



Universidad de san Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA
ALDEA EL CAPULÍN, Y, DISEÑO DE PAVIMENTO RÌGIDO PARA EL PRIMER
SECTOR DE LA COLONIA TIERRA VERDE, MUNICIPIO DE SIQUINALÁ,
DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.**

Arlen del Socorro Palacios

Asesorado por: Inga. Christa Classon de Pinto

Guatemala, agosto de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA
ALDEA EL CAPULÍN, Y, DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA EL PRIMER
SECTOR DE LA COLONIA TIERRA VERDE, MUNICIPIO DE SIQUINALÁ,
DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

ARLEN DEL SOCORRO PALACIOS

ASESORADO POR: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR: Inga. Christa Classon de Pinto
EXAMINADOR: Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
EXAMINADOR: Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
SECRETARIA: Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL CAPULÍN, Y, DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA EL PRIMER SECTOR DE LA COLONIA TIERRA VERDE, MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 22 de mayo de 2006.

Arlen del Socorro Palacios

ACTO QUE DEDICO A:

Mi familia PALACIOS: Por su apoyo en mi formación todos los días de mi vida, los amo.

Mi esposo y amigo: Juan Tomás Mejicanos Jol.

Mi fiel amiga y compañera: Aida Leonor Mata.

Universidad Nacional de Ingeniería Managua, Nicaragua.

A mi tierra natal: NICARAGUA.

Piensa en grande y tus sueños crecerán,
Piensa en pequeño y quedaras atrás,
Piensa que puedes y podrás.

Todo está en estado mental,
Tienes que esforzarte para elevarte,
Y tienes que estar seguro de ti mismo
Antes de ganar un premio.

AGRADECIMIENTOS A:

Facultad de Arquitectura: Por haber permitido mi traslado a la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ingeniero Rolando Grajeda: Por su apoyo en mi ingreso a esta casa de estudios.

Ingeniero Juan Merck: Por su amistad.

Ingeniera Christa: Por su apoyo en esta lucha.

A todas las personas que me han apoyado.

ÌNDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO.....	IX
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XVI
1 ANTECEDENTES.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN	1
1.2 SOLUCIÓN	1
1.3 EXTENSIÓN TERRITORIAL Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA	1
1.4 CLIMATOLOGÍA.....	2
1.5 COLINDANCIAS.....	2
1.6 POBLACIÓN	4
1.7 ACTIVIDAD PRODUCTIVA.....	4
1.8 SERVICIOS PÚBLICOS	5
1.8.1 Educación:	5
1.8.2 Comunicación:	5
1.8.3 Salud.....	6
1.8.4 Agua potable.....	6
1.8.5 Drenajes.....	6
1.8.6 Energía Eléctrica.....	6

2 PARÁMETROS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	7
2.1 ESTUDIOS DE POBLACIÓN	7
2.1.1 Población actual	7
2.1.2 Población futura.....	7
2.1.3 Método de estudio de población.....	8
2.2 FACTORES DE DISEÑO.....	8
2.2.1 Período de diseño.....	8
2.2.2 Población de diseño	9
2.2.3 Caudal de aforo	11
2.2.4 Dotación para el sistema	13
2.2.5 Criterios y normas sobre la calidad del agua de consumo	14
2.2.6 Análisis de calidad del agua	15
2.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	16
2.3.1 Planimetría	17
2.3.2 Altimetría	17
2.3.3 Zonas de levantamiento	18
3 BASES DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	21
3.1 DISEÑO DEL SISTEMA	21
3.1.1 Demanda de agua	21
3.1.2 Consumo medio diario (Qm).....	21
3.1.3 Consumo máximo diario	22
3.2 CÁLCULO HIDRAÚLICO.....	23
3.2.1 Línea de conducción.....	24
3.2.2 Línea de distribución.....	25
3.2.3 Perforación del pozo y sistema de bombeo.....	25
3.2.4 Cálculo y diseño de la red del sistema de agua potable.....	31

3.2.5	Volumen del tanque de distribución	33
3.2.6	Diseño del tanque elevado metálico	34
3.2.7	Desinfección	36
3.3	PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	38
3.3.1	Presupuesto	38
3.3.2	Control de costo	38
3.3.3	Elaboración de presupuesto e integración de costos.....	39
3.4	PROGRAMA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	43
3.5	PROPUESTA DE TARIFA	46
3.6	EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICO	48
3.6.1	Valor Presente Neto.....	48
3.6.2	Tasa Interna de Retorno	49
3.7	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	49
3.7.1	En construcción	50
3.7.2	En operación.....	52
4	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO DE EL PRIMER SECTOR, EN LA COLONIA TIERRA VERDE	55
4.1	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	55
4.2	ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	56
4.3	TOMA DE MUESTRA DE SUELOS.....	57
4.4	ENSAYOS DE LABORATORIO	58
4.5	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	64
4.6	ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PAVIMENTO	65
4.6.1	Sub-rasante	65
4.6.2	Sub-base.....	66
4.6.3	Base.....	67
4.6.4	Superficie de rodadura.....	68
4.6.5	Juntas	68
4.7	DISEÑO Y DIMENSIONES DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO	70

4.7.1	Método y procedimiento de diseño para pavimentos rígidos	70
4.7.2	Período de diseño.....	72
4.7.3	Diseño de la base	72
4.7.4	Diseño espesor del pavimento	72
4.7.5	Diseño mezcla de concreto	73
4.8	CONFORMACIÓN Y CURADO DEL PAVIMENTO.....	75
4.8.1	Curado del concreto	76
4.9	PRESUPUESTO	77
CONCLUSIONES.....		93
RECOMENDACIONES		95
BIBLIOGRAFÍA.....		97

INDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Ubicación geográfica del municipio.....	3
2	Planta general de población.....	115
3	Planta perfil E-0 a E-13.....	116
4	Planta perfil E-13 a E-23.....	117
5	Planta perfil E-23 a E-32.....	118
6	Planta perfil E-13 a E-32.....	119
7	Planta perfil E-32 a E-40.....	120
8	Planta perfil E-40 a E-50.....	121
9	Planta perfil E-50 a E-58.....	122
10	Planta perfil E-58 a E-66.....	123
11	Planta perfil E-66 a E-70.1.....	124
12	Planta perfil E-70 a E-110.2.....	125
13	Planta perfil E-2 a E-89.1.....	126
14	Planta de detalles del tanque elevado.....	127
15	Planta de detalles de cimentación y losa.....	128
16	Planta general de ubicación.....	129
17	Planta perfil primera calle.....	130
18	Planta perfil segunda calle.....	131
19	Planta perfil izquierda primera avenida.....	132
20	Planta perfil centro primera avenida.....	133
21	Planta perfil derecha primera avenida.....	134
22	Planta perfil izquierda-centro segunda avenida.....	135
23	Planta perfil centro-derecha segunda avenida.....	136
24	Planta perfil izquierda-centro tercera avenida.....	137
25	Planta perfil centro-derecha tercera avenida.....	138
26	Planta de detalles.....	139

TABLAS

I	Informe de análisis “LNS”	99
II	Ensayo de compactación.....	100
III	Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R).....	101
IV	Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.....	102
V	Ensayo de Límites de Attemberg.....	103
VI	Categoría de carga por eje.....	105
VII	Tipos de suelos de subrasante y valores aproximados de K....	106
VIII	Valores de K para diseño sobre bases de suelo-cemento.....	106
IX	Valores de K para diseño sobre bases de suelo-cemento.....	106
X	TPDC permisible, carga por eje categoría 1.....	107
XI	TPDC permisible, carga por eje categoría 2.....	108
XII	TPDC permisible, carga por eje categoría 2.....	109
XIII	TPDC permisible, carga por eje categoría 2.....	110
XIV	TPDC permisible, carga por eje categoría 3.....	111
XV	TPDC permisible, carga por eje categoría 3.....	112
XVI	TPDC permisible, carga por eje categoría 3.....	113
XVII	Estructuras, Asentamientos.....	114
XVIII	Resistencia, Relación agua-cemento.....	114
XIX	Asentamiento, Litro de agua por metro cúbico.....	114
XX	Tamaño máximo agregado grueso, % de arena sobre agregado total.....	114

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
PVC.	Cloruro de polivinilo
P.S.I.	Libras por pulgada cuadra
Qm.	Caudal medio
Q_{MD}	Caudal máximo diario
Q_{MH}	Caudal máximo horario
D.H.	Distancia horizontal
Pf	Población futura en un tiempo (t_n)
Pa	Población actual
Γ	Tasa de crecimiento
n	Número de años
L/s	Litros por segundo
Hf	Pérdidas por fricción en la tubería
Hs	Pérdidas menores en la tubería
C	Coefficiente de fricción
Q	Caudal en litros por segundo
m.c.a.	Metro columna de agua
$V^2/2g$	Carga de velocidad, en metros
c m d	Caudal medio diario
C M D	Caudal máximo diario
C M H	Caudal máximo horario
C U S	Caudal de uso simultáneo
L/Hab./día	Litros por habitante al día

AASTHO	American Association of Highways and Transportation Officials
ACI	American Concrete Institute
L.P.	Límite plástico
L.L.	Límite líquido
PUH	Peso unitario húmedo en lb/pie ³
PNH	Peso neto húmedo en lb
Vol	Volumen del cilindro en pie ³

GLOSARIO

Aforo	Operación que consiste en medir un caudal de agua; es la producción de una fuente.
Agua potable	Agua que es sanitariamente segura, además de ser inodora, insípida, incolora y agradable a los sentidos.
Ángulo	Es la menor o mayor abertura que forman entre sí dos líneas o dos planos que se cortan. Las líneas que forman el ángulo se llaman lados y el punto de encuentro, vértice. Su mayor o menor abertura se mide en grados.
Ángulo central	Es el ángulo subtendido por la curva circular igual al cambio de dirección que se da entre las tangentes.
Bases de diseño	Bases técnicas adoptadas para el diseño del proyecto.
Base	Están constituidas por una capa de material seleccionado, de granulometría y espesor determinado, que se construye sobre la sub-base.
Caudal	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo; su simbología es litros por segundo, metros cúbicos por segundo, galones por minuto.

Consumo	Cantidad de agua real que utiliza una persona es igual a la dotación.
Cota de terreno	Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.
Cota piezométrica	Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución, es decir, la que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se colocara un manómetro.
Cuneta	Zanja lateral paralela al eje de la carretera o camino construido entre los extremos de los hombros y el pie de los taludes. Su sección transversal es variable, siendo comúnmente de forma triangular, trapezoidal y cuadrada.
Derecho de vía	Es el derecho que tiene el Estado o las municipalidades, sobre la faja de terreno que se requiere para la construcción y conservación de las carreteras.
Drenajes	Controlan las condiciones de flujos de agua en terracería y mejoran las condiciones de estabilidad en cortes, terraplenes y pavimentos.
Infraestructura	Base material sobre la que se asienta algo.

Límite líquido	Es el que está entre el estado líquido de un suelo y su estado plástico.
Límite plástico	En un suelo, es el contenido de agua que tiene el límite inferior de su estado plástico.
Medidas de mitigación	Una serie de medidas, que una vez identificadas las amenazas y los posibles daños en el sistema, se utilizan para moderar y preparar la respuesta frente a la emergencia.
Pendiente máxima	Es la mayor pendiente que se puede utilizar en el diseño del proyecto y está determinada por el tránsito previsto y la configuración del terreno.
Pendiente mínima	Es la menor pendiente que se fija para permitir la funcionalidad del drenaje.
Proctor	Se creó para determinar la humedad óptima con que un suelo puede alcanzar su máxima densidad posible.
Presión	Fuerza ejercida sobre un área determinada.
Rasante	Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.

Subrasante

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura del pavimento y se extiende a una profundidad en la que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto y que una vez compactada y afinada, tiene las secciones y pendientes especificadas en el diseño.

RESUMEN

El desarrollo de los pueblos comienza desde las condiciones básicas de vida, teniendo como prioridad el abastecimiento de agua potable que conlleva a vivir de forma sana. Otra condición básica de vida es transitar por las calles de forma segura, por lo que se ha desarrollado el diseño de pavimento rígido.

El trabajo consta de cuatro capítulos compuestos de la siguiente manera:

En el primer capítulo aparece la monografía del municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla. Conjuntamente con las comunidades a servir, debido a que los aspectos socio-culturales y económicos de los beneficiarios son fundamentales para el desarrollo del proyecto.

En el capítulo dos se describen los parámetros que intervienen en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, y, los parámetros esenciales para hacer el vital líquido seguro y exento de microorganismo patógenos.

En el capítulo tres se describen las bases de diseño para el sistemas de abastecimiento de agua potable, en este capítulo de presenta el diseño de todos los componentes del sistemas incluyendo los factores ambientales para la operación y mantenimiento del mismo; así como el presupuesto final de los mismos.

En el último capítulo se presenta el diseño de pavimento rígido, conformación y curado para la durabilidad de éste.

OBJETIVOS

1. Contribuir con el desarrollo económico y social, para brindar a los habitantes del lugar mejores condiciones de vida, tomando como factor importante el saneamiento ambiental que es uno de los principales aspectos para el desarrollo físico y mental de las personas.
2. Diseño del pavimento rígido del primer sector de la colonia Tierra Verde.
3. Que los niños cuenten con espacios y condiciones adecuadas y así obtener un mejor desarrollo personal.
4. Diseño del abastecimiento de agua potable por bombeo para la Aldea El Capulín, teniendo un tratamiento adecuado para su consumo.

INTRODUCCIÓN

La carencia de servicios básicos y la deficiencia en infraestructura provoca que los habitantes de un determinado lugar padezcan problemas de desarrollo humano, lo cual es fundamental proporcionar sistemas y servicios diseñados de tal forma que le permitan el desarrollo de sus actividades de manera agradable.

El diseño, la planificación y la construcción de un proyecto conlleva una serie de factores a considerar, tales como: requerimientos estructurales, restricciones económicas, necesidades hidráulicas, etc. De ahí que el abastecimiento de agua potable sea un aspecto de vital importancia a considerar, pues permite satisfacer necesidades de tipo higiénico y garantizar su bienestar.

El sistema de abastecimiento de agua potable comprende: la captación por medio de un sistema propio, a través de un pozo perforado; la distribución que está compuesta por el sistema de bombas y tuberías que alimentan los distribuidores y las redes de artefactos.

El diseño del pavimento rígido comprende: análisis estructural del suelo que deberá soportar la carga de diseño, beneficio de la población con el desarrollo personal al garantizar medidas de salud por estancamientos de aguas y polvos.

El presente trabajo brinda información técnica referente al abastecimiento de agua potable por bombeo y diseño de pavimento rígido.

1 ANTECEDENTES

1.1 Planteamiento de la situación

El agua es un líquido vital para la sobre vivencia de las comunidades y su desarrollo en general. La Aldea El Capulín carece de un sistema de distribución de agua potable que satisfaga las necesidades básicas de consumo para los habitantes del lugar. Las autoridades municipales quieren dotar de un buen abastecimiento de agua potable sanitariamente segura, beneficiando así el desarrollo de los habitantes como de las futuras generaciones.

1.2 Solución

Proporcionar a los habitantes de esta Aldea un sistema de distribución de agua potable eficiente para un período de vida de 20 años.

1.3 Extensión territorial y ubicación geográfica

Siquinalá, municipio del departamento de Escuintla se encuentra ubicado a 82 kilómetros de la capital, cuenta con una extensión territorial de 168 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura de 336.58 metros sobre el nivel del mar, por lo que generalmente su clima es cálido. Su ubicación geográfica se localiza en la latitud 15° 18' 21" y en la longitud 90° 00' 58".

1.4 Climatología

El clima es cálido en la mayoría del territorio, registrándose temperaturas que oscilan entre los 21° y 34° centígrados promedio. De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Guatemala, el municipio se encuentra dentro de ellas, las cuales se describen a continuación: Bosque Húmedo Subtropical Templado (BHS-t): Tiene una extensión de 197.02 kilómetros cuadrados, representa el 0.16% de la cobertura total, la precipitación varía entre 1,100 a 1349mm anuales, la biotemperatura va de 20 a 26 grados centígrados.

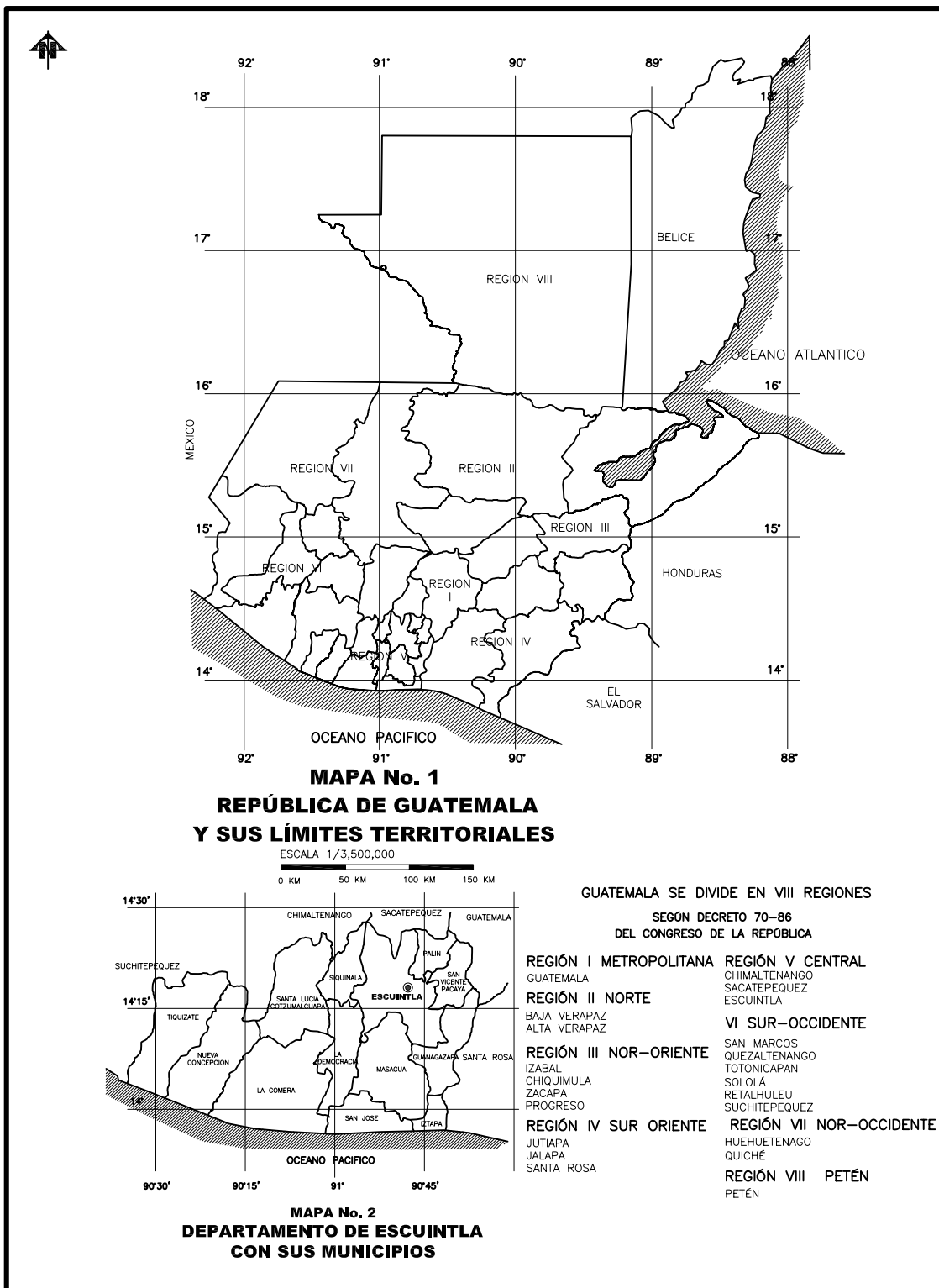
Bosque húmedo subtropical: Cálido (bh-sc), que tiene un patrón de lluvias que va desde 1,200 a 2,000 mm anuales, las biotemperaturas son de alrededor de 30°C promedio.

El municipio se caracteriza de tener temperaturas inferiores a las de los municipios aledaños, esto debido al abundante bosque existente y a las montañas que la rodean.

1.5 Colindancias

El municipio de Siquinalá se encuentra situado en la parte norte del departamento de Escuintla, en la Región V o Región Central. Sus límites territoriales son: Al norte con Santa Lucía Cotzumalguapa y Escuintla, al oriente con Escuintla, al Sur con la Democracia y al poniente con Santa Lucía Cotzumalguapa (todos del departamento de Escuintla).

Figura 1. Ubicación geográfica del municipio



1.6 Población

La población de Siquinalá cuenta con un total de 10,761 habitantes, hombres cincuenta punto cincuenta y uno por ciento (50.51%) y mujeres cuarenta y nueve punto cuarenta y nueve por ciento (49.49%), dicha población esta casi equilibrada existiendo una pequeña diferencia de 111 hombres más sobre el universo de mujeres.

Dentro de los rangos establecidos se consideró la edad de 0 a 14 años como la edad límite establecida por ley, para poder ingresar al campo laboral, en este rango la cantidad de personas es de cuatro mil cuatrocientos ochenta y cinco (4,485) incluyendo ambos sexos, con un porcentaje en relación al total de población de cuarenta y uno punto cuarenta y siete por ciento (41.47%); en el rango de los 15 a los 39 años, se considera una población de cuatro mil ciento setenta y tres (4,173) y corresponde a un porcentaje de treinta y ocho punto setenta y cinco (38.75%), y para el rango de los adultos mayores la población es de dos mil ciento tres (2,103) personas, y corresponde a un porcentaje de diecinueve punto setenta y ocho (19.78%) en relación al total de población. Los datos estadísticos nos indican que son poblaciones con mucho potencial humano relativamente joven.

1.7 Actividad productiva

El municipio se caracteriza por sus valiosas fincas dedicadas a la crianza de ganado, la elaboración de aceites esenciales, así como de panela y azúcar que se obtiene de las plantaciones de caña dentro de la jurisdicción, especialmente del ingenio Pantaleón.

Principales cultivos: Los principales cultivos que se producen en esta zona son los que se menciona a continuación no siendo el orden de importancia: caña de azúcar, café, maíz, palo de hule, cítricos, plantas ornamentales, banano, frijol, frutas varias, hoja de sal, cacao, xate, plátano, pacaya, aguacate, y coco.

Sistema de Riego de acuerdo con la información del MAGA sobre la infraestructura de apoyo en sistemas de riego, únicamente en el sector privado. Específicamente el Ingenio Pantaleón con una cobertura de 14,000 ha. Para el cultivo de caña de azúcar; el abastecimiento del agua es tomando de fuentes superficiales, ya sea por aspersión o por gravedad, si bien es cierto que existe un sistema de riego, no beneficia en nada a la población dedicada a la agricultura, ya que no esta enfocado a otros productos y grupos de agricultores, únicamente a este propietario y a su plantación. Sus habitantes encuentran ocupaciones de trabajo en ingenios ubicados en los límites del municipio y en obras de infraestructura aledañas, así también como en la administración municipal.

1.8 Servicios públicos

1.8.1 Educación:

Hay escuela de primaria en un 60%. Hay educación de párvulos, primaria y básica en la cabecera municipal.

1.8.2 Comunicación:

Calles en buen estado en un 50%, las carreteras de terracería que comunican a las aldeas se encuentran transitables solo en el verano.

1.8.3 Salud

Un puesto de salud central para el municipio, clínica del I.G.S.S. y algunas aldeas cuentan con la infraestructura de salud, pero se carece del servicio médico y medicina.

1.8.4 Agua potable

Se cuenta con un 50% de la totalidad del municipio.

1.8.5 Drenajes

Se cuenta con drenaje en un 30%.

1.8.6 Energía Eléctrica

Cuenta con energía eléctrica en un 60% de su totalidad.

También se cuenta con un mercado municipal, sub Jefatura de policía nacional civil, correo, servicio telefónico, cementerio general en cada aldea. Biblioteca municipal, Academia de mecanografía, así como centro de recreación familiar, canchas polideportivas.

2 PARÁMETROS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

2.1 Estudios de población

2.1.1 Población actual

Es la cantidad de personas que habitan el lugar y que ejercen varios tipos de actividades diarias para su subsistencia, además, tributan caudales de consumo al sistema de abastecimiento de agua potable utilizado. La población actual en la comunidad que se beneficia con el proyecto de introducción de agua potable es de 838 habitantes, en su mayoría adultos.

2.1.2 Población futura

De conformidad con los datos anteriores y utilizando el método geométrico, se obtiene los siguientes resultados:

$$Pf = Pa (1 + \Gamma)^n$$

Donde:

Pf= Población futura

Pa= Población Actual

Γ = Tasa de crecimiento

n= Número de años

Por lo que en 20 años, habrá una población aproximada de 1576 habitantes.

2.1.3 Método de estudio de población

De acuerdo con los censos realizados por el Instituto Nacional de Estadística en años anteriores, se observa que la curva de crecimiento poblacional presenta una forma parabólica, por lo que para la proyección de la población futura en el caso de la aldea El Capulín, se decidió utilizar el método de incremento geométrico, el cual se define a través de la siguiente fórmula:

$$P_n = P_o (1 + R)^n$$

P_n = Población buscada

P_o = Población del último censo

R = Tasa de crecimiento

n = Diferencia en años

2.2 Factores de diseño

2.2.1 Período de diseño

El período de diseño, es el tiempo durante el cual el sistema funcionará eficientemente, a la población existente al final de dicho período. Las estructuras y tuberías en acueductos están diseñadas en función del periodo de diseño.

El periodo de diseño de un abastecimiento de agua potable, está determinado por razones económicas. Un periodo de diseño de pocos años implicaría que las poblaciones se encontrarían con la necesidad de hacer implicaciones al sistema de abastecimiento en un plazo muy corto de tiempo. Un periodo de

diseño de muchos años haría contribuir a la población actual para cubrir los costos que efectivamente deberían ser cubiertos por la población futura.

No debe confundirse el período de diseño con la vida útil de los elementos de un sistema. Generalmente se adopta en nuestro medio un periodo de diseño de 20 años.

Para el sistema construido se tomó en consideración los factores que se mencionan a continuación:

- Capacidad de la fuente (captación).
- Vida útil de las tuberías y estructuras.
- Facilidad de ampliación del sistema.
- Crecimiento de la población.
- Normas de diseño.

Para el diseño del sistema en la aldea El Capulín perteneciente al municipio de Siquinalá, se tomó en consideración un tiempo de 20 años, para lo cual se efectuaron los cálculos respectivos.

2.2.2 Población de diseño

Este parámetro depende del crecimiento de la población en la comunidad, es importante su cálculo para determinar la población existente al terminar el período de diseño, posteriormente obtener la demanda de agua requerida para cada una de las viviendas que están contempladas en el diseño. El crecimiento poblacional en el área rural es del orden 2% a 3%. Cuando no se cuenta con datos estadísticos, no es posible emplear la ecuación del crecimiento

geométrico. Es necesario entonces recurrir al número de viviendas y al número promedio de habitantes por vivienda. De acuerdo a condiciones propias de cada localidad, el número de habitantes por vivienda puede tomarse de 6 a 7.

Para determinar la población de servir para el final del periodo de diseño bastaría multiplicar el número total de casas estimado para entonces por el número adoptado de habitantes por vivienda. Tomándose igual el porcentaje de crecimiento de vivienda que el tomado para habitantes.

Utilizar la ecuación de crecimiento:

$$N = n (1 + r)^s$$

En la cual n es el número de viviendas al año cero y N es el número de viviendas al final del periodo de diseño s .

Al tomar $s = 20$ años,

$$N = n (1+0.02)^{20} = 1.49n$$

Por simplicidad de cálculo se puede adoptar un factor de 1.5, por el que se debe multiplicar el número actual de viviendas para obtener el número de ellas al finalizar los 20 años del período de diseño.

Para el cálculo del número de viviendas futuras se deben considerar varias posibilidades.

a) Que únicamente se cuente con el número actual de viviendas.

- b) Que cuente con el número actual de viviendas y la indicación de viviendas futuras a las que se les puede llamar lotes.
- c) Que no se tenga viviendas actuales pero sí una indicación del número de viviendas futuras (lotes).

Para cada uno de los casos anteriores se ha adoptado el siguiente procedimiento:

- a) el número de viviendas para el final del período de diseño se obtiene multiplicando el número actual de ellas por 1.5.
- b) en este caso se hace dos estimaciones:
 - Sumar las casas y los lotes
 - Multiplicar las casas actuales por 1.5De los dos valores obtenidos se toma el mayor.
- c) El número de viviendas se toma igual al número de lotes.

2.2.3 Caudal de aforo

Este se determina por medio de la obtención de una cantidad de agua (en la fuente) en un tiempo determinado, donde luego se podrá calcular el caudal. Se pueden considerar los siguientes caudales en un abastecimiento de agua rural.

- a) Caudal medio diario (c m d)
- b) Caudal máximo diario (C M D)

- c) Caudal máximo horario (C M H)
- d) Caudal de uso simultáneo (C U S)

- A falta de registro, el caudal medio diario (c m d) es el producto de multiplicar la dotación adoptada por el número de habitantes que se haya estimado para el final del período de diseño.
- El caudal máximo diario, caudal de día máximo o caudal de conducción, es el resultado de multiplicar el consumo medio diario por un factor que oscila entre 1.2 y 1.3; 1.3 para poblaciones futuras menores de 1000 habitantes y 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1000 habitantes. El factor adoptado para cada caso deberá ser justificado.
- El caudal máximo horario, caudal de hora máxima o caudal de distribución, se calcula multiplicando el caudal de día máximo por un factor que varía entre 1.5 y 1.8.
- El caudal de uso simultáneo se basa en la probabilidad de que se utilice al mismo tiempo solamente un porcentaje del número de viviendas de un ramal. El caudal está dado por la ecuación:

$$Q = k (N - 1)^{1/2}$$

En está ecuación:

Q = es el caudal de uso simultáneo, no menor de 0.20 litros/segundo;

K = coeficiente, entre 0.15 y 0.20

N = numero de viviendas estimado para el final del período de diseño.

2.2.4 Dotación para el sistema

Se define la dotación como la cantidad de agua que se le proporciona a cada habitante de una población en un día. Se le representa con la letra D y se expresa en litros por habitante por día (l/h/d).

La dotación para una comunidad rural depende de las costumbres de la población, del clima, del tipo y magnitud de la fuente, de la calidad del agua, de la actividad productiva y de la medición del consumo.

Los estudios de demanda llevados a cabo para poblaciones de características semejantes pueden servir de base para fijar la dotación de una población. Sin embargo, la magnitud de la fuente puede llegar a ser determinante para fijar el valor de la dotación.

Se consideran los factores: clima, nivel de vida, actividades productivas, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad del agua, medición, administración del sistema y presiones del mismo.

A falta de estos se tomarán en cuenta los siguientes valores:

- Servicio a base de llenacántaros exclusivamente: 30 – 60 l/h/d.
- Servicio mixto de llenacántaros y conexiones prediales: 60 – 90 l/h/d.
- Servicio conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 – 120 l/h/d.
- Servicio de conexiones intradomiciliar, con opción a varios grifos por vivienda: 90 -170 l/h/d.
- Servicio de pozo excavado, con bomba de mano como mínimo 15 l/h/d.

Dotaciones

Condición de la vivienda	Dotación
Rural primario (bebida y alimento)	20 l/h/d
Rural facilidades mínimas	50 l/h/d
Rural (interiores más baños y cocina)	100 – 190 l/h/d
Semi urbano (jardines y autos)	200 – 350 l/h/d
Urbano	350 – 500 l/h/d

Tomando como base el clima, así como el desarrollo y cambio de altitudes para la distribución del agua en el proyecto de la aldea El Capulín, se estimó una dotación de 90 litros/habitante/día, ésta dotación se encuentra en el rango de los valores de las dotaciones recomendadas para acueductos rurales entre 60 litros/habitante/día a 120 litros/habitante/día, según normas de UNEPAR.

2.2.5 Criterios y normas sobre la calidad del agua de consumo

El término calidad del agua está estrechamente relacionado con aquellas características físicas, químicas, bacteriológicas y biológicas por medio de las cuales puede evaluarse si el agua es o no apta para el consumo que se destine. Idealmente, el agua de consumo no debe contener microorganismos patógenos. Debe también estar libre de bacterias indicadoras de polución para excretas. Para asegurar una fuente de abastecimiento de agua potable que posteriormente servirá para un sistema, es importante que se tomen muestras para detectar esos indicadores de polución fecal. El indicador bacteriano primario es el grupo de organismos coliformes, estas bacterias están universalmente presentes en gran número en las heces del hombre y de otros animales, permitiendo su detección en disoluciones considerables.

Criterio: se basa esencialmente en investigaciones científicas y es el conjunto de conocimientos utilizados para la formulación de un juicio o un bien, todos aquellos principios evaluados y de los cuales se derivan recomendaciones para las características del agua en relación al uso que se le destine.

Normas: éstas generalmente representan límites que establecen valores para cuantificar los efectos de la exposición a contaminantes que pueden afectar la salud y que son fijadas por gobiernos y entidades componentes y por lo tanto tienen fuerza de ley.

Para formular las normas para el agua potable, es decir la calidad segura, se ha tenido presente el principio universalmente admitido que en el agua de consumo no ha de haber sustancias químicas ni microorganismos peligrosos para la salud; el agua que se suministra para beber ha de ser agradable como las circunstancias lo permitan. En el agua que se destina al consumo humano, es importante su transparencia, la carencia de color y cualquier sabor u olor desagradable.

La localización, la construcción, el funcionamiento y la inspección de los sistemas de abastecimiento de agua (lugares de captación, depósitos, instalaciones de depuración y red de distribución), deben excluir cualquier posibilidad de contaminación.

2.2.6 Análisis de calidad del agua

Según el uso que se le dará al agua, así será la exigencia de su calidad. En este caso, por provenir de fuente subterránea y destinarse al consumo humano, es necesario que cumpla con las normas de calidades físico-químicas

y bacteriológicas que la hagan sanitariamente segura; lo cual debe acreditarse con un certificado emitido según lo establece en el artículo 88 del código de salud.

Para determinar la calidad sanitaria del agua fue necesario efectuar un examen bacteriológico, como lo establece la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR, según especificaciones COGUANOR NGO 29001, realizados en el LABORATORIO NACIONAL DE SALUD “LNS”.

Según los resultados obtenidos es necesario realizar el proceso de desinfección para asegurar la calidad sanitaria del agua, en vista de la existencia de contaminación bacteriológica, para el efecto se incorporará al sistema de agua potable un tratamiento con un hipoclorador a bases de pastillas tricloro, el cual se describe en el inciso 3.2.7.

2.3 Levantamiento topográfico

Según las normas UNEPAR (Unidad Ejecutora de Programas de Acueductos Rurales) y el INFOM (Instituto de Fomento Municipal), cuando la diferencia de alturas entre la fuente y la comunidad es menor o igual a 10 metros/kilómetro, deberá realizarse un levantamiento de primer orden; y ha de utilizarse teodolito y nivel de precisión para la planimetría y altimetría, respectivamente. Cuando la diferencia de alturas entre la fuente y la comunidad es mayor de 10 metros/kilómetro, se puede hacer un levantamiento de segundo orden, utilizando solamente un teodolito para trabajar la planimetría y altimetría, por el método taquimétrico.

En el levantamiento topográfico para el “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Capulín, se empleo el “método

taquimétrico por conservación de azimut” y para ello, se utilizó un teodolito marca “Sokkisha” modelo TM 20 C con 20 segundos de aproximación y referido al zenit. Previo a la realización del levantamiento, fue necesario capacitar personal proporcionado por la aldea para servir de ayudantes en el trabajo.

2.3.1 Planimetría

Conjunto de trabajos necesarios para obtener la representación gráfica de un terreno proyectado en un plano horizontal. Para el levantamiento topográfico, se utilizó el método de conservación de azimut, dado que es el más adecuado para la medición de poligonales cerradas.

Las distancias horizontales (D_h) se calcularon según la siguiente fórmula:

$$D_h = (h_s - h_i) * k * \text{seno}^2 (\text{ángulo vertical})$$

Donde:

D_h = distancia horizontal

h_s = hilo superior

h_i = hilo inferior

k = 100 (constante de lectura horizontal del aparato)

2.3.2 Altimetría

Conjunto de trabajos necesarios para obtener la presentación gráfica de la tercera dimensión del terreno, toma en cuenta las tres dimensiones, generalmente, se les llama trabajo de nivelación. Se utilizó en el proyecto el método de nivelación diferencial. La unión de trabajos de planimetría y

altimetría proyecta en un plano toda la información requerida del terreno para luego tomarlos como base para el diseño del sistema a ejecutar posteriormente.

Las diferencias de nivel entre estaciones o puntos de las líneas, se calcularon de la siguiente manera:

$$\text{Cota E- "D"} = \text{Cota E-"C"} \pm H + HI - hm$$

Donde:

Cota E- "D" = Cota en la estación "D"

Cota E- "C" = Cota en la estación "C"

H = Cotangente del ángulo vertical * distancia horizontal

HI = Altura del instrumento

Hm = Hilo medio

2.3.3 Zonas de levantamiento

2.3.3.1 Zonas de captación

Cuando se trate de una corriente de agua, se levantarán secciones en una longitud mínima de 20m más un espaciamiento máximo de 20m transversales, aguas arribas y aguas a bajo del sitio seleccionado. En corrientes se determinarán los niveles de esorrentía máxima y mínima.

