



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

**DISEÑO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA ALDEA LAGUNA SECA  
Y UN GIMNASIO POLIDEPORTIVO EN LA ALDEA LA PROVIDENCIA, CUILAPA, SANTA  
ROSA**

**Mario Augusto Taracena Villagrán**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, octubre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA ALDEA LAGUNA SECA  
Y UN GIMNASIO POLIDEPORTIVO EN LA ALDEA LA PROVIDENCIA, CUILAPA, SANTA  
ROSA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MARIO AUGUSTO TARACENA VILLAGRÁN**  
ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2016



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Ángel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdoba
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **DISEÑO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA ALDEA LAGUNA SECA Y UN GIMNASIO POLIDEPORTIVO EN LA ALDEA LA PROVIDENCIA, CUILAPA, SANTA ROSA.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 09 de septiembre de 2015.

**Mario Augusto Taracena Villagrán**

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser el creador de todo lo que existe, y la pieza angular de mi vida.
<b>Mis padres</b>	Jorge Taracena y Violeta de Taracena, por el esfuerzo que han hecho por mi persona. Su amor será siempre mi inspiración.
<b>Mis abuelos</b>	Mario Taracena, Angelina de Taracena y Virginia Perez, por todo el apoyo brindado.
<b>Mis hermanas</b>	Mabel, Nahomy, Keyla y Sofía, por ser mi inspiración cada día.
<b>Mis tíos</b>	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
<b>Amigos</b>	Por su sincera e invaluable amistad.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por la formación profesional brindada, durante estos años.



Guatemala, 23 de mayo de 2016  
REF.EPS.DOC.341.05.16

Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora  
Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Mario Augusto Taracena Villagrán** con carné No. **201113839**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA ALDEA LAGUNA SECA Y UN GIMNASIO POLIDEPORTIVO EN LA ALDEA LA PROVIDENCIA, CUILAPA, SANTA ROSA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochoaeta  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
MAAO/ra



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,  
27 de mayo de 2016

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA ALDEA LAGUNA SECA Y UN GIMNASIO POLIDEPORTIVO EN LA ALDEA LA PROVIDENCIA, CUILAPA, SANTA ROSA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mario Augusto Taracena Villagrán, con Carnet No.201113839 , quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA TODOS

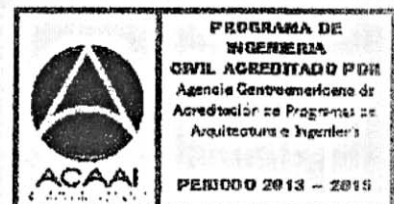
Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa  
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/mrrm.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua







**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,  
23 de septiembre de 2016

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

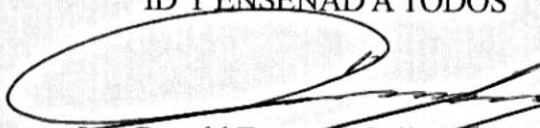
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA ALDEA LAGUNA SECA Y UN GIMNASIO POLIDEPORTIVO EN LA ALDEA LA PROVIDENCIA, CUILAPA, SANTA ROSA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mario Augusto Taracena Villagrán, con Carnet No. 201113839, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

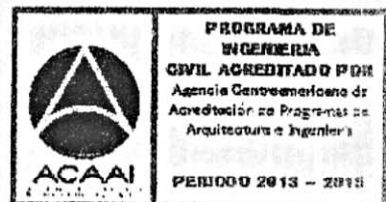
  
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/mrrm.

*Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua*







Guatemala, 26 de septiembre de 2016  
Ref.EPS.D.388.09.16

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

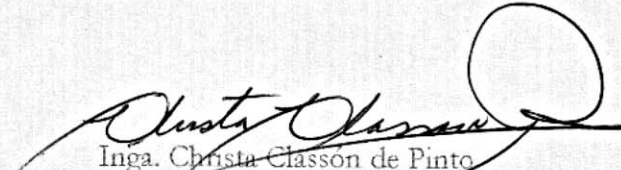
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA ALDEA LAGUNA SECA Y UN GIMNASIO POLIDEPORTIVO EN LA ALDEA LA PROVIDENCIA, CUULAPA, SANTA ROSA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Mario Augusto Taracena Villagrán, carné 201113839**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Christa Classón de Pinto  
Directora Unidad de EPS



CCdP/ra





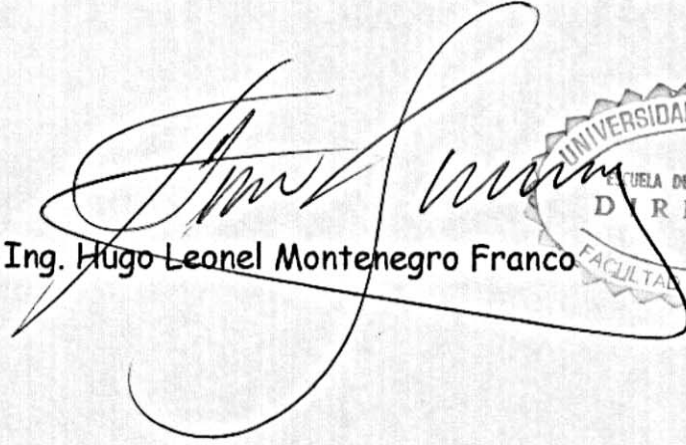
**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Mario Augusto Taracena Villagrán, titulado **DISEÑO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA ALDEA LAGUNA SECA Y UN GIMNASIO POLIDEPORTIVO EN LA ALDEA LA PROVIDENCIA, CUILAPA, SANTA ROSA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

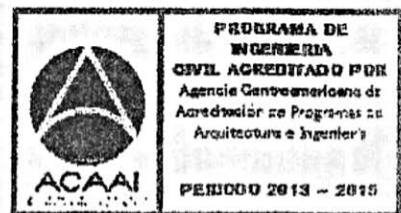
  
 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre 2016.

/mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua

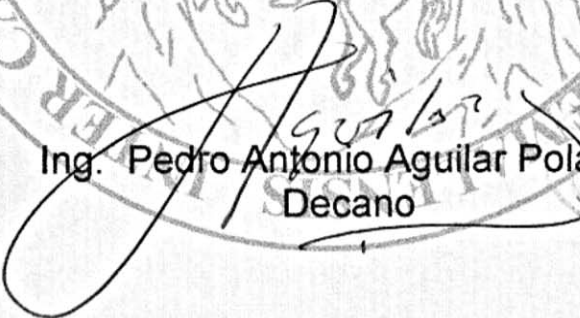






El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA ALDEA LAGUNA SECA Y UN GIMNASIO POLIDEPORTIVO EN LA ALDEA LA PROVIDENCIA, CUILAPA, SANTA ROSA**, presentado por el estudiante universitario: **Mario Augusto Taracena Villagrán**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, octubre de 2016

/cc

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad.
<b>Mis padres</b>	Por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y ser un ejemplo de vida a seguir.
<b>Mis abuelos</b>	Por ser una parte muy importante de mi vida.
<b>Mis hermanas</b>	Por llenar de alegría y de amor mi vida.
<b>Mis tíos</b>	Por haberme apoyado en las buenas y en las malas, entre otras cosas.
<b>Amigos</b>	Por confiar y creer en mí y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidare.
<b>Toda mi familia</b>	Por su aprecio y el apoyo que siempre me han manifestado.
<b>A mi asesor</b>	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, por el tiempo y apoyo brindado a lo largo de mi ejercicio profesional supervisado.

**Universidad San  
Carlos de Guatemala**

Por permitirme formar parte de la gloriosa casa  
de estudios de nuestro país.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía del municipio de Cuilapa .....	1
1.1.1. Aspectos históricos.....	1
1.1.2. Valores históricos y tradiciones .....	2
1.1.3. Altura .....	2
1.1.4. Aspectos climáticos .....	2
1.1.5. Ubicación .....	3
1.1.6. Vías de comunicación.....	4
1.1.7. Economía.....	4
1.1.8. Religión.....	5
1.1.9. Recreación.....	5
1.1.10. Instituciones existentes.....	5
1.1.11. Tipo de vivienda.....	6
1.1.12. Servicios existentes .....	7
1.1.13. Evaluación y priorización de las necesidades.....	7
1.1.14. Priorización de necesidades básicas.....	8

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	9
2.1.	Diseño de una red de alcantarillado sanitario, en la aldea Laguna Seca.....	9
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	9
2.1.2.	Estudio topográfico.....	9
2.1.2.1.	Planimetría .....	9
2.1.2.2.	Altimetría .....	10
2.1.3.	Periodo de diseño .....	10
2.1.4.	Calculo de población futura .....	11
2.1.4.1.	Método geométrico.....	11
2.1.5.	Tipo de sistema .....	11
2.1.6.	Diseño del sistema .....	12
2.1.7.	Dotación .....	12
2.1.8.	Cálculo de caudales .....	13
2.1.8.1.	Factor de retorno.....	13
2.1.8.2.	Caudal domiciliar .....	13
2.1.8.3.	Caudal de conexiones ilícitas (Qci) .....	14
2.1.8.4.	Caudal de infiltración.....	15
2.1.8.5.	Caudal medio .....	16
2.1.9.	Factor de caudal medio (FQM).....	16
2.1.10.	Velocidad de flujo .....	17
2.1.11.	Tirante .....	17
2.1.12.	Factor de Harmond (FH) .....	18
2.1.13.	Caudal de Diseño.....	18
2.1.14.	Fundamentos hidráulicos .....	19
2.1.14.1.	Relación $q/Q$ .....	19
2.1.14.2.	Relación $v/V$ .....	19
2.1.14.3.	Relación $d/D$ .....	20
2.1.15.	Sección y pendiente .....	20

2.1.16.	Diámetros de tuberías .....	20
2.1.17.	Cota invert .....	20
2.1.18.	Pozos de visita.....	21
2.1.19.	Conexiones domiciliars .....	21
	2.1.19.1. Caja o candela.....	21
	2.1.19.2. Tubería secundaria.....	22
2.1.20.	Profundidad de la tubería .....	22
2.1.21.	Volumen de excavación.....	23
2.1.22.	Ejemplo de diseño hidráulico de un tramo de tubería .....	23
2.1.23.	Desfogue .....	30
2.1.24.	Plan de operación y mantenimiento.....	30
2.1.25.	Planos.....	31
2.1.26.	Elaboración de presupuesto .....	32
2.1.27.	Evaluación socioeconómica.....	34
	2.1.27.1. Valor presente neto .....	34
	2.1.27.2. Tasa de interés de retorno.....	35
2.1.28.	Evaluación de impacto ambiental .....	35
	2.1.28.1. Definición de impacto ambiental y evaluación de impacto ambiental.....	36
2.1.29.	Medidas de mitigación .....	39
2.2.	Diseño de un gimnasio polideportivo, en la aldea La Providencia.....	42
2.2.1.	Descripción del proyecto .....	42
	2.2.1.1. Estudio topográfico .....	42
	2.2.1.1.1. Planimetría .....	42
	2.2.1.1.2. Altimetría .....	43
	2.2.1.2. Estudio de suelos .....	43
	2.2.1.2.1. Ensayo triaxial .....	43

2.2.2.	Sistema estructural a utilizar .....	46
2.2.3.	Propiedades mecánicas de los metales estructurales.....	48
2.2.4.	Resistencia del acero .....	52
2.2.5.	Causas principales de falla en estructuras de acero .....	52
2.2.6.	Perfiles comerciales y sus propiedades .....	54
2.2.7.	Selección de cubierta .....	56
2.2.8.	Diseño de costanera .....	57
2.2.9.	Integración de cargas de estructura principal.....	65
2.2.9.1.	Carga viva .....	65
2.2.9.2.	Carga muerta .....	65
2.2.9.3.	Carga de sismo .....	65
2.2.9.4.	Carga de viento .....	66
2.2.10.	Combinación de cargas.....	66
2.2.11.	Análisis aproximado de marcos rígidos.....	66
2.2.12.	Cálculo y diseño de los marcos de acero por el método de aproximaciones sucesivas (AISC).....	79
2.2.12.1.	Diseño de la columna.....	79
2.2.12.2.	Diseño de la viga.....	83
2.2.12.3.	Chequeo de radio de la rodilla.....	85
2.2.12.4.	Diseño de placa de unión en rodilla .....	87
2.2.12.5.	Diseño de pernos de placa unión rodilla de alta resistencia.....	88
2.2.12.5.1.	Tuercas .....	88
2.2.12.5.2.	Arandelas.....	89
2.2.12.6.	Diseño de placa de columna .....	92
2.2.12.7.	Diseño de pernos de placa unión columna de alta resistencia.....	95

2.2.12.8.	Cálculo de zapata para marco metálico .....	98
2.2.13.	Muros de mampostería .....	108
2.2.13.1.	Método simplificado .....	108
2.2.13.2.	Carga lateral .....	116
2.2.13.2.1.	Sismo .....	117
2.2.13.3.	Determinación de la fuerza de sismo. ....	117
2.2.13.4.	Calculo de muro de mampostería .....	129
2.2.13.5.	Diseño de cimentación .....	134
2.2.14.	Instalaciones.....	144
2.2.14.1.	Instalaciones hidráulicas.....	144
2.2.14.1.1.	Método de Hunter .....	145
2.2.14.2.	Instalaciones sanitarias .....	148
2.2.14.3.	Instalaciones eléctricas.....	150
2.2.14.3.1.	Iluminación .....	151
2.2.14.3.2.	Fuerza .....	152
2.2.15.	Cronograma.....	152
2.2.16.	Presupuesto.....	153
2.2.17.	Evaluación de impacto ambiental. ....	155
2.2.17.1.	Medidas de mitigación .....	156
CONCLUSIONES .....		159
RECOMENDACIONES .....		161
BIBLIOGRAFÍA.....		163
APÉNDICE.....		167





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Localización del municipio de Cuilapa cabecera del departamento de Santa Rosa .....	4
2.	Diagrama de zanja a excavar.....	23
3.	Planta y sección típica del proyecto. ....	47
4.	Diagrama tipo esfuerzo – deformación para el acero estructural .....	51
5.	Perfiles de acero .....	55
6.	Detalle colocación lámina.....	57
7.	Dimensiones y datos de costanera .....	59
8.	Fuerzas actuantes en la costanera. ....	60
9.	Curva elástica típica y flexión en viga .....	61
10.	Detalle de costanera .....	64
11.	Esquema de marco rígido .....	69
12.	Carga distribuida sobre el techo.....	75
13.	Carga actuante de viento sobre techo.....	76
14.	Carga horizontal concentrada .....	77
15.	Longitudes efectivas y factores para el diseño de columnas .....	79
16.	Dimensiones propuestas para la viga .....	83
17.	Dimensiones de la rodilla .....	86
18.	Perno, tuerca y arandela .....	89
19.	Dimensiones de perno A325 .....	90
20.	Detalle placa unión en rodilla .....	91
21.	Dimensiones placa de columna .....	94
22.	Detalle de placa unión columna .....	97

