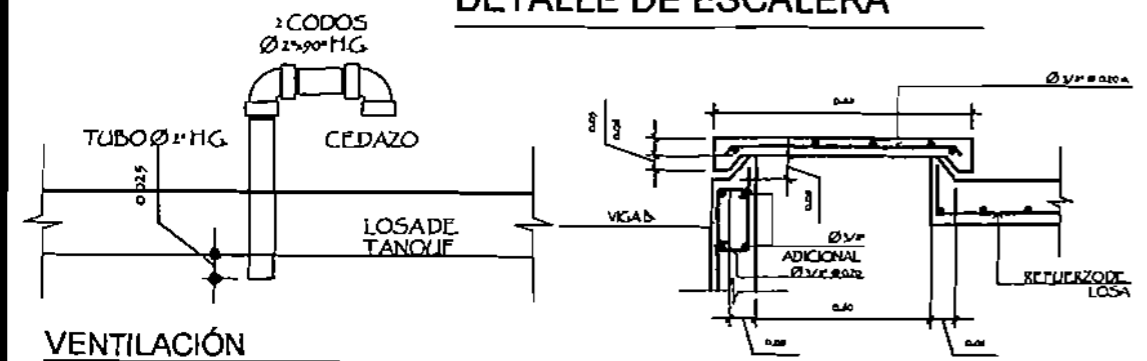
DETALLE DE ESCALERA



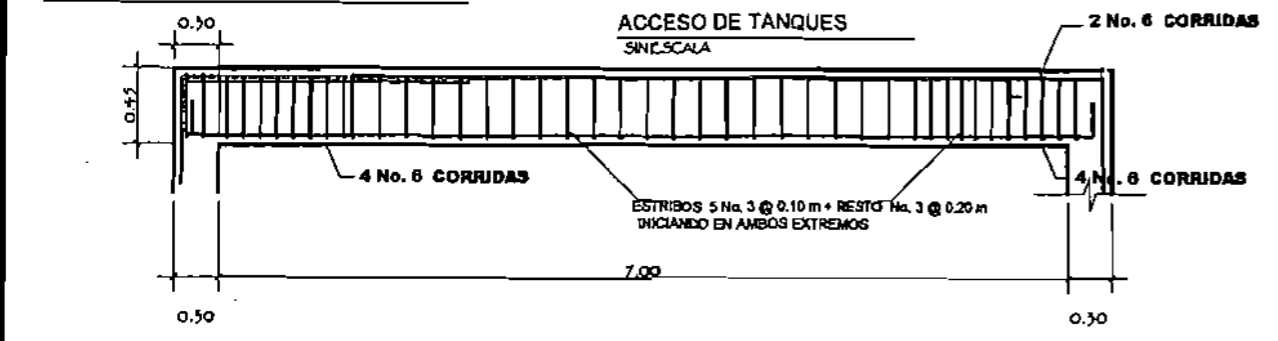
REBALSE
SIN ESCALERA



ACCESO DE TANQUES
SIN ESCALERA

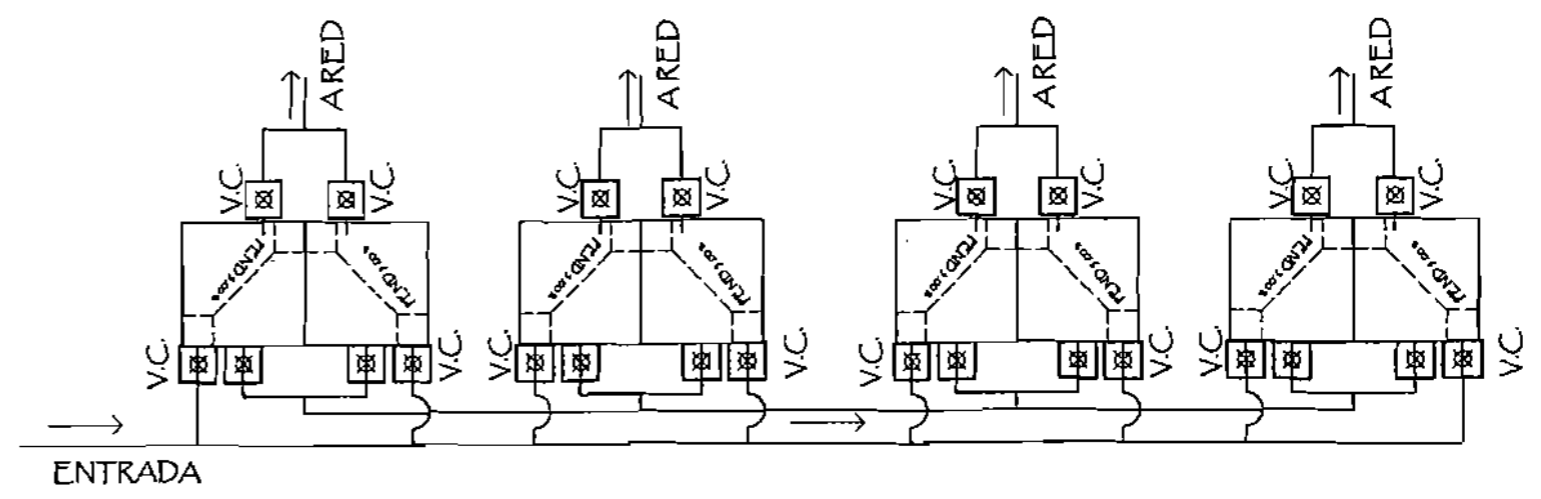


VENTILACIÓN



SECCIÓN VIGA A

ESCALA 1:100



ESQUEMA DE VALVULAS EN SISTEMA DE ALMACENAJE

ESCALA 1:100

ANEXOS

- Análisis bacteriológico.
- Análisis físico-químico.
- Tablas de coeficientes para momentos negativos en losas.
- Tablas de coeficientes para momentos positivos debido a cargas muertas en losas.
- Tablas de coeficientes para momentos positivos debido a carga viva en losas.
- Especificaciones de tubería P.V.C.



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
LABORATORIO DE AGUA
 11 Av. "A" 11-67, zona 7, La Verbena
 Telefax: 4723499



INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO
 MUESTRA No. 414-10

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA. (1)

Interesado: Municipalidad de San Juan Chamelco	Cloro residual in situ (mg/L): ---
Punto de muestreo: <i>Iloman I</i>	pH in situ: ---
Fuente: <i>Nacimiento</i>	Temperatura in situ: ---
Municipio: <i>San Juan Chamelco cabecera municipal</i>	Fecha de recepción: <i>05-03-2010</i>
Departamento: <i>Alta Verapaz</i>	Hora de recepción: <i>14:00</i>
Fecha de captación: <i>04-03-2010</i>	Técnica de preservación: <i>Refrigeración</i>
Hora de captación: <i>10:00</i>	
Responsable de captación: <i>Pablo Sagastume</i>	<i>(Persona ajena al Laboratorio INFOM)</i>

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

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	1	NMP/100 mL
2	Grupo Coliforme Total	0.2	NMP/100 mL
3	Recuento Aeróbico Total	0.2	UFC/mL

OBSERVACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos, la muestra de agua *SI cumple con los requerimientos bacteriológicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.*
- La Norma COGUANOR para agua potable NGO 29001 (Decreto No. 986-1999, Publicado en el Diario Oficial de fecha 04 de febrero de 2000) establece que el grupo *Coliforme total debe ser menor que 2.0 NMP/100 mL.*
- El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.
- El Recuento aeróbico total se realizó a través del método de Vertido en Placa, utilizando Plate-Count Agar como medio de cultivo.