2.3.3.2 Línea de conducción

Previamente a iniciar el levantamiento de la línea de conducción, se deberá hacer un recorrido desde la fuente hasta la comunidad para hacer una selección preliminar de la localización de la línea de conducción.

El levantamiento topográfico de la línea de conducción deberá registrar los obstáculos más importantes y los que pudieran provocar algún problema en el diseño y construcción, y para tales efectos, deberá observarse la siguiente norma: cuando las distancias sean uniformes, sin accidentes intermedios como zanjones o montículos, las distancias entre puntos de nivelación dependerán de la pendiente longitudinal y se tomarán los siguientes parámetros:

Pendiente longitudinal Línea de conducción	Distancia horizontal mínima entre puntos nivelados
Menor de 5%	20.00 metros
Entre 5% y 20%	10.00 metros
Mayor de 20%	5.00 metros

2.3.3.3 Zonas de distribución

En los levantamientos topográficos del núcleo de la población así como de la zona de desarrollo futuro, se localizarán y nivelarán todas las calles y caminos indicando el tipo y estado de la rasante. Se correrá nivelación de los accidentes topográficos de importancia y se tomará las cotas de cruce de las calles, viviendas, escuelas e iglesias ligando estas nivelaciones a la general, cuando el nivel de servicio lo requiera.

La zona de distribución deberá levantarse por medio de poligonales cerradas cuando sea posible, o abiertas teniendo que enlazarse a la poligonal principal. El detalle de estos trabajos será consecuente con el orden del levantamiento topográfico.

2.3.3.4 Amojonamiento

Para los levantamientos de primero y segundo orden, en las líneas de conducción y en la zona de distribución y de desarrollo futuro, se dejarán mojones de concreto debidamente referenciados en número tal que permitan su replanteo y que sean visibles de 2 en 2.

Los mojones deberán tener una dimensión mínima de 20 centímetros y una profundidad mínima de 30 centímetros, un tamaño adecuado para registrar la siguiente información:

Número de estación

Caminamiento y fecha

3 BASES DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

3.1 Diseño del sistema

3.1.1 Demanda de agua

Cuando se habla de demanda de agua se sabe que ésta no es constante, varía según hora, día o estación del tiempo y está relacionada con el tipo de comunidad, clima, costo, calidad y presión del servicio. Para el diseño hidráulico que se describe, se tomó un ramal como ejemplo de memoria de cálculo y se trabajó en él los parámetros descritos.

3.1.2 Consumo medio diario (Qm)

Es el promedio de los consumos medios diarios registrados durante un año. Debido a las condiciones de la aldea El Capulín, no se cuenta con esos registros, por lo tanto se usó el producto de la dotación adoptada, por el número de habitantes estimados al final del período de diseño, se calculó de la siguiente manera:

$$Q_m = \frac{\text{Población futura} * \text{dotación}}{86,400 \text{ seg / día}}$$

$$Q_m = \frac{1576 * 120 \text{ lts/hab/día}}{86,400 \text{ seg / día}}$$

$$Q_m = 2.19 \text{ lts/seg}$$

De acuerdo con las especificaciones del Fondo de Inversión Social (FIS) para climas cálidos es de 90 a 120 lts/hab/día. En conexiones prediales si el aforo lo permite.

3.1.3 Consumo máximo diario

Debido a la falta de registro, el consumo máximo diario se obtuvo del producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor de día máximo que varía entre 1.2 y 1.8, para poblaciones futuras menores de 1000 habitantes y 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1000 habitantes, según normas de diseño para acueductos rurales UNEPAR.

El caudal de consumo máximo diario a ser transportado en las tuberías de conducción se calculó de la siguiente manera:

$$Q_c = Q_m * f.d.m$$

Q_c = consumo máximo diario o caudal de conducción (lts/seg).

Q_m = consumo medio diario

f.d.m = factor de día máximo según valor recomendado por UNEPAR.

En este caso f.d.m. es 1.8

$$Q_c = 2.19 * 1.8$$

$$Q_c = 3.924 \text{ lts/seg}$$

3.1.4 Consumo máximo por hora (Qd)

Es el consumo máximo instantáneo esperado en una o varias horas. Este consumo se determina por el producto del consumo medio diario por un coeficiente que será de 2.00 a 3.00; donde el promedio es usado para poblaciones futuras mayores de 1000 habitantes; según normas de acueductos rurales de UNEPAR.

Este valor se obtuvo de la siguiente manera:

$$Q_d = Q_m * f.h.m.$$

Qd = consumo máximo horario o caudal de distribución (lts/seg).

Qm = consumo medio diario (lts/seg)

f.h.m. = factor de hora máxima, según valor recomendado por UNEPAR.

$$f.h.m. = 2.20$$

$$Q_d = 2.19 * 2.20$$

$$Q_d = 4.818 \text{ lts/seg}$$

Variaciones normales: conforme menor es el número de población a servir en una comunidad, es más variable la demanda de agua y depende de la población en estudio.

Factor de gasto: Es el consumo de gasto por vivienda, se calcula de la siguiente manera:

$$F.G. = 4.818 / 114$$

$$F.G. = 0.0422 \text{ litros/segundo/vivienda}$$

3.2 Cálculo hidráulico

Para realizar los cálculos hidráulicos se hizo uso de la fórmula de Hazzen Williams, por considerarse la más adecuada.

Esta fórmula expresa las relaciones de flujo de agua en conductos circulares a presión o en conductos que fluyen llenos.

La fórmula es:

$$H_f = \frac{1743.811141 * L * Q^{1.85}}{d^{4.87} * C^{1.85}}$$

Hf = pérdida de agua en metro columna de agua (m.c.a)

L = longitud (en metros) por un factor de pendiente

Q = caudal de diseño (litros/segundo)

d = diámetro de tubería en pulgadas (“)

c = coeficiente de diseño para P.V.C.; c= 150

La velocidad se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$V = Q / A$$

Q = caudal (litros/segundo)

A = área de la tubería

3.2.1 Línea de conducción

Es el conjunto de tuberías, diseñadas para conducir el caudal de día máximo, desde la obra de captación al tanque de distribución.

En sistemas por bombeo las líneas de conducción se diseñaran para conducir el caudal máximo diario durante el tiempo de bombeo adoptado.

$$Q_b = QMD * 24/\text{horas de bombeo.}$$

Qb = Caudal de bombeo

QMD = Caudal máximo diario

Se recomienda períodos de bombeo entre 08:00 y 12:00 horas por día para motores diesel y de 12:00 a 18:00 horas por día para motores eléctricos.

3.2.2 Línea de distribución

Son las líneas y ramales de distribución, ubicados desde el tanque de distribución hasta los ramales, sin tomar en cuenta las tuberías de las tomas domiciliarias.

3.2.3 Perforación del pozo y sistema de bombeo

POZO PERFORADO

Los pozos perforados deberán, como los excavados

- Ubicarse en zonas no inundables y de fácil acceso para el agua superficial.
- Perforarse aguas arribas de cualquier fuente real o potencial de contaminación.
- Protegerse contra riesgos de contaminación.
- No deberán localizarse a menos de 20 metros de los tanques sépticos, letrinas, sumideros, campos de infiltración o cualquier otra fuente de contaminación similar.
- El diámetro de la tubería de revestimiento del pozo deberá seleccionarse de acuerdo con las características del acuífero y del consumo requerido.

Caudal (consumo)	Diámetro de la tubería de revestimiento
Hasta 10 litros/segundo (158 gpm)	152 mm (6")
De 10 a 15 litros/segundo (de 158 a 237 gpm)	203 mm (8")
De 15 a 25 litros/segundo (de 237 a 396 gpm)	254 mm (10")
De 25 a 40 litros/segundo (de 396 a 634 gpm)	305 mm (12")

El espacio comprendido entre la perforación y el tubo de revestimiento deberá sellarse con mortero rico en cemento hasta una profundidad mínima de 3 metros (sello sanitario).

El tubo de revestimiento deberá sobresalir un mínimo de 25 centímetros del piso terminado de la caseta de bombeo.

El acondicionamiento del terreno en los alrededores del pozo debe hacerse de tal forma que garantice que las aguas superficiales drenen hacia fuera. Antes de entubar el pozo, deberá correrse un registro eléctrico para establecer el diseño que tendrá la rejilla y su ubicación respecto a los acuíferos a explotar.

En las zonas adyacentes al acuífero se colocarán rejillas previamente diseñadas de acuerdo a la granulometría del mismo, de tal manera que impidan el paso de arenas que puedan dañar los equipos de bombeo y obstruir el pozo. La velocidad del agua de entrada por los orificios o ranuras de la rejilla o en el filtro, no debe exceder de 0.03 metros/segundo. Podrá utilizarse tubo rasurado con soplete de acetileno.

En acuíferos con material permeable, de diámetro muy pequeño y uniforme, se debe construir un empaque de grava o filtro, alrededor de la rejilla o zona de ranura. Con este fin el espacio anular en la zona de filtración debe tener como mínimo 5 centímetros. (el diámetro de la perforación del pozo será 10 centímetros más grande que el diámetro de la tubería de revestimiento).

Terminada la perforación y después de entubar el pozo debe limpiarse, y desarrollarse para sacar los residuos de perforación, y conglomerados de arena, utilizando aire comprimido o cubeta mecánica adecuada.

La producción efectiva de los pozos deberá estimarse con base en la prueba de producción de bombeo continuo, la cual durará como mínimo 24:00 horas a caudal constante, midiendo caudal y abatimiento del nivel freático, por medio de bombeo de capacidad adecuada. Deberá hacerse además una prueba de recuperación también de 24:00 horas de duración.

Los materiales de la tubería de revestimiento, rejilla, columna de las bombas y demás elementos en contacto con el agua, deberán ser resistentes a la acción corrosiva de ésta y soportar los esfuerzos máximos a que puedan estar sometidos.

Datos de perforación del pozo (según el perfil estratigráfico de DAHO POZOS)

- Método de perforación por percusión con perforadora 60-l.
- Diámetro de la tubería 8".
- Temperatura del agua 20°.
- Profundidad del pozo 500'.
- Total de tubería ranurada 200'.
- Nivel estático 195'.

- Nivel dinámico 364'.
- Producción 180 GPM (galones por minuto).

Aforo encontrado a 500 pies = 13.6 litros por segundo

Producción = 180 galones/minuto * 3.78 litros * 1 minuto/60 segundos

Producción = 11.34 litros/segundo.

EQUIPO DE BOMBEO EN POZO PERFORADO

La capacidad de la bomba y la potencia del motor deberá ser suficiente para elevar el caudal de bombeo previsto contra la altura máxima de diseño.

La eficiencia de la bomba en ningún caso será menor del 60%.

La bomba debe instalarse a una profundidad tal que asegure una sumergencia que garantice su enfriamiento adecuado.

A la salida de los equipos de bombeo deberán proveerse como mínimo los siguientes dispositivos:

- Manómetro en la descarga
- Tubería de limpieza
- Válvulas de retención y de paso en la línea de descarga
- Junta flexible en la línea de descarga
- Protección contra golpe de ariete si fuera necesario
- Elementos que permitan determinar en cada caso la altura del nivel de bombeo.

La capacidad del motor deberá calcularse para suministrar la potencia requerida por la bomba (considerando el rendimiento del conjunto), más una capacidad de 10% a 25% para compensar el desgaste normal del equipo. En el sistema de bombeo se utiliza energía potencial del agua con la diferencia que para llevarla a ese nivel de energía se utiliza un equipo de bombeo que proporcione la energía necesaria (energía mecánica) para elevar el nivel natural de la fuente a un nivel aprovechable.

El tiempo de bombeo diario se obtendrá considerando criterios económicos y de consumo; se recomienda no mayor de 18 horas diarias.

$$\text{Potencia} = \frac{\text{C.D.T.} * \text{Qb}}{76 * e}$$

C.D.T = Carga Dinámica Total en metros por columna de agua.

Qb = Caudal de bombeo en litros por segundo.

e = Eficiencia del equipo de bombeo en porcentaje.

Qc = Qm * f.d.m

Qc = Caudal de conducción (litros/segundo)

Qm = Consumo medio diario

f.d.m = Factor de día máximo según el valor recomendado por UNEPAR

Qc = 2.19 * 1.8

Qc = 3.924 lts/seg

Qb = QMD * 24/horas de bombeo.

C.D.T = Carga dinámica total

Perdida de carga por especificaciones

Salida del pozo a la descarga.

TANQUE ELEVADO

Los tanques elevados podrán ser de concreto o metálicos, atendiendo criterios económicos. Deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Que el nivel mínimo de agua en el tanque sea suficiente para conseguir las presiones adecuadas en la red de distribución.
- Que la tubería de rebose descargue libremente.
- Que la tubería de salida hacia el servicio sea reentrante como mínimo 20 centímetros.
- Tubo de desagüe con su correspondiente válvula de compuerta, que permita vaciar el tanque.
- Dispositivo para ventilación convenientemente protegidos, instalándose uno por cada 30 m² de superficie como mínimo.
- Escaleras interiores y exteriores en caso de que las dimensiones excedan de 1.20 metros de alto.
- Caja común o cámara seca para facilitar la operación de las llaves y válvulas del tanque.
- Las tuberías de rebose desagüe no se conectarán directamente a los alcantarillados; deberán tener una descarga libre de 1.00 metro como mínimo y siempre se buscará un desfogue adecuado, donde no cause daño o erosión.
- Los extremos de las tuberías de rebose y desagüe deben protegerse para impedir el paso de insectos y otros animales.

3.2.4 Cálculo y diseño de la red del sistema de agua potable

RED DE DISTRIBUCIÓN

Para poblaciones en general, el cálculo de la red se hará preferentemente por el método de la gradiente hidráulica, considerando que las presiones de servicio en cualquier punto de la red, estarán limitadas entre 10 y 60 metros columna de agua.

La velocidad del agua en las tuberías podrá llegar hasta 2.00 m/seg. El método de Hardy-Cross se utilizará como acabado o verificación del cálculo, admitiéndose para el cierre de los circuitos una aproximación no mayor de 1% del caudal total que entra en la red. Para estimaciones preliminares en distribuciones abiertas se empleará el método de secciones. En todo caso se considerará la optimización de los resultados.

Se aceptarán ramales abiertos que partan de la tubería matriz de distribución siempre que terminen en conexiones prediales o domiciliarias, servicios públicos, o en caso excepcionales, en puntos muertos provistos de válvulas que sirvan para la limpieza de la tubería. El diseño de la red deberá contemplar el posible desarrollo futuro de la localidad, con el fin de proveer facilidad de ampliaciones.

PRESIONES

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

- Mínima 10 metros (presión de servicio)
- Máxima 40 metros (presión de servicio)

PARÁMETROS DE DISEÑO

PARÁMETROS DE DISEÑO	
SISTEMA	FACTORES
Período de diseño	20 años
Población actual	847 habitantes
Población futura	1576 habitantes
Dotación (lts/hab/día)	120 (lts/hab/día)
Factor de conducción (f.d.m.)	1.80
Consumo máximo diario (Qc)	3.942 (lts/hab/día)
Factor de distribución (f.h.m.)	2.20
Consumo máximo horario (Qd)	4.818 (lts/hab/día)
Consumo medio diario (Qm)	2.19 (lts/seg)
Capacidad de almacenamiento	

Los criterios técnicos tomados en consideración para el desarrollo de los cálculos hidráulicos, se presenta en la siguiente tabla:

CRITERIOS TÉCNICOS DE DISEÑO	
Diámetro mínimo tubería secundaria en línea de distribución área rural	1"
Clases de tubería	P.V.C
Presión de trabajo de la tubería	160 P.S.I
Velocidad mínima	0.60 m/s
Velocidad máxima	3.00 m/s
Presión estática mínima	10
Presión estática máxima	40
Presión dinámica mínima	40
Presión dinámica máxima	60

3.2.5 Volumen del tanque de distribución

El tanque para almacenamiento de agua debe diseñarse para que supla las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución. De esta forma se mantiene una reserva adecuada para el caso en el que se interrumpa la distribución de las líneas o fuentes de abastecimiento, y para casos de incendio. El volumen del tanque debe ser igual a la suma de los requerimientos anteriores.

El caudal de agua que debe llegar al tanque es prácticamente constante, por lo que puede almacenarse agua en los períodos en que el consumo es menor para cubrir los de mayor consumo. Para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo, siendo su volumen igual a 25% al 40% del caudal medio diario.

$$Q_m = 2.19 \text{ litros/segundo}$$

$$\text{Volumen} = Q_m * 86,400/1,000$$

$$\text{Volumen} = 30\% * (2.19 * 86.4)$$

$$\text{Volumen} = 56.76 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{tanque}} = \frac{P_f * \text{Dotación} * FDM * FV}{1,000} \quad (\text{M}^3)$$

Donde:

V_{tanque} = Volumen del tanque

P_f = Población futura

FDM = Factor día máximo

FV = Factor de Volumen del Tanque

Se tomará el volumen de:

$$V \text{ tanque} = 60.00 \text{ (M}^3\text{)}$$

Existe un tanque del diseño que esta abasteciendo a la población actualmente de volumen 20 metros cúbicos, y el volumen necesario con el diseño del nuevo período es de 45 metros cúbicos es necesario construir otro.

3.2.6 Diseño del tanque elevado metálico

Diseño del cuerpo del tanque metálico

Tipos de juntas: el empalme o unión de placas del tanque o conexiones se hará por medio de soldaduras. Pueden usarse tornillos para uniones secundarias y para empalmes de columnas que resistan principalmente cargas de compresión. Pernos tratados o laminados en frío pueden ser usados para conexiones de barras a tracción que tengan sus extremos previstos para estos accesorios.

Las roscas de los tornillos serán pulidas para evitar la rebaba exterior y prevenir una fácil remoción de las tuercas. Las uniones entre juntas traslapadas de placas del fondo se encuentran soportadas directamente en una plataforma de cimentación, serán soldadas continuamente en el lado superior únicamente, todas las demás juntas traslapadas de placas en contacto con el líquido serán soldadas continuamente en ambos lados.

CARGAS DE DISEÑO

Carga muerta: será el peso estimado de todas las construcciones permanentes y accesorios. El peso unitario del acero se considerará como 490 libras/pie² (7850 kilogramo/metro²), y el de concreto entre los límites de de 144 a 150 libras/pie² (2300 kilogramo/metro²).

Carga viva: será el peso estimado de todo el líquido cuando el tanque está lleno hasta el rebosadero y todas las demás cargas vivas que correspondan. El peso unitario del agua se considerará 62.4 libras/pie² (1000 kilogramo/metro²). El peso de un cilindro de diámetro igual al diámetro interior del tubo de admisión, si se encuentra soportado directamente sobre su cimentación, no será considerado como una carga viva vertical sobre dicho tubo.

Carga de viento: se asumirá que es de 30 libras/pie² (150 kilogramo/metro²), en superficies planas verticales y es de 18 a 20 libras/pie² (90 – 100 kilogramo/metro²), en proyecciones de áreas de superficies cilíndricas y 15 libras/pie² (75 kilogramo/metro²), en proyecciones de áreas de doble curvatura (placas) y superficies cónicas. En estructuras diseñadas para velocidades de viento mayores de 100 millas/hora (160 kilómetros/hora), todas las presiones unitarias anteriores serán ajustadas en proporción del cuadrado de la velocidad, asumiendo que las presiones de arriba son para una velocidad de 100 millas/hora.

Carga de sismo: se asumirá que la carga completa de lateral sobre la estructura (techo, paredes, fondo y la proyección adecuada de los miembros de la torre para cargas de viento, incluyendo la proyección del tubo de admisión), actúa sobre la estructura, en el centro de gravedad de estas cargas.

ESFUERZOS UNITARIOS

Excepto para soportes de techo, todos los miembros de acero serán diseñados y proporcionados para que durante la aplicación de cualquiera de las cargas previamente mencionadas, o cualquier combinación de ellas, el máximo esfuerzo no exceda los valores especificados.

3.2.7 Desinfección

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

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

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

$$F_c = Q_e * D_c * 0.06$$

Donde:

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

Q_b = 1.35 litros /segundos = 81 litros /minuto.

D_c = demanda de cloro en mg /litro (se estima una demanda de cloro de 0.2 mg/litro).

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$F_c = 81 * 2 * 0.06$$

$$F_c = 9.72 \text{ gramos /hora}$$

Calibración del hipoclorador: El clorinador se extrapola F_c y se determina el flujo de solución de cloro (Sc). Regularmente este flujo es muy pequeño y debe obtenerse mediante la calibración de la válvula de compuerta que se coloca en el ingreso del clorinador; por lo tanto, se debe calcular el tiempo necesario para llenar un recipiente de un litro, mediante la siguiente fórmula:

$$t = 60 / Sc$$

Donde:

t = tiempo de llenado de un litro en segundos.

Sc = flujo de solución de cloro en litros / minuto

Con base al resultado anterior, se procede a la calibración del flujo de solución de cloro, con la fórmula siguiente:

$$t = 60 / 17 = 3.53 \text{ segundos}$$

El resultado anterior indica la cantidad de tiempo necesario en que deberá llenarse completamente un recipiente de un litro. El flujo de cloro de hipoclorito es de 49.32 gramos/hora, entonces la cantidad de tabletas (Ct) que consumirá en un mes será de:

$$Ct = 9.72 \text{ gramos / hora} * 24 \text{ horas} / 1 \text{ día} * 30 \text{ días} / 1 \text{ mes}$$

$$Ct = 6998.4 \text{ gramos} / 1 \text{ mes} * 1 \text{ tableta} / 300 \text{ gramos}$$

$$Ct = 23.33 _ 24 \text{ tabletas} / \text{mes}$$

3.3 Presupuesto del proyecto

3.3.1 Presupuesto

Para la realización del presupuesto se consideró la construcción de todo el sistema de introducción de agua potable para la Aldea El Capulín, que lo integran perforación del pozo, tanque elevado metálico, bomba sumergible, accesorios a utilizar para la utilización de dicha bomba, clorinador, tubería para la distribución y materiales para la construcción de la caseta de la bomba, (se puede ver en planos).

3.3.2 Control de costo

El control de los costos se realizó en base a los precios proporcionados por las ventas de materiales más cercanos al lugar donde se realizará el proyecto, esto debido a que la aldea queda en un lugar lejano y camino de terracería que en ocasiones podría ser intransitable.

3.3.3 Elaboración de presupuesto e integración de costos

PRESUPUESTO DESGLOSADO POR RENGLONES DE TRABAJO:

I. PERFORACIÓN DE POZO MECÁNICO DE 460 PIES. ESTIMACIÓN DESGLOSADA:

Transporte del equipo al lugar de trabajo, regreso del mismo, incluso acarreo de materiales de perforación y otros.	Q9,240.00
Montaje y desmontaje de la maquinaria.	Q6,468.00
Perforación de 460 pies para pozo mecánico con 12 1/4" de diámetro de perforación.	Q81,466.00
Valor de 220 pies de tubería de revestimiento en acero al Carbón de 8" de diámetro.	Q37,268.00
Entubación de 460 pies, incluso el traslado de equipo y operador de soldadura.	Q22,137.50
Valor de 240 pie de rejilla de ranura vertical elaborada en fábrica.	Q62,832.00
Filtro de grava de canto rodado y de calibre de selección.	Q8,778.00
Sello sanitario de cemento.	Q6,006.00
Desarrollo y limpieza del pozo para la extracción de sólidos y agitación del acuífero por 60 horas estimadas. Las horas adicionales se cobran por separado.	Q22,176.00
Aforo con una duración de 24 horas. Incluye traslado de equipos adecuados, accesorios y operador.	Q23,100.00
Registro eléctrico para la detección de formaciones conducentes de agua, incluye traslado y operador. OPCIONAL	
Suministro de agua por una cantidad de 30 viajes.	Q13,860.00
Análisis físico-químico del agua en laboratorio profesional.	Q1,617.00
Espuma QUICK-FOAM para la perforación con aire. Incluye suministro y aplicación.	Q9,240.00
Inspección con cámara de video sumergible a colores para visualizar el interior del pozo. OPCIONAL	

Precio total estimativo en condiciones normales. Q 304,188.50

II. SUMINISTRO EQUIPO SUMERGIBLE PARA PRODUCIR 47 GPM A
275 PIES DE CDT.

ESTIMACIÓN DESGLOSADA:

EQUIPO Y ARTÍCULOS:

1	L50p4j bomba sumergible Sta-Rite 5hp 13 et	Q5,126.00
1	Motor sumergible Franklin 5hp 230 V 1F j02	Q6,049.00
2	506SB válvula cheque simmons de 2" BR	Q674.00
1	Sello sanitario 8"x2"	Q248.00
1	Collarín soporte 2" H.F.	Q122.34
15	Tubo gal. Tipo mediano 2"	Q7,298.10
320	Pie de cable sumergible	Q4,489.60
310	Línea de aire de 1/4" (pie)	Q316.20
1	1003982 switch flote SJE RH Pumpmaster	Q201.00
1	1002230 contrapeso para switch flote SJE	Q59.74
1	Gabinete metal T-1 8x12x20	Q697.20
2	Flip-On 2x4 P/mando Elfa (L.G.)	Q344.00
1	Flip-On 2x50 Amp Square-D	Q105.00
1	Base Flip-On doble S-d	Q98.00
1	42CF35AG contactor furnas 3x40 230V	Q331.00
1	Protector de fase 220V 1F GSM-C	Q628.99
1	Selector 3 posiciones	Q226.00
1	Luz piloto (S.D.) 110/220V	Q173.00
1	AG2401C pararrayos para uso rural 250V	Q368.00

Precio total estimativo en condiciones normales. Q 27,555.17

RUBRO "B": MANO DE OBRA Y ARTÍCULOS:

Tee, Niple, tapón y U.U. HG de 2 plg	Q225.00
Empalme vulcanizado y amarres	Q275.00
Kit para monitoreo de niveles con línea de aire	Q155.00
Funda de enfriamiento	Q425.00
Instalación mecánica de la bomba dentro del pozo	Q4,075.00
Artículos varios y misceláneos	Q3,465.00
Mano de obra por instalación	Q2,475.00

Precio total estimativo en condiciones normales. Q 11,095.00

III. EQUIPO DE CLORACIÓN.

ESTIMACIÓN DESGLOSADA:

01 dosificador electrónico de 47GP y 80 PSI
Depósito de hipoclorito de sodio tipo B
Kit de medición de cloro residual

Precio total estimativo en condiciones normales. Q 11,449.15

IV. CASETA DE BOMBEO Y CLORACIÓN:

01 caseta de panel de control de arranque, de bombeo y cloración de 24 m ² de block visto y parad a un lado.
01 puerta frontal y 02 ventanas (ver plano adjunto), con losa tradicional.

Precio total estimativo en condiciones normales. Q 9,286.98

V. DEPÓSITO DE CONTADOR ELÉCTRICO DE ALTA DEMANDA:

Depósito no reembolsable a EMPRESA ELÉCTRICA/ENÉRGICA
Por conexión CONTADOR ALTA DEMANDA

Precio total estimativo en condiciones normales. Q 20,000.00

VI. TANQUE ELEVADO PARA DISTRIBUCIÓN.

CAPACIDAD VOLUMÉTRICA: 60,000 LITROS

Altura de la torre: 15 metros
Lámina: Tipo ASTM A-36
Electrodo: Serie 7018 Penetración
Torre: Conformada por columnas, Breizas "L" y Diagonales angulares
Cimentación y columnas: CONCRETO REFORZADO

COSTO TOTAL DEL TANQUE ELEVADO: Q 325,000.00

VII. CONSTRUCCIÓN RED DE DISTRIBUCIÓN:

RENGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Tubería PVC 3" 160 psi	23	Tubo	Q281,13	Q6.465,99
Tubería PVC 2" 160 psi	394	Tubo	Q128,44	Q50.605,36
Tubería PVC 1" 160 psi	160	Tubo	Q46,51	Q7.441,60
Reductor de 3" a 2"	1	Unidad	Q50,24	Q50,24
Reductor de 2" a 1"	1	Unidad	Q10,63	Q10,63
Tapón de 3"	1	Unidad	Q8,97	Q8,97
Tapón de 2"	5	Unidad	Q4,22	Q21,10
Tapón de 1"	2	Unidad	Q2,97	Q5,94
Tee de 2"	1	Unidad	Q16,37	Q16,37
Codo a 90 de 1"	1	Unidad	Q87,50	Q87,50
Codo a 90 de 2"	5	Unidad	Q175,28	Q876,40
Válvula de compuerta 2" Br	2	Unidad	Q407,08	Q814,16
Válvula de compuerta 1" Br	1	Unidad	Q255,12	Q255,12
Q66.659,38				
MANO DE OBRA				
LIMPIEZA				
TRAZO Y ESTAQUEADO				
EXCAVACIÓN				
INSTALACION TUBERIA PVC				
		NOTA: EL PROYECTO SE REALIZARÁ POR COOPERACION ENTRE LA MUNICIPALIDAD Y LOS HABITANTES DE LA ALDEA, POR LO QUE ESTE RUBRO LE CORRESPONDE PROPORCIONARLO A LOS BENEFICIADOS		

COSTO TOTAL DEL PROYECTO:

Q. 775,234.18

3.4 Programa de operación y mantenimiento

Para sostener y dar mantenimiento a un sistema de agua potable, es necesario contar, básicamente, con recursos financieros, los cuales deben ser captados y administrados por un ente autorizado, como es un comité del agua electo democráticamente e integrado por personas que gocen de la credibilidad y confianza de los habitantes de la comunidad.

El comité debe estar legalizado y cumplir con el reglamento para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, establecidos en el Acuerdo Gubernativo No. 293-82 de fecha de 30 de septiembre de 1982.

En comunidades rurales como la aldea El Capulín, Siquinalá, Escuintla; la población es de escasos recursos y la tarifa que pueden pagar no es suficiente para amortizar la inversión para la construcción, que implica un proyecto de agua potable como el presente; por eso el comité de agua deberá gestionar ayuda ante instituciones gubernamentales y/o no gubernamentales, para la realización del mismo, así como utilizar los recursos recaudados a través de la tarifa, para sufragar los gastos de operación y mantenimiento del sistema.

El mantenimiento de un sistema de agua potable comprende una serie de acciones que se realizan, con el objeto de prever daños o perjuicios en la red, obras hidráulicas o equipos, o para reparar los mismos cuando estos ya se han averiado. Esto es con la intención de garantizar un buen servicio y el funcionamiento del sistema.

El mantenimiento preventivo consiste en una serie de acciones planificadas que se realizan periódicamente para prevenir daños en el sistema, mientras que el mantenimiento correctivo consiste en la pronta reparación de cualquier avería ocasionada en la red, obras hidráulicas o equipo; dicho mantenimiento no puede programarse y, para poder hacerlo eficiente es necesario contar y disponer en cualquier momento del equipo y materiales en bodega del personal especializado y del transporte de los mismos.

Para prestar el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo en un sistema de agua potable, es necesario contar con un fontanero dedicado a estas labores y que deberá ser pagado con los fondos obtenidos de la tarifa mensual, las cuales servirán también para costear los gastos de herramienta y materiales necesarios y su transporte.

La propuesta es la siguiente:

- Una persona es la encargada de encender el funcionamiento del generador, para activar la bomba sumergible, empezando a las 05:00 horas del día y finalizando a las 10:00 horas, el tiempo de llenado del tanque es de 04:00 horas continuas. Por ningún motivo se utilizará la bomba más de 5 horas continuas.
- Los aditivos y aceites que utiliza el generador serán cambiados siguiendo las recomendaciones del fabricante o en su defecto cada 3 meses, dependiendo del uso.
- Según la casa distribuidora de la bomba de agua sumergible, dada su alta eficiencia y mayor duración del equipo recomienda la revisión una vez al año, y utilizar el manual que viene con el equipo para diagnosticar una posible falla.
- Cuando el equipo requiera de una reparación mayor, debe ser realizada por personal técnico capacitado en equipos sumergibles, para así garantizar de nuevo su funcionamiento.
- La cloración se efectuará al inicio y mitad de cada mes, alimentando el clorador con cinco tabletas de tricloro.

- La captación, válvula de limpieza, válvulas de aire, deberán revisarse cada 4 meses y limpiarse si se encontrara con sedimentos o materia orgánica a su alrededor.
- La limpieza del tanque de almacenamiento deberá efectuarse cada 6 meses.

3.5 Propuesta de tarifa

Para que un sistema de agua potable cumpla con su cometido y sea sostenible durante el período para el que se diseña, se requiere de un fondo para operar el sistema y darle mantenimiento. Para esto se determinó una tarifa de cada una de las viviendas como usuarios deben cancelar, en función de los costos de combustible diesel, de operación, mantenimiento, administración y reserva. Esta tarifa será mensual y estará sujeta a los cambios de precio, de los insumos utilizados. Los precios utilizados corresponden al mes de junio de 2006.

Costo de combustible (C). Este costo representa el gasto de combustible diesel para el funcionamiento de la bomba. Se calcula así:

$$C = HP * 0.035 * H * Di * D$$

Donde

HP = potencia del motor

H = número de horas diarias de funcionamiento del motor

Di = costo en quetzales por el galón de diesel

D = número de días de funcionamiento

$$C = HP * 0.035 * H * Di * D-----$$

Costo de operación (O). Este costo representa el pago al fontanero y operador de la bomba, se supone el jornal a un precio de Q. 35.00, a esto se le suma el 40% más del salario normal por prestaciones laborales (aguinaldo, bono 14 e indemnización).

De tal forma que se obtiene:

$$O = 35 * 1.4 * (30 \text{ días}) = 1470 / \text{mensuales.}$$

Costo de mantenimiento (M). Este costo servirá para la compra de materiales del proyecto, en caso de que sea necesario cambiar los ya instalados o para la ampliación de los mismos. Se estima como el 4 por millar del costo total aproximado de materiales del proyecto dividido el número de años del período de diseño.

$$M = \frac{0.004 * \text{costo proyecto}}{20}$$

$$M = \frac{0.004 * (400000)}{20} = 80 / \text{mensual}$$

Todos los renglones mencionados anteriormente se suman y se dividen entre la cantidad de viviendas que utilizaran el servicio, proponiendo así la tarifa de pago.

3.6 Evaluación socio-económico

La evaluación socio-económico trata de tiempo en el cual será reembolsado el costo del proyecto, el tiempo de reembolso debe ser el menor que se pueda para que empiece a generar ganancias.

Por medio de este estudio se puede conocer la rentabilidad del proyecto, en este caso se analizó el valor presente neto y su comparación con la tasa interna de retorno.

3.6.1 Valor Presente Neto

EL Valor Presente Neto (VPN) se define como el valor presente del flujo de ingresos (flujo positivo) menos el valor presente del flujo de egresos (flujo negativo). Esto es, la suma algebraica de los flujos de efectivo futuros (positivos y-negativos) al valor presente, incluyendo en esta suma el egreso inicial de la inversión.

Para obtener el valor presente neto se calcula por medio de la fórmula siguiente:

$$VPN = (-VALOR INICIAL + FLUJO NETO) / (1 + 0.1467)^N$$

VPN = Valor presente neto

N = Periodo de diseño

Utilizando la hoja electrónica del programa EXCEL encontramos el valor presente neto.

$$VPN = Q4.153, 28$$

3.6.2 Tasa Interna de Retorno

Esta es utilizada para evaluar el rendimiento de la inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible 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; este se determina de la siguiente manera:

Costo = Inversión inicial – VPN = 1364056.00 38095.45 = 1325960.53

Beneficio = No. Habitantes beneficios a futuro

C/B = 290.33 habitante.

Las instituciones de inversión social; toman las decisiones con base al valor anteriormente obtenido y las disposiciones económicas que posean, según las expectativas de las entidades que colaboran con la municipalidad de Siquinalá se tiene un rango aproximado de Q. 500.00 por habitante.

3.7 Evaluación de impacto ambiental

Podría definirse el Impacto Ambiental (IA) como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales. Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo. Se puede definir el Estudio de Impacto Ambiental como el estudio técnico, de

carácter interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Es un documento técnico que debe presentar el titular del proyecto y sobre la base del cual se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental.

3.7.1 En construcción

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto son:

El agua: debido a que existen fuentes superficiales pequeñas, que pueden contaminarse con el movimiento de tierra, al momento del zanjeo.

El suelo: se impactará negativamente el mismo si no se verifica la etapa de compactación, pudiendo sufrir el suelo hundimientos y provocar fisuras o quebraduras en la tubería.

Salud: hay un impacto relativamente pequeño en la salud en la etapa de construcción, debido al movimiento de tierras se producirá polvo en las sucesivas etapas del proyecto el impacto positivo.

Impactos negativos en la etapa de construcción

Los elementos más impactados negativamente en esta etapa son:

- El suelo
- El agua

Medidas de mitigación en la etapa de construcción:

Para evitar las polvaderas, será necesario programar adecuadamente el horario de las labores de zanjeo, las que deberán llevarse en el tiempo más corto posible, compactándose adecuadamente las mismas para evitar el arrastre de partículas por el viento.