23.	Detalle de anclaje de pernos estructurales .....	98
24.	Corte de zapata concéntrica .....	99
25.	Planta de zapata concéntrica.....	100
26.	Área ashurada corte actuante.....	102
27.	Área ashurada corte punzonante.....	103
28.	Sección de tronco de columna.....	106
29.	Armado final de zapata concéntrica y tronco de columna.....	107
30.	Deflexión producida por una carga lateral en el muro.....	111
31.	Planta típica del proyecto.....	113
32.	Detalle refuerzo vertical .....	131
33.	Detalle de refuerzo horizontal .....	133
34.	Elevación de cimiento corrido .....	138
35.	Planta de cimiento corrido .....	138
36.	Área ashurada corte actuante.....	140
37.	Planta de sección crítica del cimiento.....	141
38.	Detalle de cimiento corrido .....	144

## TABLAS

I.	Profundidad de la tubería.....	22
II.	Datos del diseño hidráulico .....	24
III.	Presupuesto, red de alcantarillado sanitario para la Aldea Laguna Seca, Municipalidad de Cuilapa, departamento de Santa Rosa .....	33
IV.	Matriz modificada de Leopold, red de alcantarillado sanitario para la aldea Laguna Seca, municipio de Cuilapa, departamento de Santa Rosa .....	38
V.	Composición química del acero A36.....	49
VI.	Propiedades mecánicas del acero A36.....	49
VII.	Información técnica, lámina T-100 .....	56

VIII.	Dimensiones y propiedades de las costaneras .....	59
IX.	Datos iniciales para el cálculo y diseño de marco rígido .....	71
X.	Resultados de análisis de cargas actuantes en el marco rígido.....	78
XI.	Dimensiones de pernos y tuercas de alta resistencia .....	90
XII.	Rigideces en muros.....	114
XIII.	Centro de corte en los muros en sentido X .....	114
XIV.	Centro de corte en los muros en sentido Y .....	115
XV.	Centro de masa.....	115
XVI.	Peso de los muros.....	116
XVII.	Distribución de carga lateral, en sentido X .....	124
XVIII.	Distribución de carga lateral, en sentido Y .....	124
XIX.	Distribución de momento de volteo en sentido X .....	125
XX.	Distribución de momento de volteo en sentido Y .....	125
XXI.	Diseño de mampostería a flexión .....	126
XXII.	Diseño de mampostería a corte .....	128
XXIII.	Cálculo de refuerzo vertical y horizontal de mampostería.....	131
XXIV.	Distribución de acero vertical y horizontal .....	134
XXV.	Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios.....	146
XXVI.	Gastos probables para el método Hunter.....	147
XXVII.	Circuitos de iluminación y fuerza en gimnasio polideportivo .....	152
XXVIII.	Cronograma gimnasio polideportivo aldea La Providencia, Cuilapa, Santa Rosa. ....	153
XXIX.	Presupuesto gimnasio polideportivo, aldea La Providencia, Cuilapa, Santa Rosa. ....	154
XXX.	Matriz modificada de Leopold, gimnasio polideportivo, aldea La Providencia, Cuilapa, Santa Rosa.....	155



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	A distancia de
A	
As	Área de Acero
AS <sub>Máx</sub>	Área de acero máxima
AS <sub>Mín</sub>	Área de acero mínimo
AS <sub>Tem</sub>	Área de acero por temperatura
Az	Área de zapata
Af	Área del patín en sección metálica de alma llena
b <sub>f</sub>	Base de sección de alma llena
C'	Cohesión del suelo
Cm	Centro de masa
Cr	Centro de rigidez
d	Peralte
d/D	Relación tirante sobre diámetro}
Em	Módulo de elasticidad en mampostería
Es	Módulo de elasticidad del acero
f'c	Resistencia mínima a compresión del concreto
f'm	Esfuerzo de ruptura a la compresión en la mampostería
Fcu	Factor de carga ultima
fm	Esfuerzo de compresión permisible de la mampostería
Fp	Esfuerzo en placa metálica

<b>FQM</b>	Factor de caudal medio
<b>fy</b>	Esfuerzo de fluencia del acero
<b>h</b>	Altura del muro
<b>Lts/Hab/Día</b>	Litros por habitante al día
<b>Lts/S</b>	Litros sobre segundo
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>ml</b>	Metro lineal
<b>P</b>	Carga puntual
<b>P.V.C.</b>	Material a base de cloruro de polivinilo
<b>q/Q</b>	Relación de caudales
<b>t</b>	Espesor de muro
<b>v/V</b>	Relación de velocidad
<b>W</b>	Peso

## GLOSARIO

<b>ACI 318-11</b>	<i>American Concrete Institute.</i>
<b>Aeróbico</b>	Condición en la cual hay presencia de oxígeno libre.
<b>AGIES</b>	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
<b>Aguas residuales</b>	Desperdicios líquidos y sólidos transportados por agua provenientes de viviendas, establecimientos industriales y comerciales.
<b>AISC</b>	<i>American Institute of Steel Construction.</i>
<b>Anaeróbico</b>	Condición en la cual hay ausencia de oxígeno libre.
<b>Área de acero</b>	Cantidad de acero, determinada por la sección y límite de fluencia.
<b>Azimut</b>	Ángulo horizontal referido desde el norte magnético o verdadero determinado astronómicamente, su rango varía de 0° a 360°.
<b>Carga muerta</b>	Carga permanente en la estructura.
<b>Carga ultima</b>	Carga por su respectivo índice de incertidumbre.



<b>Carga viva</b>	Carga no permanente a través del tiempo, se estima que podrá trasladarse en el futuro de un lugar a otro, debe tomarse siempre en cuenta para que no ocasione cambios estructurales.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua por unidad de tiempo que fluye dentro de una tubería, en un determinado punto de absorción, durante un instante.
<b>CM</b>	Carga muerta.
<b>COCODE</b>	Consejo comunitario de desarrollo.
<b>Colectores</b>	Sistema conformado por tuberías, pozos de visita, obras y accesorios, que se utilizan para la descarga de las aguas residuales o pluviales.
<b>Compactación</b>	Procedimiento que consiste en aplicar energía al suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y su capacidad de soportar cargas.
<b>Concreto reforzado</b>	Material de construcción obtenido de una mezcla de cemento, arena, grava y agua; como refuerzo se colocan varillas de acero corrugado.
<b>Corte Basal</b>	Es la fuerza total lateral que se aplica a una edificación para simular, respecto de un modelo matemático, los efectos del sismo en la estructura.

<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto de terreno, haciendo referencia a un nivel determinado.
<b>CS</b>	Carga de sismo.
<b>CU</b>	Carga ultima.
<b>CV</b>	Carga viva.
<b>Deflexión</b>	Deformación de los elementos estructurales que se presentan en forma de curvatura del eje longitudinal, al ser cargados.
<b>Desfogue</b>	Salida de aguas residuales en un punto determinado.
<b>Dotación</b>	Cantidad de agua necesaria para consumo al día de un habitante.
<b>Especificaciones</b>	Son normas generales y técnicas de construcción con disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.
<b>Fuerza de sismo</b>	Carga que es inducida por un sismo y que provoca esfuerzos en la subestructura.
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal.

<b>Mampostería</b>	Obra de albañilería formada por unidades o bloques de concreto o arcilla, unidas con mortero, las cuales cargan y soportan esfuerzos de compresión y flexión.
<b>Perfil</b>	Delineación de la superficie de la tierra, según su latitud y altura, referidas a puntos de control.
<b>Pozo de visita</b>	Estructura que sirve para recibir y depositar las aguas residuales entre dos tuberías.
<b>PV</b>	Pozo de visita.
<b>Rodilla</b>	Unión de la columna con la viga en un marco estructural.
<b>Topografía</b>	Es la forma de representar un terreno en un plano, con su forma, dimensiones y relieve.
<b>Tramo</b>	Espacio comprendido entre el centro de un pozo de visita a otro.

## RESUMEN

En el municipio de Cuilapa, departamento de Santa Rosa, existen varias comunidades que carecen de servicios básicos. En el presente trabajo de graduación se analiza y diagnostica las necesidades de servicios básicos de infraestructura que ayuden a la comunidad, aportando soluciones de carácter técnico, teniendo como desarrollo principal la fase de investigaciones y la de servicios técnicos profesionales.

Con base en los estudios previos realizados a la investigación monográfica y a los diagnósticos de las necesidades básicas y de infraestructura que presenta la población del lugar en estudio, la cual cuenta con servicio de agua potable entubada, se determinó que la aldea, Laguna Seca, carece de un sistema de alcantarillado sanitario, lo cual origina una situación a nivel social insalubre, por lo que fue diseñada la red de alcantarillado sanitario para esta aldea, basándose en especificaciones técnicas, correspondientes a las características del proyecto.

En la aldea La Providencia, fue necesaria la implementación de infraestructura, y debido a los problemas que tiene la comunidad con bajo índice de desarrollo cultural y deportivo, la cual no ayuda al desarrollo social del municipio, fue la causa de llevar a cabo un diseño de un gimnasio polideportivo en dicha aldea, en el cual podrán asistir las comunidades aledañas, y promover, tanto el desarrollo cultural como el deportivo.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Realizar el diseño y la planificación de una red de alcantarillado sanitario para la aldea Laguna Seca, y un gimnasio polideportivo para la aldea La Providencia, en el municipio de Cuilapa, departamento de Santa Rosa.

### **Específicos**

1. Desarrollar una investigación monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades prioritarias existentes, en cuanto a servicios básicos e infraestructura del municipio de Cuilapa, departamento de Santa Rosa.
2. Capacitar a los miembros del comité de la aldea Laguna Seca sobre aspectos de operación y mantenimiento de la red de alcantarillado sanitario.
3. Promover la práctica deportiva a nivel de municipio, con la ayuda del diseño de un gimnasio polideportivo.
4. Mejorar las condiciones que actualmente se tienen, específicamente en el municipio de Cuilapa, lugar al que pertenecen las aldeas donde se planificarán y diseñarán los proyectos.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación contiene el desarrollo de los proyectos realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado, en la aldea Laguna seca y la aldea La Providencia, pertenecientes al municipio de Cuilapa, departamento de Santa Rosa.

La demanda de una infraestructura adecuada para satisfacer las necesidades de la población, en el que el Ejercicio Profesional Supervisado, es un medio que nos permite, dar ayuda a las poblaciones necesitadas y, al mismo tiempo, ponernos en contacto con la realidad actual del país, en donde no se cuentan con recursos para contratar servicios profesionales.

La primera sección contiene la fase de investigación donde se describe el aspecto monográfico del municipio en general, así como un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las comunidades respectivas, realizando una priorización.

La segunda sección contiene la fase de servicio técnico profesional, en el que se describen las características de los proyectos. La red de alcantarillado sanitario presenta la metodología de cálculo empleada para la realización del diseño hidráulico. En cuanto al diseño del gimnasio polideportivo, se utilizaron códigos nacionales e internacionales que regulan el diseño de las estructuras metálica.





# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía del municipio de Cuilapa**

### **1.1.1. Aspectos históricos**

El municipio de Cuilapa fue fundado el 8 de mayo de 1852, conocido anteriormente como Cuajiniquilapa, nombre que se deriva de Cuajinicuil que significa en el lugar de los cuajinicuiles o cuajiniquiles, cushín y apan que significan río, lo que al unir los significados se conoce como río de los cushines, razón por la cual a los oriundos del lugar, se les conoce como, cushines o cushingos.

Durante la época prehispánica estuvo habitada por el señorío Xinca quienes fueron los primeros esclavos formalmente hechos por los conquistadores, en el lugar en donde actualmente está asentada la aldea Los Esclavos (IGN 2000).

El primer acontecimiento humano jurídico de Cuilapa se dio el primero de agosto del año 1599, cuando el colono Juan de Mojadas obtuvo dos caballerías de tierra de la Real Corona. El 8 de marzo de 1913 Cuilapa fue destruido por un fuerte terremoto siendo totalmente reconstruido por sus vecinos el 18 de octubre de 1920.

### **1.1.2. Valores históricos y tradiciones**

Cuilapa tiene la virtud de ser el verdadero centro geográfico y equidistante entre el Cabo de Hornos y Alaska, lo que está confirmado con fotografías tomadas desde un satélite y por esta razón últimamente se le ha dado el nombre de Cuilapa, centro de Las Américas.

El 25 de diciembre, con quema de cohetillos, procesiones, bailes y otras actividades sociales y culturales, se celebra el nacimiento del hijo de Dios. También se celebra una feria de romería en honor al señor de los Portentos del 1 al 5 de agosto.

Una de las fiestas muy concurridas es la de la aldea Los Esclavos, en honor a la Virgen de Candelaria. Estos eventos permiten a los pobladores la práctica y conservación de su folklore.

### **1.1.3. Altura**

En el municipio de Cuilapa se localizan los cerros: De La Cruz, Cuilapilla, y los Calaguese, en este último se encuentran los nacimientos de agua que surten la cabecera municipal. Cuilapa tiene una elevación de 1 462 metros sobre el nivel del mar.

### **1.1.4. Aspectos climáticos**

A Cuilapa se le atribuye un clima templado, de acuerdo con la información de la estación No. 78 del Instituto Nacional de Sismología, Meteorología e Hidrología INSIVUMEH, localizada en latitud 14°14'12" y longitud -90°16'42" a 850 metros sobre el nivel del mar; la precipitación pluvial es de 1 560 mm.

anuales con variaciones en los meses de enero a abril con sequía prolongada, debido al deterioro, quema y corte de árboles forestales en la región de Cuilapa.

Los datos meteorológicos, según la estación núm. 78, ubicada en la aldea Los Esclavos, son los siguientes:

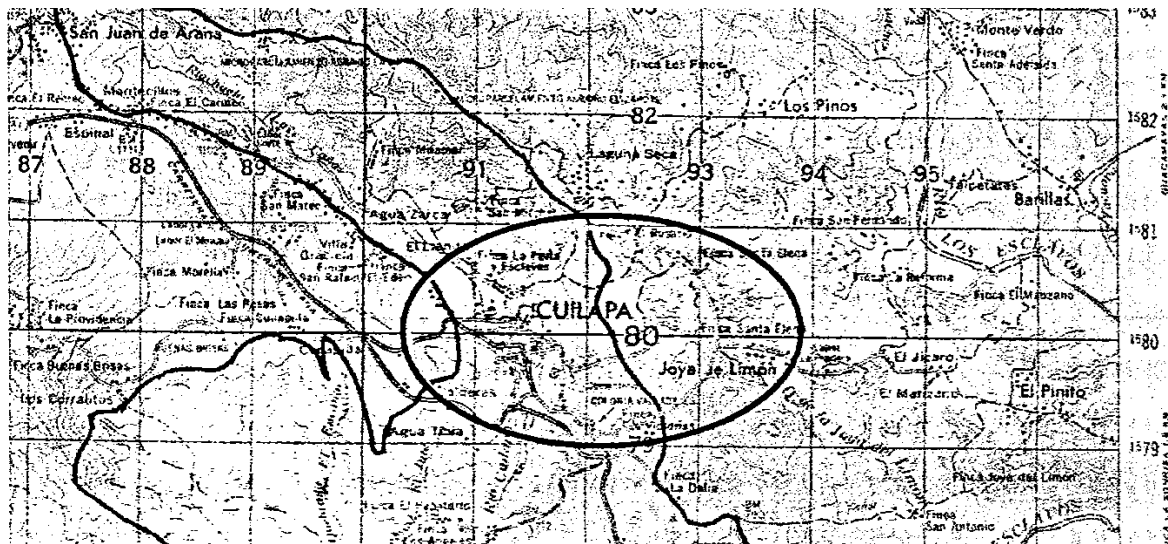
- Temperatura: mínima de 20,20 °C y máxima de 33,50 °C.
- Humedad relativa: mínima de 53,00 % y máxima de 77,00 %.
- Tensión de vapor: mínima de 16,60 mmHg y máxima de 22,80 mmHg.
- Temperatura a punto de rocío: mínima de 14,10 °C y máxima de 24,20 °C.
- Velocidad de viento: su valor medio es de 2,80 Km/H.