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

Jorge Mario Estrada Asturias
 Ingeniero Químico, Col. 685
 Director de Laboratorio





INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM- LABORATORIO DE AGUA

11 Av. "A" 11-67, zona 7, La Verbena
Telefax: 4723499



INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

MUESTRA No. 416-10

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA. (1)

Interesado: Municipalidad de San Juan Chameleo	Cloro residual in situ (mg/L): ---
Punto de muestreo: Itoman II (2)	pH in situ: ---
Fuente: Nacimiento	Temperatura in situ: ---
Municipio: San Juan Chameleo cabecera municipal	Fecha de recepción: 05-03-2010
Departamento: Alta Verapaz	Hora de recepción: 14:00
Fecha de captación: 04-03-2010	Técnica de preservación: Refrigeración
Hora de captación: 11:00	
Responsable de captación: Pablo Sagastume	

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

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	1	NMP/100 mL
2	Grupo Coliforme Total	0.2	NMP/100 mL
3	Recuento Aeróbico Total	0.2	UFC/mL

OBSERVACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos, la muestra de agua *SI cumple con los requerimientos bacteriológicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.*
- La Norma COGUANOR para agua potable NGO 29001 (Decreto No. 986-1999, Publicado en el Diario Oficial de fecha 04 de febrero de 2000) establece que el grupo *Coliforme total debe ser menor que 2.0 NMP/100 mL.*
- El examen de los grupos *Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.*
- El Recuento aeróbico total se realizó a través del método de Vertido en Placa, utilizando Plate-Count Agar como medio de cultivo.



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



Vo.Bo. Jorge Mario Estrada Asturias
Ingeniero Químico, Col. 685
Director de Laboratorio



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
LABORATORIO DE AGUA
11 Av. "A" 11-67, zona 7, La Verbena
Telefax: 4723499



INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO
MUESTRA No. 418-10

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA. (1)

Interesado: Municipalidad de San Juan Chamelco	
Punto de muestreo: <i>Iloman 3</i>	Cloro residual in situ (mg/l): ---
Fuente: <i>Nacimiento</i>	pH in situ: ---
Municipio: <i>San Juan Chamelco cabecera municipal</i>	Temperatura in situ: ---
Departamento: <i>Alta Verapaz</i>	Fecha de recepción: <i>05-03-2010</i>
Fecha de captación: <i>04-03-2010</i>	Hora de recepción: <i>14:00</i>
Hora de captación: <i>12:00</i>	Técnica de preservación: <i>Refrigeración</i>
Responsable de captación: Pablo Sagastume	

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

RESULTADOS

ITEM	PARAMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	1.5	NMP/100 mL
2	Grupo Coliforme Total	1.8	NMP/100 mL
3	Recuento Aeróbico Total	2.0	UFC/mL

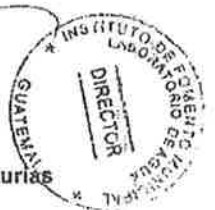
OBSERVACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos, la muestra de agua *SI cumple con los requerimientos bacteriológicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.*
- La Norma COGUANOR para agua potable NGO 29001 (Decreto No. 986-1999. Publicado en el Diario Oficial de fecha 04 de febrero de 2000) establece que el grupo *Coliforme total debe ser menor que 2.0 NMP/100 mL.*
- El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.
- El Recuento aeróbico total se realizó a través del método de Vertido en Placa, utilizando Plate-Count Agar como medio de cultivo.



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

Vo.Bo. Jorge Mario Estrada Asturias
Ingeniero Químico, Col. 685
Director de Laboratorio





INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-

LABORATORIO DE AGUA

11 Av. "A" 11-67, zona 7, La Verbena

Telefax: 2472-3499



INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA

MUESTRA No. 413-10

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (1)

Interesado: Municipalidad de San Juan Chamelco	Fecha de captación: 04-03-2010
Punto de muestreo: <i>Iloman I</i>	Hora de captación: 10:00
Fuente: <i>Nacimiento</i>	Fecha de recepción: 05-03-2010
Municipio: <i>San Juan Chamelco cabecera municipal</i>	Hora de recepción: 14:00
Departamento: <i>Alta Verapaz</i>	
Responsable de captación: Pablo Sagastume	