En el movimiento de tierra se deberá ubicar adecuadamente el material, con el fin de no dañar fuentes superficiales pequeñas.

Plan de contingencia en la etapa de construcción

En áreas planas, ríos y riachuelos cercanos, como en la Aldea El Capulín es común que en épocas de lluvia ocurran daños en las obras hidráulicas y tubería del proyecto. Por lo cual se deberán proteger adecuadamente las obras hidráulicas en construcción y no dejar tubería descubierta por largo tiempo.

Programa de monitoreo ambiental en construcción

- Supervisar periódicamente, si están siendo ejecutadas las medidas dadas en esta etapa del proyecto.
- Monitorear si el personal utiliza el equipo necesario para la prevención de accidentes y de salud.

3.7.2 En operación

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto son:

- El suelo: se impactará negativamente el mismo si no se verificó la etapa de compactación, pudiendo sufrir el suelo hundimientos y provocar fisuras o quebraduras en la tubería.
- Salud: se impactará negativamente si existiera fugas de agua que no sean localizadas rápidamente, ocasionando contaminación de la misma.

Impactos negativos en la etapa de operación:

Los elementos más impactados negativamente en esta etapa son:

- El suelo
- El agua

Medidas de mitigación en la etapa de operación:

Capacitar al (o a los) comunitarios que se encargaran de darle mantenimiento al sistema, especialmente sobre aspectos de limpieza de obras hidráulicas, identificación de fugas y cualquier emergencia dada en el proyecto.

Plan de contingencia en la etapa de operación:

En áreas planas, ríos y riachuelos cercanos, como en la Aldea EL Capulín, es común que en épocas de lluvia ocurran inundaciones con el consecuente arrastre de fango y otros materiales o cuerpos extraños que en un dado caso pudieran dañar las obras hidráulicas y tubería del proyecto. Por lo cual se deberá proteger adecuadamente las obras hidráulicas y tener un constante monitoreo del proyecto.

Programa de monitoreo ambiental en operación:

- Supervisar periódicamente, si están siendo ejecutadas las medidas de mantenimiento.

4 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO DE EL PRIMER SECTOR, EN LA COLONIA TIERRA VERDE

En todo trabajo de pavimento, es necesario conocer las características del suelo. El diseño del pavimento, se basa en los resultados de los ensayos de laboratorio, que se realizan a las muestras de suelos, los cuales se extraen del lugar donde se construirá el pavimento.

Esta evaluación consiste específicamente, en pruebas normalizadas por la AASHO (American Association of State Highway officials) y la ASTM (American Society for Testin Materials). Las pruebas más comunes que se realizan a los suelos que soportaran un pavimento son: granulometría, limite de consistencia, proctor o compactación, CBR o valor soporte y equivalente de arena.

4.1 Descripción del proyecto

Comprende la evaluación del estado físico y funcional de todos los elementos que conforman el proyecto, con el objeto de determinar las condiciones actuales y cual será el comportamiento de estos elementos en un futuro. Después de la inspección inicial detallada y del levantamiento topográfico, se procede al diseño presentando las mejoras necesarias, ajustándose en la medida de lo factible. Seguidamente, se presenta el estudio y diseño propuesto, se hace una evaluación y propuesta de los bancos de materiales locales y tipo de suelo existente, con sus ventajas y desventajas en la aplicación al desarrollo de este proyecto.

Los trabajos de pavimentación que se realizarán en el primer sector de la Colonia Tierra Verde consistirán en lo siguiente:

- a) Remoción de la capa de grava y arena que está actualmente en el área.
- b) Relleno necesario y compactado del área con material selecto, utilizando maquinaria para ello, llevando la rasante hasta lo indicado según los planos.
- c) Fundición de una capa de concreto de espesor de 0.15 mt. con capacidad de 4000 PSI, para tráfico vehicular, de 3.5x 3.5 mt. y dejarle juntas de dilatación de 0.01 mt. Rellenadas de caucho.
- d) Tallado de banquetas y cunetas existentes en el lugar, para evacuar el agua.
- e) Retirar todo el material que haya sido extraído de la capa de grava y arena anterior y depositarlo en un lugar adecuado, o bien utilizarlo en el empedrado de otro camino, pero hacia una aldea.

4.2 Estudios topográficos

Inspección inicial

Se hizo una inspección detallada de las condiciones existentes en las calles del presente estudio; se determinó que la investigación de los datos de campo debía ser sustentada por el levantamiento topográfico de un eje, seccionada y nivelada. Para el efecto se investigaron puntos obligados, así como de drenajes existentes, observaciones con respecto al tipo de suelo y posibles sectores para material de préstamo y desperdicio.

Las calles de estudio, cuentan con poca pendiente y su ancho promedio de 7.00 m. con viviendas existentes de ambos lados de las mismas. La subrasante existente es firme; ya que la colonia existe desde hace muchos años con el mismo trazo desde que se lotificó esta finca, en épocas de verano le dan mantenimiento a la superficie de rodadura, aunque en épocas de invierno se forman zanjas en las calles debido a que las descargas pluviales en esta área son muy intensas.

Levantamiento topográfico

Para el levantamiento topográfico, se utilizó el sistema de poligonal cerrada, trazando todo el sector uno, chequeando las colindancias según un plano ya existente desde el inicio de la desmembración de la finca. Se localizó el eje central y secciones transversales con estaciones a cada veinte metros.

El equipo utilizado para dicho levantamiento fue lo siguiente: Teodolito Wild T-1 con su respectivo trípode, nivel de precisión, dos plomadas de 1 libra, una cinta métrica de cadena, un estadal de madera de 4 metros, una almádana y machetes.

La municipalidad colaboró con personal local para seguridad del equipo, y dos personas para cadeneros.

4.3 Toma de muestra de suelos

El muestreo se llevó a cabo a lo largo de la calzada principal, tomando muestras de 0.90 x 0.90 x el espesor de la base. Estas perforaciones fueron realizadas a cada 100 metros. Al observar detenidamente la muestra, se llegó a

la conclusión de que era el mismo material, por lo que se seleccionó una muestra representativa.

4.4 Ensayos de laboratorio

La muestra representativa, se analizó en el laboratorio de suelos del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con el objetivo básico de conocer sus características y observar si cumple con los requisitos de base.

A continuación se dará una breve explicación de los ensayos realizados a la muestra:

GRANULOMETRÍA

El análisis granulométrico de un suelo consiste en separar y clasificar por tamaños los granos que lo componen.

Para el análisis granulométrico se toman unos siete kilogramos de muestra aproximadamente, se somete a una temperatura constante de 110°C durante 24 horas, para eliminar toda la humedad. La muestra libre de humedad, se pesa y se obtiene el peso bruto seco (PBS). Luego, sumergir la muestra en agua durante 24 horas, calculando que en este tiempo esté completamente saturada. Se lava el material pasándolo por un tamiz No.200, hasta que el agua salga clara. Todo material con diámetro mayor al tamiz No.200, se introduce al horno hasta que esté seco, es decir cuando presente peso constante. Luego se pasa la muestra por el juego de tamices, que generalmente son: 1½", ¾". No.4, No.10, No.40, No.80, y No.200. Lo que pasa por el tamiz No.200 se debe desechar, entonces se procede a calcular los porcentajes que pasan los

tamices en forma acumulada. El porcentaje de finos es igual a lo que pasó por el tamiz No.200. El porcentaje de arena es igual al porcentaje que pasa la malla No.10 menos el porcentaje que pasa la malla No.200. El porcentaje de grava es igual al 100% menos el porcentaje que pasa la malla No.10.

Con los datos anteriores, se grafica la curva granulométrica en un papel semilogarítmico: en las ordenadas con escalas aritméticas, se anotan los porcentajes del material que pasan por las distintas mallas, y en las abscisas con escalas logarítmicas, se anotan las aberturas de las mallas, las cuales hipotéticamente corresponden al diámetro de de las partículas.

La curva granulométrica obtenida se muestra en el apéndice No.1 con la curva obtenida se calculan los siguientes coeficientes:

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{4.50}{0.075} = 60$$

Cu = Coeficiente de uniformidad

D 60 = tamaño correspondiente al 60%, obtenido de la curva.

D 10 = tamaño correspondiente al 10%, obtenida de la curva.

El coeficiente de uniformidad indica la variación del tamaño de los granos. Un valor grande de este coeficiente, indica que los diámetros D 10 y D 60 difieren bastante. Sin embargo, no indica que haya un vacío de graduación entre ellos.

$$Cg = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{(1.25)^2}{0.075 \times 4.50} = 4.63$$

Cg = Coeficiente de graduación.

D 30 = Tamaño correspondiente al 30%, obtenido de la curva.

El coeficiente de graduación, indica una medida de la forma de la curva entre D 60 y D 10. Valores de Cg muy diferentes de uno, indican que falta una serie de diámetros entre D 10 y D 60.

LÍMITES DE ATTEMBERG

Para este ensayo se utilizan aproximadamente unos 3.00 kilogramos de material, los cuales deben ponerse en saturación durante 24 horas. El propósito de hacer este ensayo, con material lavado, es para que todas las partículas finas que están adheridas a las grandes, se desprendan de ellas. Después de las 24 horas de saturación, se lava el material, se pasa por el tamiz No.40, desechando el retenido. Lo que pasa por el tamiz No.40 se deja sedimentar, se elimina el agua cuidadosamente, hasta que quede una pasta, con la cual se calcularan los límites.

El límite líquido es el porcentaje de humedad de una muestra, colocada en la copa de Casagrande, la cual después de hacerse pasar el ranurador al centro, debe cerrarse la ranura aproximadamente con veinticinco golpes. Si el número de golpes es diferente de veinticinco, el límite líquido se calcula con la siguiente fórmula:

$$L.L = \% H (N/25)^{0.121}$$

L.L = Límite líquido.

% H = porcentaje de humedad.

N = Número de golpes

El límite plástico se calcula rodando una muestra de forma cilíndrica de dos centímetros de diámetro sobre una superficie lisa (vidrio preferentemente) hasta que alcance un diámetro aproximado de 3 milímetros. La muestra se continúa amasando y rodando hasta que empieza a agrietarse. El límite plástico es el contenido de humedad expresado en % de su peso secado al horno que tiene el material en el momento que empieza a agrietarse.

El índice de plasticidad (I.P.) es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

$$I.P. = L.L - L.P.$$

Este representa la variación de humedad que puede tener un suelo que se conserva en estado plástico. Tanto el límite líquido como el límite plástico dependen de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad depende, generalmente, de la cantidad de arcilla en el suelo. Según Atterberg, la plasticidad de los suelos se clasifica de la siguiente forma:

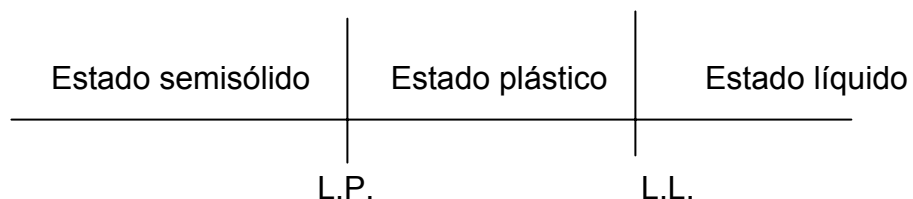
I.P. = 0 = suelo no plástico.

I.P. = entre 0 y 7, es un suelo que tiene baja plasticidad.

I.P. = entre 7 y 17, es un suelo de mediana plasticidad.

I.P. = mayor de 17, es un suelo altamente plástico.

Un suelo que se utiliza como base de un pavimento, debe tener un I.P. menor de 6, siendo el máximo permitido de 9.



- El límite líquido indica el límite entre el estado plástico y el estado líquido.
- El límite plástico indica el límite entre el estado semisólido y el estado plástico.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN O PROCTOR MODIFICADO

Consiste en compactar una muestra de material, en un cilindro con un volumen de 1/30 de pie cúbico. Se compacta por capas (5 en total), a cada una se le aplican 25 golpes, con un martillo de 10 libras de peso y 18" de caída. La muestra resultante se pesa, obteniéndose el peso unitario húmedo de la siguiente forma:

$$PUH = \frac{PNH}{Vol.}$$

PUH = peso unitario húmedo en lb/pie³

PNH = peso neto húmedo en lb

Vol = volumen del cilindro en pie³

Luego se calcula el porcentaje de humedad, para calcular el peso unitario seco.

$$\% H = \frac{PNH - PNS}{PNS} \times 100$$

PNS = peso neto seco

PNH = peso neto húmedo

% H = porcentaje de humedad

$$PUS = \frac{PUH \times 100}{100 + \% H}$$

PUS = peso unitario seco

PUH = peso unitario húmedo

% H = porcentaje de humedad

El ensayo se repite con muestras que tengan diferentes humedades, hasta encontrar la densidad máxima. La humedad que contenga, la muestra con la densidad máxima, es la húmeda óptima.

ENSAYO DE VALOR SOPORTE (C.B.R.)

Con la humedad óptima, encontrada en el ensayo de compactación, se compacta una muestra de material en 5 capas, con un martillo de 10 libras de peso y 18 pulgadas de caída, en un cilindro con un volumen de 0.075 pie³. Se compacta el material a diferentes energías, es decir, variando la cantidad de golpes. Lo común es hacerlo en tres cilindros, uno con 10 golpes, otro con 30 golpes y otro con 65 golpes.

El motivo de variar la energía de compactación es para obtener diferentes porcentajes de compactación, los que también se pueden dar en campo, para compactarlos con su correspondiente valor soporte.

Luego de compactado el material en los cilindros, se sumergen estos en agua durante 72 horas, tomando lecturas cada 24 horas, para obtener los diferentes hinchamientos. Después de las 72 horas, se somete el material a una

carga ocasionada por un pistón de área igual a 3 pulgadas cuadradas, se calculan los esfuerzos de correspondientes a 0.1 y 0.2 pulgadas de penetración.

El C.B.R. se expresa como un porcentaje del esfuerzo necesario para hacer penetrar el pistón hasta 0.1 y 0.2 pulgadas en un material patrón (piedra triturada). El esfuerzo patrón es:

1000 lb/ plg² para 0.1 pulgadas de penetración.

1500 lb/ plg² para 0.2 pulgadas de penetración.

1900 lb/ plg² para 0.3 pulgadas de penetración.

Los valores mínimos de C.B.R. para las diferentes capas que conforman un pavimento, se encuentran en anexos.

4.5 Análisis de resultados

Los resultados obtenidos, de los ensayos realizados a la muestra representativa, así como las gráficas, pueden observarse en el apéndice No.1. De estos resultados dependen los espesores de las diferentes capas que conforman el pavimento.

Se cuenta entonces, en este caso, con un material con las siguientes características:

Clasificación P.R.A. = A – 1 - b

Descripción = Arena limosa color negro con grava

L.L = Material no plástico

L.P = Material no plástico

Peso unitario seco máximo = 113.2 lb/pie³
Humedad óptima = 12.4 %
C.B.R. = 103.9 % a un 95% de compactación.

Como puede observarse, este material cumple con los requisitos de base que se necesitan, por lo que se permitirá que siga funcionando como un material de base.

4.6 Elementos estructurales del pavimento

Pavimento es una estructura que transmite las cargas concentradas en las ruedas de los vehículos al suelo de fundición, sin que este falle. Un pavimento debe dar comodidad, con una superficie lisa no resbaladiza y resistente a los efectos climáticos como el sol, la lluvia y el hielo.

A continuación se describen las diferentes partes o elementos estructurales de un pavimento.

4.6.1 Sub-rasante

Es el suelo natural donde se construirá el pavimento. Puede estar formado por un suelo natural mejorado o una sustitución de éste. El tipo de suelo que conforma la subrasante, depende de las características que tenga, las cuales se obtienen a través de los ensayos de laboratorio.

Los espesores de las diferentes capas del pavimento, dependen de la capacidad soporte de la subrasante, la cual se clasifica en los siguientes rangos:

C.B.R.	Calidad de la subrasante
0% - 3%	Muy mala
3% - 5%	Mala
5% - 20%	Regular o buena
20% - 30%	Excelente

Comúnmente los suelos de mala calidad, son los que tienen materia orgánica y arcilla en exceso. Para evitar los efectos nocivos de este tipo de suelos, la mejor alternativa es sustituirlos.

La subrasante, debe compactarse hasta obtener como mínimo el 95% de compactación, con respecto a la densidad máxima obtenida en laboratorio.

4.6.2 Sub-base

Es la capa que se coloca sobre la subrasante. Se usa solamente en pavimentos flexibles. Su espesor varía entre 10 y 70 centímetros, dependiendo del método de diseño utilizado, las principales funciones de la sub-base son:

- Distribuir uniformemente a la subrasante, las cargas provenientes de las capas superiores.
- Sirve de capa de drenaje al pavimento, por lo que generalmente se hace de material granular.
- Controla los cambios de volumen de la subrasante, evitando así el daño al pavimento.

El material de sub-base debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Debe tener un C.B.R. de 30% a una compactación mínima de 95%.
- Debe tener un límite líquido no mayor de 25% y un índice de plasticidad no mayor de 6.
- El equivalente de arena debe ser mayor de 25.
- Debe estar libre de materia orgánica, arcilla, basura y todo material perjudicial.

4.6.3 Base

Es la capa, que transmite las cargas provenientes de la capa de rodadura, hacia las capas inferiores. Generalmente está formada por materiales granulares como piedra triturada, arena, grava o suelo estabilizados. Su espesor varía entre 10 y 30 centímetros.

Evita el ascenso de un suelo fino a la superficie por las juntas, ayuda a evitar los cambios de volumen de las capas inferiores.

Las especificaciones con las que debe cumplir un material de base son:

- Debe tener un C.B.R. de 90% a una compactación del 95%.
- El agregado retenido en la malla No.4 no debe tener un desgaste mayor de 50% a 500 revoluciones en la prueba de Los Ángeles.
- Debe tener un límite líquido menor de 25 y un índice de plasticidad menor de 6.
- El equivalente de arena debe ser mayor de 40.

4.6.4 Superficie de rodadura

Es la capa que se coloca sobre la base, el material consiste en una mezcla bituminosa si es un pavimento flexible, una losa de concreto si es un pavimento rígido o adoquines.

4.6.5 Juntas

Las juntas, tienen por objeto controlar los esfuerzos del concreto, debido a su expansión y contracción, además de no permitir la formación de grietas irregulares en la losa de concreto.

Las juntas más comunes en un pavimento rígido son:

- Juntas Longitudinales.
- Juntas Transversales.
- Juntas de Expansión.
- Juntas de Construcción.

4.6.5.1 Juntas longitudinales

Controlan el agrietamiento longitudinal. La separación máxima entre juntas longitudinales es de 12.5 pies (3.81 metros), es la que determina el ancho del carril.

Lo común en nuestro medio, es construir la carpeta de rodadura carril por carril, cuando se trata de pavimento rígido, por lo que las juntas longitudinales se vuelven juntas de construcción del tipo dovelas. Pueden llevar barras de anclaje cuando no existe confinamiento lateral.

4.6.5.2 Juntas transversales

También son llamadas juntas de contracción, ya que controlan el agrietamiento transversal por contracción del concreto.

La profundidad de la ranura debe ser igual a un cuarto del espesor de la losa (como se indica en planos). La separación máxima de las juntas transversales es de 15 pies (4.57 metros). La colocación de barras de transferencias depende de las características de la subrasante y del tipo de tránsito esperado para el pavimento.

4.6.5.3 Juntas de expansión

Se construyen para disminuir las tensiones, cuando el concreto se expande. Se colocan obligadamente frente a estructuras existentes y en intersecciones irregulares. Cuando las juntas de contracción controlan adecuadamente el agrietamiento transversal, las juntas de expansión no son necesarias.

Su construcción consiste en dejar una separación de 2 centímetros en todo el espesor de la losa, la cual se rellena con un sello impermeable y compresible.

4.6.5.4 Juntas de construcción

Se construyen cuando hay una interrupción mayor de 30 minutos en la colocación del concreto. Son del tipo de trabado, es decir lleva barras de

acero o material adecuado, para formar tabiques, de modo que se forme una cara vertical con una traba apropiada. Ver anexos.

4.7 Diseño y dimensiones del espesor del pavimento

Existen varios tipos de pavimentos entre los cuales hubo que elegir el más conveniente. Parea escoger la mejor solución se consideraron varios aspectos como los siguientes:

- Costo de cada uno de los posibles pavimentos.
- Tipo de tránsito que pasará sobre el pavimento.
- Accesibilidad de los materiales a usar en la construcción del pavimento.

Esta última, es la que influyó en mayor grado, al decidir por un pavimento rígido, ya que el acceso de los agregados para concreto fue más fácil, que para un pavimento flexible. En esta área del país, no hay ninguna planta cercana de material asfáltico, por lo que resultaría muy caro el transporte de estos materiales para hacer un pavimento flexible.

Además, en esta calzada transitará un buen número de camiones y buses de pasajeros, los que son considerados como transporte pesado. Este criterio también influyó en tomar la decisión de construir un pavimento rígido.

4.7.1 Método y procedimiento de diseño para pavimentos rígidos

La Asociación del Cemento Pórtland (PCA), ha desarrollado dos métodos, para determinar el espesor de las diferentes capas de un pavimento que resista las cargas que ocasiona el tránsito. Estos métodos son:

a. Método de capacidad.

Este método se utiliza, cuando es posible obtener datos exactos de carga de tránsito.

b. Método simplificado

Se utiliza cuando no es posible obtener datos de carga por eje.

Para el diseño del pavimento rígido de este proyecto, se utilizó el método simplificado.

Para este método, la PCA ha elaborado tablas, basadas en distribuciones de carga-eje, para diferentes categorías de calles y carreteras. Estas tablas están diseñadas para un período de diseño de 20 años y contemplan un factor de seguridad de carga. Este factor es de 1.0, 1.1, 1.2, y 1.3, para las categorías 1, 2, 3 y 4 respectivamente. Las diferentes categorías están mostradas en la tabla No.I (ver anexos).

Para determinar el espesor de la losa, es necesario conocer los esfuerzos combinados de la subrasante y la sub-base (ver tabla II en anexos) ya que mejoran la estructura del pavimento.

Valores aproximados del módulo de reacción k_s , cuando se usan bases granulares y bases de suelo-cemento se muestran en las tablas No.III y No.IV respectivamente de los anexos.

4.7.2 Período de diseño

El período de diseño para una carretera varía dependiendo, generalmente, de aspectos económicos. Un período de diseño muy largo podría incrementar los costos, a tal punto que sea mejor económicamente construir otro dispositivo durante este período; así se invertiría menos en dos dispositivos cuyos períodos de diseño sumen el período del primer dispositivo. La Municipalidad de Siquinalá, Escuintla adoptó para todos sus proyectos de infraestructura un período de 20 años, por lo cual en el presente trabajo se utilizó este dato.

4.7.3 Diseño de la base

El diseño de la base se muestra en los planos y tomó como parámetro el estudio de suelos teniendo como resultado utilizar el material existente en el lugar y proceder únicamente a conformar los niveles deseados.

4.7.4 Diseño espesor del pavimento

Cálculo del espesor del pavimento

Para el diseño de este pavimento, no fue posible obtener un conteo de tránsito, por lo que se basó únicamente en la categoría correspondiente.

Según el tipo de tránsito que pasará sobre este pavimento y siendo una colonia importante por habitar la mayor parte de habitantes de este municipio, se llegó a la conclusión de que le corresponde una categoría tres con

un rango de TPD de 3000 a 12000 vehículos y un 8% a 30% de TPDC. (Ver anexo).

Considerando el valor más bajo de TPD (3000 vehículos) con un 25% de vehículos pesados, se obtiene un TPDC de 750 en ambos sentidos, es decir, 375 en un sentido.

Para este pavimento se estimó un módulo de ruptura del concreto de 600 psi, que es equivalente a un $f'c$ de 4000 psi (281kg/cm^2), a los 28 días de curado. Las losas de concreto se construirán con bordillo integrado y juntas por trabe con agregados (sin dovelas).

Según los resultados obtenidos en laboratorio, de los ensayos hechos a la base (ver apéndice), se cuenta con una base con valor soporte alto.

Con los datos anteriores, según la tabla No.IX (ver anexos), se obtiene un espesor de la losa de 11 centímetros, por comodidad se trabajará una losa de 0.15 m de espesor. La base existente tiene un espesor de 22 centímetros, por lo que el pavimento tendrá un espesor de 0.15 m.

Las juntas transversales serán construidas a cada 3.5cm y la junta longitudinal a cada 3.0cm. La pendiente de bombeo será de 2.5% como se indica en los planos.

4.7.5 Diseño mezcla de concreto

En el diseño de la mezcla de concreto, se utilizaron tablas, que son resultado de numerosos ensayos de laboratorio y que ayudan a obtener mezclas con características deseadas.

Al requerir un concreto con una resistencia a la compresión de 4000 lb/plg² (281 kg/cm²) a los 28 días de curado, la tabla No.XII (ver anexos) indica un revenimiento máximo de 8 cm; la tabla No.XIII (ver anexos) da una relación de agua-cemento de 0.44. Conociendo el revenimiento máximo de la mezcla, se obtiene de la tabla No.14 (ver anexos) la cantidad de agua por metro cúbico de concreto, que para este caso es de 195 lt/m³, utilizando un tamaño máximo del agregado grueso de 1 pulgada. El porcentaje de arena sobre el agregado total, se obtiene de la tabla No.XV (ver anexos) al conocer el tamaño máximo del agregado grueso. Para este caso es de 42%.

Normas aplicables: El concreto a utilizar en las estructuras de la obra debe cumplir con las normas siguientes:

- . COGUANOR NGO 41 005 Y ASTM C 150 para Cemento Pórtland.
- . ACI-318-83 Reglamento para la construcción de edificaciones de concreto reforzado.
- . ASTM C33 Especificaciones para agregados de concreto.
- . ASTM C143 Método estándar para prueba de revenimiento del concreto.
- ASTM C171 Requerimientos para el curado del concreto.

Pasos para el diseño de la mezcla de concreto

Calcular la cantidad de cemento, dividiendo la cantidad de agua por metro cúbico por la relación agua-cemento:

$$\text{Cemento} = \frac{195 \text{ lt/m}^3}{0.44} \qquad \text{Cemento} = 443.18 \text{ kg/m}^3$$

Tomando en consideración que un litro de agua pesa un kilogramo.

Calcular la cantidad de agregado, restando el peso del agua y cemento del peso total de un metro cúbico de concreto:

$$\text{Agregado} = 2400 - 443.18 - 195 \qquad \text{Agregado} = 1761.82 \text{ kg/m}^3$$

La cantidad de arena, se obtiene multiplicando el peso total de agregado por el porcentaje de arena correspondiente:

$$\text{Arena} = 1761.86 \times 42\%$$

$$\text{Arena} = 739.96 \text{ kg/m}^3$$

La cantidad de piedrín será, el agregado total menos la cantidad de arena:

$$\text{Piedrín} = 1761.82 - 739.96$$

$$\text{Piedrín} = 1021.86 \text{ kg/m}^3$$

Se concluye entonces que la proporción final será:

cemento	:	arena	:	piedrín
<u>443.18</u>	:	<u>739.96</u>	:	<u>1021.86</u>
443.18		443.18		443.18
1	:	1.67	:	2.31

Tomando en cuenta que en obra es muy difícil trabajar con fracciones, se adopta una proporción de 1: 2: 3 con la condición de tener una estricta supervisión, para asegurar la calidad de la mezcla.

4.8 Conformación y curado del pavimento

Cuando se realice el mezclado del cemento en la obra, se deberán utilizar mezcladoras y debe tenerse especial cuidado en la relación agua cemento. No se permitirá sobre mezclar en exceso hasta el punto que se requiera añadir agua para mantener la consistencia requerida. La relación agua-cemento no deberá exceder en ningún caso de 0.53 por peso.

Sólo en casos especiales, para fundiciones menores será autorizado por el Supervisor la mezcla sin ayuda de mezcladoras mecánicas, cuando se utilice concreto premezclado en camiones, deberá cumplirse con la norma ASTM C94,

y poner especial cuidado en la cantidad de agua de la mezcla. El Contratista es responsable por la calidad del concreto premezclado puesto en obra y debe utilizar los controles que sean necesarios para evitar demoras debido a procedimientos inadecuados de despacho, manejo, colocación y consolidación.

La resistencia especificada del concreto a los 28 días deberá ser como mínimo de 4,000 libras sobre pulgada cuadrada (4,000 psi), o bien lo indicado en los Planos. En caso de fundiciones menores (banquetas, cunetas, carrileras), podrá aceptarse un concreto de 2,500 lbs/plg²(2500psi). El tamaño de los agregados deberá cumplir con lo indicado en las normas ASTM C231 o ASTM C138.

El revenimiento (Slump) en el concreto debe ser determinado en la obra y cumplir con lo indicado en ASTM C143, o bien lo indicado en los Planos.

4.8.1 Curado del concreto

El concreto recién colocado deberá protegerse de los rayos solares, de la lluvia y cualquier otro agente externo que pudiera dañarlo y deberá mantenerse húmedo por lo menos durante los primeros 7 días después de su fundición.

Aditivos: Se permitirá el uso de aditivos para reducir el agua de la mezcla, mejorar la trabajabilidad, o bien para acelerar o retardar el fraguado del concreto siempre que se indique en los Planos o Especificaciones, o bien con la previa autorización de la Supervisión.

No se permitirá el uso de aditivos que contengan iones de cloruro, en ningún tipo de concreto reforzado, preesforzado, o concretos que contengan elementos galvanizados o de aluminio. Previa a la autorización del uso de

aditivos, el contratista deberá realizar mezclas de pruebas de campo utilizando los materiales y equipo a emplear en el proyecto.

Los aditivos permisibles son los siguientes:

- aditivos incorporadores o inclusores de aire, cumpliendo con la norma AASHTO M 154, ASTM C 260
- aditivos retardantes, los cuales deben cumplir las normas AASHTO M 194, ASTM C 494,
- Aditivos acelerantes, deben cumplir con los requisitos establecidos para el aditivo tipo c establecidos en ASTM C 494, AASHTO M 194 excepto que no deberán tener cloruros.

4.9 Presupuesto

Proyecto: Pavimentación de la 1a. avenida

Ubicación: Colonia Tierra Verde, Municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla

Fecha: Guatemala, marzo de 2006

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	SUB- TOTAL	C./UNITARIO MANO DE OBRA	C./TOTAL MANO DE OBRA
1	PRELIMINARES						
1	Limpieza y remoción de material existente	3132.5	m ²			Q2.60	Q8,144.50
	COMPACTACIÓN						
2	Pavimento	470				Q32.50	Q15,275.00
	Materiales						
2.1	Losas de concreto	470	m ³				
2.2	Material selecto	1261.5	m ³	Q.47.00	Q59,290.50		
2.3	Cemento	4700	bolsa	Q.47.50	Q223,250.00		
2.4	Arena de río	220	m ³	Q.120.00	Q26,400.00		
2.5	Piedrín triturado	333.75	m ³	Q145.00	Q48,393.75		
2.6	Madera para riostras	298.53	pie/tab	Q.4.90	Q1,462.80		
2.7	Clavos de 3"	75.3	lb.	Q.3.50	263.55		
2.8	Sello antisol	156.2	gal.	Q.20.00	Q3,124.00		
2.9	Sello de junta	978.65	m.l	Q12.50	Q12,233.13		
2.10	Fundición y curado	3133.4	m2	Q.125.00	Q391,675.00		
					Q766,092.72		Q789,512.22

Proyecto: Pavimentación de la 1a. avenida

Ubicación: Colonia Tierra Verde, Municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla

Fecha: Guatemala, marzo de 2006

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL	C./UNITARIO MANO DE OBRA	C./TOTAL MANO DE OBRA
3	Bordillo de 0.10 x 0.50 (Variable)	56	m2				
3.1	Concreto 4,000 psi						
3.2	Cemento	626.6	bolsa	Q.47.50	Q29,763.50		
3.3	Arena de río	33.2	m³	Q.120.00	Q3,984.00		
3.4	Piedrín triturado	45	m³	Q.145.00	Q6,525.00		
3.5	hierro No. 3	67.2	varillas	Q.23.07	Q1,550.30		
3.6	Hierro No. 2 eslabones	84.53	varilla	Q.10.00	Q845.30		
3.7	Alambre de amarre	22.5	lb	Q.3.50	Q78.75		
3.8	Madera para formaleta	440	pie/tab	Q.4.90	Q2,156.00		
3.9	Sello antisol	12.25	gal.	Q.20.00	Q245.00		
					Q45,147.85	Q1,800.00	Q46,947.85
4	Cuneta de 0.50 x 0.50 (Variable)	447.45	ml				
4.1	concreto 4000 psi	25	m³	Q.950.00	Q23,750.00		
4.2	Hierro No. 2	78	varillas	Q.10.00	Q780.00		
							Q24,530.00

Proyecto: Pavimentación de la 1a. avenida

Ubicación: Colonia Tierra Verde, Municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla

Fecha: Guatemala, marzo de 2006

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL	C./UNITARIO MANO DE OBRA	C./TOTAL MANO DE OBRA
5	MANO DE OBRA						
5.1	Maquinaria						
	Escarificación base	3132.15	m2	Q.35.00	Q109,625.25		
	Compactación base	3132.15	m2	Q.35.00	Q109,625.25		
							Q219,250.50
	TOTAL Y RENGLONES						Q1,080,240.58
	HERRAMIENTAS Y EQUIPO (3% TOTAL)						Q32,407.22
					Q289,287.93		
	TOTAL DE MANO DE OBRA(albañiles)						1,112,647.79
	MANO DE OBRA DE AYUDANTES						
	PRESTACIONES(albañiles + ayudantes)						
	INTEGRACION DE COSTOS= 34%						
	Gastos Indirectos (M.O)	7%				Q77,885.35	
	Administración	4%				Q44,505.91	
	Gastos legales	2%				Q22,252.96	
	Imprevistos	5%				Q55,632.39	
	Utilidad	15%				Q166,897.17	
	Transporte	1%				Q11,126.48	
						Q378,300.25	
					TOTAL DE LA OBRA		Q1,490,948.04

Proyecto: Pavimentación de la 2a. avenida

Ubicación: Colonia Tierra Verde, Municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla

Fecha: Guatemala, marzo de 2006

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL	C./UNITARIO MANO DE OBRA	C./TOTAL MANO DE OBRA
1	PRELIMINARES						
1	Limpieza y remoción de material existente	2047.15	m ²			Q2.60	Q5,322.5
	COMPACTACIÓN						
2	Pavimento						
	Materiales						
2.1	Losas de concreto	307	m ³			Q32.50	Q9,977.50
2.2	Material selecto	824	m ³	Q.47.00	Q38,728.00		
2.3	Cemento	3070	bolsa	Q.47.50	Q145,825.00		
2.4	Arena de río	143.53	m ³	Q.120.00	Q17,223.60		
2.5	Piedrín triturado	218	m ³	Q.145.00	Q31,610.00		
2.6	Madera para riostras	195	pie/tab	Q.4.90	Q955.50		
2.7	Clavos de 3"	49.17	lb.	Q3.25	159.8025		
2.8	Sello antisol	102	gal.	Q.20.00	Q2,040.00		
2.9	Sello de junta	639.25	m.l	Q.12.50	Q7,990.63		
2.10	Fundición y curado	2046.67	m2	Q.125.00	Q255,833.75		
					Q500,366.28	Q1,316.25	Q501,682.53

Proyecto: Pavimentación de la 2a. avenida

Ubicación: Colonia Tierra Verde, Municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla

Fecha: Guatemala, marzo de 2006

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL	C./UNITARIO MANO DE OBRA	C./TOTAL MANO DE OBRA
3	Bordillo de 0.10 x 0.50 (Variable)	36.6	m2				Q516,982.62
3.1	Concreto 4,000 psi						
3.2	Cemento	409.5	bolsa	Q.47.50	Q19,451.25		
3.3	Arena de río	21.7	m³	Q.120.00	Q2,604.00		
3.4	Piedrín triturado	29.245	m³	Q.145.00	Q4,240.53		
3.5	hierro No. 3	43.9	varillas	Q.23.07	Q1,012.77		
3.6	Hierro No. 2 eslabones	55.233	varilla	Q.10.00	Q552.33		
3.7	Alambre de amarre	14.7	lb	Q.3.50	Q51.45		
3.8	Madera para formaleta	287.13	pie/tab	Q.4.90	Q1,406.94		
3.9	Sello antisol	8	gal.	Q.20.00	Q160.00		
					Q29,479.27	Q1,800.00	Q31,279.27
4	Cuneta de 0.50 x 0.50 (Variable)	292.45	ml				
4.1	concreto 4000 psi	16	m³	Q.950.00	Q15,200.00		
4.2	Hierro No. 2	51	varillas	Q.10.00	Q510.00		
					Q15,710.00		Q15,710.00
							563,971.88

Proyecto: Pavimentación de la 2a. avenida

Ubicación: Colonia Tierra Verde, Municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla

Fecha: Guatemala, marzo de 2006

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	SUB- TOTAL	C./UNITARIO MANO DE OBRA	C./TOTAL MANO DE OBRA
5	MANO DE OBRA						
5.1	Maquinaria						
	Escarificación base	2047.15	m2	Q.35.00	Q71,650.25		
	Compactación base	2047.15	m2	Q.35.00	Q71,650.25		
							Q143,300.50
	TOTAL Y RENGLONES					Q0.00	Q707,272.38
	HERRAMIENTAS Y EQUIPO (3% TOTAL)						Q8,950.00
					Q289,287.93		
							716,222.38
	TOTAL DE MANO DE OBRA(albañiles)						
	MANO DE OBRA DE AYUDANTES						
	PRESTACIONES(albañiles + ayudantes)						
	INTEGRACION DE COSTOS= 34%						
	Gastos Indirectos (M.O)	7%				Q50,135.57	
	Administración	4%				Q28,648.90	
	Gastos legales	2%				Q14,324.45	
	Imprevistos	5%				Q35,811.12	
	Utilidad	15%				Q107,433.36	
	Transporte	1%				Q7,162.22	
						Q243,515.61	
							Q959,737.99
					TOTAL DE LA OBRA		

Proyecto: Pavimentación de la 3a. avenida

Ubicación: Colonia Tierra Verde, Municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla

Fecha: Guatemala, marzo de 2006

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDA D	UNIDA D	COSTO	SUB-	C./UNITARIO	C./TOTAL
				UNITARIO	TOTAL	MANO DE OBRA	MANO DE OBRA
1	PRELIMINARES						
1	Limpieza y remoción de material existente	1540	m ²			Q2.60	Q4,004.00
COMPACTACIÓN							
2	Pavimento						
	Materiales						
2.1	Losas de concreto	231	m ³			Q32.50	Q7,507.50
2.2	Material selecto	620	m ³	Q.47.00	Q29,140.00		
2.3	Cemento	2310	bolsa	Q.47.50	Q109,725.00		
2.4	Arena de río	108	m ³	Q.120.00	Q12,960.00		
2.5	Piedrín triturado	164	m ³	Q.145.00	Q23,780.00		
2.6	Madera para riostras	147	pie/tab	Q.4.90	Q720.30		
2.7	Clavos de 3"	37	lb.	Q3.25	120.25		
2.8	Sello antisol	77	gal.	Q.20.00	Q1,540.00		
2.9	Sello de junta	481	m.l	Q.12.50	Q6,012.50		
2.10	Fundición y curado	1540	m2	Q.125.00	Q192,500.00		
					Q376,498.05	Q1,316.25	Q377,814.30

Proyecto: Pavimentación de la 3a. avenida

Ubicación: Colonia Tierra Verde, Municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla

Fecha: Guatemala, marzo de 2006

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	SUB-	C./UNITARIO	C./TOTAL
				UNITARIO	TOTAL	MANO DE OBRA	MANO DE OBRA
3	Bordillo de 0.10 x 0.50 (Variable)	27.5	ml				Q389,325.80
3.1	Concreto 4,000 psi						
3.2	Cemento	308	bolsa	Q.47.50	Q14,630.00		
3.3	Arena de río	16	m ³	Q.120.00	Q1,920.00		
3.4	Piedrín triturado	22	m ³	Q.145.00	Q3,190.00		
3.5	hierro No. 3	33	varillas	Q.23.07	Q761.31		
3.6	Hierro No. 2 eslabones	41.55	varilla	Q.10.00	Q415.50		
3.7	Alambre de amarre	11	lb	Q.3.50	Q38.50		
3.8	Madera para formaleta	216	pie/tab	Q.4.90	Q1,058.40		
3.9	Sello antisol	6	gal.	Q.20.00	Q120.00		
					Q22,133.71	Q1,800.00	Q23,933.71
4	Cuneta de 0.50 x 0.50 (Variable)	293	ml				
4.1	concreto 4000 psi	12	m ³	Q.950.00	Q11,400.00		
4.2	Hierro No. 2	39	varillas	Q.10.00	Q390.00		
					Q11,790.00		Q11,790.00
							425,049.51

Proyecto: Pavimentación de la 3a. avenida

Ubicación: Colonia Tierra Verde, Municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla

Fecha: Guatemala, marzo de 2006

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	SUB-	C./UNITARIO	C./TOTAL
				UNITARIO	TOTAL	MANO DE OBRA	MANO DE OBRA
5	MANO DE OBRA						
5.1	Maquinaria						
	Escarificación base	1540	m2	Q.35.00	Q53,900.00		
	Compactación base	1540	m2	Q.35.00	Q53,900.00		
							Q107,800.00
	TOTAL Y RENGLONES					Q0.00	Q532,849.51
	HERRAMIENTAS Y EQUIPO (3% TOTAL)						Q8,950.00
					Q289,287.93		
							541,799.51
	TOTAL DE MANO DE OBRA(albañiles)						
	MANO DE OBRA DE AYUDANTES						
	PRESTACIONES(albañiles + ayudantes)						
	INTEGRACION DE COSTOS= 34%						
	Gastos Indirectos (M.O)	7%				Q37,925.97	
	Administración	4%				Q21,671.98	
	Gastos legales	2%				Q10,835.99	
	Imprevistos	5%				Q27,089.98	
	Utilidad	15%				Q81,269.93	
	Transporte	1%				Q5,418.00	
						Q184,211.83	
					TOTAL DE LA OBRA		Q726,011.34

Proyecto: Pavimentación de la 1a. calle

Ubicación: Colonia Tierra Verde, Municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla

Fecha: Guatemala, marzo de 2006

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	SUB-	C./UNITARIO	C./TOTAL
				UNITARIO	TOTAL	MANO DE OBRA	MANO DE OBRA
1	PRELIMINARES						
1	Limpieza y remoción de material existente	180	m ²			Q18.00	Q3,240.00
	COMPACTACIÓN						
2	Pavimento						
	Materiales						
2.1	Losas de concreto	189	m ³			Q32.50	Q6,142.50
2.2	Material selecto	507	m ³	Q.47.00	Q23,829.00		
2.3	Cemento	1890	bolsa	Q.47.50	Q89,775.00		
2.4	Arena de río	88.6	m ³	Q.120.00	Q10,632.00		
2.5	Piedrín triturado	134.2	m ³	Q.145.00	Q19,459.00		
2.6	Madera para riostras	120	pie/tab	Q.4.90	Q588.00		
2.7	Clavos de 3"	30	lb.	Q3.25	97.5		
2.8	Sello antisol	63	gal.	Q.20.00	Q1,260.00		
2.9	Sello de junta	394	m.l	Q.12.50	Q4,925.00		
2.10	Fundición y curado	1260	m2	Q.125.00	Q157,500.00		
					Q308,065.50	Q1,316.25	Q309,381.75

Proyecto: Pavimentación de la 1a. calle

Ubicación: Colonia Tierra Verde, Municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla

Fecha: Guatemala, marzo de 2006

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	SUB-	C./UNITARIO	C./TOTAL
				UNITARIO	TOTAL	MANO DE OBRA	MANO DE OBRA
3	Bordillo de 0.10 x 0.50 (Variable)	22.5	ml				Q318,764.25
3.1	Concreto 4,000 psi						
3.2	Cemento	252	bolsa	Q.47.50	Q11,970.00		
3.3	Arena de río	13	m³	Q.120.00	Q1,560.00		
3.4	Piedrín triturado	18	m³	Q.145.00	Q2,610.00		
3.5	hierro No. 3	27	varillas	Q.23.07	Q622.89		
3.6	Hierro No. 2 eslabones	34	varilla	Q.10.00	Q340.00		
3.7	Alambre de amarre	9	lb	Q.3.50	Q31.50		
3.8	Madera para formaleta	177	pie/tab	Q.4.90	Q867.30		
3.9	Sello antisol	5	gal.	Q.20.00	Q100.00		
					Q18,101.69	Q1,800.00	Q19,901.69
4	Cuneta de 0.50 x 0.50 (Variable)	240	ml				
4.1	concreto 4000 psi	0.1	m³	Q.950.00	Q95.00		
4.2	Hierro No. 2	32	varillas	Q.10.00	Q320.00		
					Q415.00		Q415.00
							339,080.94

Proyecto: Pavimentación de la 1a. calle

Ubicación: Colonia Tierra Verde, Municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla

Fecha: Guatemala, marzo de 2006

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	SUB-	C./UNITARIO	C./TOTAL
				UNITARIO	TOTAL	MANO DE OBRA	MANO DE OBRA
5	MANO DE OBRA						
5.1	Maquinaria						
	Escarificación base	1260	m2	Q.35.00	Q44,100.00		
	Compactación base	1260	m2	Q.35.00	Q44,100.00		
							Q88,200.00
	TOTAL Y RENGLONES					Q0.00	Q427,280.94
	HERRAMIENTAS Y EQUIPO (3% TOTAL)						Q8,950.00
					Q289,287.93		
							436,230.94
	TOTAL DE MANO DE OBRA(albañiles)						
	MANO DE OBRA DE AYUDANTES						
	PRESTACIONES(albañiles + ayudantes)						
	INTEGRACION DE COSTOS= 34%						
	Gastos Indirectos (M.O)	7%				Q30,536.17	
	Administración	4%				Q17,449.24	
	Gastos legales	2%				Q8,724.62	
	Imprevistos	5%				Q21,811.55	
	Utilidad	15%				Q65,434.64	
	Transporte	1%				Q4,362.31	
						Q148,318.52	
					TOTAL DE LA OBRA		Q584,549.46

Proyecto: Pavimentación de la 2a. calle

Ubicación: Colonia Tierra Verde, Municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla

Fecha: Guatemala, marzo de 2006

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	SUB-	C./UNITARIO	C./TOTAL
				UNITARIO	TOTAL	MANO DE OBRA	MANO DE OBRA
1	PRELIMINARES						
1	Limpieza y remoción de material existente	180	m ²			Q18.00	Q3,240.00
	COMPACTACIÓN						
2	Pavimento						
	Materiales						
2.1	Losas de concreto	189	m ³			Q32.50	Q6,142.50
2.2	Material selecto	507	m ³	Q.47.00	Q23,829.00		
2.3	Cemento	1890	bolsa	Q.47.50	Q89,775.00		
2.4	Arena de río	88.6	m ³	Q.120.00	Q10,632.00		
2.5	Piedrín triturado	134.2	m ³	Q.145.00	Q19,459.00		
2.6	Madera para riostras	120	pie/tab	Q.4.90	Q588.00		
2.7	Clavos de 3"	30	lb.	Q3.25	97.5		
2.8	Sello antisol	63	gal.	Q.20.00	Q1,260.00		
2.9	Sello de junta	394	m.l	Q.12.50	Q4,925.00		
2.10	Fundición y curado	1260	m2	Q.125.00	Q157,500.00		
					Q308,065.50	Q1,316.25	Q309,381.75

Proyecto: Pavimentación de la 2a. calle

Ubicación: Colonia Tierra Verde, Municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla

Fecha: Guatemala, marzo de 2006

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	SUB-	C./UNITARIO	C./TOTAL
				UNITARIO	TOTAL	MANO DE OBRA	MANO DE OBRA
3	Bordillo de 0.10 x 0.50 (Variable)	22.5	ml				Q318,764.25
3.1	Concreto 4,000 psi						
3.2	Cemento	252	bolsa	Q.47.50	Q11,970.00		
3.3	Arena de río	13	m³	Q.120.00	Q1,560.00		
3.4	Piedrín triturado	18	m³	Q.145.00	Q2,610.00		
3.5	hierro No. 3	27	varillas	Q.23.07	Q622.89		
3.6	Hierro No. 2 eslabones	34	varilla	Q.10.00	Q340.00		
3.7	Alambre de amarre	9	lb	Q.3.50	Q31.50		
3.8	Madera para formaleta	177	pie/tab	Q.4.90	Q867.30		
3.9	Sello antisol	5	gal.	Q.20.00	Q100.00		
					Q18,101.69	Q1,800.00	Q19,901.69
4	Cuneta de 0.50 x 0.50 (Variable)	240	ml				
4.1	concreto 4000 psi	0.1	m³	Q.950.00	Q95.00		
4.2	Hierro No. 2	32	varillas	Q.10.00	Q320.00		
					Q415.00		Q415.00
							339,080.94

Proyecto: Pavimentación de la 2a. calle

Ubicación: Colonia Tierra Verde, Municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla

Fecha: Guatemala, marzo de 2006

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	SUB-	C./UNITARIO	C./TOTAL
				UNITARIO	TOTAL	MANO DE OBRA	MANO DE OBRA
5	MANO DE OBRA						
5.1	Maquinaria						
	Escarificación base	1260	m2	Q.35.00	Q44,100.00		
	Compactación base	1260	m2	Q.35.00	Q44,100.00		
							Q88,200.00
	TOTAL Y RENGLONES					Q0.00	Q427,280.94
	HERRAMIENTAS Y EQUIPO (3% TOTAL)						Q8,950.00
					Q289,287.93		
							436,230.94
	TOTAL DE MANO DE OBRA(albañiles)						
	MANO DE OBRA DE AYUDANTES						
	PRESTACIONES(albañiles + ayudantes)						
	INTEGRACION DE COSTOS= 34%						
	Gastos Indirectos (M.O)	7%				Q30,536.17	
	Administración	4%				Q17,449.24	
	Gastos legales	2%				Q8,724.62	
	Imprevistos	5%				Q21,811.55	
	Utilidad	15%				Q65,434.64	
	Transporte	1%				Q4,362.31	
						Q148,318.52	
					TOTAL DE LA OBRA		Q584,549.46

CONCLUSIONES

1. El suministro de agua potable, por medio de sistema propio es el más utilizado para dotar de agua a la población.
2. El uso de tablas o fórmulas empíricas para el dimensionamiento de tuberías disminuye la resolución de ecuaciones complejas, aunque su uso queda a criterio del diseñador.
3. En virtud de que cada vez más se debilitan los mantos acuíferos, es urgente crear mecanismos que permitan reinfiltrar de forma artificial los mantos.
4. El pavimento rígido ofrece mayores ventajas, técnicas y económicas, ofrece bajo costo y la disponibilidad de maquinarias y materiales en el lugar. Este brinda mayor facilidad para su construcción.

RECOMENDACIONES

1. Capacitar a la población sobre el uso adecuado del agua potable, ya que cada día los mantos freáticos se encuentran más secos, por lo que aumenta el calentamiento global y por ende, la destrucción del mismo ser humano.
2. Instruir a la población en el mantenimiento adecuado del sistema de introducción de agua potable, para que éste sea funcional el mayor tiempo posible.
3. Seleccionar el pavimento rígido como solución para pavimento, pues ofrece mayores ventajas tanto técnicas como económicas.
4. Darle mantenimiento de limpieza a las cunetas para evitar que existan tapones en la trayectoria de la descarga pluvial; así como proporcionar información a los residentes de no realizar conexiones de aguas negras para evitar contaminación.

BIBLIOGRAFÍA

1. CHACÓN VALDEZ, Henry Ernesto. Diseño de pavimento rígido de la calzada principal de acceso al municipio del progreso y ampliación del sistema de agua potable de la aldea el ovejero del municipio del progreso. Tesis Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 1995. 82 pp.
2. ARCHILA ESTRADA, Walfre Donald. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea pie de la cuesta, del municipio de San Pedro Pinula, jalapa. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2002. 84 pp.
3. ANCKERMAN ALVAREZ, Enrique. Manual para laboratorio de suelos en construcción de carreteras. Tesis. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 1969. 157 pp.

APÉNDICE

REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTROAMERICA



MINISTERIO DE SALUD PUBLICA
Y ASISTENCIA SOCIAL



LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"

DIRECCIÓN DE REGULACIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD

INFORME DE ANÁLISIS MUESTRAS CONTROL

UGCF097 Rev.0

Página 1 de 1

No. del LNS: AC-05-232-233
Nombre del Producto: AGUA
Tipo de muestra: ALIMENTO
Condición de la muestra: APROPIADA
Tipo de recipiente: VIDRIO

Remitente: ISA HAMILTON A GRIFIS
Procedencia: C/S SIQUINALA
Fecha de Ingreso: 09/02/2005
Fecha de Egreso: 28/02/2005

Resultados de Análisis

PROCEDENCIA	COLIFORMES TOTALES	ESCHERICHIA COLI
SISTEMA DE AGUA COMUNIDAD EL NISPERO	649 NMP/100ml	6 NMP/100ml
SISTEMA DE AGUA COMUNIDAD EL CAPULIN	152 NMP/100ml	10 NMP/100ml



[Firma manuscrita]
Lic. Víctor Hugo Jiménez
Supervisor de Microbiología de Alimentos

Método utilizado:
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th. Ed.

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

Observaciones

MUESTRAS NO ACEPTABLES.

SEGÚN NORMA COGUANOR NGO 29001, PARA AGUA POTABLE, EL RECUENTO DE COLIFORMES NO DEBE SER MAYOR DE 1.1 NMP/100ml. NO SE ACEPTA LA PRESENCIA DE ESCHERICHIA COLI.
PARA CONSUMO ES NECESARIO CLORAR O HERVIR EL AGUA, PARA ASI EVITAR POSIBLES ENFERMEDADES DIARREICAS PRODUCIDAS POR CONSUMIR AGUA CONTAMINADA.

Analista/Supervisor MS/VJ	Código Laboratorio B02-03/05-72
------------------------------	------------------------------------

AdeD

ÚLTIMA LÍNEA

Prohibida la reproducción parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

Km. 22 Carretera al Pacífico. Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, C. A.
Tels.: 6630-6017, 6630-6024, 6630-6035, 6630-6036, 6630-5837 Telefax: 6630-6011
E-mail: Ins@intelnett.com



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



INFORME No. 104 S.S. O.T. No.: 18685
 Interesado: Arlen del Socorro Palacios
 Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN. Proctor Estándar: () Norma:
 Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180
 Proyecto: Pavimentación
 Ubicación: Siquinala, Escuintla
 Fecha: 31 de mayo de 2005



Muestra No.: 1
 Descripción del suelo: Arena limosa color negro con grava
 Densidad seca máxima γ_d : 1.813 t/m³ 113.2 lb/ft³
 Humedad óptima Hop.: 12.4 %
 Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

[Signature]
 Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
 DIRECTOR CII/USAC



[Signature]
 Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos





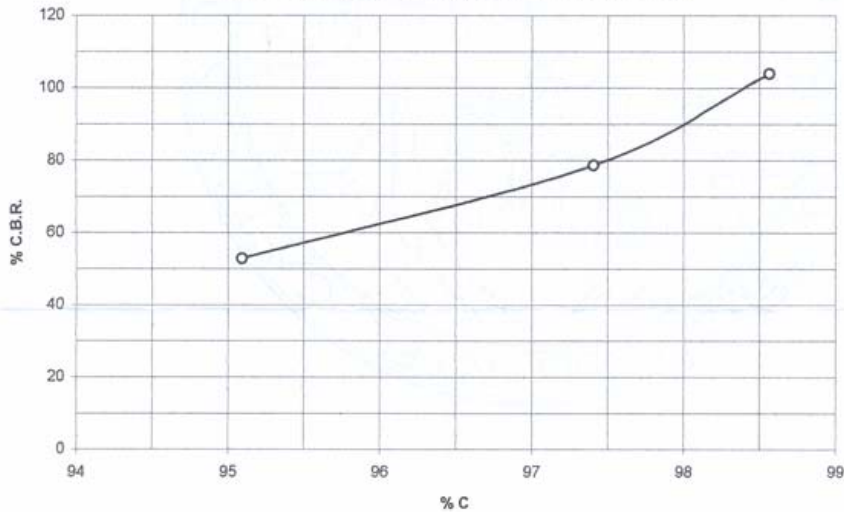
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No.: 105 S.S. O.T. No.: 18685
 Interesado: Arlen del Socorro Palacios
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193
 Proyecto: Pavimentación
 Ubicación: Siquinalá, Escuintla
 Descripción del suelo: Arena limosa color negro con grava
 Muestra No.: 1
 Fecha: 31 de mayo de 2005

PROBETA	GOLPES	A LA COMPACTACION		C	EXPANSION	C.B.R.
		H (%)	γ_d (kg/m ³)			
1	10	12.1	1724.5	95.09	0.0	52.9
2	30	12.1	1766.4	97.41	0.0	78.7
3	65	12.1	1787.4	98.56	0.0	103.9

GRAFICA DE % C.B.R.-% DE COMPACTACION



Atentamente,

Vo. Bo.:

[Signature]
 Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
 DIRECTOR CIIUSAC



[Signature]
 Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos





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



INFORME No. 106 S.S.

O.T. No. 18,685

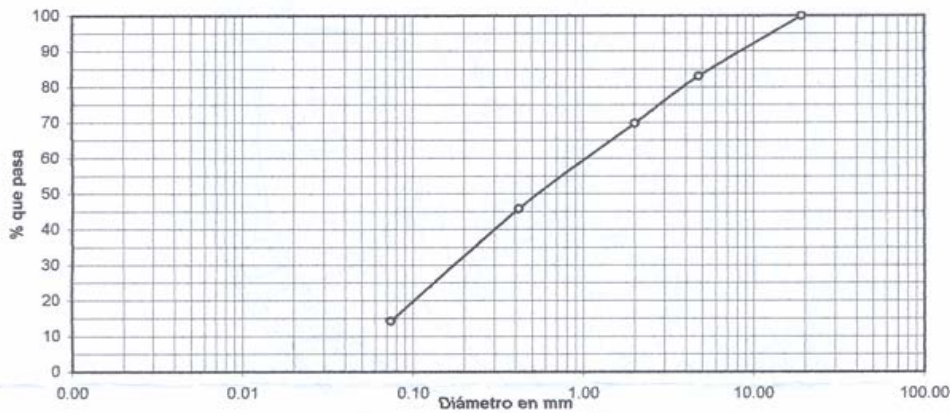
Interesado: Arlen del Socorro Palacios Silva
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27
 Proyecto: EPS
 Procedencia: Siquinala, Escuintla
 Fecha: 31 de mayo de 2005
 Muestra No. arena limosa color negro

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
3/4"	19.05	100.00
4	4.76	83.01
10	2.00	69.74
40	0.42	45.79
200	0.074	14.24

% de Grava: 17.0
 % de Arena: 68.8
 % de Finos: 14.2

Gs:

Análisis por Sedimentación:	
Diámet. mm.	% que pasa



Descripción del suelo: Arena limosa color negro
 Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-1-b
 Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.
 Ing. Francisco Javier Quiñones de La Cruz
 DIRECTOR CII/USAC.



Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos





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



INFORME No. 107 S.S.

O.T. No. 18,685

Interesado: Arlen del Socorro Palacios Silva
Proyecto: Pavimentación
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Siquinala, Escuintla
Pozo No. X Profundidad: X

FECHA: 31 de mayo de 2005

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1				MATERIAL NO PLASTICO

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

Observaciones: Muestra tomada por personal de laboratorio.

Atentamente,

Vo. Bo.


Ing. Francisco Javier Quinonez de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC




Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



Tabla No.I						
Categorías de carga por eje						
Carga por eje categorías	Descripción	Tráfico			Máxima carga por eje,kips	
		TPD	TPDC		Eje sencillo	Eje tandem
			%	Por día		
1	Calles residenciales, carreteras rurales secundarias (bajo a medio).	200 a 800	1 a 3	arriba de 25	22	36
2	Calles colectoras, carreteras rurales secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo).	700 a 5000	5 a 18	de 40 a 1000	26	44
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medio), supercarreteras o interestatales urbanas y rurales (bajo a medio).	3000 a 12000 2 carriles 3000 a 50000 4 carriles o más	8 a 30	de 500 a 5000	30	52
4	calles arteriales, carreteras primarias, supercarreteras (altas) interestatales urbanas y rurales (medio a alto).	3000 a 20000 2 carriles. 3000 a 15000 4 carriles o más	8 a 30	de 1500 a 8000	34	60

Los descriptores alto, medio y bajo, se refieren al peso relativo de las cargas por eje para el tipo de calle o carreteras.

Tabla No.II		
Tipos de suelos de subrasante y valores aproximados de k		
Tipos de suelos	Soporte	Rango de valores de k pci
Suelos de grano fino, en el cual el tamaño de las partículas de limo y arcilla predominan.	Bajo	75-120
Arenas y mezclas de arena con grava, con una cantidad considerada de limo y arcilla.	Medio	130-170
Arenas y mezclas de arena con grava, relativamente libre de fino.	Alto	180-220
Subbases tratadas con cemento.	Muy alto	250-400

Tabla No.III				
Valores de k para diseño sobre bases de suelo-cemento (de pca)				
Valor de K de la subrasante lbs/plg.	Valores de K sobre la base lbs/plg ³			
	Espesor 4 pulgadas	Espesor 6 pulgadas	Espesor 9 pulgadas	Espesor 12 pulgadas
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Tabla No.IV				
Valores de k para diseño sobre bases de suelo-cemento (de pca)				
Valor de K de la subrasante lbs/plg.	Valores de K sobre la base lbs/plg ³			
	Espesor 4 pulgadas	Espesor 6 pulgadas	Espesor 9 pulgadas	Espesor 12 pulgadas
50	170	230	310	390
100	280	400	520	640
200	470	640	830	-----

Tabla No.V								
TPDC permisible, carga por eje categoría 1								
Pavimentos con juntas de trave por agregados (no necesita dovelas)								
Sin hombros de concreto o bordillo					Con hombros de concreto o bordillo			
Espesor de losa pulgadas	Soporte subrasante-subbase			Espesor de losa pulgadas	Soporte subrasante-subbase			
	Bajo	Medio	Alto		Bajo	Medio	Alto	
MR =650 PSI	4.5			0.1	4 4.5	2	0.2 8	0.9 25
	5 5.5	0.1 3	0.8 15	3 45	5 5.5	30 320	130	330
	6 6.5	40 330	160	430				
MR =600 PSI	5 5.5		0.1 3	0.4 9	4 4.5		0.2 1	0.1 5
	6 6.5	8 76	36 300	98 760	5 5.5	6 73	27 290	75 730
	7	520			6	610		
MR =550 PSI	5.5	0.1	0.3	0.1	4.5		0.2	0.6
	6 6.5	1 13	6 60	18 160	5 5.5	0.8 13	4 57	13 150
	7 7.5	110 620						
			400		6	130	480	

NOTA: El análisis de fatiga controla el diseño.

NOTA: Una fracción de TPDC, indica que el pavimento puede transportar un número ilimitado de vehículos pequeños y camiones con dos ejes y cuatro llantas. Pero únicamente pocos camiones pesados por semana (TPDC de 0.3 x 7 días indica dos camiones pesados por semana).

El presenta TPDC excluye a camiones de cuatro llantas dos ejes, por lo que el número de camiones permitidos puede ser grande.

Tabla No.VI										
TPDC permisible, carga por eje categoría 2										
Pavimentos con juntas doveladas										
Concreto sin hombros o bordillo						Concreto con hombros o bordillo				
Espesor de losa pulgadas	Soporte subrasante-subbase					Espesor de losa pulgadas	Soporte subrasante-subbase			
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	Bajo		Medio	Alto	Muy Alto	
MR =650 PSI	5.5				5	5	3	9	42	
	6		4	12	59	5.5	9	42	120	450
	6.5	9	43	120	400	6	96	380	970	3400
	7	80	320	840	3100	6.5	710	2600		
	7.5	490	1900			7	4200			
8	2500									
MR =600 PSI	6				11	5			1	8
	6.5		8	24	110	5.5	1	8	23	98
	7	15	70	190		6	19	84	220	810
	7.5	110	440	1100	750	6.5	160	620	1500	5200
	8	590				7	1000	3600		
8.5	2700	2300								
MR =550 PSI	6.5			4	19	5.5			3	178
	7		11	34	150	6	3	14	41	160
	7.5	19	84	230	890	6.5	29	120	320	1100
	8	120	470			7	210	770		
	8.5	560	2200	1200		7.5	1100	4000	1900	
9	2400									

NOTA: El análisis de fatiga controla el diseño.

Tabla No.VII										
TPDC permisible, carga por eje categoría 2										
Pavimentos con juntas con agregados de trave										
Concreto sin hombros o bordillo						Concreto con hombros o bordillo				
Espesor de losa pulgadas	Soporte subrasante-subbase					Espesor de losa pulgadas	Soporte subrasante-subbase			
	Bajo Alto	Medio	Alto	Muy Alto	Bajo Muy Alto		Medio	Alto		
MR =650 PSI	5.5				5	5.5	9	3	9	42
	6		4	12	59	6	96	42	120	450
	6.5	9	43	120	490	6.5	650	380	1000	700
	7	80	320	840	1200	7	1100	1900	1400	970
7.5	490	1200	1500						2100	
8	130	190								
	0	0								
MR =600 PSI	6				11	5			1	8
	6.5		8	24	110	5.5	1	8	23	98
	7	15	70	190	750	6	19	84	220	810
	7.5	110	440	1100	2100	6.5	160	520	1400	2100
8	590									
8.5	190	190			7	1000	1900			
	0	0								
MR =550 PSI	6.5			4	19	5.5			3	178
	7		11	34	150	6	3	14	41	160
	7.5	19	84	230	890	6.5	29	120	320	1100
	8		470			7				
	8.5	120	220			7.5	210		190	
	560	0	1200			1100	770	0		
9	240									
	0									

Análisis de erosión controla el diseño; de otro modo el análisis de fatiga controla.

Tabla VIII										
TPDC permisible, carga por eje categoría 2										
Pavimentos con juntas con agregados de trave										
Concreto sin hombros o bordillo						Concreto con hombros o bordillo				
Espesor de losa pulgadas	Soporte subrasante-subbase					Espesor de losa pulgadas	Soporte subrasante-subbase			
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	Bajo		Medio	Alto	Muy Alto	
MR =650 PSI	7.5				250	6.5			82	320
	8		130	350	1300	7	52	220	550	1900
	8.5	160	640	1600	6200	7.5	320	1200	2900	9800
	9	700	2700	7000	11500	8	1600	5700		
	9.5	2700	10800			8.5	6900	23700	13800	
	10	9900								
MR =600 PSI						6.5				67
	8			73	310	7			120	440
	8.5		140	380	1500	7.5		270	680	2300
	9	160	640	1700	6200	8	19	84	3200	
	9.5	630	2500	6500	6200	8.5	160	520	14100	10800
	10	2300								
MR =550 PSI						7				
	8.5			70	300	7.5			130	82 480
	9		120	340	1300	8	67	270	670	2300
	9.5	120	520	1300	5100	8.5	330	1200	2900	9700
	10	460	1900	4900		9	1400	4900		
	10.5	1600	6500	17400	19100	9.5	5100	18600	11700	
	11	4900								

Análisis de erosión controla el diseño; de otro modo el análisis de fatiga controla.

Tabla IX										
TPDC permisible, carga por eje categoría 3										
Pavimentos con juntas doveladas										
Concreto sin hombros o bordillo						Concreto con hombros o bordillo				
Espesor de losa pulgadas	Soporte subrasante-subbase				Alto	Espesor de losa pulgadas	Soporte subrasante-subbase			
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto			Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
MR = 650 PSI	7.5			60	250	7		220	510	750
	8		130	350	830	7.5	320	640	890	1400
	8.5	160	640	900	1300	8	610	1100	1500	2500
	9	680	1000	1300	2000	8.5	950	1800	2700	4700
	9.5	960	1500	2000	2900	9	1500	2900	4600	
	10	1300	2100	2800	4300	9.5	2300	4700	8000	8700
	10.5	1800	2900	4000	6300	10	3500			
	11	2500	4000	5700		10.5	5300	7700		
MR = 600 PSI	11.5	3300	5500	7900	9200	11	8100			
	12	4400	7500							
	8			73	310	7			120	440
	8.5		140	380	1300	7.5	67	270	680	1400
	9	160	640	1300	2000	8	370	1100	1500	2500
	9.5	630	1500	2000	2900	8.5	950	1800	2700	4700
MR = 550 PSI	10	1300	2100	2800	4300	9	1500	2900	4600	
	10.5	1800	2900	4000	6300	9.5	2300	4700	8000	8700
	11	2500	4000	5700		10	3500			
	11.5	3300	5500	7900	9200	10.5	5300	7700		
	12	4400	7500			11	8100			
	8				56	7				
8.5			70	300	7.5			130	480	
9		120	340	1300	8	67	270	670	2300	
9.5	120	520	1300	2900	8.5	330	1200	2700	4700	
10	460	1900	2800	4300	9	1400	2900	4600		
10.5	1600	2900	4000	6300	9.5	2300	4700	8000	8700	
12	4400	7500			11	8100				

Análisis de erosión controla el diseño; de otro modo el análisis de fatiga controla.

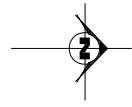
Tabla X										
TPDC permisible, carga por eje categoría 3										
Pavimentos con juntas doveladas										
Concreto sin hombros o bordillo					Concreto con hombros o bordillo					
Espesor de losa pulgadas	Soporte subrasante-subbase				Espesor de losa pulgadas	Soporte subrasante-subbase				
	Bajo	Medio	Alto	Bajo		Medio	Alto	Muy Alto		
MR = 650 PSI	8			270	7					
	8.5		120	340	1300	7.5		240	620	400
	9	140	580	1500	5600	8	330	1200	3000	9800
	9.5	570	2300	5900	14700	8.5	1500	5300	12700	41100
	10	2000	8200	18700	25900	9	5900	21400		
	10.5	6700	24100	31800	45800	9.5	22500	52000	44900	
MR = 600 PSI	11	21600								
	11.5	39700	39600			10	45200			
	8.5				300	7.5			130	490
	9		120	340	1300	8		270	690	2300
	9.5	120	530	1400	5200	8.5	340	1300	3000	9900
	10	480	1900	5100	19300	9	1400	5000	12000	
10.5	1600	6500	17500	45900	9.5	5200	18800	45900	40200	
MR = 550 PSI	11	4900	21400							
	11.5	14500	65000	53800		10	18400			
	12	44000								
	9				260	7			130	480
	9.5			280	1100	7.5		250	620	2100
	10		390	1100	4000	8	280	1000	2500	8200
10.5	320	1400	3600	13800	8.5	1100	3900	9300	30700	
MR = 550 PSI	11	1000	4300	11600		9	3800	13600		
	11.5	3000	13100	37200	46600	9.5	12400	46200	32900	
	12	8200	4000			11	40400			

Análisis de erosión controla el diseño; de otro modo el análisis de fatiga controla.