#### **1.1.5. Ubicación**

El municipio de Cuilapa, como centro poblado se encuentra ubicado, según la regionalización, en la Región IV, llamada también Región Sur Oriente.

El municipio de Cuilapa, cabecera departamental de Santa Rosa, es uno de los 14 municipios con que cuenta el departamento, posee una extensión territorial de 365 kilómetros cuadrados, colinda con los municipios de Nueva Santa Rosa, al Sur con Chiquimulilla y Santa María Ixhuatán, al Este con San José Acatempa del departamento de Jutiapa, al Oeste con Barberena y Pueblo Nuevo Viñas.

Figura 1. Localización del municipio de Cuilapa cabecera del departamento de Santa Rosa



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

### 1.1.6. Vías de comunicación

El municipio de Cuilapa, cuenta con una carretera asfaltada que se une a la carretera interamericana, con fácil acceso a la ciudad capital y al departamento de Jutiapa.

### 1.1.7. Economía

Por la calidad de los suelos, la economía de Cuilapa, está dada en su mayoría por la agricultura, siendo una de las zonas cafetaleras más grandes del departamento de Santa Rosa, contando además con cultivos de caña de azúcar, trigo, y frutas en especial piñas, maíz, frijol.

La fauna silvestre también es en algunas familias el medio de subsistencia (venados, tacuazines, armadillos), y otras familias subsisten con ganado bovino, equino, porcino y jaular (gallinas, patos, chompipes).

La principal fuente de contaminación de ríos y riachuelos, se obtiene por descargas de aguas servidas y aguas corridas de beneficios de café, estando contaminado el medio ambiente en general, por basureros clandestinos.

### **1.1.8. Religión**

Los habitantes de Cuilapa, en su mayoría, profesan la religión católica; cuentan con su iglesia en la mayoría de comunidades del municipio.

### **1.1.9. Recreación**

El único lugar turístico ubicado en el municipio, se encuentra en la aldea Los Esclavos, el cual es su puente y un parque recreativo ubicado al costado del mismo puente.

Debido a la falta de lugares turísticos, la mayoría practica deportes como lo son el fútbol y basquetbol.

### **1.1.10. Instituciones existentes**

Las instituciones dentro del municipio son las siguientes:

- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social:
  - Dirección del área de salud
  - Hospital regional

- Centro de salud tipo B
- Puestos de salud
- Ministerio de educación:
  - Dirección departamental de educación
  - Supervisión de distrito
  - Dirección departamental de establecimientos
  - Establecimientos educativos
- Ministerio de Trabajo y Asistencia Social
- Ministerio Público
- Contraloría de Cuentas
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

#### **1.1.11. Tipo de vivienda**

Tanto la aldea Laguna Seca como la aldea La Providencia, poseen viviendas construidas de adobe y techo de lámina de zinc, en su mayoría; de esa manera satisfacen las necesidades básicas de protección. Un reducido sector cuenta con construcción a base de muros de mampostería confinada.

### **1.1.12. Servicios existentes**

Tanto la comunidad de la aldea Laguna Seca como la aldea La Providencia, cuenta con rutas de acceso de terracería, servicio de agua potable y energía eléctrica.

### **1.1.13. Evaluación y priorización de las necesidades**

- Aldea Laguna Seca
  - Red de alcantarillado sanitario: los pobladores descargan las aguas negras a las calles, esto produce un área insalubre y contaminación ambiental.
  - Rutas de acceso pavimentadas: las vías de acceso son de terracería, y estas se encuentran en mal estado debido a que no reciben ningún tipo de mantenimiento.
  - Remozamiento de escuela: la cual no funciona adecuadamente, ya que no cuenta con servicios sanitarios ni aulas apropiadas para los estudiantes.
- Aldea La Providencia
  - Gimnasio polideportivo: los pobladores de la aldea tienen que buscar, ya sea el alquiler de canchas o practicar en espacios no apropiados, a falta de un lugar para poder recrearse.



- Rutas de acceso pavimentadas: las vías de acceso son de terracería, y estas se encuentran en mal estado debido a que no reciben ningún tipo de mantenimiento.
- Remozamiento de puestos de salud: los cuales no funcionan adecuadamente debido a la falta de mantenimiento que no se le dan a los mismos.

#### **1.1.14. Priorización de necesidades básicas**

Con la colaboración del comité de la aldea Laguna Seca y La Providencia, se determinaron las prioridades para cada aldea.

- Aldea Laguna Seca

Esta consiste en el diseño de una red de alcantarillado sanitario, por ser un servicio básico, para evitar contaminación, enfermedades y elevar la calidad de vida de la comunidad.

- Aldea La Providencia

Se determinó que es necesario diseñar una infraestructura de gimnasio polideportivo que contribuya al desarrollo social y económico de la comunidad.

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

### **2.1. Diseño de una red de alcantarillado sanitario, en la aldea Laguna Seca.**

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

El proyecto consiste en diseñar una red de alcantarillado sanitario, con una longitud de 1 969 metros, con base en las especificaciones técnicas del INFOM, para un periodo de diseño de 31 años.

El sistema está integrado por 37 pozos de visita, la tubería es de PVC de 6" con la norma ASTM F949, la cantidad de usuarios integrados al sistema es de 790, actualmente.

#### **2.1.2. Estudio topográfico**

##### **2.1.2.1. Planimetría**

Es el estudio en el cual se representa la superficie terrestre en un plano horizontal, con la aplicación de aparatos y métodos topográficos adecuados, con el fin de obtener las posibles rutas de desfogue y ubicación de los pozos de visita. Para este proyecto se aplicó el método de conservación de azimut, utilizando un teodolito Sokkia DT610, estadas de aluminio, brújula y plomadas metálicas.

### **2.1.2.2. Altimetría**

Es el estudio a través del cual se representan las alturas de los puntos observados, referidos a un banco de marca o sobre el nivel del mar, con lo que se definen las pendientes del terreno necesarias en el diseño. Para este proyecto se aplicó el método de nivelación compuesta. El equipo que se utilizó es un nivel de precisión Sokkia, estatal de aluminio de 4 metros y nivel de mano.

### **2.1.3. Periodo de diseño**

El periodo de diseño de una red de alcantarillado sanitario se define como el tiempo que la red dará un servicio con una eficiencia aceptable, esto también depende del mantenimiento que se le dé a la red, este se proyecta para realizar su función en un periodo de 30 a 40 años, a partir de la fecha que se realice el mismo, tomando en cuenta las limitaciones económicas y la vida útil de los materiales, lo cual se puede determinar por medio de las normas del INFOM.

Por lo general, el periodo de diseño se toma bajo criterio del diseñador, según sea la conveniencia del proyecto se dará un margen de un año adicional por motivos de gestión, para obtener el financiamiento e iniciar la construcción del mismo.

Para este proyecto se tomó un periodo de un diseño de 31 años, teniendo 1 año de gestión de financiamiento.

## **2.1.4. Cálculo de población futura**

### **2.1.4.1. Método geométrico**

La estimación futura de la población se realizó a través del método geométrico, el cual concuerda con la realidad; para ello se aplicó una tasa del 2,6 % anual, dato proporcionado por el plan de desarrollo municipal 2011-2015.

$$P_f = P_o * (1 + r)^n$$

Donde:

$P_f$  = Población futura

$P_o$  = Población actual

$r$  = Tasa de crecimiento

$n$  = Periodo de diseño

$$P_f = 790 * (1 + 0.026)^{31} = 1,751 \text{ Habitantes}$$

## **2.1.5. Tipo de sistema**

Existen 3 tipos básicos de alcantarillado; la selección o adopción de cada uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero el más importante es el económico.

- Alcantarillado Sanitario: recoge las aguas servidas domiciliarias, baños, cocinas, servicios y conexiones Ilícitas; residuos comerciales como restaurantes y garajes; aguas negras producidas por industrias e infiltración.

- Alcantarillado pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia o que concurren al sistema.
- Alcantarillado combinado: evacua los dos caudales antes mencionados (sanitario y pluvial).

La aldea Laguna Seca no cuenta con ningún sistema de alcantarillado; y las calles no son pavimentadas, por lo cual se decidió realizar un alcantarillado sanitario, del cual están excluidos los caudales de agua de lluvia, provenientes de las calles y otras superficies.

#### **2.1.6. Diseño del sistema**

El diseño de la red de alcantarillado sanitario se llevará a cabo considerando los parámetros de diseño especificados por el INFOM, y respetando los parámetros de flujo estipulados (velocidad, caudal y tirante). Se utilizará tubería PVC, según norma ASTM F949, en la red principal y conexiones domiciliarias, los pozos de visita se diseñarán de ladrillo tayuyo.

#### **2.1.7. Dotación**

La dotación está relacionada íntimamente con la demanda que necesita una población específica, para satisfacer sus necesidades primarias. Esto significa que dotación, es la cantidad de agua que necesita un habitante en un día para satisfacer sus demandas biológicas.

Para el diseño de este proyecto, se tomó una dotación de 80 L/Hab/Día, que es lo que tiene la aldea asignado para su consumo, por parte de la municipalidad.

## **2.1.8. Cálculo de caudales**

### **2.1.8.1. Factor de retorno**

En las viviendas, el agua tiene diferentes usos, los cuales han sido cuantificados por diferentes instituciones como lo son: la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Sanitarios y Ambientales y la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, quienes han establecido datos referentes a factores de consumo de agua como lo son: lavado de utensilios, baños, preparación de alimentos, lavado de ropa y bebidas. Posterior a su uso estas aguas se dirigen directamente al sistema de alcantarillado.

En la viviendas se asume que del 100 % de agua potable que ingresa a un domicilio, al drenaje retorna entre un 70 % a 90 %, lo cual constituye el caudal domiciliar. En el presente proyecto se utilizará un valor de 85 %.

### **2.1.8.2. Caudal domiciliar**

Es la cantidad de agua que se desecha de las viviendas, por consumo interno, hacia el colector principal; está relacionada directamente con el suministro de agua potable de cada hogar.

El caudal domiciliar está afectado por el factor de retorno de 0,85 para el presente proyecto, el caudal se integra de la siguiente manera.

$$Q_{Dom} = \frac{Dot.* F.R.* Hab}{86,400}$$

Donde:

$Q_{Dom}$  = Caudal domiciliar

$Dot.$  = Dotación (L/Hab/Día)

$F.R.$  = Factor de retorno

$Hab$  = Habitantes

$$Q_{Dom} = \frac{(80 * 0,85 * 790)}{86\ 400} = 0,622 \text{ l/seg}$$

### 2.1.8.3. Caudal de conexiones ilícitas ( $Q_{ci}$ )

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Se calcula como un porcentaje del total de conexiones, en función del área de techos, patios, y de su permeabilidad, así como de la intensidad de lluvia.

$$Q_{Ilícitas} = \frac{CIA}{360}$$

$Q_{Ilícitas}$  = Caudal por conexiones ilícitas ( $m^3/seg$ )

$C$  = Coeficiente de esorrentía

$I$  = Intensidad de lluvia ( $mm/hora$ )

$A$  = Área que es factible conectar ilícitamente (*hectáreas*)

En este caso se tomó como base el método dado por el INFOM, el cual especifica que se tomará el 10 % del caudal domiciliar como mínimo; si no se cuenta con alcantarillado pluvial puede tomarse un valor más alto según criterio

del diseñador, para dicho proyecto se tomará el 20 %, por las condiciones de la aldea.

$$Q_{Ilícitas} = 0,20 * Q_{Dom} = 0,20 * 0,622 = 0,124 \text{ l/seg}$$

#### **2.1.8.4. Caudal de infiltración**

Para la estimación del caudal de infiltración que entra en los alcantarillados, se toma en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías, la permeabilidad del terreno, el tipo de junta usada en las tuberías y la calidad de mano de obra y supervisión con que se cuenta durante la construcción. Hay dos formas de medirlo, una es, en litros diarios por hectáreas o litros diarios por kilómetro de tubería Incluyendo la longitud de la tubería de los entronques domiciliarios, para lo cual puede asumirse como 6 metros de longitud por cada vivienda.

Para el caso del sistema de alcantarillado sanitario de la Aldea Laguna Seca, el caudal de infiltración es cero, debido a que el material a utilizar es tubería de PVC norma ASTM F949.



### 2.1.8.5. Caudal medio

Es la suma de todos los caudales provenientes de las industrias, comercios, viviendas, conexiones ilícitas e infiltración, descartando todo aquel que no contribuya al sistema.

$$Q_{Med} = Q_{Dom} + Q_{Ind} + Q_{Com} + Q_{Ilícitas} + Q_{Inf}$$

$$Q_{Med} = Q_{Dom} + Q_{Ilícitas}$$

$$Q_{Med} = 0,622 + 0,124 = 0,746 \text{ l/seg}$$

### 2.1.9. Factor de caudal medio (FQM)

Una vez obtenido el valor de los caudales anteriormente descritos, se procede a integrar el caudal medio del área que se va a drenar, que a su vez, al ser distribuido entre el número de habitantes, se obtiene un factor de caudal medio, el cual ronda entre 0,002 y 0,005.

$$FQM = \frac{Q_{Med}}{No. \text{ Habitantes}}$$

Donde:

$FQM$  = Factor de caudal medio

$Q_{Med}$  = Caudal medio

$No. \text{ Habitantes}$  = Número de habitantes

Criterios para el uso del valor del caudal medio:

$$FQM = \frac{Q_{Med}}{No.Habitantes} ; 0.002 \leq FQM \leq 0.005$$

$$FQM = \frac{0.746}{790} = 0.001$$

Como el factor se encuentra por debajo del rango permitido, para efectos de diseño se tomará el valor próximo, el cual es de 0,002.

#### **2.1.10. Velocidad de flujo**

La velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno, el tipo y diámetro de la tubería que se utiliza. La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas de  $v/V$ ; donde “V” es la velocidad a sección llena y “v” es la velocidad de flujo, que por norma debe ser mayor de 0,60 metros por segundo, para que no exista sedimentación en la tubería y por lo tanto algún taponamiento y su valor debe ser menor o igual que 2,5 metros por segundo, para que no exista erosión o desgaste, estos datos se aplican para tubería de PVC.