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

RESULTADOS

ITEM	PARAMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDADES	*LMA	*LMP	RESULTADO
1	Color aparente	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	3.8
2	Hierro total	mg/L Fe	0.100	1.000	<0.05
3	Manganeso total	mg/L Mn	0.050	0.500	ND
4	Nitrato	mg/L NO ₃	Nsc	10	<4.0
5	Nitrilo	mg/L NO ₂	Nsc	1	<0.01
6	Sulfato	mg/L SO ₄ ²⁻	100.000	250.000	<5.0
7	Turbiedad	UNT	5.0	15.0	15
8	Cloruro	mg/L Cl	100.000	250.000	<10
9	Dureza total	mg/L CaCO ₃	100.000	500.000	140
10	Calcio	mg/L Ca	75.000	150.000	47
11	Magnesio	mg/L Mg	50.000	100.000	6.1
12	Conductividad	µS/cm	100	750	320
13	Ph	Unidades pH	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	8.1
14	Temperatura	°C	15.0 - 25.0	34.0	22
15	Olor a temperatura ambiente	Organoléptico	No rechazable	No rechazable	No rechazable

* LMA = límite máximo aceptable

LMP = límite máximo permisible

ND = No detectado

Nsc= no se contempla en la norma

OBSERVACIONES

- Los límites máximos aceptables y permisibles corresponden a la Norma COGUANOR para agua potable NGO 29001 (Ac. Gubernativo No. 986-1999) publicada en el Diario de Centro América el 4 de febrero de 2000. Los parámetros analizados corresponden a los establecidos en el numeral E2, inciso 5.4 de dicha norma.
- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de temperatura y pH in situ, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el laboratorio.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el agua de la muestra CUMPLE con los requerimientos fisicoquímicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.

Jorge Mario Estrada Asturias
 Jorge Mario Estrada Asturias
 Ingeniero Químico, Col. 685
 Director del Laboratorio





**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
LABORATORIO DE AGUA**

11 Av. "A" 11-67, zona 7, La Verbena
Telefax: 2472-3499



**INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA
MUESTRA No. 415-10**

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (1)

Interesado: Municipalidad de San Juan Chamelco	Fecha de captación: 04-03-2010
Punto de muestreo: <i>Iloman II (2)</i>	Hora de captación: 11:00
Fuente: <i>Nacimiento</i>	Fecha de recepción: 05-03-2010
Municipio: <i>San Juan Chamelco cabecera municipal</i>	Hora de recepción: 14:00
Departamento: <i>Alta Verapaz</i>	
Responsable de captación: Pablo Sagastume	

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

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDADES	*LMA	*LMP	RESULTADO
1	Color aparente	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	4.0
2	Hierro total	mg/L Fe	0.100	1.000	0.1
3	Manganeso total	mg/L Mn	0.050	0.500	ND
4	Nitrato	mg/L NO ₃	Nsc	10	<4.0
5	Nitrito	mg/L NO ₂	Nsc	1	<0.01
6	Sulfato	mg/L SO ₄ ²⁻	100.000	250.000	9.5
7	Turbiedad	UNT	5.0	15.0	1.2
8	Cloruro	mg/L Cl ⁻	100.000	250.000	<10
9	Dureza total	mg/L CaCO ₃	100.000	500.000	190
10	Calcio	mg/L Ca	75.000	150.000	50
11	Magnesio	mg/L Mg	50.000	100.000	15
12	Conductividad	µS/cm	100	750	320
13	Ph	Unidades pH	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	7.7
14	Temperatura	°C	15.0 - 25.0	34.0	23
15	Olor a temperatura ambiente	Organoléptico	No rechazable	No rechazable	No rechazable

* LMA = límite máximo aceptable

LMP = límite máximo permisible

ND = No detectado

Nsc = no se contempla en la norma

OBSERVACIONES

- Los límites máximos aceptables y permisibles corresponden a la Norma COGUANOR para agua potable NGO 29001 (Ac. Gubernativo No. 986-1999) publicada en el Diario de Centro América el 4 de febrero de 2000. Los parámetros analizados corresponden a los establecidos en el numeral E2, inciso 5.4 de dicha norma.
- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de temperatura y pH in situ, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el laboratorio.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el agua de la muestra CUMPLE con los requerimientos fisicoquímicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.