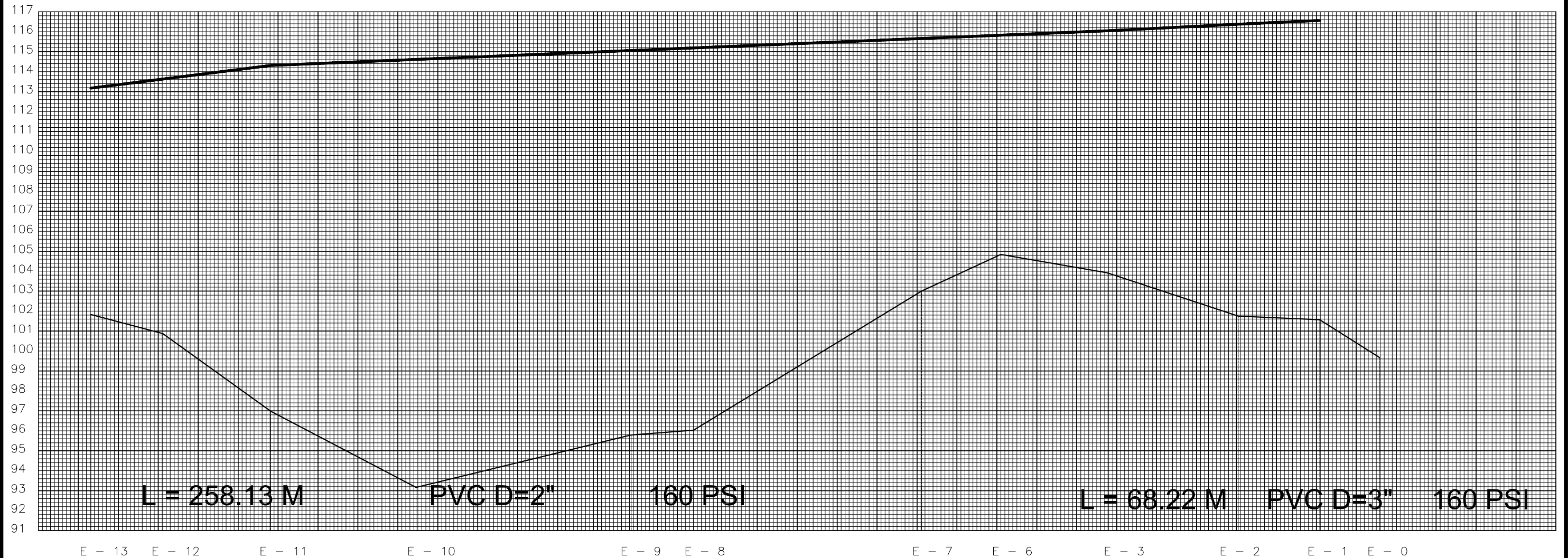
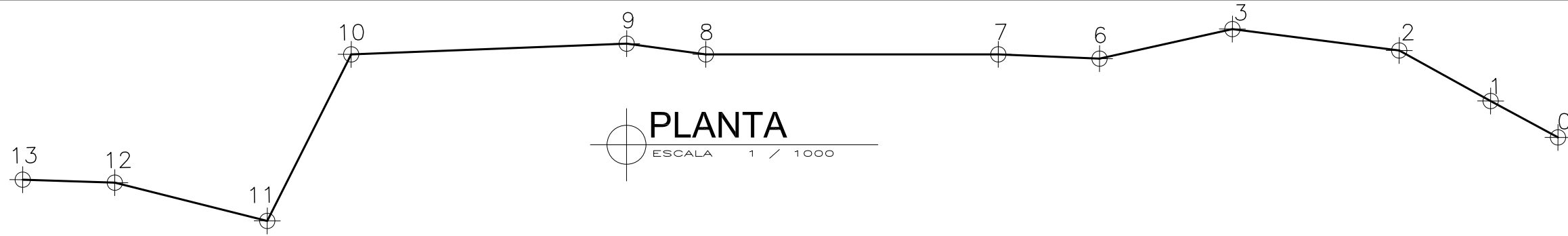
Tabla XI										
TPDC permisible, carga por eje categoría 3										
Pavimentos con juntas doveladas										
Concreto sin hombros o bordillo						Concreto con hombros o bordillo				
Espesor de losa pulgadas	Soporte subrasante-subbase					Espesor de losa pulgadas	Soporte subrasante-subbase			
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	Bajo		Medio	Alto	Muy Alto	
MR = 650 PSI	8				270	7				
	8.5		120	340	990	7.5		240	100	400
	9	140	580	1100	1500	8	330	770	1100	1700
	9.5	570	1200	1600	2300	8.5	720	1300	1900	3100
	10	1100	1700	2200	3400	9	1100	2100	3200	5700
	10.5	1500	2300	3200	4900	9.5	1700	3400	5500	10200
	11	2000	3300	4500	7200					
	11.5	2700	4500	6300	10400	10	2600	5500	9200	17900
MR = 600 PSI	12	3600	6100	8800	14900	11	5900	13600	24200	
	13	6300	11100	16800		12	12800			
	14	10800								
	8.5				300	7.5			130	490
	9		120	340	1300	8		270	690	1700
	9.5	120	530	1400	2300	8.5	340	1300	1900	3100
	10	480	1700	2200	3400	9	1100	2100	3200	5700
	10.5	1500	2300	3200	4900	9.5	1700	3400	5500	10200
MR = 550 PSI	11	2000	3300	4500	7200					
	11.5	2700	4500	6300	10400	10	2600	5500	9200	17900
	12	3600	6100	8800	14900	11	12800			
	13	6300	11100	16800		12	12800			
	14	10800								
	10		390	1100	3400	9	280	1000	2500	5700
10.5	320	1400	3200	4900	9.5	1100	3400	5500	10200	
12	3600	6100	8800	14900	9.5	1100	3400	5500	10200	
13	6300	11100	16800		12	12800				
14	10800									

Análisis de erosión controla el diseño; de otro modo el análisis de fatiga controla.

Tabla XII					
Estructuras	Asentamiento (revenimiento)				
Cimientos, muros, columnas, vigas	10 cm.				
Pavimentos, losas	8 cm.				
Tabla XIII					
Resistencia (kg/cm ²)	Relación agua-cemento				
352	0.30				
316	0.38				
281	0.44				
246	0.51				
211	0.58				
176	0.67				
Tabla XIV					
Asentamiento (cm.)	Litros de agua por metro cúbico				
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"
3-5	205	200	185	180	175
8-10	225	215	200	195	180
15-18	240	230	210	205	200
Tabla XV					
Tamaño máximo agregado grueso	% de arena sobre agregado total				
3/8"	48				
1/2"	46				
3/4"	44				
1"	42				
1 1/2"	40				



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA		E P S	
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA EL CAPULIN		TOPOGRAFIA Y DIBUJO ARLEN PALACIOS	
CONTIENE: PLANTA GENERAL DE POBLACION		CALCULO Y DISEÑO ARLEN PALACIOS	
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL		FECHA MARZO/2006	ESCALA: Hz. 1/5000
INGA.CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA			



L = 258.13 M

PVC D=2"

160 PSI

L = 68.22 M

PVC D=3"

160 PSI

E - 13

E - 12

E - 11

E - 10

E - 9

E - 8

E - 7

E - 6

E - 3

E - 2

E - 1

E - 0



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA

E P S

PROYECTO: INTRODUCCION DE
AGUA POTABLE
ALDEA EL CAPULIN

TOPOGRAFIA Y DIBUJO
ARLEN PALACIOS

CALCULO Y DISEÑO
ARLEN PALACIOS

CONTIENE: PLANTA + PERFIL

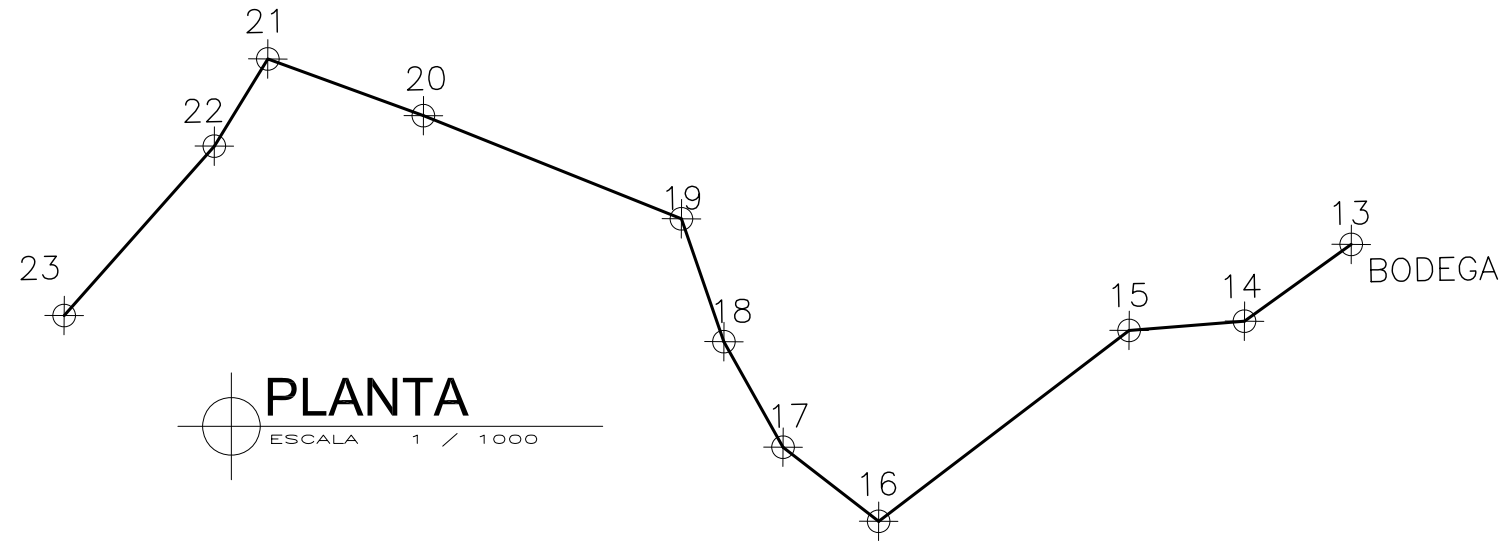
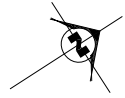
FECHA
MARZO/2006

ESCALA:
Hz. 1/1000
V. 1/200

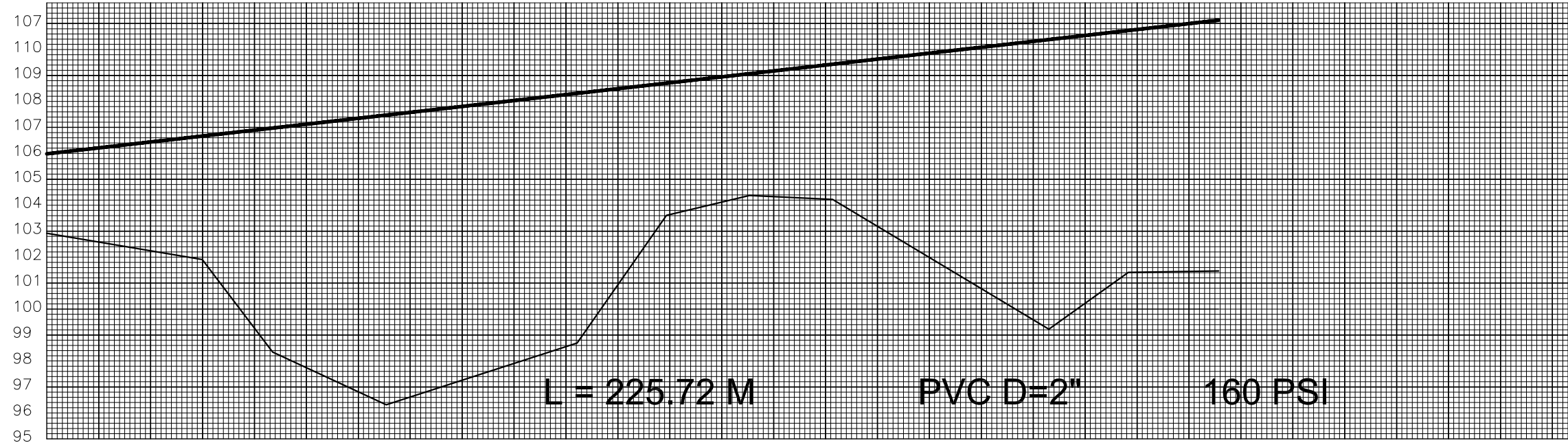
ARLEN PALACIOS
E.P.S. INGENIERIA CIVIL

INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO
ASESORA


HOJA
2
14

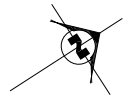


PLANTA
ESCALA 1 / 1000

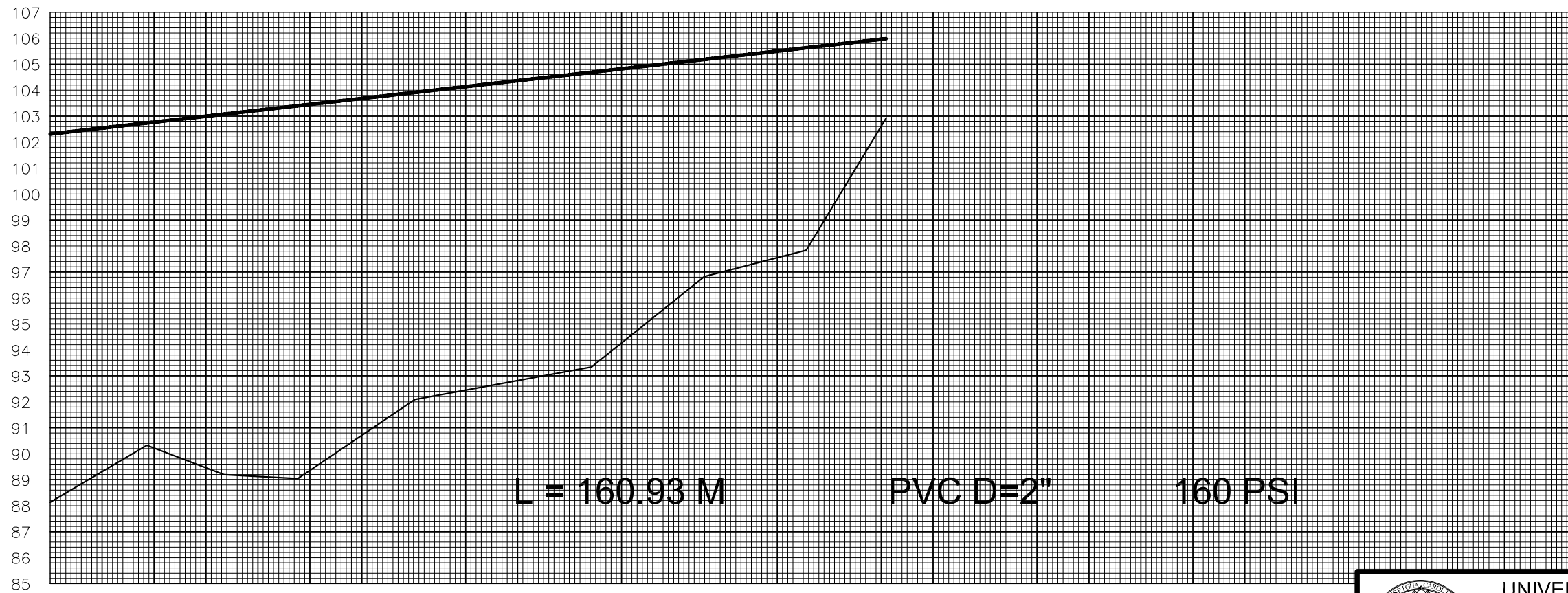
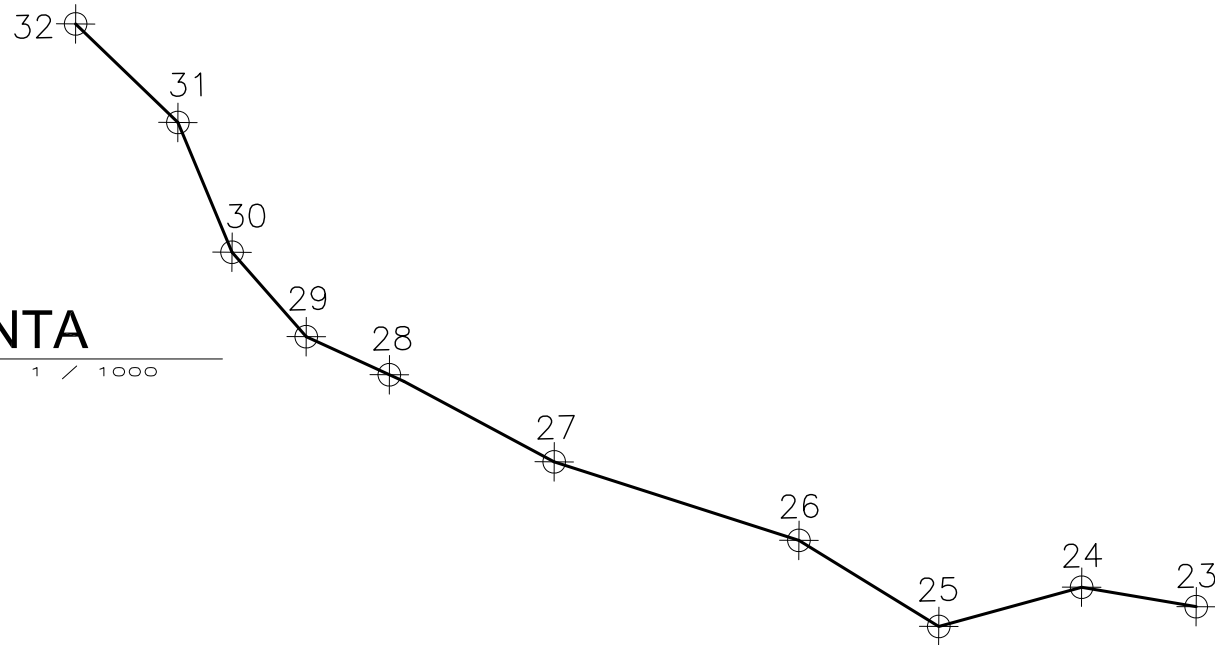


PERFIL
ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000
ESCALA VERTICAL 1 / 200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA		E P S
	PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA EL CAPULIN		
CONTIENE: PLANTA + PERFIL		TOPOGRAFIA Y DIBUJO ARLEN PALACIOS	CALCULO Y DISEÑO ARLEN PALACIOS
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL		FECHA MARZO/2006	ESCALA: Hz. 1/1000 V. 1/200
INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA		HOJA 3 / 14	



PLANTA
ESCALA 1 / 1000

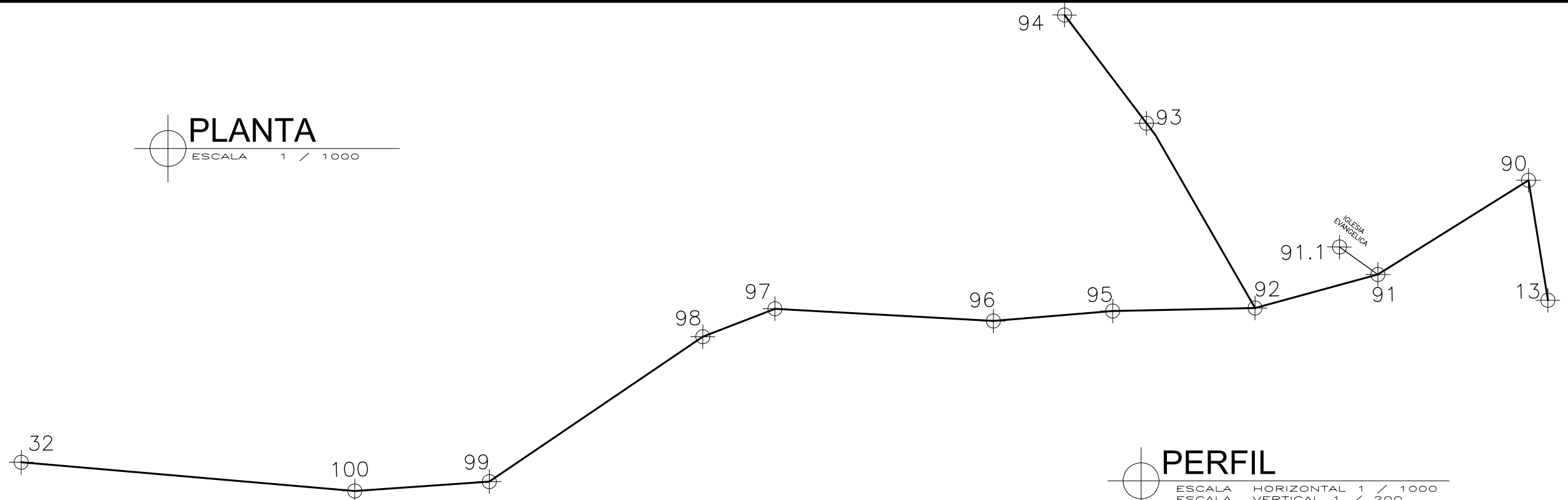


PERFIL
ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000
ESCALA VERTICAL 1 / 200

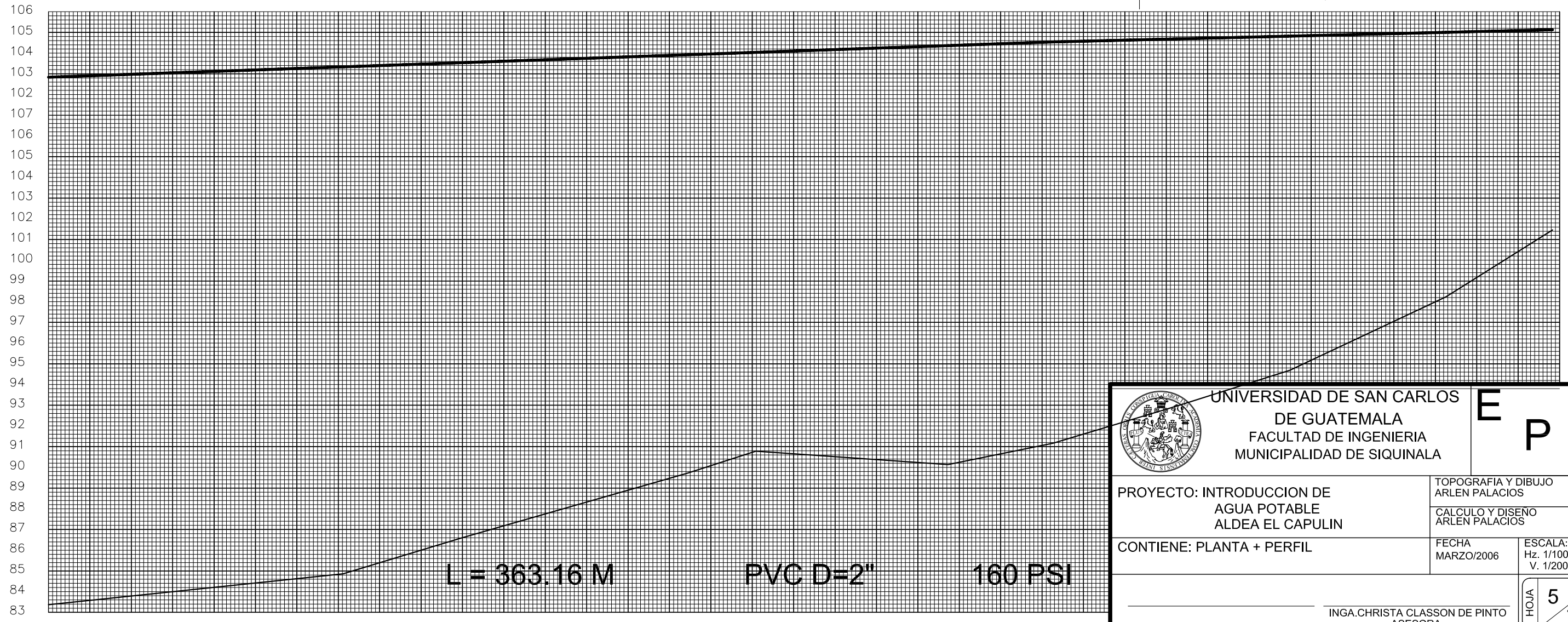
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		E P S
	FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA		
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA EL CAPULIN		TOPOGRAFIA Y DIBUJO ARLEN PALACIOS	
CONTIENE: PLANTA + PERFIL		CALCULO Y DISEÑO ARLEN PALACIOS	
		FECHA MARZO/2006	ESCALA: Hz. 1/1000 V. 1/200
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL		INGA.CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA	



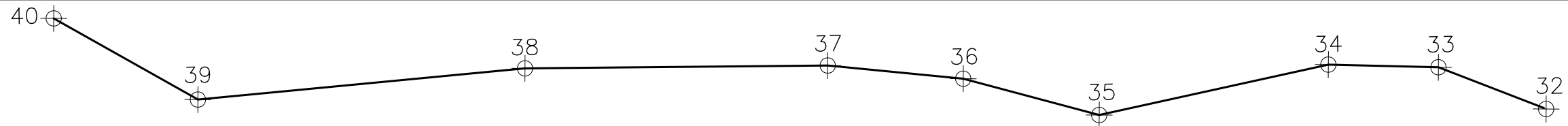
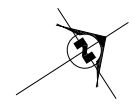
PLANTA
ESCALA 1 / 1000



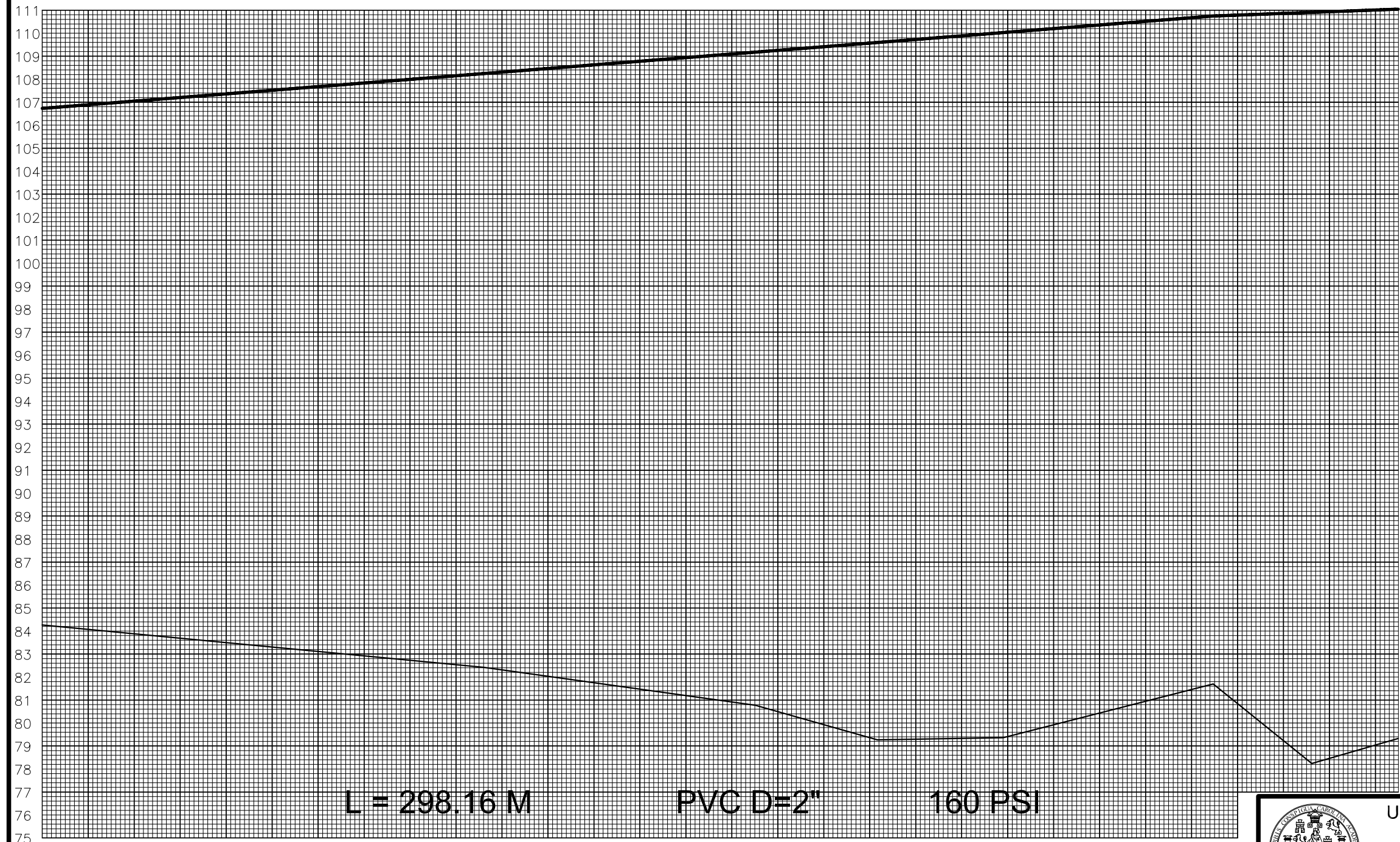
PERFIL
ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000
ESCALA VERTICAL 1 / 200



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA		E P S
	PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA EL CAPULIN		
CONTIENE: PLANTA + PERFIL		FECHA MARZO/2006	ESCALA: Hz. 1/1000 V. 1/200
INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA			HOJA 5 / 14



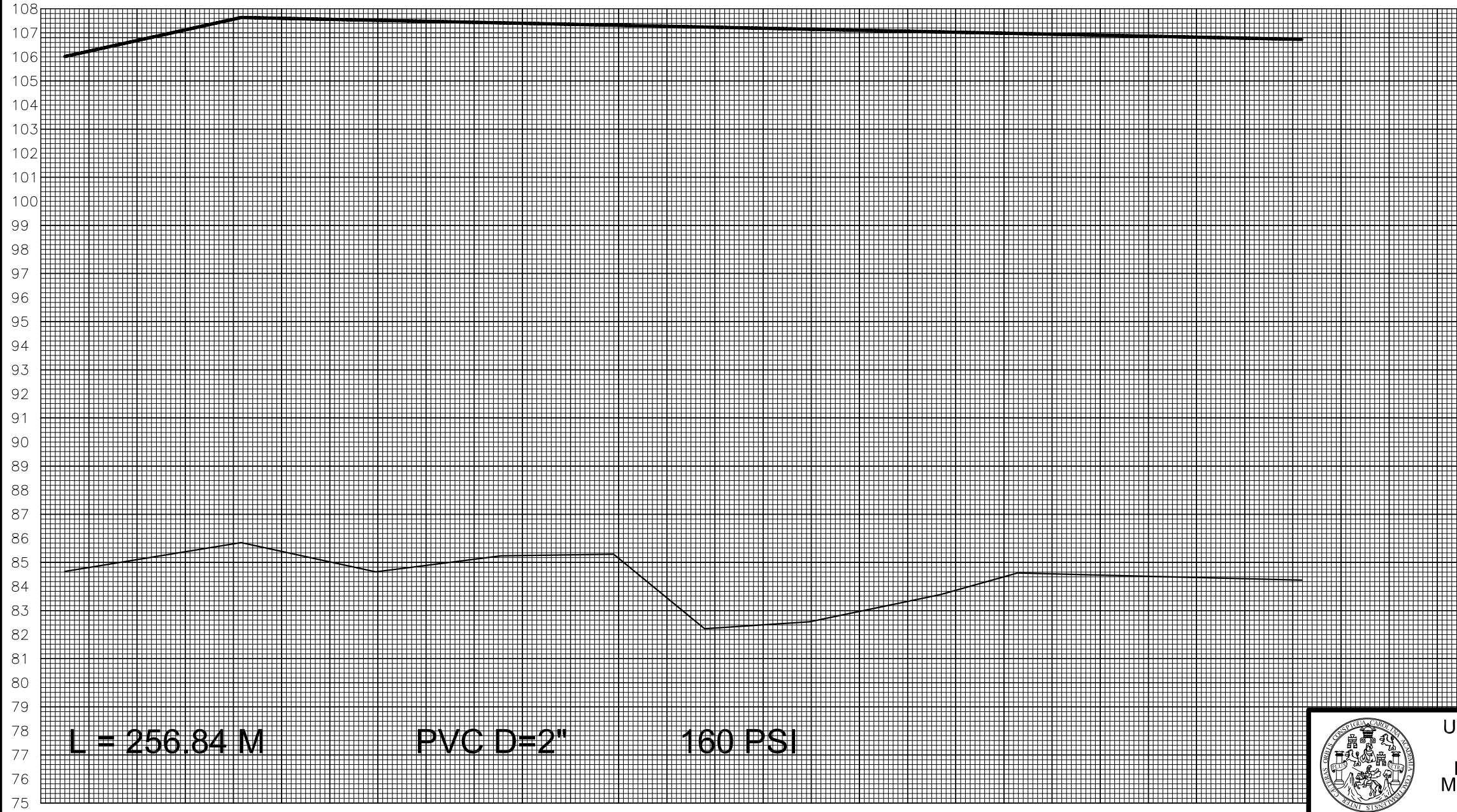
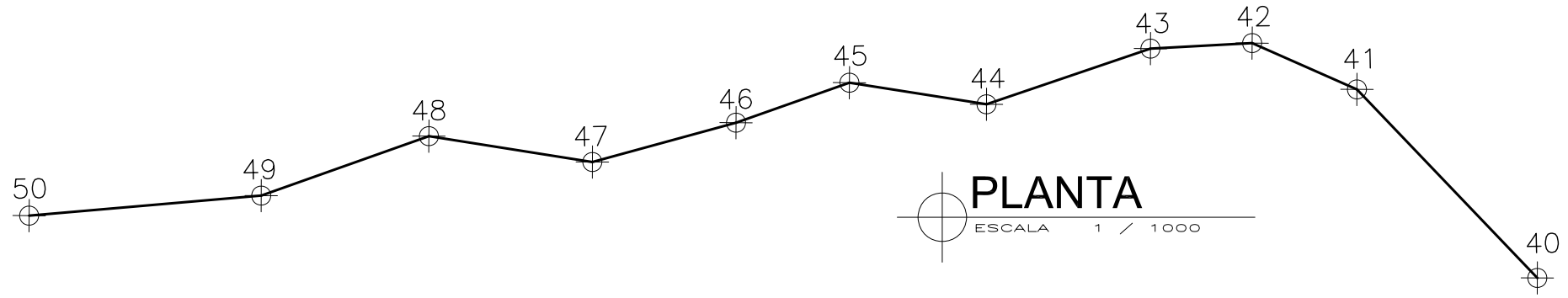
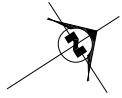
PLANTA
ESCALA 1 / 1000



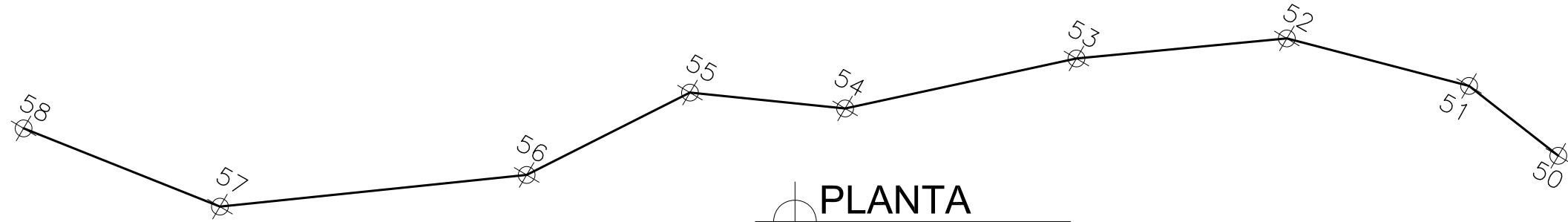
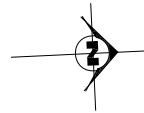
L = 298.16 M PVC D=2" 160 PSI

PERFIL
ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000
ESCALA VERTICAL 1 / 200

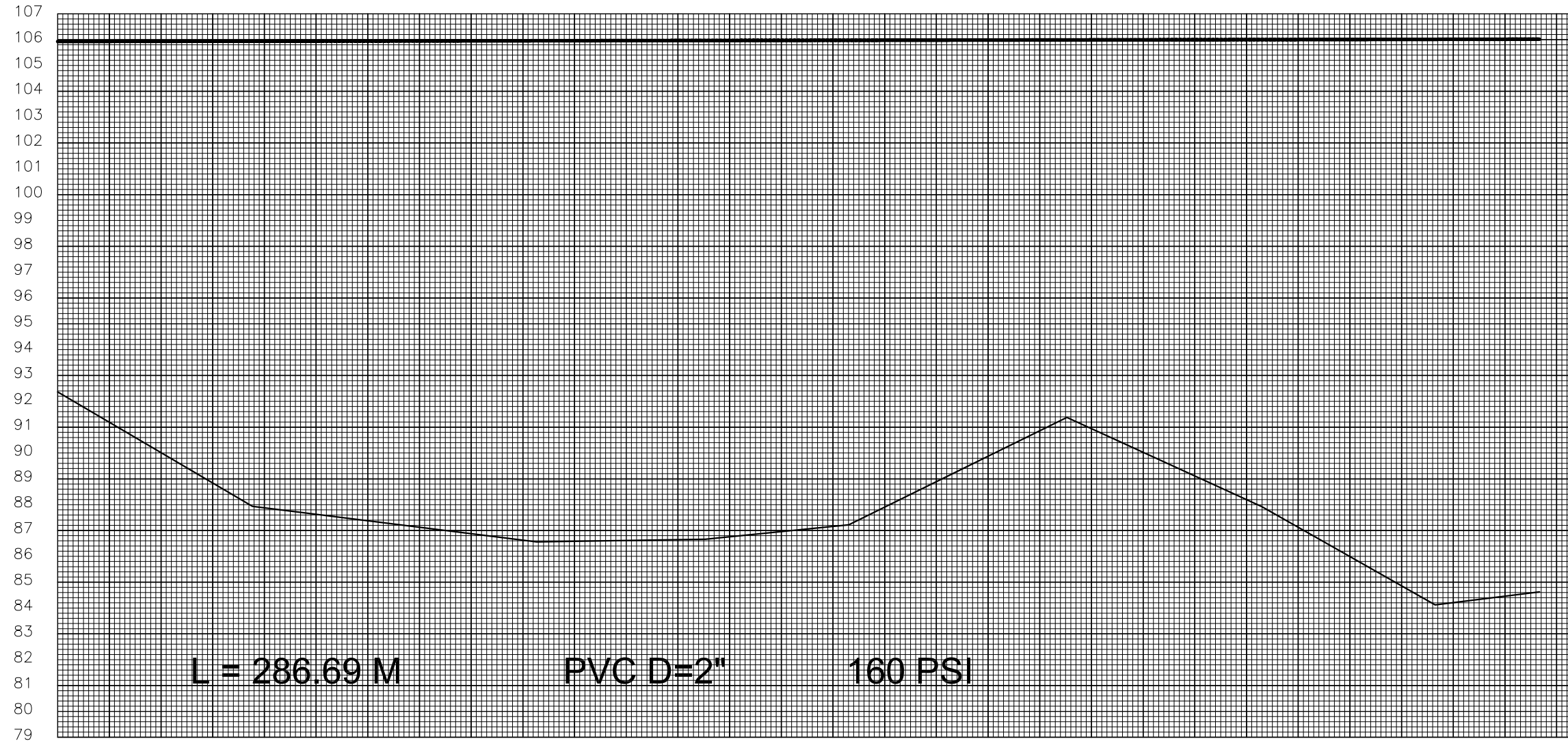
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		E P S
	FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA		
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA EL CAPULIN		TOPOGRAFIA Y DIBUJO ARLEN PALACIOS	
CONTIENE: PLANTA + PERFIL		CALCULO Y DISEÑO ARLEN PALACIOS	
		FECHA MARZO/2006	ESCALA: Hz. 1/1000 V. 1/200
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL		INGA.CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA	