#### **2.1.11. Tirante**

Es la altura que tiene el flujo del agua dentro de la tubería, para que exista arrastre debe ser mayor al 10 % del diámetro de la tubería, y menor a 75 % del diámetro para que funcione como un canal abierto.

### 2.1.12. Factor de Harmond (FH)

Es el valor estadístico que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso simultáneo del servicio; está dado de la siguiente manera:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}$$

El factor de Harmond es adimensional y se encuentra entre el rango de valores de 1,5 a 4,5.

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{790}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{790}{1\,000}}} = 3,86$$

### 2.1.13. Caudal de Diseño

Este indica el valor del caudal que el sistema puede transportar en cierto punto de la red, y el cual a la vez indicará las condiciones hidráulicas en las que se diseñará el alcantarillado. Este tiene que calcularse para cada tramo del sistema.

$$Q_{Dis} = No.Habitantes * FQM * FH$$

Donde:

$Q_{Dis}$  = Caudal de diseño (l/seg)

$FQM$  = Factor de caudal medio

$FH$  = Factor de Harmond

$No. Habitantes$  = Habitantes contribuyentes al tramo de tubería

$$Q_{Dis} = 790 * 0,002 * 3,86 = 6,105 \text{ l/seg}$$

## **2.1.14. Fundamentos hidráulicos**

### **2.1.14.1. Relación q/Q**

Relación que determina el porcentaje del caudal que pasa respecto del máximo posible.

$$Q_{Dis} < Q_{Sección\ Llana}$$

### **2.1.14.2. Relación v/V**

Relación entre la velocidad de flujo a sección parcial y la velocidad del flujo a sección llena. Para hallar este valor se utiliza las tablas de relaciones hidráulicas, según el valor de q/Q; una vez determinada la relación de velocidades se puede determinar la velocidad parcial dentro de la tubería.

El valor de la velocidad parcial deberá estar dentro de los parámetros de diseño ya establecidos (0,60 m/s a 2,5 m/s) para tubería PVC.

### **2.1.14.3. Relación d/D**

Relación entre la altura del flujo dentro de la tubería (tirante) y el diámetro de la tubería. Se determina a través de las tablas de relaciones hidráulicas, según el valor de  $q/Q$ .

La relación  $d/D$  debe estar dentro del rango de  $0,1 < d/D < 0,75$ .

### **2.1.15. Sección y pendiente**

La pendiente de la tubería deberá cumplir con las relaciones hidráulicas y parámetros de velocidad, partiendo de la pendiente del terreno, para evitar costos de excavación innecesarios.

### **2.1.16. Diámetros de tuberías**

Se debe elegir un diámetro que cumpla con las relaciones hidráulicas y la velocidad adecuada, el INFOM establece un diámetro de tubería mínimo de 6 pulgadas para el colector principal.

### **2.1.17. Cota invert**

Es la cota de nivel que determina la colocación de la parte inferior inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita. Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería en un tramo del alcantarillado.

La cota invert de salida se coloca, como mínimo, tres centímetros por debajo de la invert de entrada.

Cuando el diámetro de la tubería que entra al pozo es mayor que el diámetro de la tubería de salida, la invert de salida estará colocada por debajo de una dimensión igual al diámetro de la tubería de entrada.

#### **2.1.18. Pozos de visita**

Se utilizan para inspeccionar y limpiar el funcionamiento de la red, se construyen de ladrillo tayuyo con tapadera y brocal de concreto reforzado, tienen forma circular, y se colocan en los siguientes casos:

- Al inicio d cualquier tramo
- En intersecciones de tubería
- En cambios de diámetro de tubería
- En cambios de pendiente
- En tramos rector no mayores a 100 metros
- En cambios de dirección de tubería

#### **2.1.19. Conexiones domiciliarias**

##### **2.1.19.1. Caja o candela**

Se utilizará para inspeccionar el funcionamiento del sistema y la limpieza del mismo; su función es recibir y enviar las aguas, provenientes de la vivienda, al colector general a través de la tubería secundaria. Se utiliza tubería de concreto de 8 pulgadas colocada verticalmente con tapadera de concreto reforzado.

### 2.1.19.2. Tubería secundaria

Es la tubería que conecta la candela con la red del colector general, con el propósito de evacuar las aguas provenientes de la vivienda. Se utiliza tubería PVC 4 pulgadas con una pendiente mínima del 2 %.

### 2.1.20. Profundidad de la tubería

La profundidad de la tubería dependerá del diámetro que esta posea, tipo de suelo del lugar y de la clase de tráfico que se presente en el lugar; las profundidades que se le darán a cada tubería se presentan en la tabla que se encuentran a continuación:

Tabla I. Profundidad de la tubería

E (PSI)	Condición de carga	Altura de relleno sobre la corona del tubo (m)									
		0,60	1,20	1,80	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00
50	Sin carga viva	1,68	3,37	5,05	6,73	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	Con carga H2O	7,30	6,17	6,45	7,43	NR	NR	NR	NR	NR	NR
200	Sin carga viva	0,87	1,75	2,62	3,50	4,37	5,25	6,12	7,00	NR	NR
	Con carga H2O	3,79	3,21	3,35	3,86	4,37	5,25	6,12	7,00	NR	NR
400	Sin carga viva	0,53	1,07	1,60	2,13	2,67	3,20	3,73	4,27	4,80	5,33
	Con carga H2O	2,31	1,96	2,04	2,35	2,67	3,20	3,73	4,27	4,80	5,33
1000	Sin carga viva	0,25	0,49	0,74	0,98	1,23	1,47	1,72	1,97	2,21	2,46
	Con carga H2O	1,07	0,90	0,94	1,08	1,23	1,47	1,72	1,97	2,21	2,46
2000	Sin carga viva	0,13	0,26	0,39	0,52	0,65	0,78	0,91	1,03	1,16	1,29
	Con carga H2O	0,56	0,47	0,50	0,57	0,65	0,78	0,91	1,03	1,16	1,29

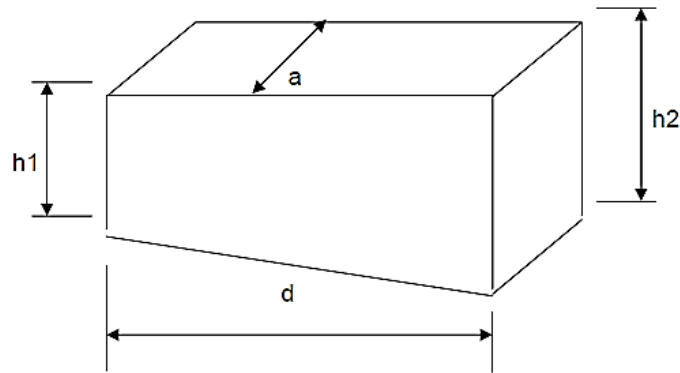
\*NR=No Recomendable

Fuente: Novafort y Novaloc *Manual de Diseño*, AMANCO.

### 2.1.21. Volumen de excavación

El volumen de excavación se calcula de acuerdo con la profundidad promedio de la tubería, el ancho de la zanja y la longitud del tramo, también se toma en cuenta el ancho de los pozos y la profundidad que cada uno de ellos tenga que llevar.

Figura 2. Diagrama de zanja a excavar



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$V_{Excavación} = \left( \frac{h_1 + h_2}{2} \right) * d * a$$

### 2.1.22. Ejemplo de diseño hidráulico de un tramo de tubería

El diseño de la red de alcantarillado sanitario se elabora de acuerdo con las normas ASTM F949 y las normas que establece el Instituto de Fomento Municipal (INFOM). En este proyecto se beneficiará el 100 % de las viviendas actuales de la aldea, debido a las razones expuestas con anterioridad y con el



objetivo de hacer más fácil el cálculo, se utilizó la herramienta de Excel para crear una hoja electrónica, las bases generales de diseño son:

Tabla II. **Datos del diseño hidráulico**

DESCRIPCIÓN	DATO
Tipo de sistema	Alcantarillado Sanitario
Periodo de diseño	31 Años
Población actual	790 Habitantes
Población futura	1 751 Habitantes
Tasa de crecimiento	2,60 %
Tipo de tubería	PVC Novafort, norma ASTM F949
Dotación de agua	100 l/hab/día
Factor de retorno	0,85
Densidad de vivienda	5 Habitantes/Vivienda
Relación de velocidad	$0,60 \leq v \leq 2.5 \text{ m/s}$

Fuente: elaboración propia.

Se utilizará como ejemplo el tramo de tubería entre el PV-1 al PV-3.

- Pendiente del terreno

$$\%P = \frac{CT_{Inicial} - CT_{Final}}{Distancia} * 100$$

Donde:

$\%P$  = Pendiente del terreno en porcentaje

$CT_{Inicial}$  = Cota del terreno inicial

$CT_{Final}$  = Cota del terreno final

$Distancia$  = Distancia del tramo

$$\%P = \frac{1\,113,02 - 1\,111,52}{74,20} * 100 = 2,02 \%$$

- Caudal medio

$$Q_{Med} = Q_{Dom} + Q_{Illicitas}$$

$$Q_{Dom} = \frac{Dot.* F.R.* Hab}{86,400}$$

$$Q_{Dom} = \frac{80 * 0,85 * 166}{86,400} = 0,131 \text{ l/seg}$$

$$Q_{Illicitas} = 0,20 * Q_{Dom} = 0,20 * 0,131 = 0,026 \text{ l/seg}$$

$$Q_{Med} = 0,131 + 0,026 = 0,157 \text{ l/seg}$$

- Factor de caudal medio

$$FQM = \frac{Q_{Med}}{No.Habitantes} ; 0,002 \leq FQM \leq 0,005$$

$$FQM = \frac{0,157}{166} = 0,001$$

Para este proyecto se tomará el valor mínimo 0,002 como factor de caudal medio.

- Factor de Harmond

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}$$

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{166}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{166}{1\,000}}} = 4,18$$

- Caudal de diseño

$$Q_{Dis} = No.Habitantes * FQM * FH$$

$$Q_{Dis} = 166 * 0,002 * 4,18 = 1,387 \text{ l/seg}$$

- Diámetro de tubería

$$D = 6 \text{ Pulgadas} = 0,1501 \text{ Metros} = \text{NOVAFORT PVC ASTM F949}$$

- Coeficiente de Manning

$$n = 0,009$$

- Pendiente de la tubería

$$S_{Tubería} = 1,68 \%$$

- Velocidad a sección llena

$$V = \frac{\left(\frac{D}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

$V$  = Velocidad a sección llena (m/s)

$D$  = Diámetro de la tubería en metros

$S$  = Pendiente de la tubería

$n$  = Coeficiente de Manning

$$V = \frac{\left(\frac{0,1501}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * 0,0168^{\frac{1}{2}}}{0,009} = 1,614 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena

$$Q = A * V$$

Donde:

$Q$  = Caudal a sección llena

$A$  = Área de la sección del tubo

$V$  = Velocidad a sección llena

$$Q = \pi * \left(\frac{0,1501}{2}\right)^2 * 1,614 * 1\ 000 = 28,563 \text{ l/seg}$$

- Relación de caudales

$$\frac{q}{Q} = \frac{Q_{Dis}}{Q} = \frac{1,387}{28,563} = 0,04854$$

Con la tabla de relaciones hidráulicas se procede a obtener las siguientes relaciones:

- Relación de velocidad

$$\frac{v}{V} = 0,514669$$

- Relación de tirante

$$\frac{d}{D} = 0,149000$$

- Velocidad a sección parcial

$$v = V * \frac{v}{V} = 1,614 * 0,514669 = 0,831 \text{ m/seg}$$

- Chequeo de parámetros hidráulicos

Caudal	$Q_{Dis} < Q$	$1,387 < 28.563 \text{ l/seg}$	Cumple
Velocidad	$0,60 \leq v \leq 2,50 \text{ m/seg}$	$0,60 \leq 0,831 \leq 2,50 \text{ m/seg}$	Cumple

Tirante       $0,10 \leq d/D \leq 0,75$        $0,10 \leq 0,149000 \leq 0,75$       Cumple

- Cota invert de salida PV-1 (CIS)

$$PV1_{CIS} = 1\ 111,62$$

El pozo PV-1 es pozo inicial por lo que tiene una única salida.

- Cota invert de entrada PV-3 (CIE)

$$PV3_{CIE} = PV1_{CIS} - (S * DH_{Tramo})$$

$$PV3_{CIE} = 1\ 111,62 - (0,0168 * 74,20) = 1\ 110,37$$

- Profundidad del Pozo PV-1

$$H_{PV-1} = Cota\ Terreno - PV1_{CIS}$$

$$H_{PV-1} = 1\ 113,02 - 1\ 111,62 = 1,40\ m$$

- Volumen de excavación de zanja

$$V_{Excavación} = \left( \frac{h_1 + h_2}{2} \right) * d * a$$

$$V_{Excavación} = \left( \frac{1,40 + 1,15}{2} \right) * 74,20 * 0,70 = 66,13\ m^3$$

### **2.1.23. Desfogue**

En esta oportunidad se hace la recomendación de la construcción de una planta de tratamiento primario, ya que el objetivo de estas unidades es la remoción de sólidos en suspensión, lo que se puede realizar por procesos físicos como la sedimentación (asentamiento), en los que se logra eliminar en un 40% a un 60% de sólidos, al agregar agentes químicos (coagulación y floculación) se eliminan entre un 80 % a un 90 % del total de los sólidos. Otro proceso es la filtración.

Para un tratamiento adecuado previo a la disposición de las aguas negras, hay que tener en cuenta factores como: espacio disponible para las instalaciones, topografía del terreno, costo de la construcción y mantenimiento requerido, para seleccionar las unidades adecuadas a la población.

### **2.1.24. Plan de operación y mantenimiento**

Es necesario que el comité del lugar seleccione personal adecuado anualmente, para realizar la inspección de la red de alcantarillado sanitario, de esa manera se reducirán los costos, ya que por el uso constante de la red puede deteriorarse el sistema, así como las obstrucciones en el flujo normal de los desechos, pueden ocasionar problemas en la circulación libre de los desechos.

La inspección será de tipo visual, se llevará a cabo a través de la colocación de una linterna dentro de la tubería en el pozo de visita, para luego ser observada al otro extremo, determinando si existe o no, obstrucción en el sistema. Otra forma de realizar la inspección es verter una cierta cantidad de

agua en la tubería y observar la circulación del agua en la salida de la tubería, esperando que esta sea normal.

Los pozos de visita tendrán que ser inspeccionados periódicamente, ya que son parte fundamental del sistema y su conservación garantiza el funcionamiento adecuado de la red, por lo que deberán limpiarse residuos y lodos acumulados que eviten la libre circulación de los desechos. También cada vecino será responsable por el allanamiento de la candela correspondiente a su vivienda, ya que esta deberá conservarse en buen estado para un funcionamiento correcto.