Jorge Mario Estrada Asturias
Ingeniero Químico, Col. 685
Director del Laboratorio





INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-

LABORATORIO DE AGUA

17 Av. "A" 11-67, zona 7, La Verbena

Telefax: 2472-3499



INFORME DE ANÁLISIS FISIQUÍMICO DE AGUA

MUESTRA No. 417-10

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (1)

Interesado: Municipalidad de San Juan Chamelco	Fecha de captación: 04-03-2010
Punto de muestreo: Iloman 3	Hora de captación: 12:00
Fuente: Nacimiento	Fecha de recepción: 05-03-2010
Municipio: San Juan Chamelco cabecera municipal	Hora de recepción: 14:00
Departamento: Alta Verapaz	
Responsable de captación: Pablo Sagastume	

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


RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FISIQUÍMICOS	UNIDADES	*LMA	*LMP	RESULTADO
1	Color aparente	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	3.2
2	Hierro total	mg/L Fe	0.100	1.000	0.06
3	Manganeso total	mg/L Mn	0.050	0.500	ND
4	Nitrato	mg/L NO ₃	Nsc	10	<4.0
5	Nitrito	mg/L NO ₂	Nsc	1	<0.01
6	Sulfato	mg/L SO ₄ ²⁻	100.000	250.000	9.5
7	Turbiedad	UNT	5.0	15.0	0.8
8	Cloruro	mg/L Cl	100.000	250.000	<10
9	Dureza total	mg/L CaCO ₃	100.000	500.000	190
10	Calcio	mg/L Ca	75.000	150.000	50
11	Magnesio	mg/L Mg	50.000	100.000	15
12	Conductividad	µS/cm	100	750	330
13	pH	Unidades pH	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	7.7
14	Temperatura	°C	15.0 - 25.0	34.0	22
15	Olor a temperatura ambiente	Organoléptico	No rechazable	No rechazable	No rechazable

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

OBSERVACIONES

- Los límites máximos aceptables y permisibles corresponden a la Norma COGUANOR para agua potable NGO 29001 (Ac. Gubernativo No. 986-1999) publicada en el Diario de Centro América el 4 de febrero de 2000. Los parámetros analizados corresponden a los establecidos en el numeral E2, inciso 5.4 de dicha norma.
- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de temperatura y pH in situ, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el laboratorio.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el agua de la muestra CUMPLE con los requerimientos fisicoquímicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.


 Jorge Mario Estrada Asturias
 Ingeniero Químico, Col. 685
 Director del Laboratorio



Coeficientes para momentos negativos en losas

$$M_{a,neg} = C_{a,neg} W l_a^2$$

donde W = carga mueta más viva uniforme total

$$M_{b,neg} = C_{b,neg} W l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00									
		0.045 0.045	0.076	0.050 0.050	0.075	0.071	0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95		0.050 0.041	0.072	0.055 0.045	0.079	0.075	0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90		0.055 0.037	0.070	0.060 0.040	0.080	0.079	0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85		0.060 0.031	0.065	0.066 0.034	0.082	0.083	0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80		0.065 0.027	0.061	0.071 0.029	0.083	0.086	0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75		0.069 0.022	0.056	0.076 0.024	0.085	0.088	0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70		0.074 0.017	0.050	0.081 0.019	0.086	0.091	0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65		0.077 0.014	0.043	0.085 0.015	0.087	0.093	0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60		0.081 0.010	0.035	0.089 0.011	0.088	0.095	0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55		0.084 0.007	0.028	0.092 0.008	0.089	0.096	0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50		0.086 0.006	0.022	0.094 0.006	0.090	0.097	0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

Un borde achurado indica que la losa continua a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde si marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: Arthur Nilson, Diseño de estructura de concreto, Pág. 378