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	E P S
	FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA	
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA EL CAPULIN		TOPOGRAFIA Y DIBUJO ARLEN PALACIOS
CONTIENE: PLANTA + PERFIL		CALCULO Y DISEÑO ARLEN PALACIOS
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL		INGA.CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA
		ESCALA: Hz. 1/1000 V. 1/200
		FOLIO 7 / 14

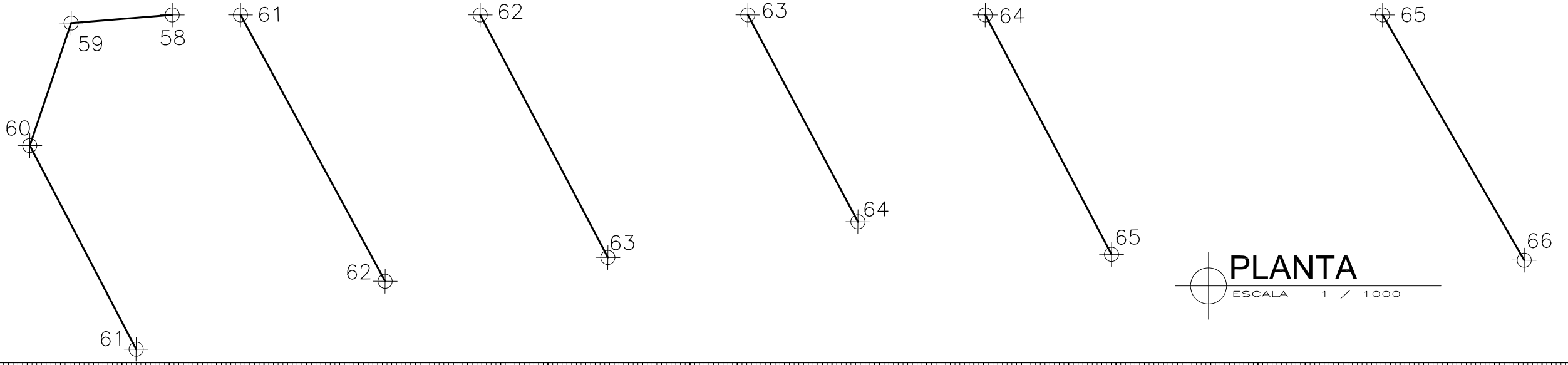


PLANTA
ESCALA 1 / 1000

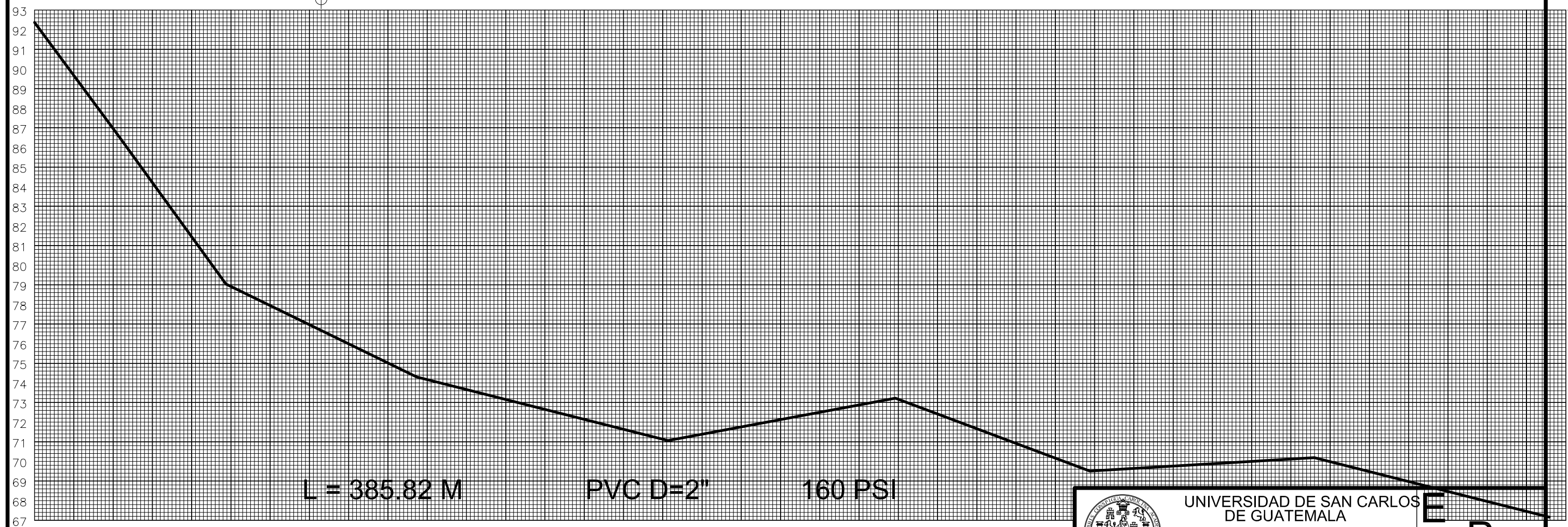


PERFIL
ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000
ESCALA VERTICAL 1 / 200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA		E P S
	PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA EL CAPULIN		
CONTIENE: PLANTA + PERFIL		TOPOGRAFIA Y DIBUJO ARLEN PALACIOS	CALCULO Y DISEÑO ARLEN PALACIOS
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL		FECHA MARZO/2006	ESCALA: Hz. 1/1000 V. 1/200
INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA		8 / 14	



PLANTA
 ESCALA 1 / 1000

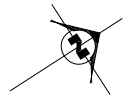


L = 385.82 M

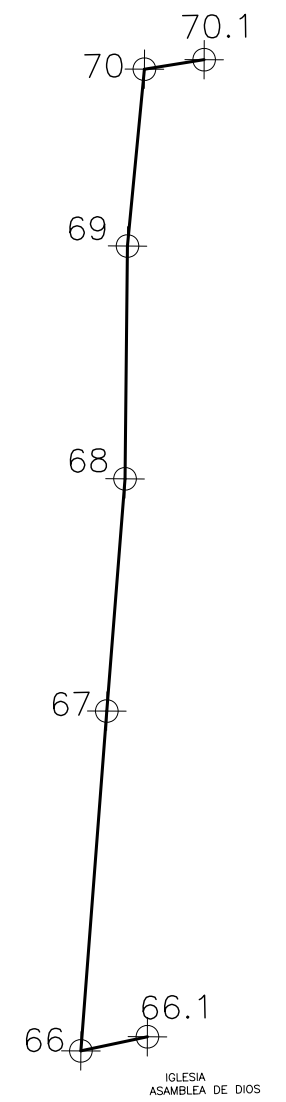
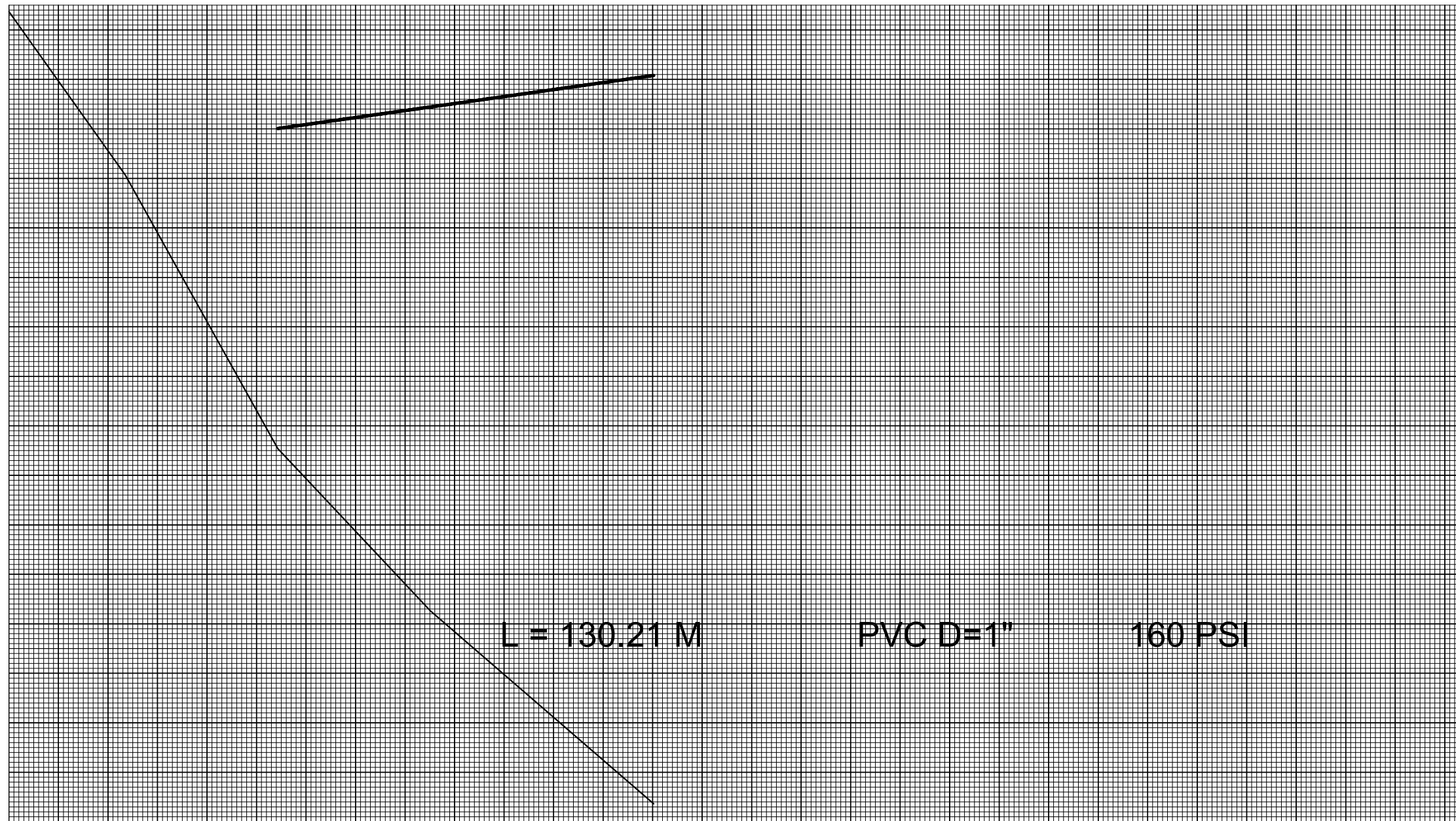
PVC D=2" 160 PSI

PERFIL
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000
 ESCALA VERTICAL 1 / 200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		E P S
	FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA		
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA EL CAPULIN		TOPOGRAFIA Y DIBUJO ARLEN PALACIOS	
CONTIENE: PLANTA + PERFIL		CALCULO Y DISEÑO ARLEN PALACIOS	
FECHA MARZO/2006		ESCALA: Hz. 1/1000 V. 1/200	
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL	INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA		
		9 14	




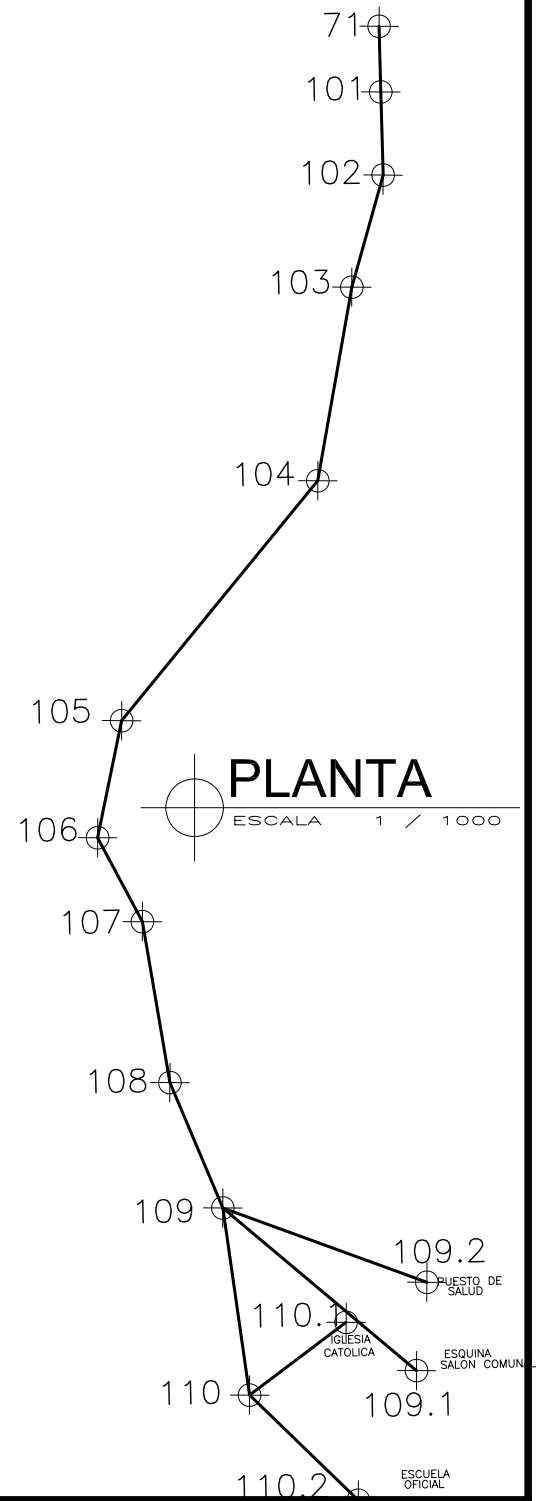
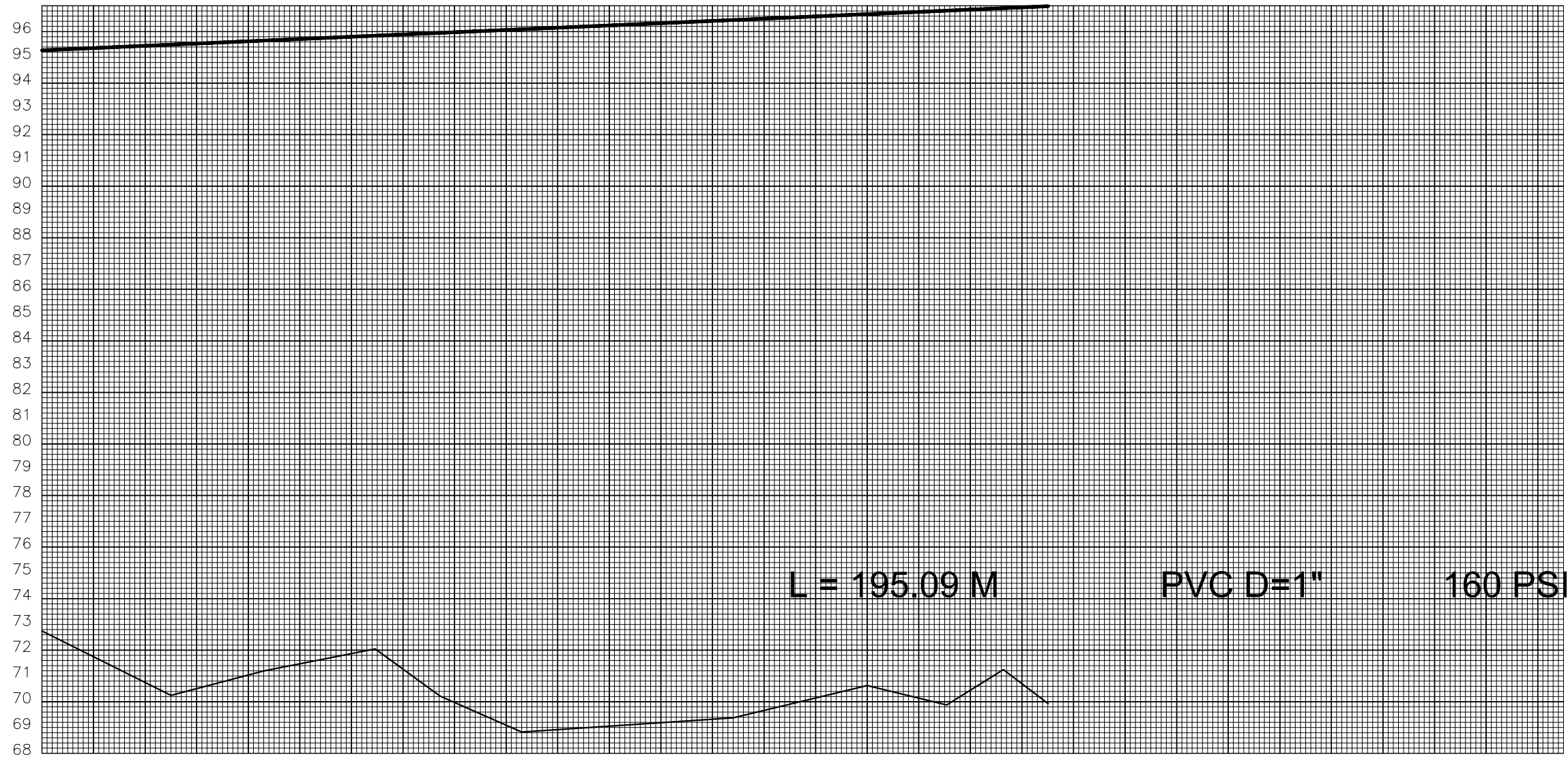
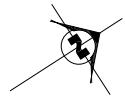
111
110
109
108
107
106
105
104
103
102
101
100
99
98
97
96
95
94
93
92
91
90
89
88
87
86
85
84
83
82
81
80
79
78



PLANTA
ESCALA 1 / 1000

NOTA: SE RECOMIENDA REALIZAR TANTEO HASTA OBTENER EL PUNTO CRITICO DE LA PIEZOMETRICA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA		E P S
	PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA EL CAPULIN		
CONTIENE: PLANTA + PERFIL		FECHA MARZO/2006	ESCALA: Hz. 1/1000 V. 1/200
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL		INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA	
		HOJA 10 / 14	

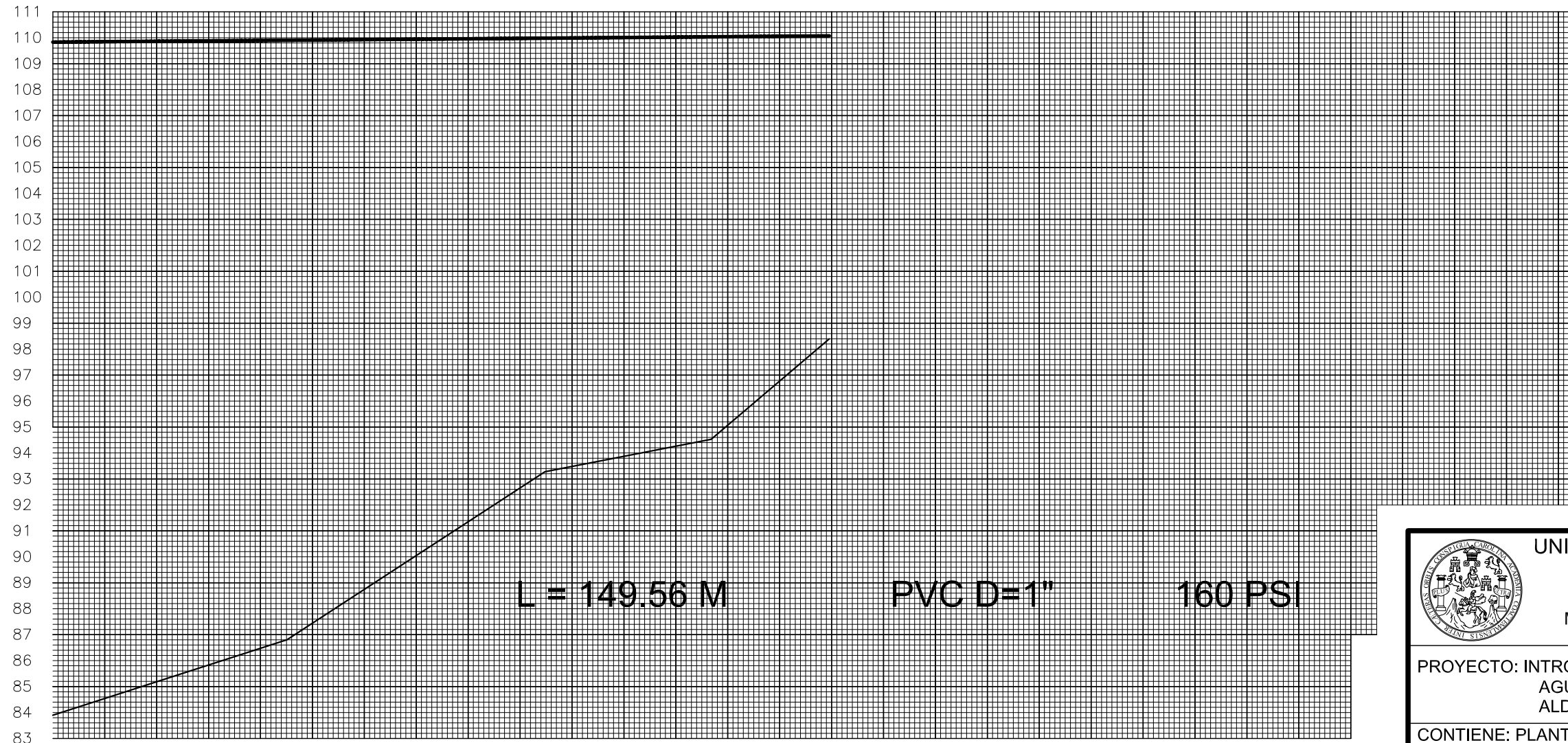
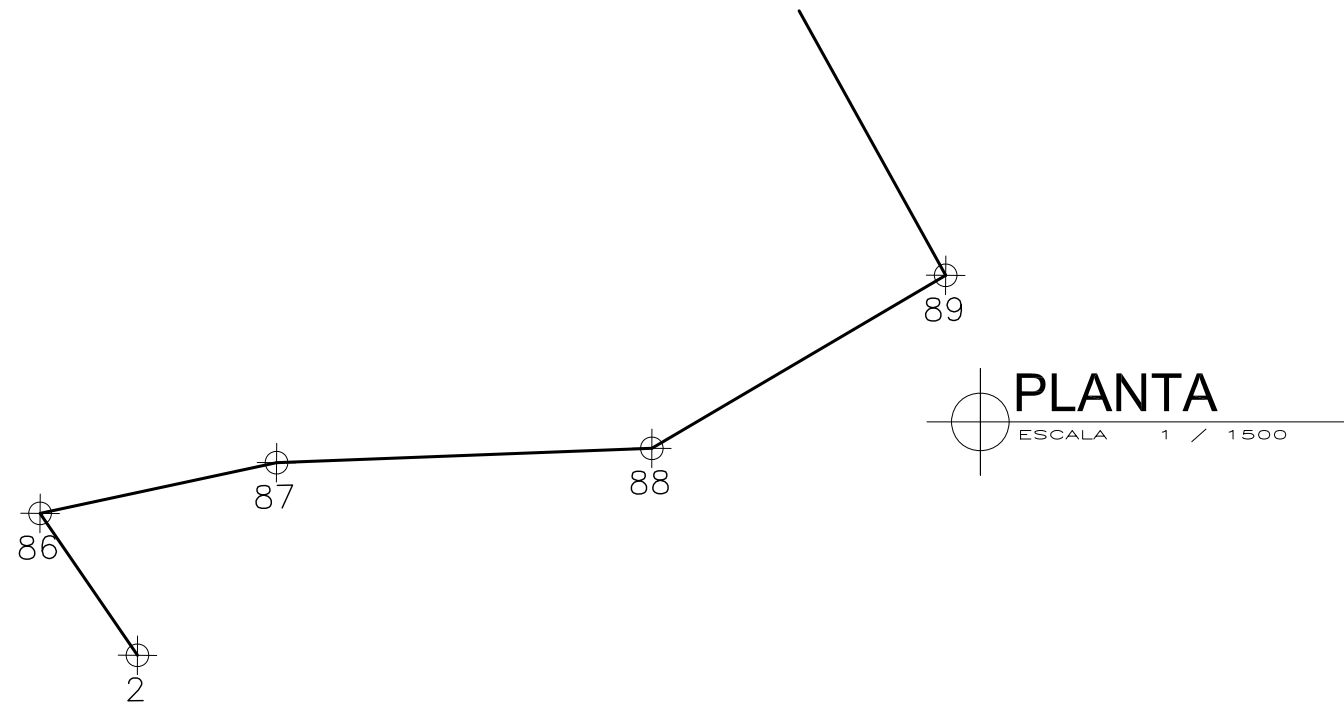



PLANTA

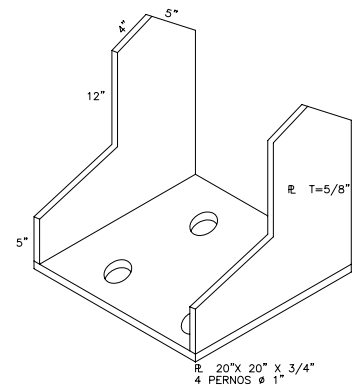
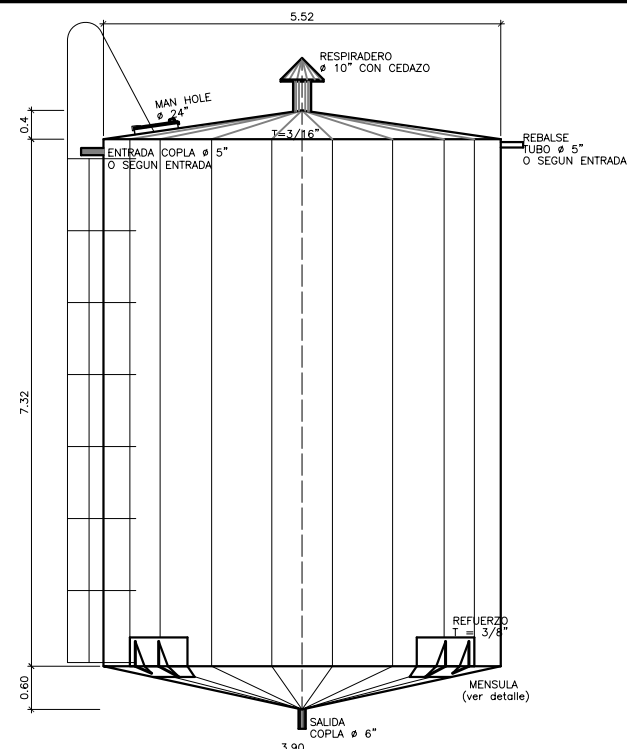
ESCALA 1 / 1000

PERFIL
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 1000
 ESCALA VERTICAL 1 / 200

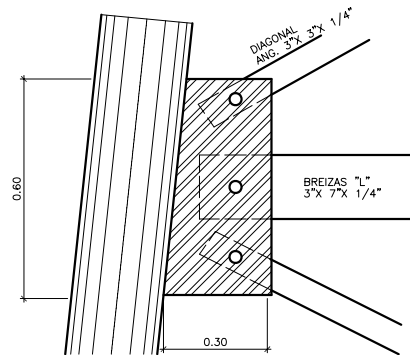
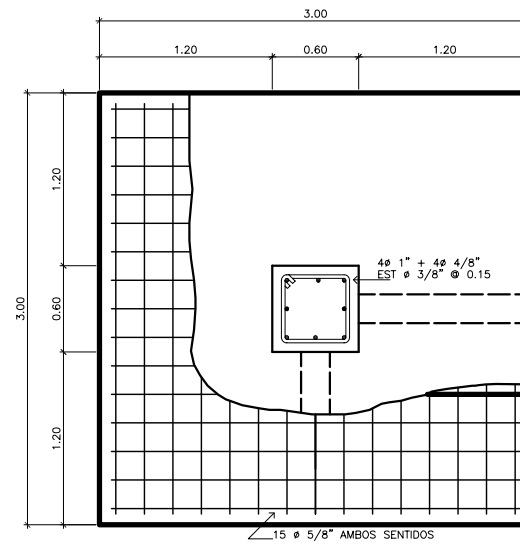
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA	E P S	
CONTIENE: PLANTA + PERFIL	FECHA MARZO/2006	ESCALA: Hz. 1/1000 V. 1/200
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL	INGA.CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA	HOJA 11 14



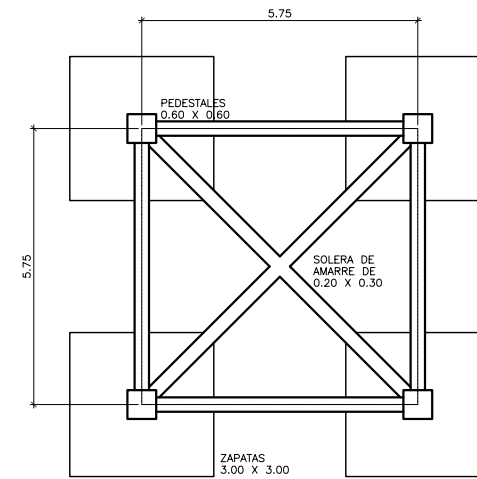
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA		E P S
	PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA EL CAPULIN		
CONTIENE: PLANTA + PERFIL		TOPOGRAFIA Y DIBUJO ARLEN PALACIOS	CALCULO Y DISEÑO ARLEN PALACIOS
		FECHA MARZO/2006	ESCALA: Hz. 1/1000 V. 1/200
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL		INGA.CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA	
		HOJA 12 / 14	



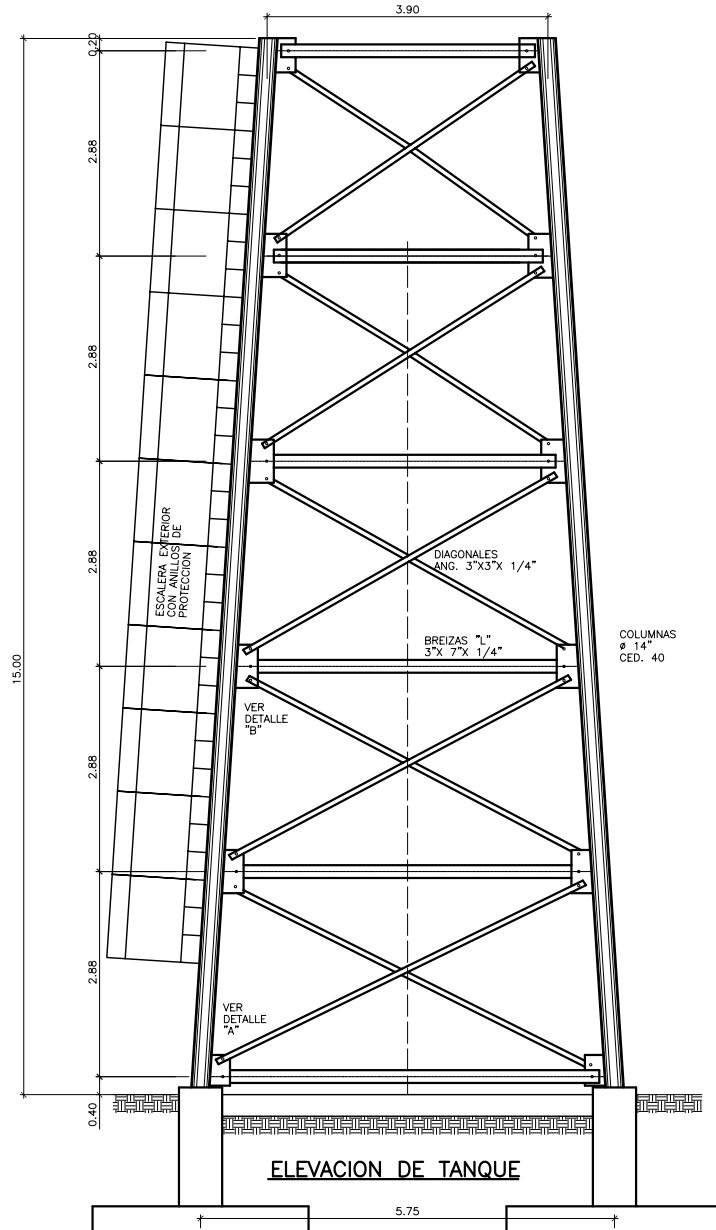
DETALLE DE MENSULAS



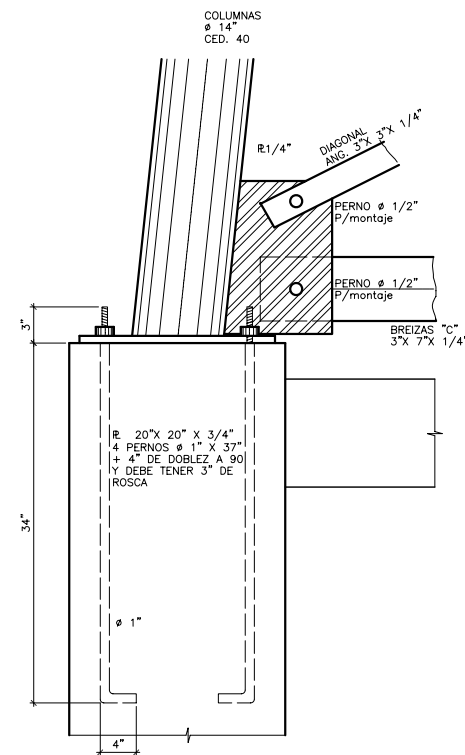
DETALLE "B" ESC. 1:10



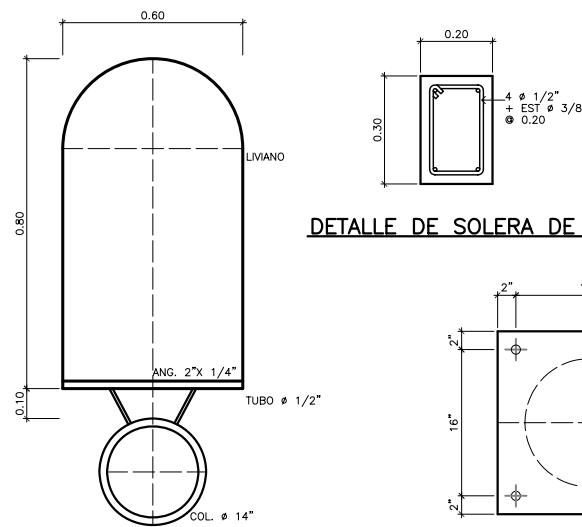
PLANTA DE BASES ESC. 1:75



ELEVACION DE TANQUE

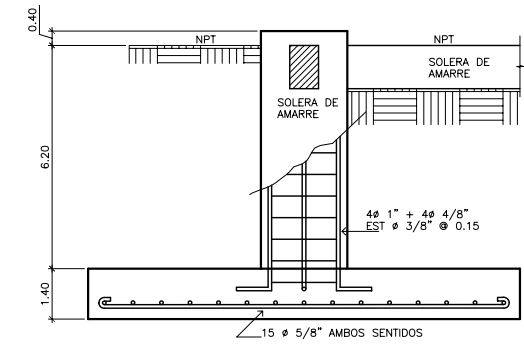


DETALLE "A" ESC. 1:10



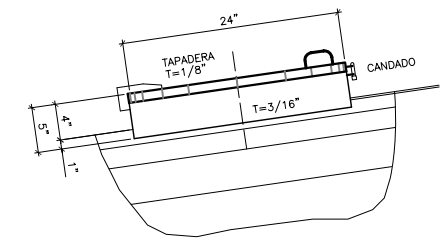
DETALLE DE ANILLOS DE PROTECCION DETALLE DE PLATINA

SEPARACION DE ANILLOS
MINIMO = 0.90 m
MAXIMO = 1.25 m



SECCION
DETALLE DE BASES

ESC. 1:25



DETALLE DE MANHOLE

ESC. 1:10

ESPECIFICACIONES

VOLUMEN DEL TANQUE = 175 M3
 ALTURA DE LA TORRE = 15 METROS
 CIMENTACION TOMAR EN CONSIDERACION SOPORTE DEL SUELO
 3 KIP/PIE2
 CONCRETO DE 3000 PSI
 ACERO DE REFUERZO GRADO 40
 MATERIAL: METAL. NORMA ASTM, A-36
 ELECTRODO SERIE 7018 PENETRACION
 ESCALERA INTERIOR SIN PROTECCION TIPO MARINERO CON HIERRO DE 5/8"
 ESCALERA EXTERIOR CON ANILLOS DE PROTECCION
 MANHOLE DE TECHO 24"
 PINTURA INTERIOR ESPECIAL PARA RESERVORIO DE AGUA: DOS CAPAS
 PINTURA EXTERIOR ANTICORROSIVA DOS CAPAS.
 RESPIRADERO DE 10" TIPO HONGO
 NIPLE DE ENTRADA Y REBALSE 5" DE DIAMETRO.
 NIPLE DE SALIDA DE 6" DE DIAMETRO.
 NIPLE DE REBALSE DE 5" DE DIAMETRO.
 CILINDRO FORMADO CON LAMINA DE T=1/4", CON CAPACIDAD DE 175 M3
 TECHO CONICO CON LAMINA DE T=1/4" (altura segun diseo).
 FONDO CONICO INFERIOR CON LAMINA T= 1/4"
 COLUMNA CEDULA 40
 DIAGONALES CON ANGULAR DE 1/4"
 BREIZAS PERFIL "C" 1/4"
 MENSULAS CON LAMINA t=3/4"
 BREIZAS CON PERNOS ESTRUCTURALES Y SOLDADURA.
 t= ESPESOR.