#### **2.1.25. Planos**

Los planos correspondientes al proyecto son los establecidos por el reglamento del INFOM, los cuales son los siguientes:

- Planta general
- Planta topográfica
- Planta densidad de vivienda
- Planta general de flujo
- Planta y perfiles
- Detalles pozos de visita, conexiones domiciliarias

Ver apéndice sección de planos constructivos, sistema de alcantarillado sanitario.



### **2.1.26. Elaboración de presupuesto**

La elaboración del presupuesto fue realizada con coste directo; materiales de construcción, mano de obra calificada y no calificada, fletes y prestaciones, dentro de los costos indirectos: imprevistos, utilidades, administración, IVA e ISR, equivalentes al 35 %.

Los precios de los materiales se cotizaron en la cabecera municipal de Cuilapa, los salarios de mano de obra se consideraron los que la municipalidad asigna para casos similares.

Tabla III. Presupuesto, red de alcantarillado sanitario para la Aldea Laguna Seca, Municipalidad de Cuilapa, departamento de Santa Rosa



## MUNICIPALIDAD DE CUILAPA

CENTRO DE LAS AMERICAS  
CABECERA DEL DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA  
ADMINISTRACION 2012-2016  
UNA NUEVA VISION



### PRESUPUESTO GENERAL

PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
ALDEA LAGUNA SECA, CUILAPA, SANTA ROSA.

NO.	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUB-TOTAL	PORCENTAJE DE INCIDENCIA
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>					
1.1	ROTULO	1,00	UNIDAD	Q 3 784,52	Q 3 784,52	0,19 %
1.2	TRAZO + REPLANTEO	1 968,63	ML	Q 22,42	Q 44 140,12	2,23 %
<b>2</b>	<b>EXCAVACIÓN</b>					
2.1	EXCAVACIÓN ZANJA PARA COLECTOR	3 903,00	M3	Q 51,35	Q 200 438,55	10,12 %
2.2	EXCAVACIÓN POZOS DE VISITA	287,11	M3	Q 32,69	Q 9 385,74	0,47 %
<b>3</b>	<b>RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>					
3.1	INSTALACIÓN DE COLECTOR PRINCIPAL	1 968,63	ML	Q 400,80	Q 789 029,10	39,83 %
3.2	CONSTRUCCIÓN POZOS DE VISITA	37,00	UNIDAD	Q 9 094,62	Q 336 501,00	16,99 %
3.3	INSTALACIÓN CONEXIONES DOMICILIARES	155,00	UNIDAD	Q 2 029,56	Q 314 581,46	15,88 %
<b>4</b>	<b>RELLENO, COMPACTACIÓN Y LIMPIEZA FINAL</b>					
4.1	RELLENO Y COMPACTACIÓN	3 840,00	M3	Q 56,45	Q 216 756,00	10,94 %
4.2	LIMPIEZA FINAL	1 968,63	ML	Q 33,75	Q 66 441,26	3,35 %
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>					<b>Q 1 981 057,75</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

## **2.1.27. Evaluación socioeconómica**

En su mayoría, este tipo de proyectos tienen un costo elevado, lo cual lleva a plantear una solución para hacer factible el proyecto con subsidios, transferencias, impuestos, donaciones, etc. Sin embargo, es indispensable realizar un análisis financiero y determinar la viabilidad del proyecto, para lo cual se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

### **2.1.27.1. Valor presente neto**

Se utiliza alternativas mutuamente excluyentes, consiste en trasladar todo el flujo de efectivo a un presente y evaluar si se recupera la inversión o no, desde el punto de vista rentable.

$$f = p * (1 + i)^n$$

Donde:

$f$  = Valor presente neto

$p$  = Valor presente de la inversión

$i$  = Interés

$n$  = Tiempo

$$f = 1\,981\,057,75 * (1 + 0,01)^{31} = 2\,696\,868,20$$

Este costo será de inversión social por parte de la municipalidad. No se recupera la inversión, sino que se beneficia a la población en servicios básicos, por lo cual no se está estipulando ingreso ni rentabilidad.

#### **2.1.27.2. Tasa de interés de retorno**

Se conoce como tasa de rendimiento y es el interés donde la persona que va a invertir tiene un equilibrio entre el flujo de ingresos y egresos.

Se obtiene la tasa con la cual se reintegran todos los gastos realizados durante el proyecto. En este caso, la tasa interna de retorno del proyecto es negativa, ya que el proyecto no es de utilidad económica y cumple con una función social para el desarrollo de la aldea.

#### **2.1.28. Evaluación de impacto ambiental**

Toda obra civil trae consigo implícitamente una variedad de factores que pueden afectar, distorsionar, degradar o producir deterioro a los recursos naturales renovables, no renovables, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional. Será necesario previamente al desarrollo del proyecto, un estudio de impacto ambiental realizado por técnicos en materia y aprobado por la Comisión Nacional de Medio Ambiente, respectivamente.

En este caso, el proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente, debido a que durante el proceso de construcción sufrirá un leve cambio la superficie, por la excavación y a su vez ocasionará polvo. El impacto ambiental positivo será la eliminación de desecho de aguas negras y con ello la eliminación de mosquitos y zancudos, que a su vez disminuye enfermedades que estos transmiten.

### **2.1.28.1. Definición de impacto ambiental y evaluación de impacto ambiental**

#### **Impacto ambiental**

Es cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales adverso o benéfico, provocada por la acción humana o fuerzas naturales.

#### **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**

Instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones formado por un conjunto de procedimientos capaces de garantizar, desde el inicio de la planificación, que se efectúe un examen sistemático de los impactos ambientales de un proyecto o actividad y sus opciones, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción de ser desarrollada. Los resultados deberán ser presentados a los tomadores de decisión para su consideración.

Una evaluación de impacto ambiental es hacer un diagnóstico del área en donde se realizará o realizó la construcción de un proyecto, determinando en detalle la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico que será impactada directamente por la obra.

La importancia de esta radica en permitir analizar cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto, definiendo el área impactada y el efecto o impacto para cada uno de los factores ambientales. El estudio de impacto ambiental da a conocer o identificar los impactos al ambiente producidos por la obra.

Entre las actividades que ingresan al sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, se presentarán a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos.
- Resaneamiento de comunidades humanas, o alteraciones significativas de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.
- Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretenden emplazar.
- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Existen diversos formatos para elaborar informes de impacto ambiental; sin embargo, en nuestra legislación es muy común utilizar la matriz modificada de Leopold, la cual analiza los diversos elementos (medio ambiente, sociales, económicos), etc. Que interactúan en la obra civil. Dichos elementos se encuentran estratégicamente clasificados, para que el profesional que haga el estudio, sepa identificar el impacto que tendrá la obra, así como la magnitud de la misma. A continuación, se proponen las medidas de mitigación que se adoptarán para reducir el impacto adverso que ocasionará el proyecto civil respectivo.

EIA del proyecto de alcantarillado sanitario

Tabla IV. **Matriz modificada de Leopold, red de alcantarillado sanitario para la aldea Laguna Seca, municipio de Cuilapa, departamento de Santa Rosa**

ELEMENTOS AMBIENTALES	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN			ETAPA DE FUNCIONAMIENTO		
	A	B	N	A	B	N
I. MEDIO AMBIENTE						
1. Tierras						
a. Topografía			*			*
b. Suelo	-			-		
c. Erosión y Sedimentación	-			-		
2. Micro-Clima			*			*
3. Aguas						
a. Ríos			*			*
b. Agua Subterránea	-			-		
c. Calidad del Agua			*			*
4. Ecosistema						
a. Flora						
* Vegetación Natural	-			-		
* Cultivos	-			-		
b. Fauna						
* Mamíferos y Aves			*			*
* Peces Y Organismos Acuáticos			*			*
c. Biodiversidad						
* Peligro de Extinción			*			*
* Especies Migratorias			*			*
5. Desastres Naturales			*			*
II. MEDIO DE AMBIENTE SOCIO-ECONÓMICO						
1. Población						
a. Población en peligro			*			*
b. Re-asentamiento			*			*
c. Población migratoria			*			*
2. Uso de la Tierra	-			-		
3. Uso del Agua			*			*
4. Actividades Productivas						
a. Agricultura			*			*
b. Pecuaria			*			*
c. Pesca			*			*
d. Agro-Industria			*			*
e. Mercado y Comercio		+			+	
5. Empleo		+			+	
6. Aspectos Culturales			*		+	
7. Historia y Arqueología			*			*
8. Turismo			*			*
III. PROBLEMAS AMBIENTALES						
1. Contaminación del Aire			*	-		
2. Contaminación del Agua			*	--		
3. Contaminación del Suelo	-					*
4. Ruido	-					*
5. Hundimiento del Suelo			*			*
6. Mal Olor			*	--		

Fuente: elaboración propia.

La metodología empleada para la identificación y valorización de la incidencia de las diferentes fases de desarrollo del proyecto en el entorno ambiental se realiza por medio de la matriz de Leopold.

La matriz representa las actividades más importantes relacionadas con las fases del proyecto y su interacción con los principales componentes del medio físico, biótico y socioeconómico (cultural) ubicada en el área de influencia del proyecto, con el objeto de identificar, clasificar, cuantificar y jerarquizar las relaciones causa-efecto. Para ellos tenemos la siguiente nomenclatura.

Nomenclatura:

- ++ Impacto positivo grande
- + Impacto positivo pequeño
- \* Neutro
- Impacto negativo pequeño
- Impacto negativo grande
- A Adverso
- B Benéfico
- N Neutro

### **2.1.29. Medidas de mitigación**

A continuación, se proponen las medidas de mitigación que se adoptarán para desaparecer o minimizar el impacto negativo que ocasionará el proyecto civil respectivo.



## **A. Medio ambiente**

### **Tierras**

El suelo será afectado negativamente en la etapa de construcción debido a excavación de zanja y pozos de visita.

La erosión y sedimentación serán aspectos negativos durante la fase de construcción, por las zanjas excavadas para la instalación de tuberías.

### **Medidas de mitigación**

El suelo será extraído debido a la excavación por zanjeo, se incorporará de nuevo a las mismas, debidamente compactado y el sobrante se esparcirá al terreno.

El material de excavación, deberá analizarse si se puede ser reciclado para una pronta reincorporación, ya que disminuirá la explotación de canteras y se evitará la utilización de áreas para su disposición.

## **B. Aguas**

### **Aguas subterráneas**

Esas se verán afectadas debido a la colocación de tuberías y construcción de pozos de visita, con materiales como el PVC y el ladrillo.

## **Medidas de mitigación**

La colocación de tubería se realizará siguiendo las instrucciones del encargado de la obra con las normas de calidad exigida, y así minimizar la posibilidad de ruptura de la tubería y filtración en los puntos de unión de la misma, evitando de esta manera, contaminación del manto freático.

### **C. Ecosistema**

#### **Vegetación natural y cultivos**

La vegetación propia del lugar tendrá un impacto negativo pequeño, ya que cualquier tipo de vegetación o cultivo existente, desaparecerá en la fase de excavación.

## **Medidas de mitigación**

Se deberá evitar la intervención en las áreas cercanas al área boscosa, principalmente con actividades como: la explotación de bancos de material y sitios para el depósito de desperdicio, además deberá evitarse la utilización de dinamita para labores de construcción, ya que podría afectar a la fauna existente en el lugar.

Es conveniente que las medidas de mitigación propuestas en el estudio sean compatibles con el área en mención, como la reforestación, ya que se deberá sembrar árboles nativos para no introducir especies exóticas al área.

## **2.2. Diseño de un gimnasio polideportivo, en la aldea La Providencia**

### **2.2.1. Descripción del proyecto**

El proyecto de construcción de un gimnasio polideportivo, está destinado a satisfacer la necesidad de una infraestructura adecuada para la población de la aldea La Providencia, del municipio de Cuilapa, del departamento de Santa Rosa, el cual permita actividades con aglomeración de un determinado número de personas, en cualquier época del año, de diferente carácter, como lo son: sociales, académicas, culturales, y sobre todo deportivas.

#### **2.2.1.1. Estudio topográfico**

Un levantamiento topográfico se realiza con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, y posteriormente su representación en un plano. Tiene por objeto el cálculo de superficies de volúmenes y la representación de las medidas tomadas en el campo mediante plantas y perfiles.

Es primordial contar con una buena representación gráfica, que contemple tanto los aspectos altimétricos, como planimétricos, para ubicar de buena forma el proyecto.

##### **2.2.1.1.1. Planimetría**

La planimetría, es la parte de la topografía que comprende los métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala, sobre una superficie plana de todos los detalles interesantes del terreno, prescindiendo de su relieve.

#### **2.2.1.1.2. Altimetría**

La altimetría, se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. La determinación de las alturas o distancias verticales también se puede hacer a partir de las mediciones de las pendientes o grado de inclinación del terreno y de la distancia inclinada entre cada dos puntos.

#### **2.2.1.2. Estudio de suelos**

Realizar un estudio de suelos es indispensable para conocer cuál es el valor soporte del terreno donde se construirá el proyecto, y con este dato diseñar las cimentaciones adecuadas para las edificaciones, dándole seguridad al diseño y tener la certeza que la edificación que se construirá brindará seguridad a las personas que la utilizarán.

#### **2.2.1.2.1. Ensayo triaxial**

Se realizó un ensayo de compresión triaxial, a la muestra inalterada obtenida en la extracción de suelo de un pie cúbico, la cual después de las pruebas correspondientes generaron los siguientes resultados:

Tipo de ensayo	No consolidado y no drenado
Dimensión de la probeta	25 Pulgadas * 5 Pulgadas
Ángulo de fricción interna	$\phi = 38.10^\circ$
Cohesión	$C_u = 0.66 \text{ Ton/m}^2$
Descripción de suelo	Arena limosa color café
Peso específico	$\gamma_s = 1.50 \text{ Ton/m}^3$

El informe de laboratorio se adjunta en anexos, luego de los resultados obtenidos en laboratorio, se procede a realizar el cálculo del valor soporte por medio de las ecuaciones de Meyerhof.

**Datos para encontrar el valor soporte:**

Base	B = 1.00 m
Largo	L = 1.00 m
Peso específico	Ys = 1.50 Ton/m <sup>3</sup>
Ángulo de fricción interna	Ø = 38.10°
Desplante	df = 1.50 m
Factor de seguridad	FS = 5.00
Cohesión	Cu = 0.66 Ton/m <sup>2</sup>

Naturalmente, el factor de seguridad debe ser mayor que 1,0 para evitar falla. Dependiendo de las circunstancias, los factores de seguridad varían desde 1,0 hasta 10, para este caso se utilizara un factor de grado 5,0 por motivos de datos cronológicos de sismos en dicha zona.