Coeficientes para momentos positivos debido a carga muerta en losas

$$M_{a, \text{pos}, dl} = C_{a, dl} W l^2 / 2$$

donde W = carga muerta uniforme total

$$M_{b, \text{pos}, dl} = C_{b, dl} W l b^2 / 2$$

Relación	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9	
l_b										
1.00	$C_{a, dl}$ 0.036	$C_{a, dl}$ 0.018	$C_{a, dl}$ 0.018	$C_{a, dl}$ 0.027	$C_{a, dl}$ 0.027	$C_{a, dl}$ 0.033	$C_{a, dl}$ 0.027	$C_{a, dl}$ 0.020	$C_{a, dl}$ 0.023	
	$C_{b, dl}$ 0.036	$C_{b, dl}$ 0.018	$C_{b, dl}$ 0.027	$C_{b, dl}$ 0.027	$C_{b, dl}$ 0.018	$C_{b, dl}$ 0.027	$C_{b, dl}$ 0.033	$C_{b, dl}$ 0.023	$C_{b, dl}$ 0.020	
0.95	$C_{a, dl}$ 0.040	$C_{a, dl}$ 0.020	$C_{a, dl}$ 0.021	$C_{a, dl}$ 0.030	$C_{a, dl}$ 0.028	$C_{a, dl}$ 0.036	$C_{a, dl}$ 0.031	$C_{a, dl}$ 0.022	$C_{a, dl}$ 0.024	
	$C_{b, dl}$ 0.033	$C_{b, dl}$ 0.016	$C_{b, dl}$ 0.025	$C_{b, dl}$ 0.024	$C_{b, dl}$ 0.015	$C_{b, dl}$ 0.024	$C_{b, dl}$ 0.031	$C_{b, dl}$ 0.021	$C_{b, dl}$ 0.017	
0.90	$C_{a, dl}$ 0.045	$C_{a, dl}$ 0.022	$C_{a, dl}$ 0.025	$C_{a, dl}$ 0.033	$C_{a, dl}$ 0.029	$C_{a, dl}$ 0.039	$C_{a, dl}$ 0.035	$C_{a, dl}$ 0.025	$C_{a, dl}$ 0.026	
	$C_{b, dl}$ 0.029	$C_{b, dl}$ 0.014	$C_{b, dl}$ 0.024	$C_{b, dl}$ 0.022	$C_{b, dl}$ 0.013	$C_{b, dl}$ 0.021	$C_{b, dl}$ 0.028	$C_{b, dl}$ 0.019	$C_{b, dl}$ 0.015	
0.85	$C_{a, dl}$ 0.050	$C_{a, dl}$ 0.024	$C_{a, dl}$ 0.029	$C_{a, dl}$ 0.036	$C_{a, dl}$ 0.031	$C_{a, dl}$ 0.042	$C_{a, dl}$ 0.040	$C_{a, dl}$ 0.029	$C_{a, dl}$ 0.028	
	$C_{b, dl}$ 0.026	$C_{b, dl}$ 0.012	$C_{b, dl}$ 0.022	$C_{b, dl}$ 0.019	$C_{b, dl}$ 0.011	$C_{b, dl}$ 0.017	$C_{b, dl}$ 0.025	$C_{b, dl}$ 0.017	$C_{b, dl}$ 0.013	
0.80	$C_{a, dl}$ 0.056	$C_{a, dl}$ 0.026	$C_{a, dl}$ 0.034	$C_{a, dl}$ 0.039	$C_{a, dl}$ 0.032	$C_{a, dl}$ 0.045	$C_{a, dl}$ 0.045	$C_{a, dl}$ 0.032	$C_{a, dl}$ 0.029	
	$C_{b, dl}$ 0.023	$C_{b, dl}$ 0.011	$C_{b, dl}$ 0.020	$C_{b, dl}$ 0.016	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.015	$C_{b, dl}$ 0.022	$C_{b, dl}$ 0.015	$C_{b, dl}$ 0.010	
0.75	$C_{a, dl}$ 0.061	$C_{a, dl}$ 0.028	$C_{a, dl}$ 0.040	$C_{a, dl}$ 0.043	$C_{a, dl}$ 0.033	$C_{a, dl}$ 0.048	$C_{a, dl}$ 0.051	$C_{a, dl}$ 0.036	$C_{a, dl}$ 0.031	