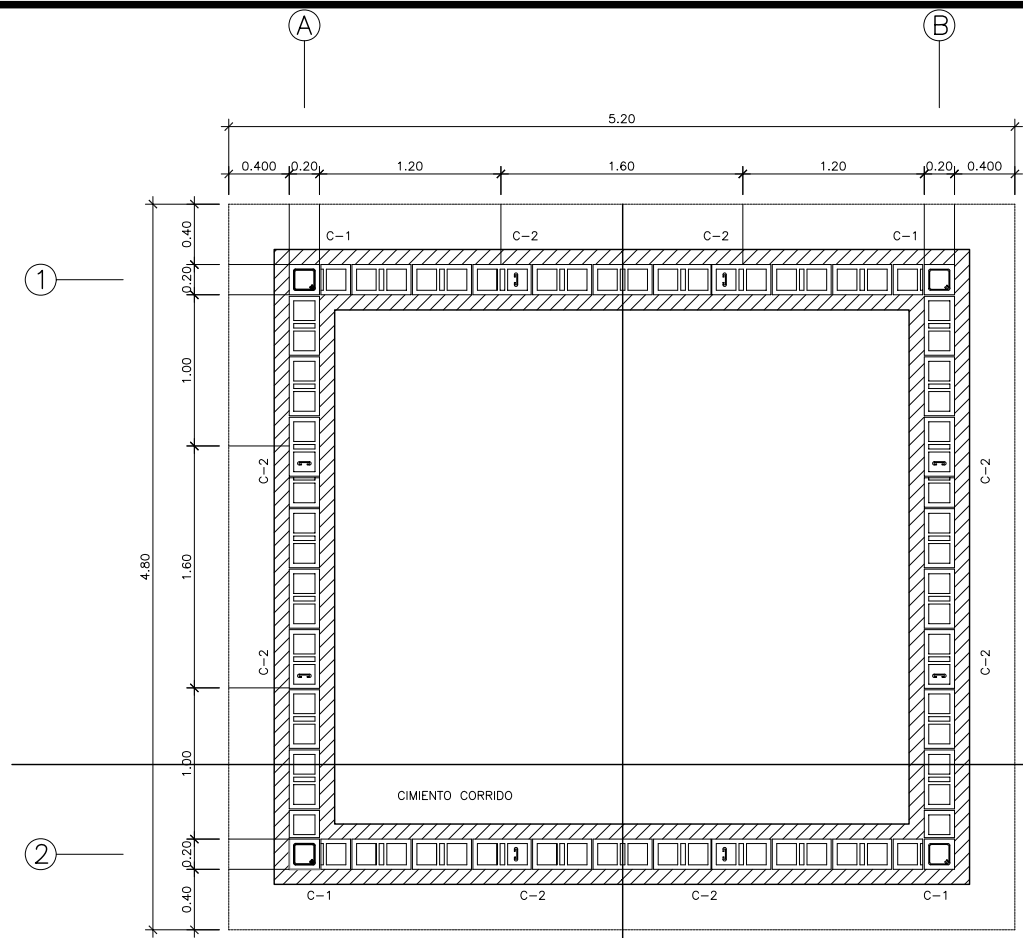
MATERIALES

CONCRETO 3,000 LBS/PULG
 ACERO 40,000 LBS/PULG

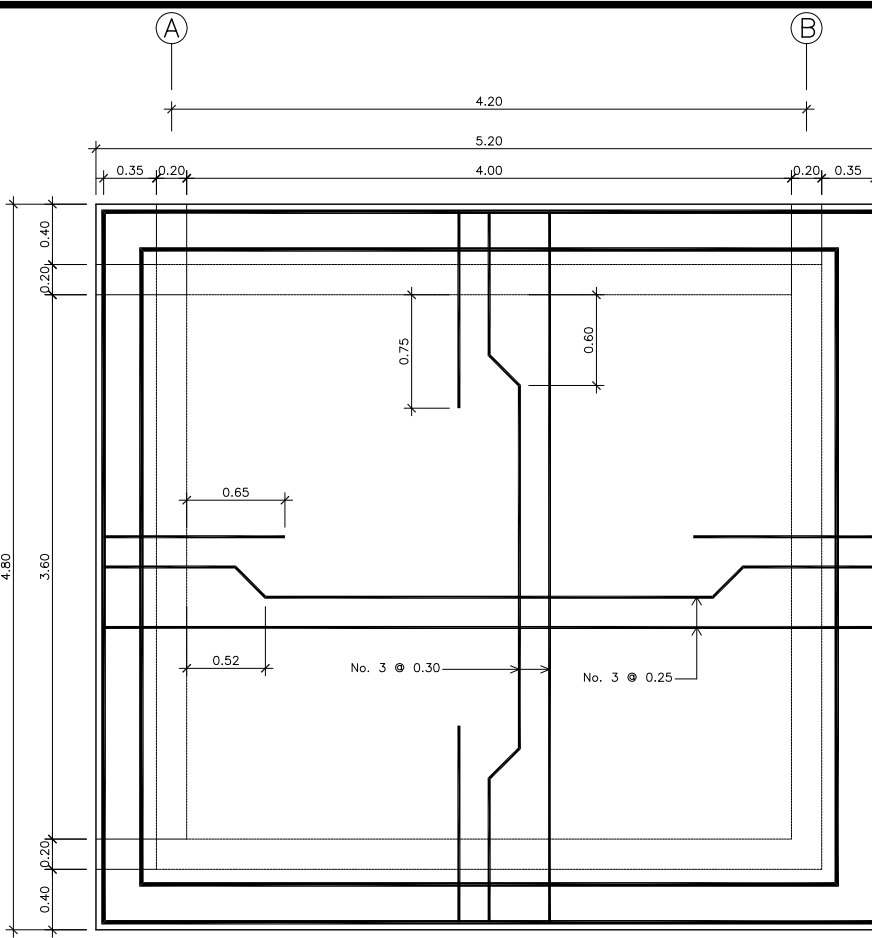
RECUBRIMIENTOS

ZAPATAS 0.08 mts.
 PEDESTALES 0.03 mts.
 SOLERAS 0.04 mts.

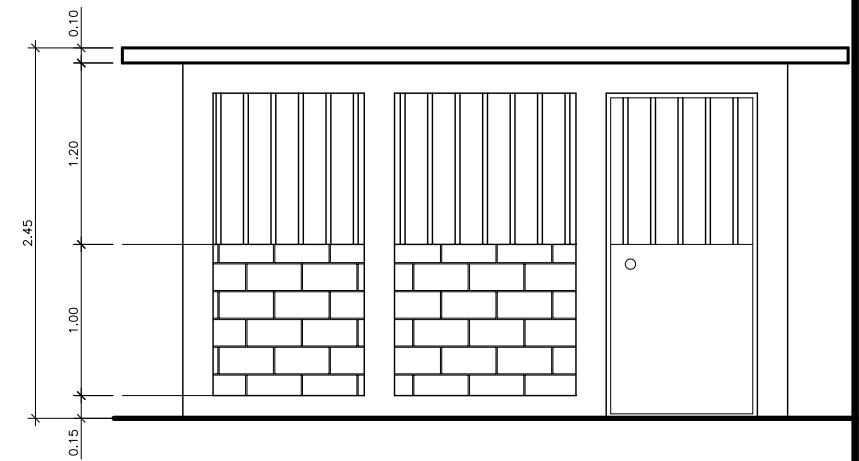
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA		E P S
	PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA EL CAPULIN		
CONTIENE: PLANTA DE DETALLES		FECHA MARZO/2006	ESCALA: INDICADA
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL		INGA.CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA	
		HOJA	13 14



PLANTA DE CIMENTACION
ESCALA : 1:25



PLANTA DE LOSA
ESCALA : 1:25



FACHADA
ESCALA : 1:25

COLUMNAS

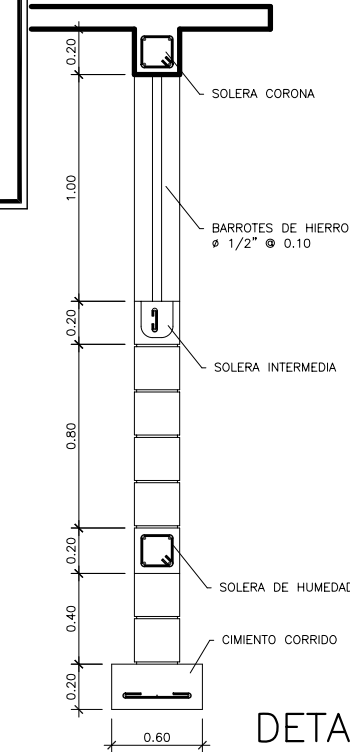
C-1 0.20 x 0.20, 4 No.3, EST. No.2 @ 0.20
C-2 0.20 x 0.20, 2 No.3, ESL. No.2 @ 0.20

SOLERAS

CORONA 0.20 x 0.20, 4 No.3, EST. No.2 @ 0.20
INTERMEDI 0.20 x 0.20, 2 No.3, ESL. No.2 @ 0.20
HUMEDAD 0.20 x 0.20, 4 No.5, EST. No.2 @ 0.20

CIMENTO

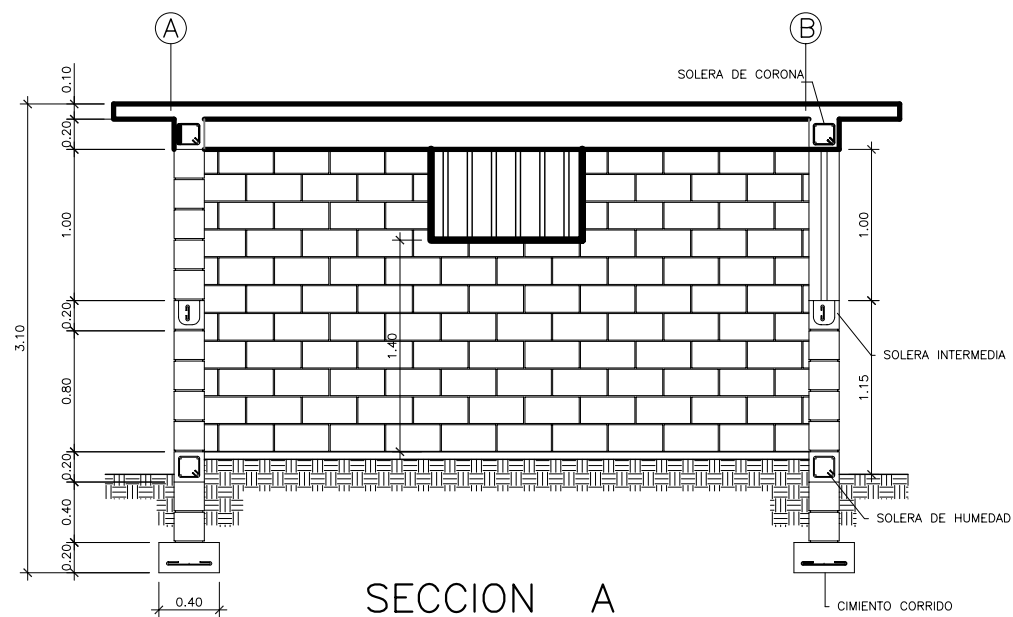
CIMENTO CORRIDO 0.40 x 0.20, 3 No., ESL. No.2 @ 0.15



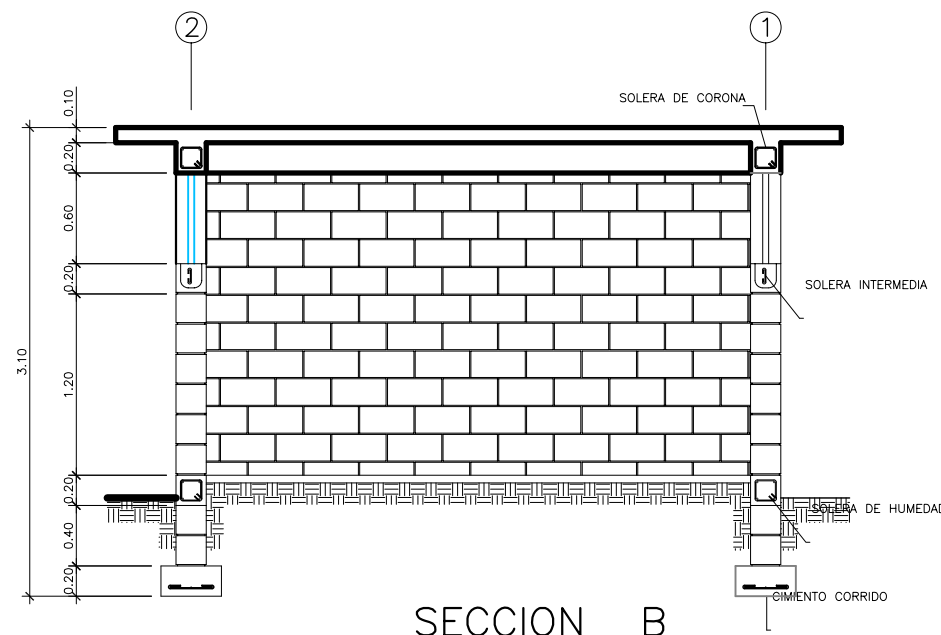
DETALLE DE MURO
ESCALA : 1:20

RESUMEN DE MATERIALES

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	BLOCK 0.20 x 0.20 x 0.40	365	U
2	BLOCK TIPO "U" 0.20 x 0.20 x 0.40	40	U
3	CONCRETO CLASE "A" (ESTRUCTURA)	5	M ³
4	CONCRETO CLASE "B" (LOSA, PISO)	4	M ³
5	CONCRETO CLASE "C" (RELLENO, BLOCK Y CIMENTO)	13	M ³
6	HIERRO PARA REFUERZO No.3	550	Lbs.
7	HIERRO PARA REFUERZO No.2	100	Lbs.
8	ALAMBRE DE AMARRE	25	Lbs.
9	SABIETA PARA LEVANTADO	0.5	Lbs.
10	BARROTES DE HIERRO ø 1/2" x 1.20	20	U
11	BARROTES DE HIERRO ø 1/2" x 0.60	18	U
12	PUERTA DE HIERRO CON BARROTES	1	U
13	MADERA PARA FORMALETA	356	P.T.
14	CLAVO	35	Lbs.
15	PINTURA ANTICORROSIVA	0.5	Gls.



SECCION A
ESCALA : 1:25



SECCION B
ESCALA : 1:25



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA

E
P
S

PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA EL CAPULIN

CONTIENE: PLANTA DE DETALLES

TOPOGRAFIA Y DIBUJO ARLEN PALACIOS

CALCULO Y DISEÑO ARLEN PALACIOS

FECHA: MARZO/2006

ESCALA: INDICADA

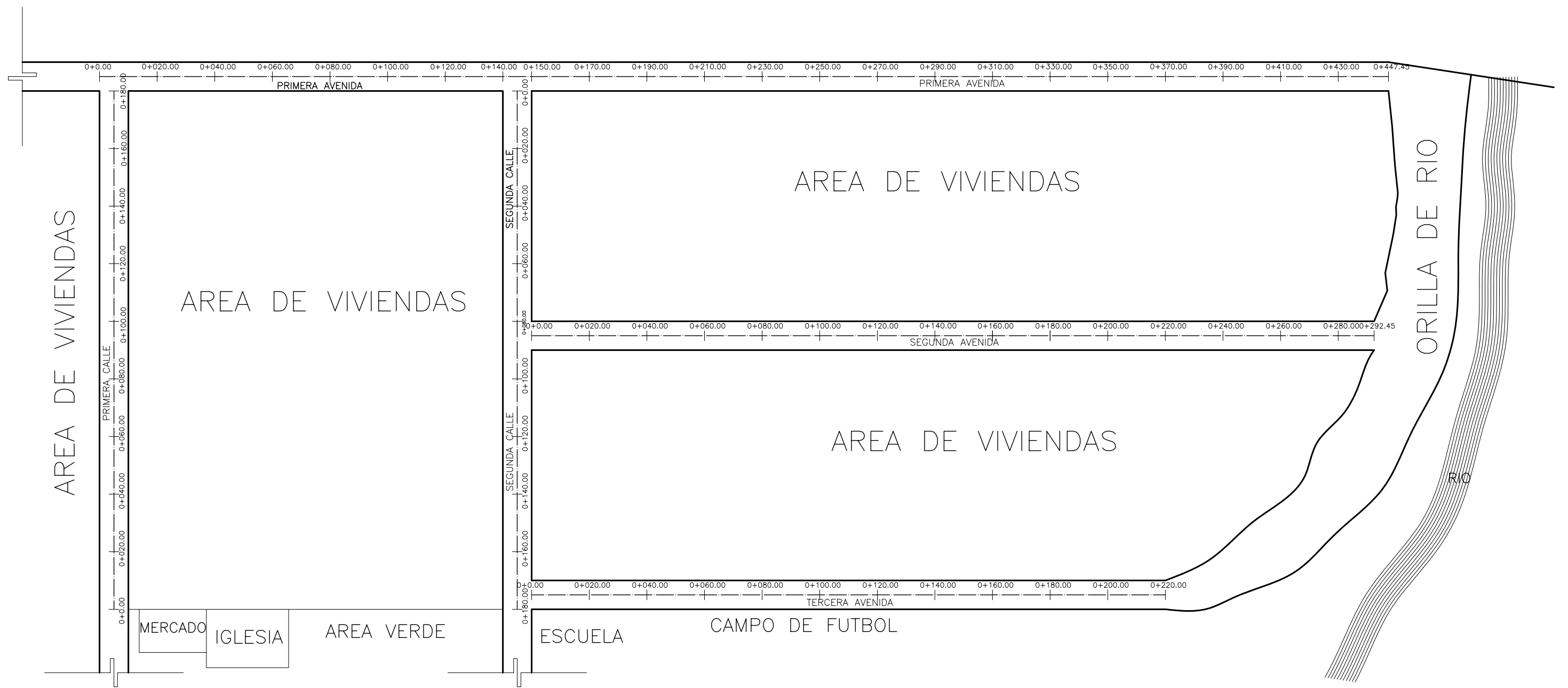
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL

INGA.CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA


HOJA 14 / 14

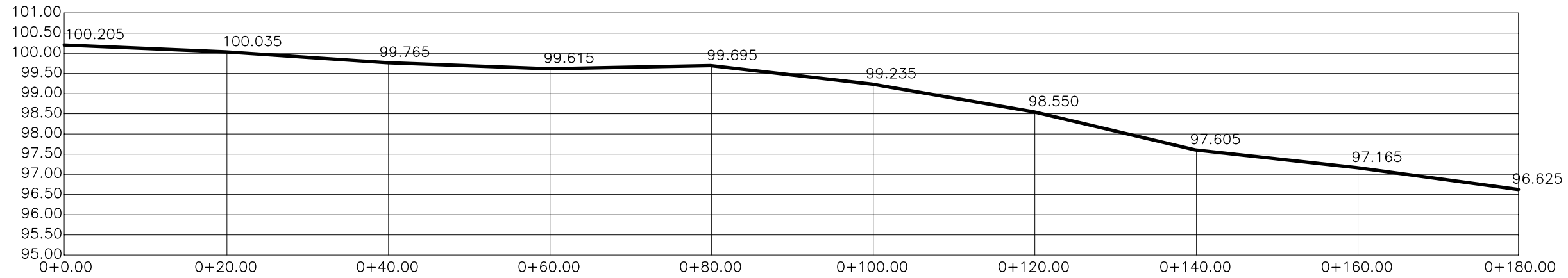


AREA DE VIVIENDAS

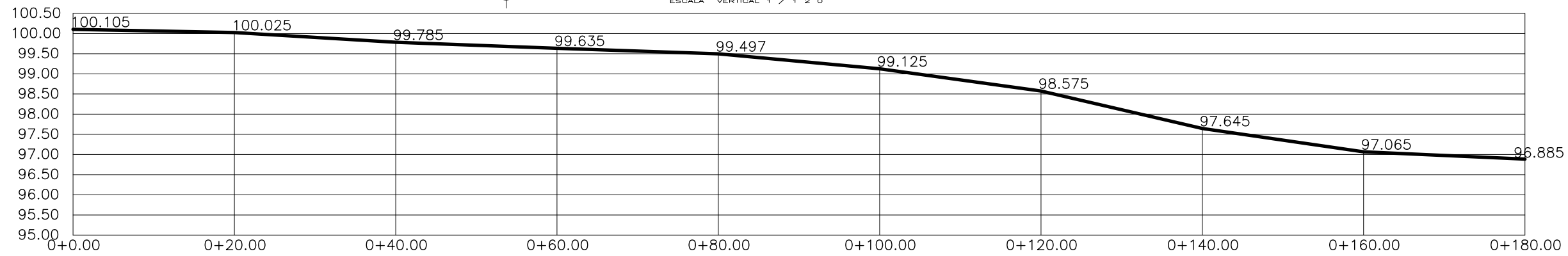



PLANTA SECTOR 1 COLONIA TIERRA VERDE
 ESCALA 1 / 1 4 0 0

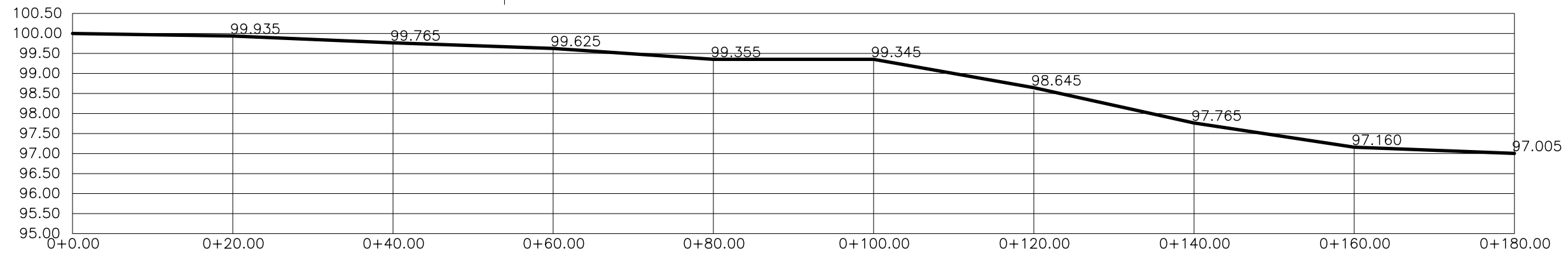
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA	E P S	
	PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE SECTOR 1	TOPOGRAFIA Y DIBUJO ARLEN PALACIOS CALCULO Y DISEÑO ARLEN PALACIOS
CONTIENE: PLANTA SECTOR 1 COLONIA TIERRA VERDE	FECHA MARZO/2006	ESCALA: 1/ 1400
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL	INGA.CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA	
		HOJA 1 / 11




PERFIL IZQUIERDO 1a. CALLE
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 200
 ESCALA VERTICAL 1 / 20

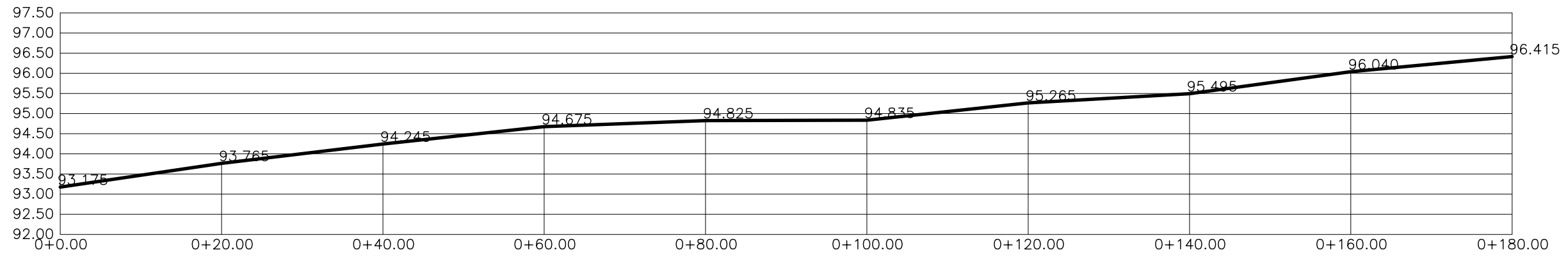


PERFIL CENTRO 1a. CALLE
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 200
 ESCALA VERTICAL 1 / 20

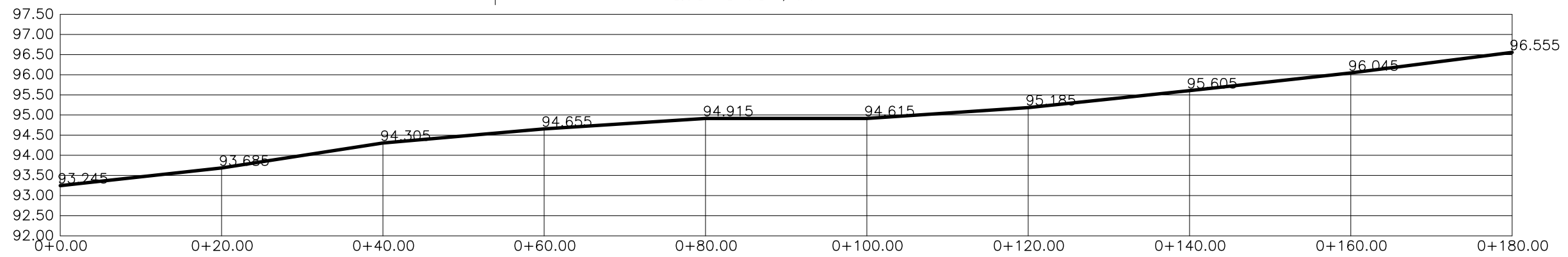


PERFIL DERECHO 1a. CALLE
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 200
 ESCALA VERTICAL 1 / 20

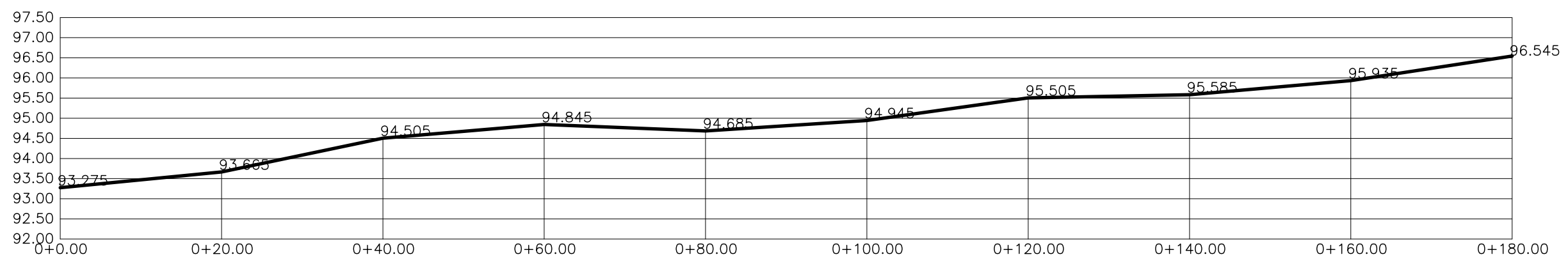
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA	E P S	
	PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE SECTOR 1	TOPOGRAFIA Y DIBUJO ARLEN PALACIOS CALCULO Y DISEÑO ARLEN PALACIOS
CONTIENE: PERFILES DE 1a. CALLE	FECHA MARZO/2006	ESCALA: INDICADA
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL	INGA.CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA	HOJA 2 / 11




PERFIL IZQUIERDO 2a. CALLE
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 2 0 0
 ESCALA VERTICAL 1 / 2 0 0

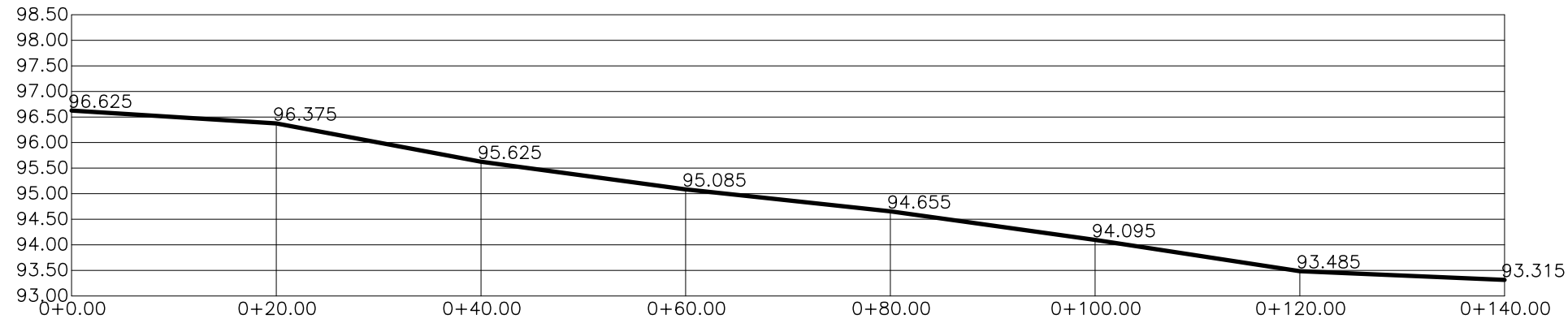


PERFIL CENTRO 2a. CALLE
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 2 0 0
 ESCALA VERTICAL 1 / 2 0 0

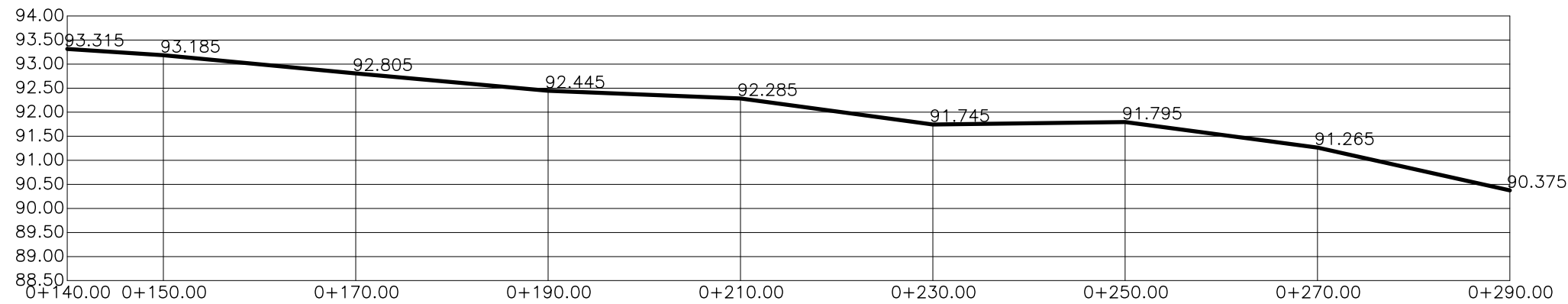


PERFIL DERECHO 2a. CALLE
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 2 0 0
 ESCALA VERTICAL 1 / 2 0 0

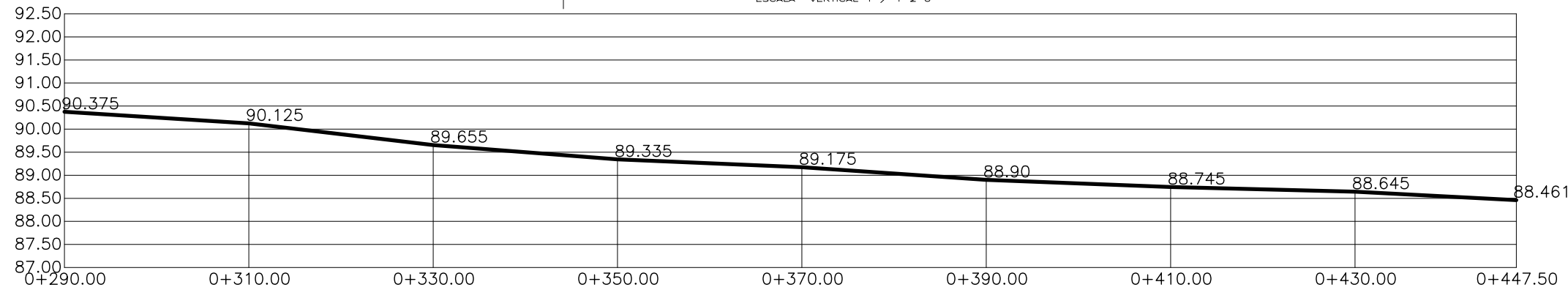
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA	E P S	
CONTIENE: PERFILES DE 2a. CALLE	FECHA MARZO/2006	ESCALA: INDICADA
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL	INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA	HOJA 3 / 11



PERFIL IZQUIERDA1 1a. AVENIDA
AVENIDA ESCALA HORIZONTAL 1/200 ESCALA VERTICAL 1/200

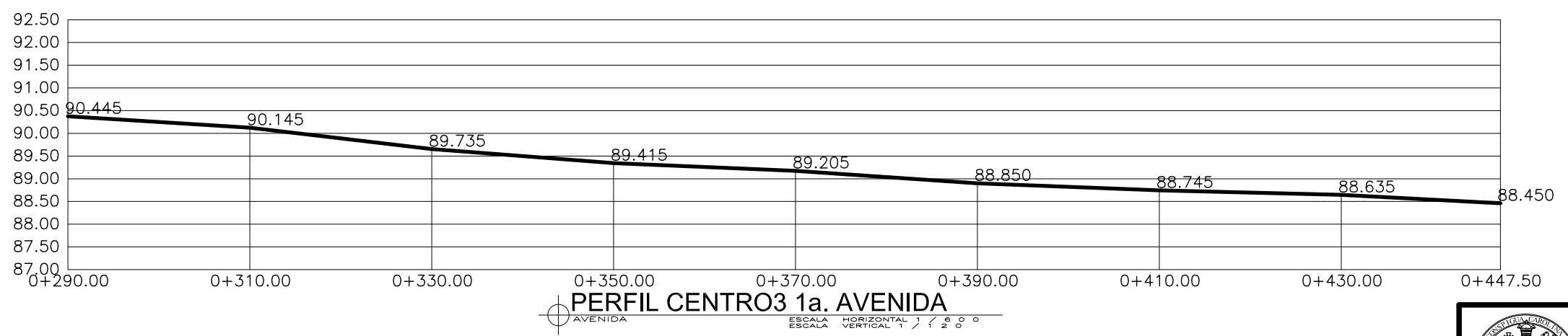
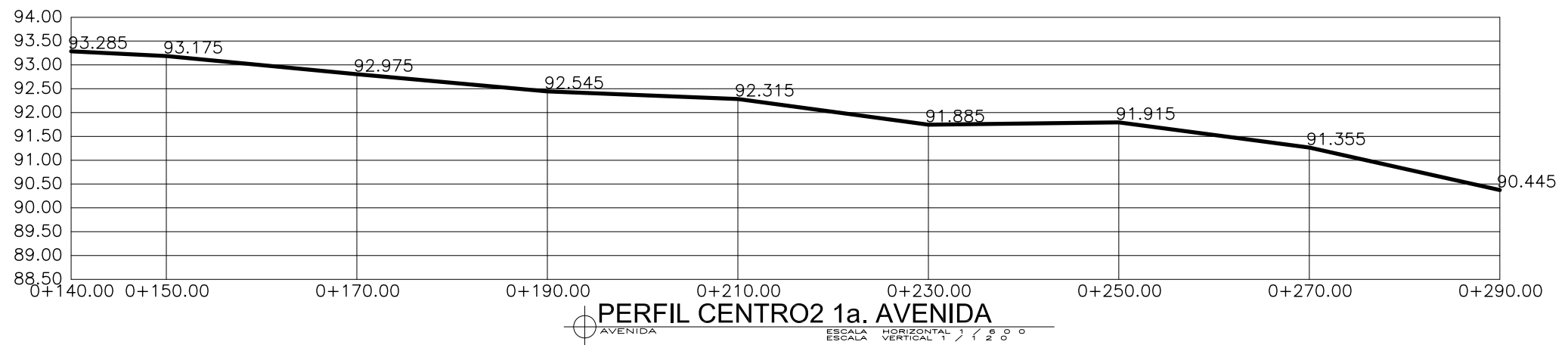
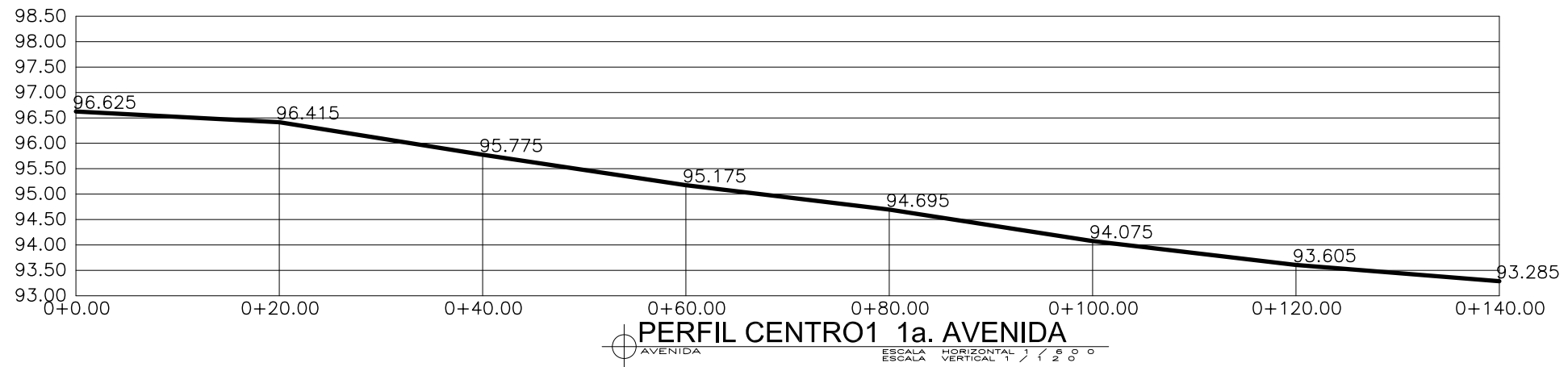