- Factores de forma

$$F_{cs} = 1 + 0,20 \left( \frac{B}{L} \right) * \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) = 1,84$$

$$F_{qs} = F_{ys} = 1 + 0,20 \left( \frac{B}{L} \right) * \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) = 1,42$$

- Factores de profundidad

$$F_{cd} = 1 + 0,20 \left( \frac{df}{B} \right) * \tan \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) = 1,62$$

$$F_{qd} = F_{\gamma d} = 1 + 0,20 \left( \frac{df}{B} \right) * \tan \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) = 1,31$$

- Factores de inclinación de carga

$$F_{ci} = F_{qi} = F_{\gamma i} = 1$$

- Factores de carga

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} * \left( \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \right) = 49,59$$

$$N_c = \frac{N_q - 1}{\tan \phi} = 61,97$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) * \tan(1,40 * \phi) = 65,28$$

- Esfuerzo efectivo a nivel de desplante

$$q = df * \gamma_s = 1,5 * 1,5 = 2,25 \text{ Ton}/\text{m}^2$$

- Carga última

$$q_u = C_u N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_s B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$q_u = 420,55 \text{ Ton}/\text{m}^2$$

- Carga admisible

$$q_{Adm} = \frac{q_u}{FS} = \frac{420,55}{5} = 84,11 \text{ Ton}/m^2$$

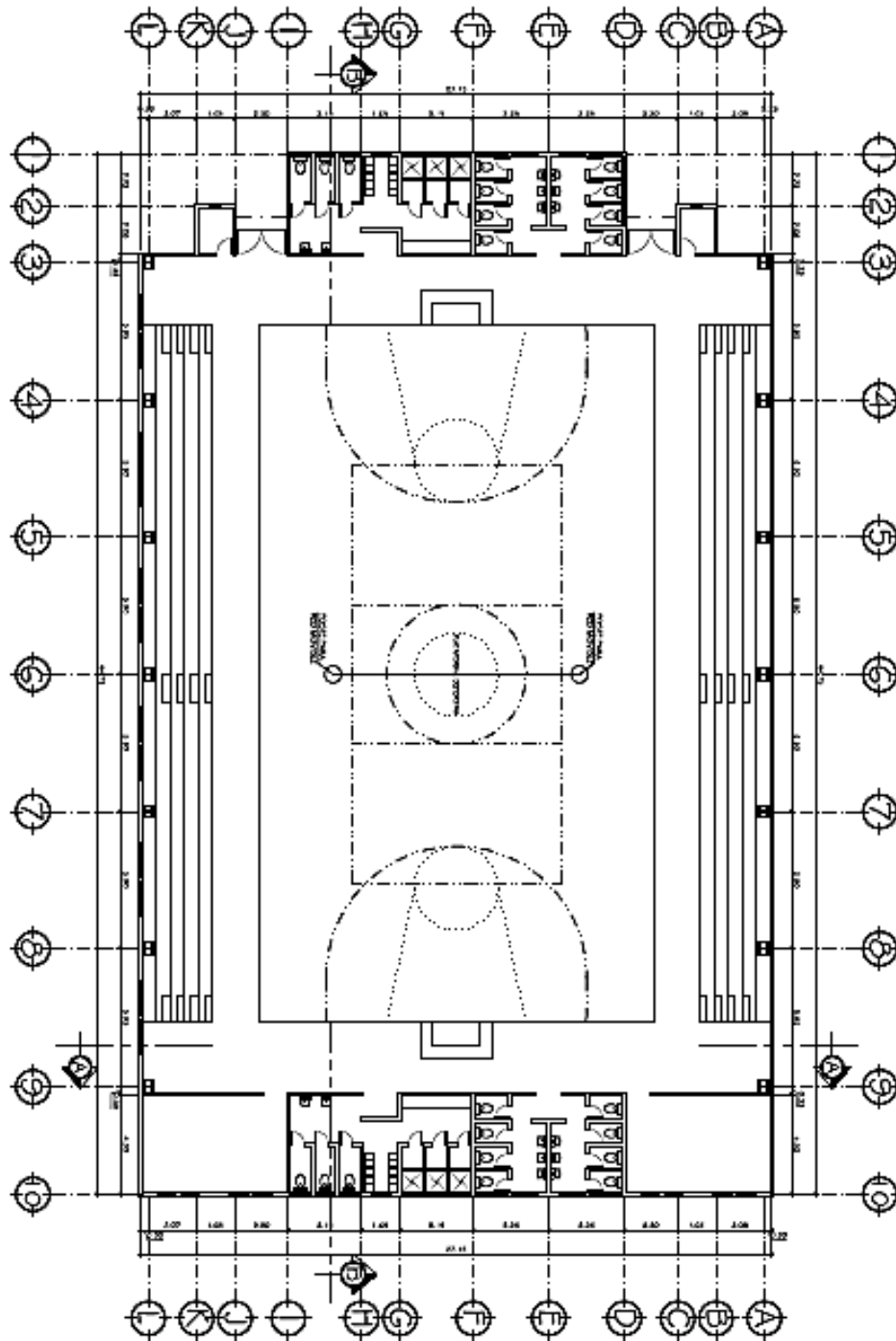
### **2.2.2. Sistema estructural a utilizar**

Cuando se desea construir un techo sobre un edificio que no tiene soportes intermedios, es más económico recurrir a una estructura metálica.

Una estructura de acero puede ser muy liviana y práctica, en el sentido que el tiempo de ejecución es corto y su ensamble bastante rápido. Por eso se opta por una estructura metálica que una estructura de madera o de concreto reforzado.

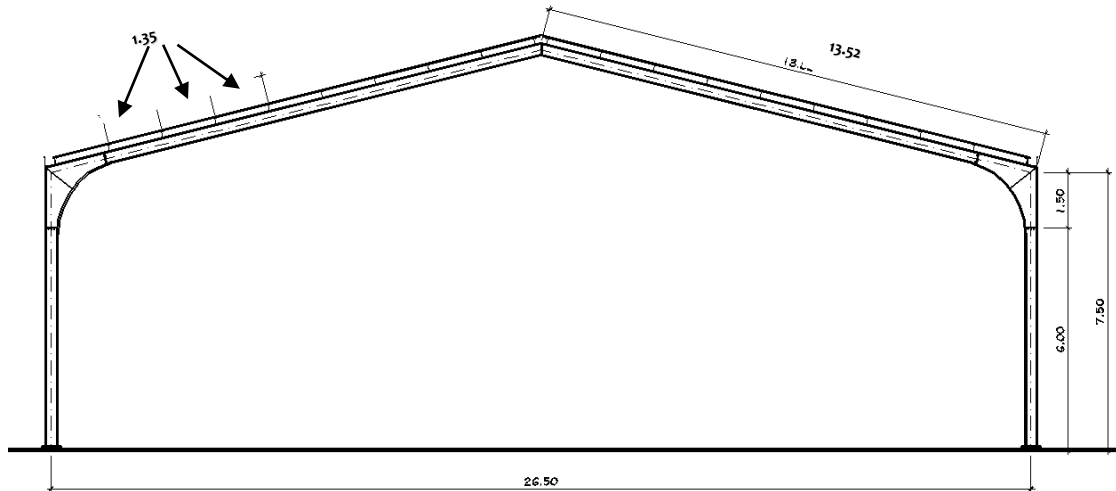
El proyecto consiste en una edificación con marcos de estructura metálica (columna, rodilla, viga), y la cubierta de lámina de aluzinc, con muros perimetrales de mampostería reforzada.

Figura 3. Planta y sección típica del proyecto.





Continuación de la figura 3.



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.3. Propiedades mecánicas de los metales estructurales

Para este proyecto se utilizará acero estructural A36, con las siguientes características y propiedades estructurales:

Acero ASTM A36. Es un acero estructural al carbono, utilizado en construcción de estructuras metálicas, puentes, torres de energía, torres para comunicación y edificaciones remachadas, atornilladas o soldadas, herrajes eléctricos y señalización.

Tabla V. **Composición química del acero A36.**

Carbono (C)	0,26 % Máx.
Manganeso (Mn)	No hay requisito.
Fosforo (P)	0,04 % Máx.
Azufre (S)	0,05 % Máx.
Silicio (Si)	0,40 % Máx.
Cobre (Cu)	0,20 % Máx.

Fuente: Norma ASTM Acero A36.

Como la mayoría de los aceros, el A36, tiene una densidad de 7850 kg/m<sup>3</sup> (0,28 lb/in<sup>3</sup>). El acero A36 en barras, planchas y perfiles estructurales con espesores menores de 8 Pulgadas tiene un límite de fluencia mínimo de 250 MPa (36 Ksi), y un límite de rotura mínimo de 410 MPa (58 Ksi). Las planchas con espesores mayores de 8 Pulgadas tienen un límite de fluencia mínimo de 220 MPa (32 Ksi), y el mismo límite de rotura.

Tabla VI. **Propiedades mecánicas del acero A36.**

Límite de fluencia mínimo		Resistencia a la Tracción			
MPa	Psi	Psi		MPa	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
250.00	36,000.00	58,000.00	80,000.00	400.00	450.00

Fuente: Norma ASTM Acero A36.

Para el diseño, lo más importante es el punto de fluencia, ya que los procedimientos para diseñar elásticamente están basados en dicho valor. Los esfuerzos permisibles usados en estos métodos son tomados usualmente como fracción el límite de fluencia. Más allá de tal límite, existe una zona en la cual ocurre un considerable incremento en la deformación, sin incrementos en el esfuerzo. La deformación que ocurre antes del punto de fluencia, se conoce

como deformación elástica; la deformación que ocurre después del punto de fluencia, sin incremento en el esfuerzo, se conoce como deformación plástica. El valor total de esta última, es usualmente de 10 o 15 veces el valor de la deformación elástica total.

Podría suponerse que la fluencia del acero, sin incremento de esfuerzo, es una seria desventaja, pero actualmente es considerada como una característica muy útil. A menudo ha desempeñado el admirable servicio de prevenir fallas debidas a omisiones o errores de diseño.

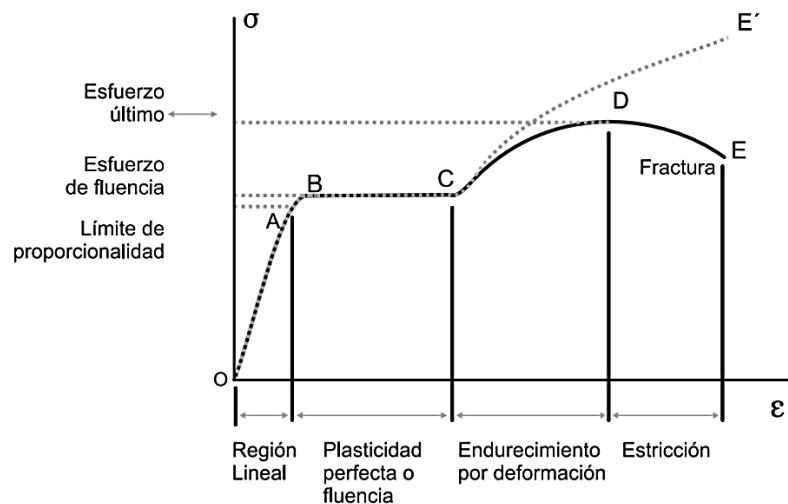
Pudiera ser que un punto de la estructura de acero dúctil alcanzara el punto de fluencia, con lo que dicha parte de la estructura cedería localmente, sin incremento del esfuerzo, previniendo así una falla prematura. Esta ductilidad permite que los esfuerzos de la estructura de acero puedan reajustarse. Otro modo de describir este fenómeno es diciendo que los muy altos esfuerzos causados durante la fabricación, montaje o carga, tenderán a uniformarse y compensarse por sí mismos.

También debe decirse que una estructura de acero tiene una reserva de deformación plástica que le permite resistir sobrecargas y choques súbitos. Si no tuviera esa capacidad, podría romperse bruscamente, como sucede con el vidrio.

Siguiendo la deformación plástica, existe una zona donde es necesario un esfuerzo adicional para producir deformación adicional, que es llamada de endurecimiento por deformación. Esta porción del diagrama no es muy importante para el diseñador actual.

La curva esfuerzo – deformación de la figura es una curva típica de un acero usual dúctil de grado estructural y se supone que es la misma para miembros a tensión o en compresión. (Los miembros en compresión deben ser cortos, ya que si son largos, la compresión tiende a pandearlos lateralmente, sus propiedades se ven afectadas grandemente por los momentos flexionantes). La forma del diagrama varía con la velocidad de carga, el tipo de acero y la temperatura se muestra con línea interrumpida, una variación del tipo mencionado, indicándose el límite superior de fluencia. Esta forma de la curva esfuerzo– deformación, es el resultado de aplicar rápidamente la carga al acero estructural laminado, en tanto que el límite inferior de fluencia corresponde a carga aplicada lentamente.

Figura 4. **Diagrama tipo esfuerzo – deformación para el acero estructural**



Fuente: MCCORMACK, Jack. *Diseño de Estructuras de Acero*. p. 152.

Una propiedad muy importante de una estructura que no haya sido cargada más allá de su punto de fluencia, es que recuperará su longitud original

cuando se le retire la carga. Si se hubiere llevado más allá de este punto, solo alcanzaría a recuperar parte de su dimensión original. Este conocimiento conduce a la posibilidad de probar una estructura existente mediante carga, descarga y medición de deflexiones. Si después de que las cargas se han retirado, la estructura no recobra sus dimensiones originales, es porque se ha visto sometida a esfuerzos mayores que su punto de fluencia.

#### **2.2.4. Resistencia del acero**

En todo diseño de acero se tiene en consideración la resistencia de fluencia del material. La resistencia de fluencia es el mínimo valor garantizado por el productor de acero y que se basa en el promedio estadístico y la consideración del valor mínimo de fluencia obtenido mediante un gran número de pruebas. Así, para el acero A-36, el valor garantizado es de  $F_y = 36,000$  libras por pulgada cuadrada.

#### **2.2.5. Causas principales de falla en estructuras de acero**

Según estudios realizados, se tienen cuatro tipos de fallas típicas que pueden afectar a la estructura, las cuales se desarrollan dependiendo del tipo de carga, viento, suelo. Las cuales se definen de la siguiente manera:

**Pandeo:** ocurre solamente cuando hay compresión. Por lo contrario, cuando hay tracción, la pieza falla por falta de resistencia, no por falta de estabilidad. En el caso de las estructuras de acero la esbeltez necesaria para que resulten económicas hace que el pandeo sea sumamente crítico. No solamente las columnas de acero fallan por pandeo, también las vigas pueden fallar por pandeo de sus fibras sometidas a compresión al estar la sección sometida a flexión.

**Falla frágil:** es aquella que ocurre antes o durante el momento en el que se presenta una deformación plástica. Este tipo de fractura se presenta principalmente en aquellos materiales no cristalinos, en presencia de temperaturas muy bajas (cuando las temperaturas son muy bajas no existe ningún movimiento atómico, esto evita que se presente una deformación plástica) y en la aplicación de esfuerzos muy elevados.

La forma en que se presenta la falla frágil pueden ser las siguientes:

- Inicio de la fractura a nivel intragranular
- Propagación de la fractura

Para iniciar una fractura a nivel intragranular, es necesario desarrollar un esfuerzo normal en un área determinada de un par de planos cristalinos, este esfuerzo debe ser mayor a la resistencia de adhesión de los planos. En algunos casos este esfuerzo se puede generar mediante la presencia de una deformación plástica.