	$C_{b, dl}$ 0.019	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.018	$C_{b, dl}$ 0.013	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.012	$C_{b, dl}$ 0.020	$C_{b, dl}$ 0.013	$C_{b, dl}$ 0.007	
0.70	$C_{a, dl}$ 0.068	$C_{a, dl}$ 0.030	$C_{a, dl}$ 0.046	$C_{a, dl}$ 0.046	$C_{a, dl}$ 0.035	$C_{a, dl}$ 0.051	$C_{a, dl}$ 0.058	$C_{a, dl}$ 0.040	$C_{a, dl}$ 0.033	
	$C_{b, dl}$ 0.016	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.016	$C_{b, dl}$ 0.011	$C_{b, dl}$ 0.005	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.017	$C_{b, dl}$ 0.011	$C_{b, dl}$ 0.006	
0.65	$C_{a, dl}$ 0.074	$C_{a, dl}$ 0.032	$C_{a, dl}$ 0.054	$C_{a, dl}$ 0.050	$C_{a, dl}$ 0.036	$C_{a, dl}$ 0.054	$C_{a, dl}$ 0.065	$C_{a, dl}$ 0.044	$C_{a, dl}$ 0.034	
	$C_{b, dl}$ 0.013	$C_{b, dl}$ 0.006	$C_{b, dl}$ 0.014	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.004	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.014	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.005	
0.60	$C_{a, dl}$ 0.081	$C_{a, dl}$ 0.034	$C_{a, dl}$ 0.062	$C_{a, dl}$ 0.053	$C_{a, dl}$ 0.037	$C_{a, dl}$ 0.056	$C_{a, dl}$ 0.073	$C_{a, dl}$ 0.048	$C_{a, dl}$ 0.036	
	$C_{b, dl}$ 0.010	$C_{b, dl}$ 0.004	$C_{b, dl}$ 0.011	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.003	$C_{b, dl}$ 0.006	$C_{b, dl}$ 0.012	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.004	
0.55	$C_{a, dl}$ 0.088	$C_{a, dl}$ 0.035	$C_{a, dl}$ 0.071	$C_{a, dl}$ 0.056	$C_{a, dl}$ 0.038	$C_{a, dl}$ 0.058	$C_{a, dl}$ 0.081	$C_{a, dl}$ 0.052	$C_{a, dl}$ 0.037	
	$C_{b, dl}$ 0.008	$C_{b, dl}$ 0.003	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.005	$C_{b, dl}$ 0.002	$C_{b, dl}$ 0.004	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.005	$C_{b, dl}$ 0.003	
0.50	$C_{a, dl}$ 0.095	$C_{a, dl}$ 0.037	$C_{a, dl}$ 0.080	$C_{a, dl}$ 0.059	$C_{a, dl}$ 0.039	$C_{a, dl}$ 0.061	$C_{a, dl}$ 0.089	$C_{a, dl}$ 0.056	$C_{a, dl}$ 0.038	
	$C_{b, dl}$ 0.006	$C_{b, dl}$ 0.002	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.004	$C_{b, dl}$ 0.001	$C_{b, dl}$ 0.003	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.004	$C_{b, dl}$ 0.002	