PERFIL IZQUIERDA2 1a. AVENIDA
AVENIDA ESCALA HORIZONTAL 1/200 ESCALA VERTICAL 1/200

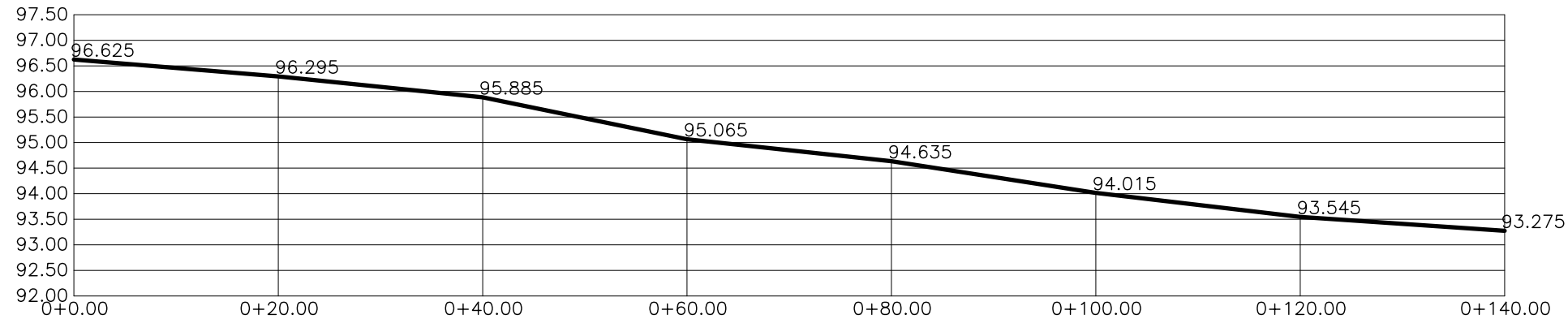


PERFIL IZQUIERDA3 1a. AVENIDA
AVENIDA ESCALA HORIZONTAL 1/200 ESCALA VERTICAL 1/200

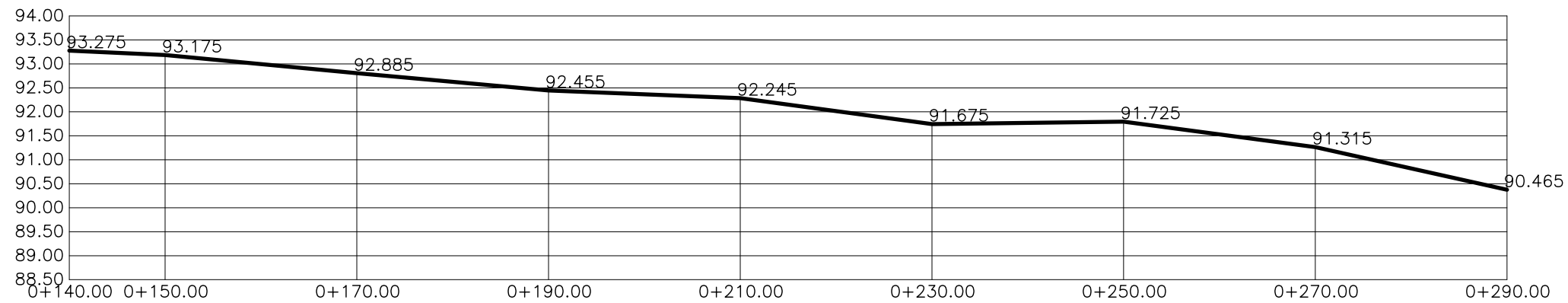
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA		E P S
	PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE SECTOR 1		
CONTIENE: PERFILES INDICADOS		CALCULO Y DISEÑO ARLEN PALACIOS	ESCALA: INDICADA
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL		INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA	HOJA 4 / 11



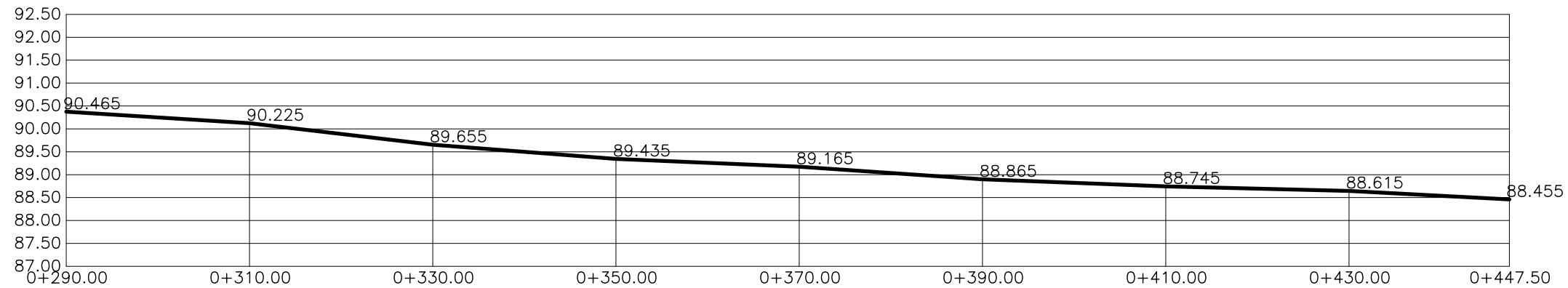
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA	E P S	
	PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE SECTOR 1	TOPOGRAFIA Y DIBUJO ARLEN PALACIOS
CONTIENE: PERFILES INDICADOS	FECHA MARZO/2006	ESCALA: INDICADA
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL	INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA	HOJA 5 / 11



PERFIL DERECHO1 1a. AVENIDA
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 600
 ESCALA VERTICAL 1 / 120

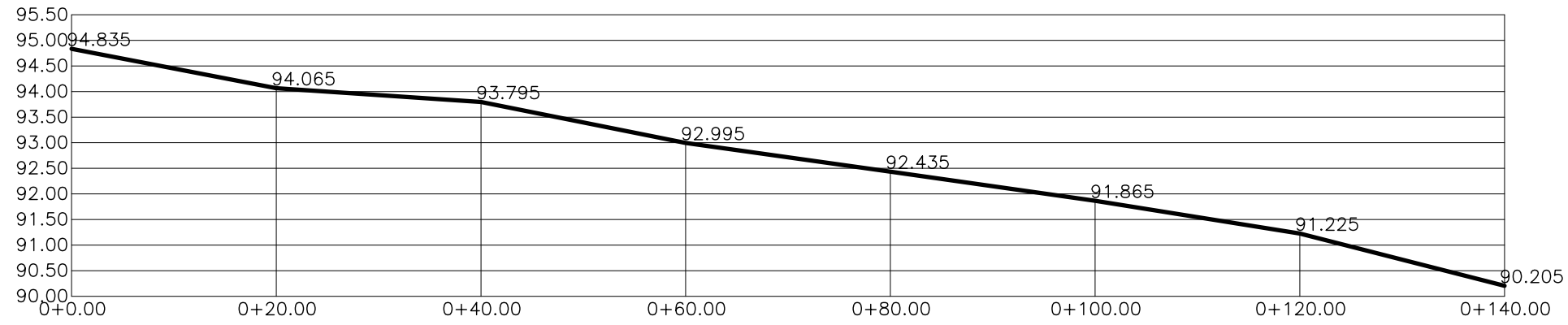


PERFIL DERECHO2 1a. AVENIDA
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 600
 ESCALA VERTICAL 1 / 120

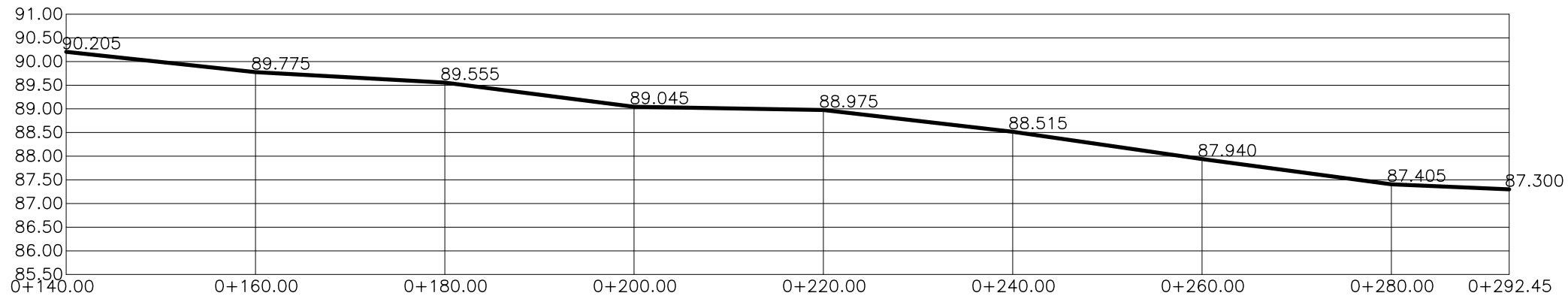


PERFIL DERECHO3 1a. AVENIDA
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 600
 ESCALA VERTICAL 1 / 120

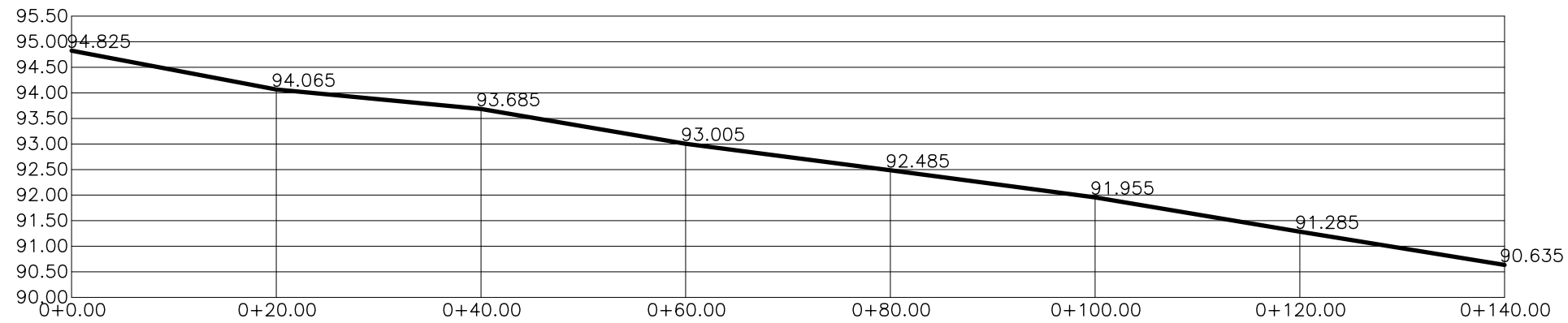
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA		E P S
	PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE SECTOR 1		
CONTIENE: PERFILES INDICADOS		FECHA MARZO/2006	ESCALA: INDICADA
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL		INGA.CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA	
			HOJA 6 / 11



PERFIL IZQUIERDA1 2a. AVENIDA
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 600
 ESCALA VERTICAL 1 / 120

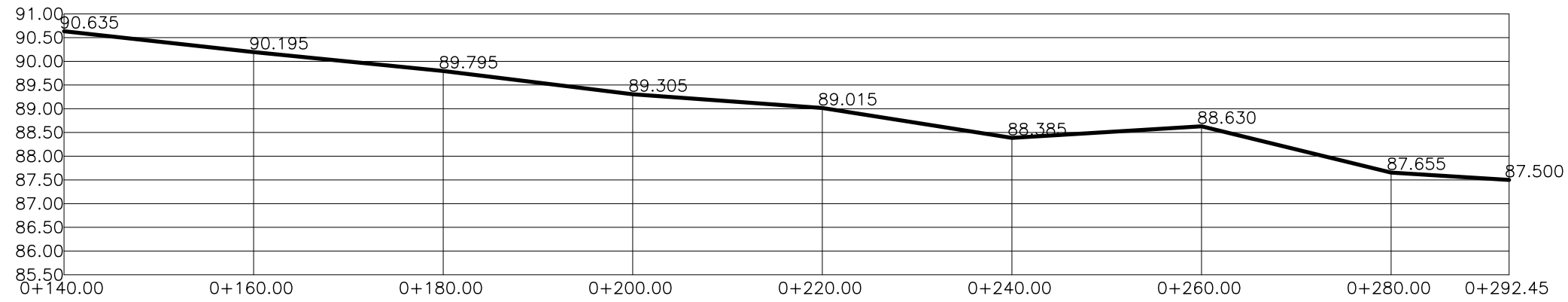


PERFIL IZQUIERDA2 2a. AVENIDA
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 600
 ESCALA VERTICAL 1 / 120

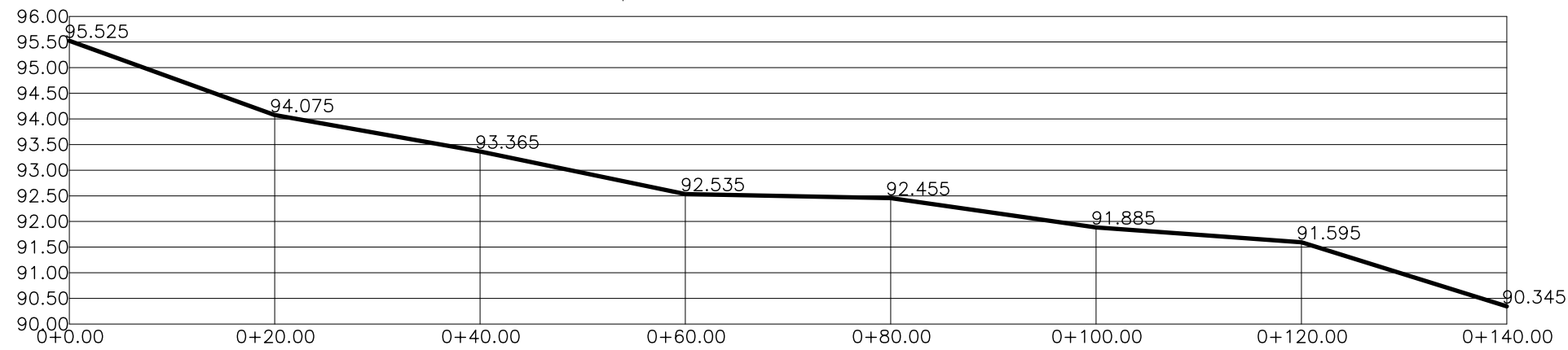


PERFIL CENTRO1 2a. AVENIDA
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 600
 ESCALA VERTICAL 1 / 120

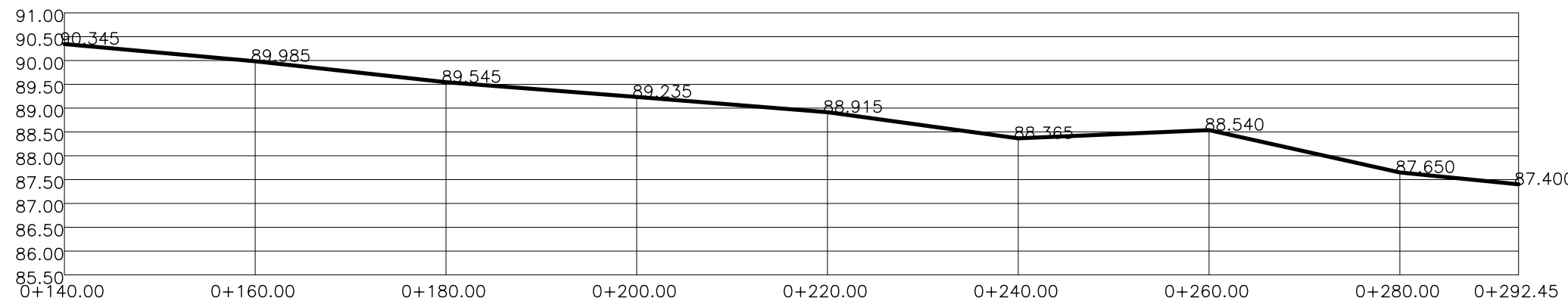
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA	E P S	
	PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE SECTOR 1	
CONTIENE: PERFILES INDICADOS		TOPOGRAFIA Y DIBUJO ARLEN PALACIOS
FECHA MARZO/2006		CALCULO Y DISEÑO ARLEN PALACIOS
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL		INGA.CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA
		HOJA 7 / 11




PERFIL CENTRO2 2a. AVENIDA
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 600
 ESCALA VERTICAL 1 / 120

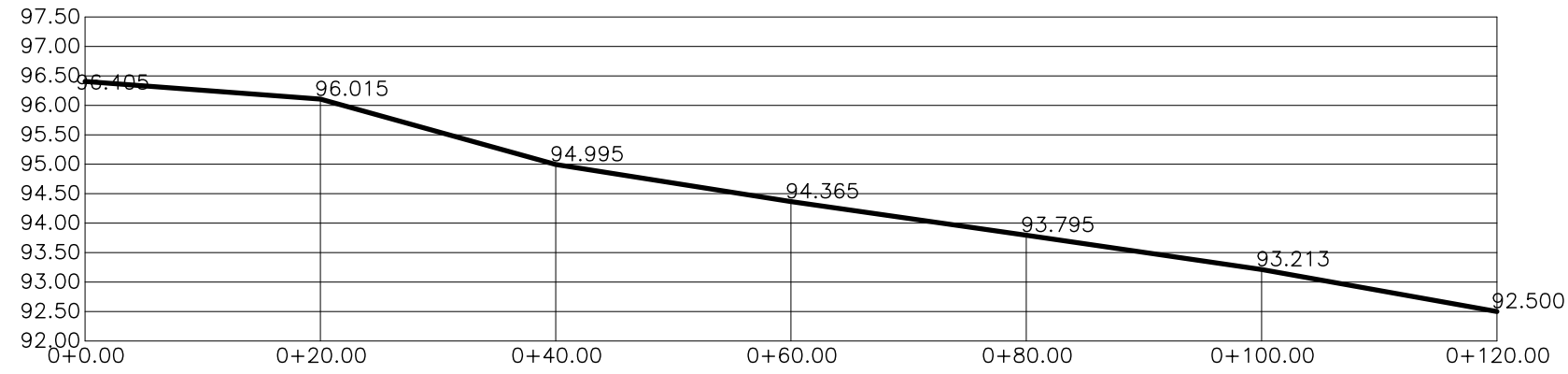


PERFIL DERECHO1 2a. AVENIDA
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 250
 ESCALA VERTICAL 1 / 50

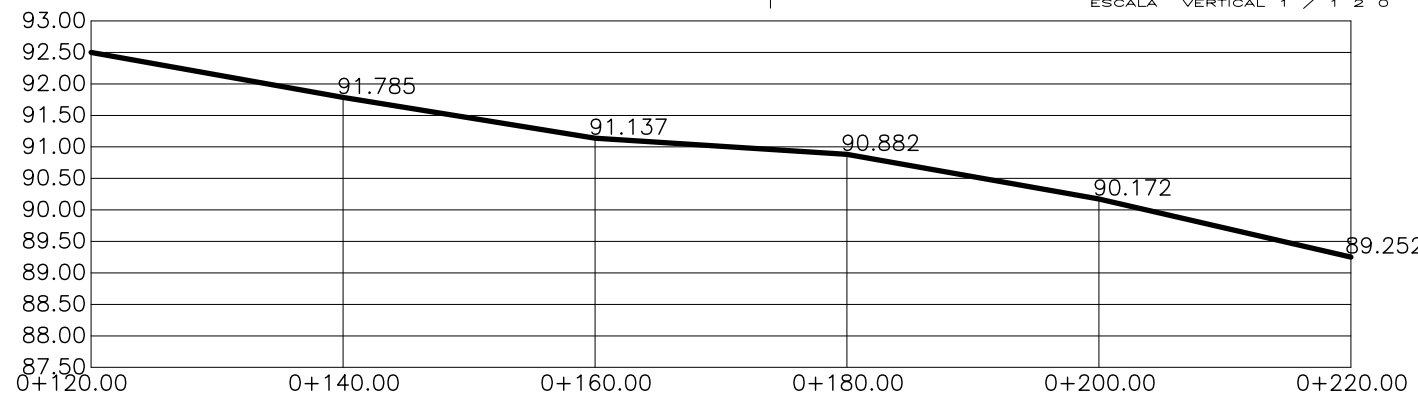


PERFIL CENTRO2 2a. AVENIDA
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 600
 ESCALA VERTICAL 1 / 120

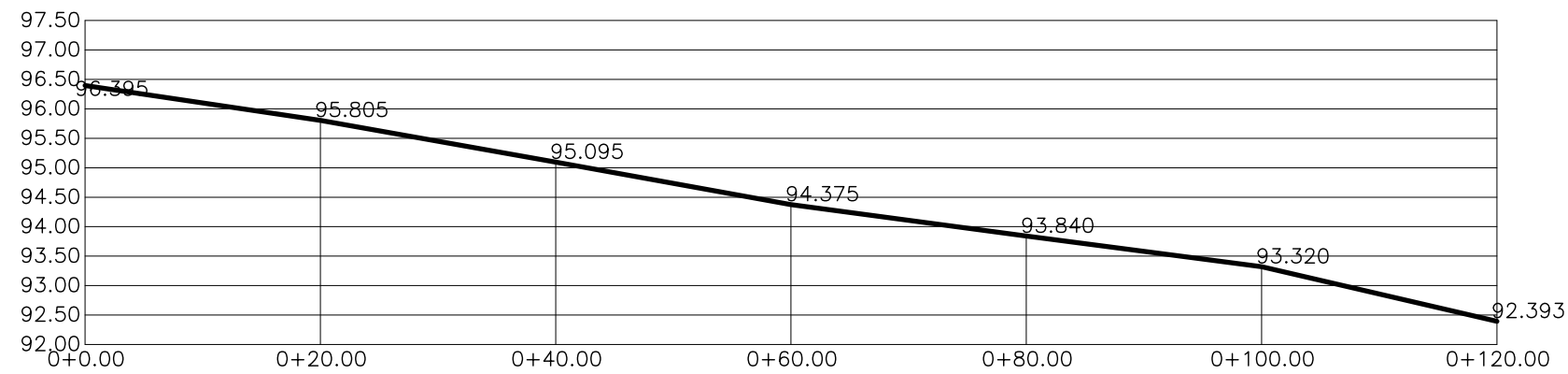
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA	E P S	
	PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE SECTOR 1	TOPOGRAFIA Y DIBUJO ARLEN PALACIOS CALCULO Y DISEÑO ARLEN PALACIOS
CONTIENE: PERFILES INDICADOS	FECHA MARZO/2006	ESCALA: INDICADA
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL	INGA.CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA	8 / 11




PERFIL IZQUIERDO1 3a. AVENIDA
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 600
 ESCALA VERTICAL 1 / 120

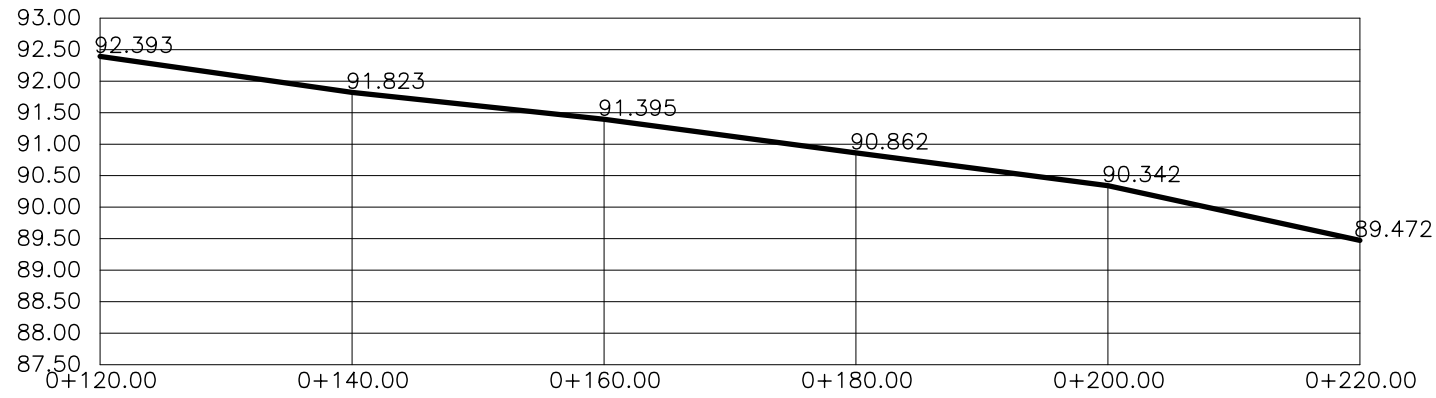


PERFIL IZQUIERDO2 3a. AVENIDA
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 600
 ESCALA VERTICAL 1 / 120

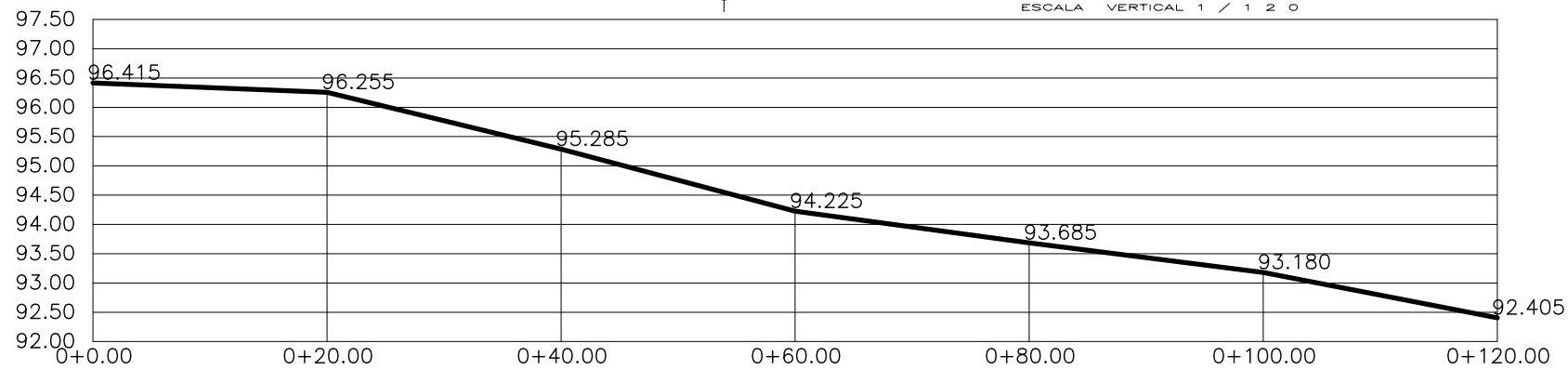


PERFIL CENTRO1 3a. AVENIDA
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 600
 ESCALA VERTICAL 1 / 120

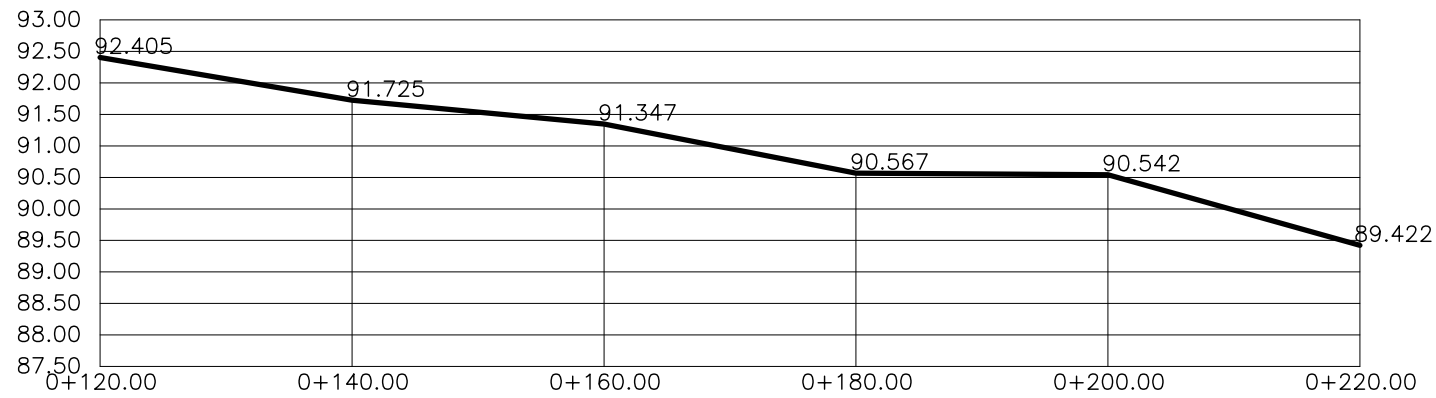
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA	E P S	
	PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE SECTOR 1	TOPOGRAFIA Y DIBUJO ARLEN PALACIOS CALCULO Y DISEÑO ARLEN PALACIOS
CONTIENE: PERFILES INDICADOS	FECHA MARZO/2006	ESCALA: INDICADA
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL	INGA.CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA	HOJA 9 / 11




PERFIL CENTRO2 3a. AVENIDA
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 600
 ESCALA VERTICAL 1 / 120



PERFIL DERECHO1 3a. AVENIDA
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 600
 ESCALA VERTICAL 1 / 120

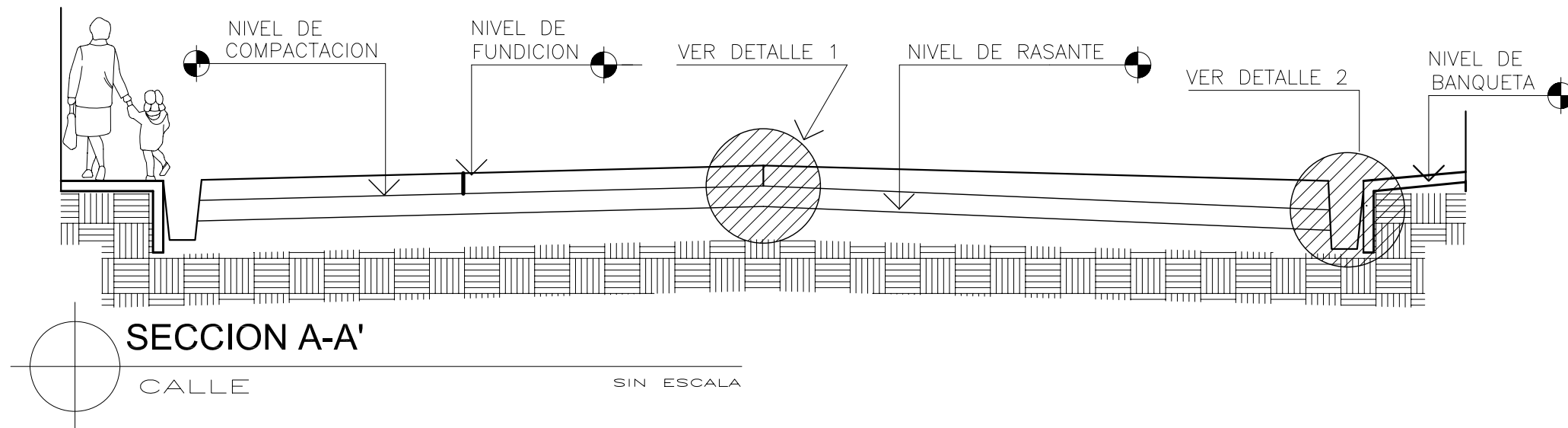


PERFIL DERECHO2 3a. AVENIDA
 ESCALA HORIZONTAL 1 / 600
 ESCALA VERTICAL 1 / 120

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA	E P S	
	PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE SECTOR 1	TOPOGRAFIA Y DIBUJO ARLEN PALACIOS CALCULO Y DISEÑO ARLEN PALACIOS
CONTIENE: PERFILES INDICADOS	FECHA MARZO/2006	ESCALA: INDICADA
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL	INGA.CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA	HOJA 10 / 11

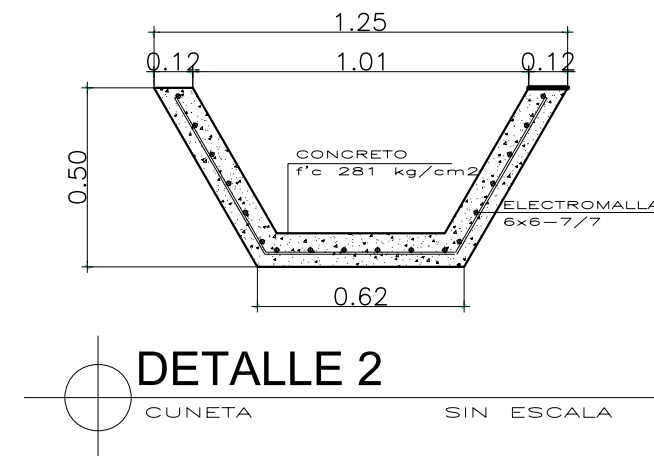
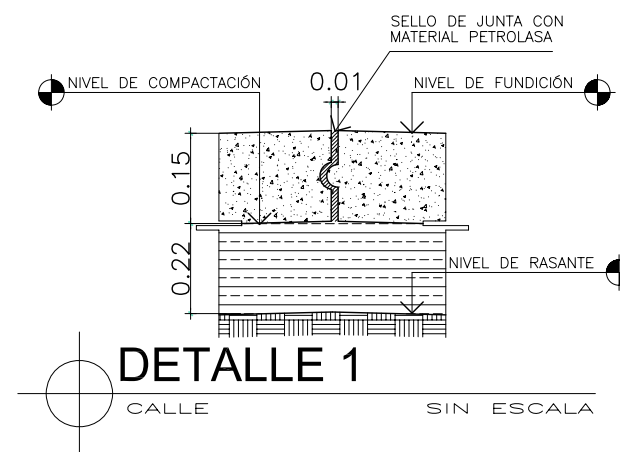
NOTA:


LA PLANCHAS DE CONCRETO SERÁN DE LAS DIMENSIONES DE 3.50 m. x 3.00 m CON ESPESOR DE 0.15 m. EL CONCRTEO SERÁ DE f'c 281 kg/cm



NOTAS:

- SE DEBERÁ REMOVER LA TIERRA VEGETAL, RAICES, BASURAS, MATERIALES ARENOSOS, BOLSA DE LODO, ETC. QUE NO PERMITA UNA COMPACTACIÓN ADECUADA SUSTITUYÉNDOLOS POR MATERIALES DE COMPACTACIÓN RECOMENDANDO LLENAR LOS REQUISITOS DE COMPACTACIÓN DE LA REGLAMENTACIÓN AASHTO T-180.
- LA COMPACTACIÓN SE DEBERÁ HACER, DE LA ORILLAS HACIA EL CENTRO, TRASLAPANDO CADA PASADA LA MITAD DEL ANCHO DEL RODILLO, COMPACTANDOLA SOBRE LA PASADA ANTERIOR Y LUGARES NO ACCESIBLES PARA EL EQUIPO PESADO COMPACTACIÓN, DEBERÁ EFECTUARCE CON MASO.
- EL ORDEN DE FUNDICIÓN DE LAS PLANCHAS, SERÁ SEGÚN NUMERACIÓN CORESPONDIENTE.
- SE APLICARÁ ANTISOL A CADA PLANCHA, INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE FUNDIRSE.



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE SIQUINALA		E P S
PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE SECTOR 1		
CONTIENE: PLANTA DE DETALLES		TOPOGRAFIA Y DIBUJO ARLEN PALACIOS CALCULO Y DISEÑO ARLEN PALACIOS
ARLEN PALACIOS E.P.S. INGENIERIA CIVIL		INGA.CHRISTA CLASSON DE PINTO ASESORA
MARZO/2006		ESCALA: INDICADA
11		11