Algunos factores que influyen en la resistencia a falla frágil son: temperatura de servicio, estados de esfuerzos.

Para minimizar la posibilidad de una falla frágil se recomienda lo siguiente: eliminar concentraciones severas de esfuerzos, suprimir en lo posible grietas o tomar medidas para impedir su propagación, anular puntos de soldadura entre otros.

**Fatiga:** se presenta, por ejemplo, si una estructura se sujeta a cargas que varían cíclicamente; puede fallar después de numerosas aplicaciones de carga aún bajo esfuerzos muy inferiores a los correspondientes al límite de fluencia

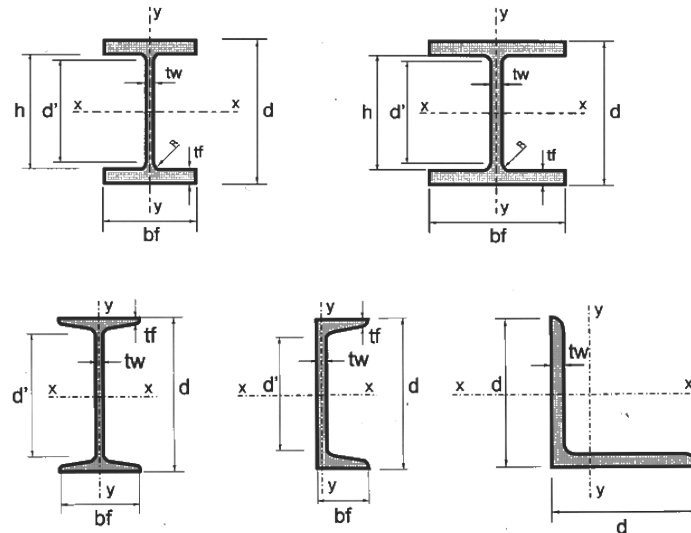
del material. La falla por fatiga se presenta en tres etapas: se inicia una grieta microscópica, se propaga la grieta hasta su tamaño crítico y se excede la resistencia del elemento agrietado y se produce la falla. Se recomienda revisar periódicamente la estructura reparando defectos tales como: grietas, corrosión y lugares de concentración de esfuerzos en que pudiera iniciarse la falla.

**Vibraciones:** una estructura puede fallar por vibraciones cuando deja de servir a los fines a que fue destinada. Una vibración excesiva es, en ese sentido, una falla y debe, por lo tanto, tomarse medidas durante el diseño para prevenirlas, así como establecer criterios para controlarlas si llegan a presentarse. La magnitud de la vibración depende de las características de la estructura y de la acción que la provoca. La rigidez es la que puede evitar que una estructura falle por vibraciones.

#### **2.2.6. Perfiles comerciales y sus propiedades**

Dentro de los perfiles comerciales más utilizados en una estructura metálica podemos citar, las vigas de alma llena tipo W, I, H, hierro angular, tubo redondo proceso, tubo redondo negro, tubo cuadrado estructural, tubo rectangular, hierro plano, hierro redondo liso, costanera, tubo redondo galvanizado, hierro te, hierro cuadrado macizo, lamina negra, lamina desplegada, lamina antideslizante.

Figura 5. Perfiles de acero



Fuente: *Web del profesor*. <http://webdelprofesor.ula.ve/nucleotrujillo/americanab/01-introduccion/1-11.html>. Consultada el 23 de febrero de 2016.

Las propiedades mecánicas más importantes en los elementos de acero son: momento de inercia de la sección ( $I$ ), módulo de sección ( $S$ ), módulo de elasticidad del material ( $E$ ), radio de giro ( $r$ ), esfuerzo de fluencia ( $F_y$ ), área de la sección transversal ( $A$ ).

El perfil  $W$ , llamado también el perfil de patín ancho (*wide flange*), consiste en dos patines paralelos separados por una sola alma. La orientación de esos elementos es tal que la sección transversal tiene dos ejes de simetría.

Este tipo de perfil tiene la ventaja de ser un material de bajo costo, teniendo forma simétrica con respecto a sus ejes ( $X, Y$ ) y características mecánicas adecuadas, ya que cuando se utiliza como viga, esta descansa sobre uno de sus patines, caso que es ideal para el caso de flexión, donde los



mayores esfuerzos se presentan en las áreas de dichos elementos, ajustándose más a las exigencias del proyecto. Por eso se opta por una estructura metálica, que una de estructura de madera o de concreto reforzado. Las dimensiones y designaciones de los perfiles estándar están definidas en los manuales del AISC.

### 2.2.7. Selección de cubierta

Se propone una cubierta de lámina de aluzinc, esta es una aleación de aluminio, zinc y silicio con la que se recubre la superficie del panel, otorgándole diversas propiedades, tales como: la resistencia a la corrosión, reflectividad lumínica y protección a las áreas cortadas o perforadas. Además, facilita la adherencia de la pintura. Todo esto cumpliendo especificaciones de la norma ASTM – A792, de calidad estructural.

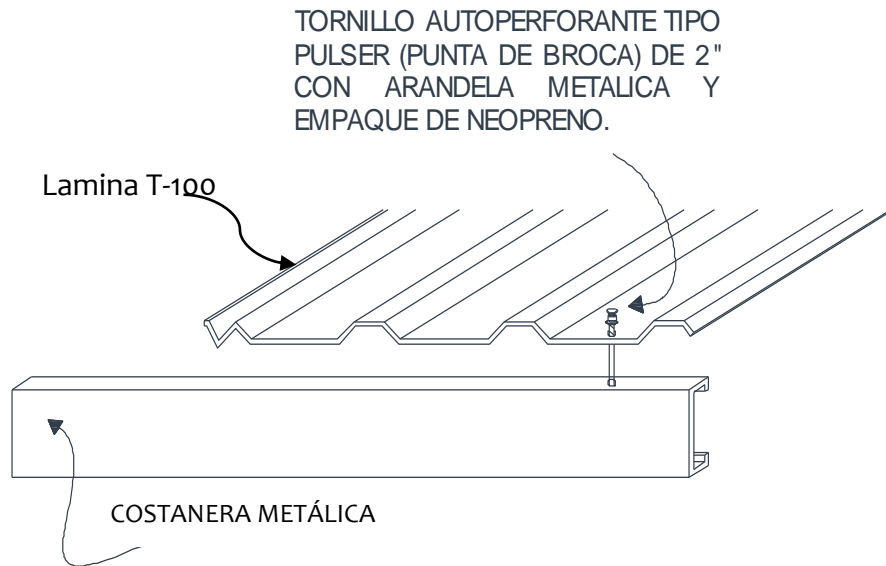
La cubierta del techo será de lámina de aluzinc calibre 26, con un ancho efectivo de 1 metro esta tiene un peso 4,69 kilogramos por metro cuadrado, que es equivalente a 0,96 libras sobre pie cuadrado. La pendiente será de 25 por ciento.

Tabla VII. Información técnica, lamina T-100

<b>LÁMINA T-100</b>						
<b>PROPIEDADES DE LA SECCIÓN</b>						
<b>CALIBRE</b>	<b>PESO LINEAL</b>	<b>PESO/ÁREA INSTALADA</b>	<b>Ix (Sup)</b>	<b>Se (Sup)</b>	<b>Ix (Inf)</b>	<b>Se (Inf)</b>
	<b>Kg/ml</b>	<b>Kg/m2</b>	<b>Cm4/Cm</b>	<b>Cm3/Cm</b>	<b>Cm4/Cm</b>	<b>Cm3/Cm</b>
28	3,96	3,96	7,03	2,83	4,92	2,73
26	4,69	4,69	9,54	3,95	6,44	3,56
24	5,42	5,42	11,98	5,05	7,91	4,39
22	7,61	7,61	17,99	7,6	12,04	6,76

Fuente: MultiGroup Líder en Acero, *Especificaciones técnicas*. p. 128.

Figura 6. **Detalle colocación lámina**



Fuente: elaboración propia, empleando Adobe Illustrator.

### 2.2.8. **Diseño de costanera**

Para la modulación de costaneras es permisible el rango de 1,00 a 2,00 metros. Para efectos de este proyecto el valor que se tomará será de 1,35 metros entre costaneras, en base a la pendiente y nuestro criterio.

Para el análisis de la costanera el primer paso que se debe de realizar es la integración de cargas que afectan la vida útil del elemento.

- Integración de cargas

Entre las cargas que se tomarán en cuenta para el diseño de la costanera se pueden mencionar las siguientes:

### **Carga muerta**

Peso de la lámina ( $W_L$ ) =	0,96 Lb/Pie <sup>2</sup>
Sobre Carga Instalación ( $0.10(W_c+W_L)$ ) =	0,09 Lb/Pie <sup>2</sup>
Total carga muerta ( $W_{TM}$ ) =	1,05 Lb/Pie <sup>2</sup>

### **Carga viva**

Carga viva tomada de AGIES NSE 2, Tabla 3-1, carga para cubierta liviana sin acceso, minorada por un factor de 0,65 por estar inclinada.

Carga de servicio Según AGIES NSE 2 ( $W_s$ ) =	6,65 Lb/Pie <sup>2</sup>
Total carga viva ( $W_{TV}$ ) =	6,65 Lb/Pie <sup>2</sup>

### **Carga total que afecta a la costanera**

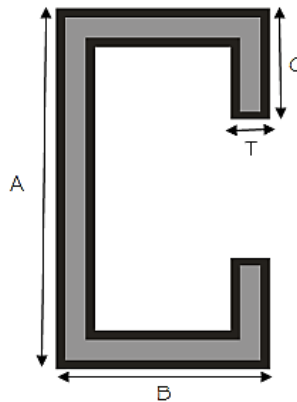
Total carga muerta ( $W_{TM}$ ) =	1,05 Lb/Pie <sup>2</sup>
Total carga viva ( $W_{TV}$ ) =	6,65 Lb/Pie <sup>2</sup>
Total carga última ( $W_L$ ) =	7,70 Lb/Pie <sup>2</sup>

Tabla VIII. Dimensiones y propiedades de las costaneras

A	B	V	t (Plg)	Área (Plg <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> (Plg <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> (Plg <sup>4</sup> )	S <sub>x</sub> (Plg <sup>3</sup> )	S <sub>y</sub> (Plg <sup>3</sup> )
4	2	½	1/16	0,44	1,79	11,72	0,51	0,00
5	2	½	1/16	0,50	2,67	15,68	0,67	0,01
6	2	½	1/16	0,56	3,80	19,99	0,84	0,01
7	2	½	1/16	0,63	5,21	24,63	1,04	0,01
8	2	½	1/16	0,69	6,93	29,62	1,26	0,01
9	2	½	1/16	0,75	9,00	35,22	1,50	0,01
10	2	½	1/16	0,81	11,44	40,94	1,76	0,01

Fuente: COTI, Iván Alejandro. *Diseño de salón de usos múltiples, área recreativa y deportes, y pavimento del acceso principal, para la colonia el maestro, Quetzaltenango.* p. 10.

Figura 7. Dimensiones y datos de costanera



Fuente: elaboración propia, empleando Adobe Illustrator.

Donde:

A = Peralte de la costanera en pulgadas

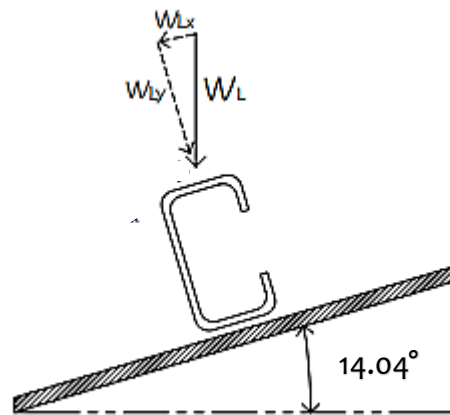
B = Ancho de la costanera en pulgadas

$C$  = Distancia del labio costanera en pulgadas

$t$  = Espesor de la costanera en pulgadas

Se propone una costanera de 7"X2"X1/16", la cual se chequeará a flexión, corte y deflexión.

Figura 8. **Fuerzas actuantes en la costanera.**



Fuente: elaboración propia.

$$W_{Ly} = W_L * \cos \alpha$$

$$W_{Ly} = 7,70 * \cos 14,04$$

$$W_{Ly} = 7,47 \text{ Lb}/\text{Pie}^2$$

$$W_{LU} = W_{Ly} * \text{Separacion Entre Costaneras}$$

$$W_{LU} = 7,47 * 4,43$$

$$W_{LU} = 33,10 \text{ Lb/Pie}$$

### Flexión:

La flexión en un elemento secundario, aparece cuando se ha aplicado toda la carga a un elemento estructural y el eje neutro se dobla hasta adquirir una forma de curva, lo que se conoce como la curva de flexión, está dada por:

$$S_x = \frac{M}{F_a}$$

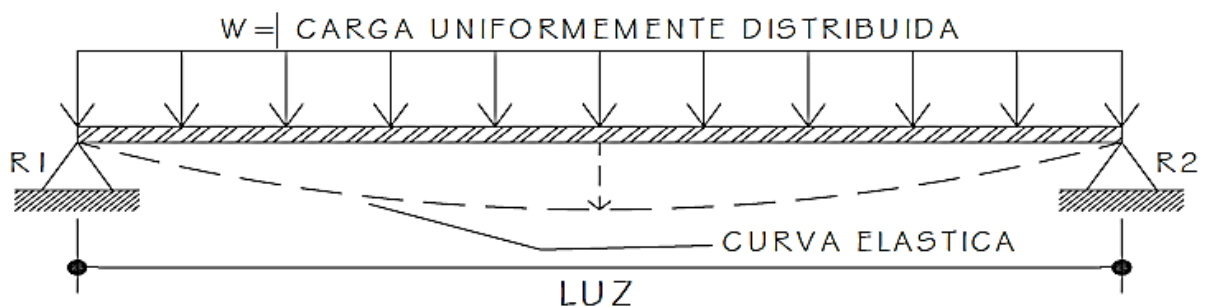
Donde:

$S_x$  = Módulo de sección en  $\text{Plg}^3$

$M$  = Momento generado por la carga aplicada en Libra – Pie

$F_a$  = Esfuerzo permisible de flexion en el acero en  $\text{Lb/Pulg}^2$  ( $F_a = 0.60 * F_Y$ )

Figura 9. Curva elástica típica y flexión en viga



Fuente: elaboración propia, empleando Adobe Illustrator.

Se tomará como una viga simplemente apoyada, cuyo momento máximo ocurre en el centro de la viga.

$$M = \frac{W_{LU} * L^2}{8,00} = \frac{33,10 * 19,52^2}{8,00} = 1\ 576,50 \text{ Lb} - \text{Pie}$$

$$S_x = \frac{1\ 576,50 * 12,00}{0,60 * 36\ 000,00} = 0,88 \text{ Plg}^3$$

Obtenido el resultado del módulo de sección de la costanera, se propone una costanera de 7 pulgadas, según la tabla de “Dimensiones y datos de costanera”.