Un borde achurado indica que la losa continua a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde si marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.










Fuente: Arthur H. Nilson, Diseño de estructura de concreto, Pág. 379

Coeficientes para momentos positivos debido a carga viva en losas

$$M_{a, \text{pos}, ll} = C_a \cdot l \cdot W \cdot l_a^2$$

donde W = carga viva uniforme total

$$M_{b, \text{pos}, ll} = C_b \cdot l \cdot W \cdot l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
									
1.00	$C_{a, \text{pos}}$ 0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.030
	$C_{b, \text{pos}}$ 0.036	0.027	0.032	0.032	0.027	0.032	0.035	0.030	0.028
0.95	$C_{a, \text{pos}}$ 0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.038	0.036	0.031	0.032
	$C_{b, \text{pos}}$ 0.033	0.025	0.029	0.029	0.024	0.029	0.032	0.027	0.025
0.90	$C_{a, \text{pos}}$ 0.045	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.040	0.035	0.036
	$C_{b, \text{pos}}$ 0.029	0.022	0.027	0.026	0.021	0.025	0.029	0.024	0.022
0.85	$C_{a, \text{pos}}$ 0.050	0.037	0.040	0.043	0.041	0.046	0.045	0.040	0.039
	$C_{b, \text{pos}}$ 0.026	0.019	0.024	0.023	0.019	0.022	0.026	0.022	0.020
0.80	$C_{a, \text{pos}}$ 0.056	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
	$C_{b, \text{pos}}$ 0.023	0.017	0.022	0.020	0.016	0.019	0.023	0.019	0.017
0.75	$C_{a, \text{pos}}$ 0.061	0.045	0.051	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
	$C_{b, \text{pos}}$ 0.019	0.014	0.019	0.016	0.013	0.016	0.020	0.016	0.013
0.70	$C_{a, \text{pos}}$ 0.068	0.049	0.057	0.057	0.051	0.060	0.063	0.054	0.050
	$C_{b, \text{pos}}$ 0.016	0.012	0.016	0.014	0.011	0.013	0.017	0.014	0.011
0.65	$C_{a, \text{pos}}$ 0.074	0.053	0.064	0.062	0.055	0.064	0.070	0.059	0.054
	$C_{b, \text{pos}}$ 0.013	0.010	0.014	0.011	0.009	0.010	0.014	0.011	0.009
0.60	$C_{a, \text{pos}}$ 0.081	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
	$C_{b, \text{pos}}$ 0.010	0.007	0.011	0.009	0.007	0.008	0.011	0.009	0.007
0.55	$C_{a, \text{pos}}$ 0.088	0.062	0.080	0.072	0.063	0.073	0.085	0.070	0.063
	$C_{b, \text{pos}}$ 0.008	0.006	0.009	0.007	0.005	0.006	0.009	0.007	0.006
0.50	$C_{a, \text{pos}}$ 0.095	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.076	0.067
	$C_{b, \text{pos}}$ 0.006	0.004	0.007	0.005	0.004	0.005	0.007	0.005	0.004

Un borde achurado indica que la losa continua a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde si marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: Arthur H. Nilson, Diseño de estructura de concreto, Pág. 380

I A D E P . V . C .

DISEÑO HIDRAULICO DE LINEA DE CONDUCCION DE SAN JUAN CHAMELCO, ALTAVERAPAZ													
L	DST. MEDIDA (m)	DST. ACUMU. (m)	LONGITUD DISEÑO (m)	DIAMETRO NOM. " DIAMETRO INT. "	CLASE TUBERIA	PRESIO TRABA.	22241 SDR 13.5			TUBERÍA DE PVC 1120 ASTM D2241 SDR 26			TUBERÍA DE
							Diametro Interior (")	Peso Aprox. (lb)	315 PSI 1000 PSI (Falla en 60 a 90 seg) 20 pies (6.09 m)	Diametro Exterior (")	Espesor de Pared (")	Diametro Interior (")	Peso Aprox. (lb)
2							0,716	1,91	-	-	-	-	Longitud de
3.42		0,00					-	-	-	-	-	-	Diametro Exterior (")
5.87	232.54	232.54	236.52	2	PVC	160	-	-	1,315	0,060	1,195	2,97	0,840
5.23	204.13	436.67	210.25	1 1/2	PVC	160	-	-	1,660	0,064	1,532	4,03	1,315
4.58	436.04	872.71	449.12	2	PVC	160	-	-	1,900	0,073	1,754	5,27	1,660
1.11	4204.10	5076.81	4330.22	2 1/2	PVC	160	-	-	2,375	0,091	2,193	8,21	1,900
4.74	1257.02	6333.83	1294.73	2	PVC	250	-	-	2,875	0,011	2,655	12,01	2,375
5.28	5665.03	11988.86	5834.98	5	PVC	250	-	-	3,500	0,135	3,230	17,94	2,875
							-	-	4,500	0,173	4,154	29,57	3,500
							-	-	5,563	0,214	5,135	45,21	4,500
							-	-	6,625	0,255	6,115	64,15	5,563
							-	-	8,625	0,332	7,961	108,74	6,625
							-	-	10,750	0,413	9,924	168,61	8,625
							-	-	12,750	0,490	11,770	237,26	10,750
							-	-	15,300	0,588	14,124	357,38	12,750
							-	-	-	-	-	-	-
7													
0.57		0,00											
5.23	34.23	34.23	35.26	1 1/2	PVC	160							