#### **Corte:**

Es el esfuerzo que actúa en una viga, siendo paralelo o tangencial a la superficie, este se le conoce también con el nombre de esfuerzo cortante. Debe realizarse una sumatoria de cargas verticales. Si es una carga uniformemente distribuida las reacciones siempre serán:

$$R_1 = R_2 = R = \frac{W_{LU} * L}{2,00}$$

Se tomara la carga muerta, quedando la reacción de la siguiente manera:

$$R_1 = R_2 = R = \frac{33,10 * 19,52}{2,00} = 323,06 \text{ Lb}$$

El cortante promedio no debe de exceder a 14 500,00 libras por pulgada cuadrada, según especificaciones ASTM para acero A36, entonces:

$$F = \frac{R}{\text{Área Sección}} = \frac{323,06}{0,63} = 512,80 \text{ Lb/Plg}^2 < 14\,500,00 \text{ Lb/Plg}^2 \text{ (Cumple)}$$

### Deflexión:

La deflexión se denomina a la distancia que existe cuando, al aplicarse una carga a un elemento estructural, el eje neutro se desplaza hasta el punto más bajo, en donde se encuentra la curva elástica.

El chequeo se realiza al comparar los valores de la deflexión real contra la deflexión permisible, en donde debe ser menor la deflexión real y se obtiene por medio de las siguientes expresiones:

$$D_{Real} = \frac{5}{384} * \left( \frac{W_{LU} * L^4}{E * I} \right)$$

Donde:

$D_{Real}$  = Deflexión real

$W_{TU}$  = Carga uniforme sobre la costanera

$L$  = Longitud de la costanera

$E$  = Módulo de elasticidad del acero

$I$  = Inercia de la costanera

$$D_{Real} = \frac{5}{384} * \left( \frac{\frac{33,10}{12} * (19,52 * 12)^4}{29 \times 10^6 * 5,21} \right) = 0,72 \text{ Pulg}$$

Según la normativa AISC, la deformación máxima para miembros de techo, está dada por la siguiente relación:



$$D_{Permisible} = \frac{L}{240}$$

Donde:

$D_{Permisible}$  = Deflexión permisible

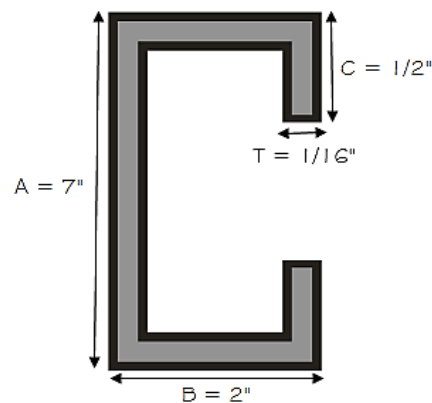
$L$  = Longitud de la costanera

$$D_{Permisible} = \frac{19.52 * 12}{240} = 0.98 \text{ Pulg}$$

De donde entonces,  $D_{Real} < D_{Permisible}$ , por lo tanto cumple la condición de deflexión.

Los chequeos correspondientes a la costanera propuesta, han sido satisfactorios, no habiendo ningún problema en utilizar el elemento con las siguientes medidas:

Figura 10. **Detalle de costanera**



Fuente: elaboración propia, empleando Adobe Illustrator.

## **2.2.9. Integración de cargas de estructura principal**

Este procedimiento consiste en estudiar cada una de las fuerzas a la que está sometida una estructura, en un área determinada, transformándose en cargas distribuidas uniformemente (Lb/Pie). Si es el caso de una carga puntual, será entonces en libras, fuerza únicamente.

### **2.2.9.1. Carga viva**

La carga viva es toda aquella que sea movable, que tenga rotación o movimiento de un lugar a otro, lo que provoca que tenga un valor considerable en el diseño de cualquier edificación. En el caso de dicho estudio, se tendrá una carga viva de varios obreros en la realización del gimnasio, puesto también se realizarán reparaciones con el tiempo, en el techo, por lo que en el diseño del techo, se tendrá que contemplar la carga generada por los obreros.

### **2.2.9.2. Carga muerta**

La carga muerta es el peso generado por la misma estructura. En ella se puede mencionar las costaneras, lámina etc., éstos jugarán un papel importante cuando calculemos nuestra estructura de techo y en ella mostraremos el valor encontrado de la misma.

### **2.2.9.3. Carga de sismo**

La carga de sismo, como su nombre lo indica, es la carga generada por un sismo, a su vez el valor que se le asigna depende de la zona en la cual se construirá la edificación. Se sabe de las placas tectónicas y que, cuanto más cerca esté la edificación a esta, se tendrá un grado de movimientos telúricos.

Guatemala es un país altamente sísmico, por lo que este dato asignado será un dato muy importante.

#### **2.2.9.4. Carga de viento**

Las cargas de viento son las fuerzas máximas que puede aplicar el viento a una estructura, en un intervalo de tiempo de recurrencia o un grupo de fuerzas que producirán esfuerzos equivalentes. Las fuerzas del viento se consideran, en general, como cargas móviles que pueden actuar en cualquier dirección. Estas ejercen presión sobre las áreas expuestas de la estructura.

#### **2.2.10. Combinación de cargas**

Se hará combinación de cargas con la carga viva y la carga muerta, ya que la carga de sismo y la de viento, se analizarán en un caso aparte cada una, para luego agrupar los datos resultantes del análisis en una tabla, en donde se eligen únicamente los valores más críticos. Con base en los datos críticos se diseñará el marco estructural.

#### **2.2.11. Análisis aproximado de marcos rígidos**

El marco rígido es una estructura con juntas resistentes a momentos. En las juntas, los miembros están rígidamente conectados entre sí, para impedir la rotación relativa de ellos cuando se aplican cargas. Ventajas de estos marcos son: economía, apariencia, y ahorro en altura libre. Desempeñan los mismos trabajos que las columnas de acero y las armaduras pueden llevar a cabo, sin ocupar tanto espacio. Los marcos rígidos han probado ser muy satisfactorios para iglesias, auditorios, casas de campo, arsenales y otras estructuras que requieren grandes áreas sin obstrucción.

Para este proyecto se propone un marco rígido bi-articulado. Los apoyos de las bases de las columnas del marco rígido, teóricamente pueden ser tanto articulados como empotrados. En la práctica, la articulación se utiliza casi siempre; esta clase de apoyo, es la constituida por anclas a través de placas, fijadas a su vez a una zapata de concreto. Para hacer que el apoyo se comporte hasta donde sea posible, como una articulación, es conveniente localizar los ejes de las anclas en la línea que corresponde al eje neutro de las columnas. Situados en esta línea, perpendicular al pandeo del marco rígido, la resistencia a girar será mínima. Si los pernos se colocaran cerca de las esquinas de la placa de apoyo, se aumentará considerablemente, en la base de la columna, la resistencia a la rotación.

Se necesita suponer dimensiones de prueba o cuando menos dimensiones relativas para cada miembro, y analizar la estructura resultante, para ver si las dimensiones consideradas resultan satisfactorias. Si las dimensiones iniciales consideradas resultan deficientes, debe considerarse otro grupo de dimensiones, verificarlas, y en todo caso, repetir el procedimiento. Este procedimiento de proponer una sección y verificarla es conocido como diseño de aproximaciones sucesivas.

Si las secciones supuestas inicialmente no son seleccionadas con propiedad, el problema puede resultar sumamente largo. Sin embargo hay una gran cantidad de información publicada sobre análisis de marcos rígidos, que permite al calculista estimar desde un principio, muy aproximadamente, los momentos del marco que se está diseñando. Con estos momentos pueden establecerse dimensiones muy cercanas a las dimensiones finales de los elementos del marco, mismas que acortaron considerablemente el problema.

La información publicada generalmente está en forma de ecuaciones que dan los valores de H (las componentes horizontales de la reacción) para diferentes condiciones de carga.

Estas ecuaciones pueden encontrarse en el anexo I al IV, formulas establecidas por la AISC (*American Institute of Steel Construction*), con las que podemos estimar los valores de H y calcularse por estática, los momentos aproximados, en varios puntos del marco. Si las ecuaciones se aplican correctamente, las dimensiones de los elementos pueden fijarse, y en realidad serán las dimensiones finales o estarán muy cerca de las mismas.

#### **Determinación de datos:**

Para el inicio del análisis, se debe contar con los siguientes datos:

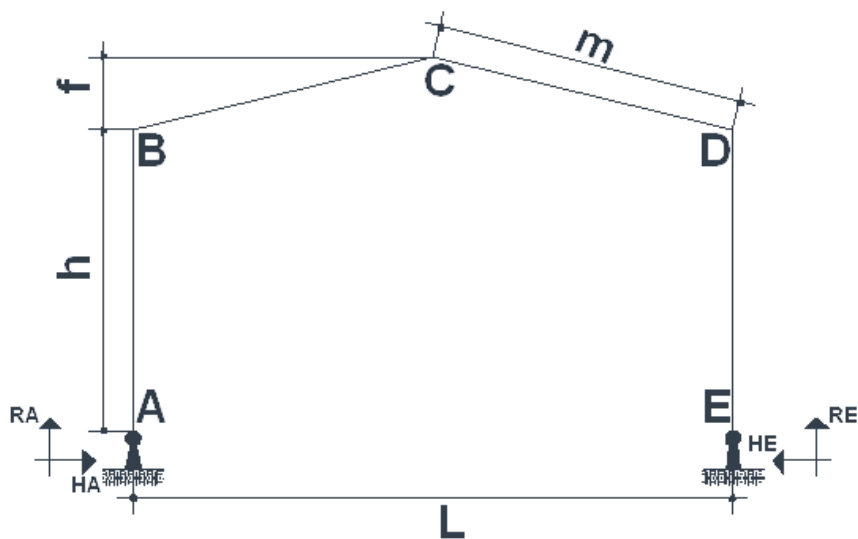
a. Luz del marco	(L)
b. Longitud de la nave	( $L_n$ )
c. Espaciamiento entre marcos	(E)
d. Altura Columna-Rodilla	(h)
e. Altura de Rodilla-Cumbrera	(f)
f. Pendiente a partir de la horizontal	(%)
g. Longitud de la viga	(m)
h. Altura total (h+f)	( $H_T$ )

Suponiendo las condiciones iniciales:

- Es esfuerzo a tensión del acero ( $F_Y$ ) es igual a 36 000,00 PSI (A-36).

- b. Al momento del análisis, se supondrá que sus apoyos son articulados, para que no existan momentos y facilite el cálculo. De lo contrario como se mencionó anteriormente es un caso hiperestático.
- c. Inicialmente que el módulo de elasticidad ( $E_s$ ) y la inercia ( $I$ ) son iguales. Entonces la rigidez de la columna, es igual a la rigidez de la viga.
- d. Para el cálculo de las componentes se utilizará las ecuaciones que se muestran en los anexos.

Figura 11. Esquema de marco rígido



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

**Fórmulas generales:**

$$K = \frac{h}{m}$$

$$Q = \frac{f}{h}$$

$$N = 4(2Q + 3Q + K + 3)$$

**Selección de los casos:**

Se eligen los casos más convenientes, según las condiciones del problema.

El caso I se aplicada debido a que la carga está distribuida uniformemente sobre el techo.

Para el caso IV-A, la carga está aplicada únicamente en la parte lateral del techo (tomando en cuenta que la parte de la unión de la rodilla de la columna hacia el pie de la columna no afectará, ya que la carga de viento posible será absorbida por el muro de mampostería).

Para el caso VI se utilizará una carga puntual, tal como si actuara un sismo. Estos casos aparecen en el anexo.

Se presenta a continuación el procedimiento para cálculo y diseño de un marco intermedio, utilizando el método de aproximaciones sucesivas.

**Cálculo de momentos y componentes para un marco rígido:**

Para el análisis estructural del marco, se aplicarán los pasos del método de aproximaciones sucesivas.

### 1er Paso: datos iniciales.

Tabla IX. Datos iniciales para el cálculo y diseño de marco rígido

DESCRIPCIÓN DE DATOS	METROS	PIES
LUZ DEL MARCO (L)	26,50	86,94
LONGITUD DE LA NAVE ( $L_n$ )	35,50	116,47
ESPACIMIENTO ENTRE MARCOS (E )	5,95	19,52
ALTURA DE LA COLUMNA + RODILLA (h)	7,50	24,61
ALTURA ENTRE RODILLA Y CUMBRERA (f)	3,30	10,83
DISTANCIA VIGA INCLINADA (m)	13,65	44,78
ALTURA TOTAL DEL MARCO ( $H_T$ )	10,80	35,43
PEDIENTE DE LA CUBIERTA (P)	25 %	25 %

Fuente: elaboración propia.

### 2do Paso: integración de cargas para la estructura según el tipo.

- Carga viva

$$\begin{array}{rcl} \text{Carga de servicio AGIES NSE 2, Tabla 3.1 (} W_s \text{)} & = & 8,00 \text{ Lb/Pie}^2 \\ \text{Sobre Carga trabajo de Instalación (} 0,05W_s \text{)} & = & 0,40 \text{ Lb/Pie}^2 \\ \hline \text{Total carga viva (} C_v \text{)} & = & 8,40 \text{ Lb/Pie}^2 \end{array}$$

$$W_{viva} = C_v * \text{Espaciamiento entre marcos (} E \text{)} = 8,40 * 19,52 = 163,98 \text{ Lb/Pie}$$



- Carga muerta

Estructura ( $C_E$ ) =	4,60 Lb/Pie <sup>2</sup>
Peso de la lámina ( $C_L$ ) =	0,96 Lb/Pie <sup>2</sup>
Peso de la costanera ( $C_C$ ) =	2,68 Lb/Pie <sup>2</sup>
Sobre Carga ( $0,10(C_E+C_C+C_L)$ ) =	0,82 Lb/Pie <sup>2</sup>
<hr/> Total carga muerta ( $C_M$ ) =	<hr/> 9,06 Lb/Pie <sup>2</sup>

$$W_{Muerta} = C_M * \text{Espaciamiento entre marcos (E)} = 9,06 * 19,52 = 176,94 \text{ Lb/Pie}$$

- Combinación de cargas

$$C_U = 1,7C_V + 1,4C_M = (1,7 * 8,40) + (1,4 * 9,06) = 26,91 \text{ Lb/Pie}^2$$

$$W_U = C_U * \text{Espaciamiento entre marcos (E)}$$

$$W_U = 26,91 * 19,52 = 525,27 \text{ Lb/Pie}$$

- Carga de sismo

Según AGIES, nuestro marco de acero estructural no se adecua a ningún tipo de sistema propuesto por la norma dado que procedemos a calcular el sismo según Diseño de Estructuras de Acero, Jack McCormack, el cual establece la carga de sismo de la siguiente forma:

$$C_S = 0,25C_V + C_M = 0,25 * (8,40) + 9,06 = 11,12 \text{ Lb/Pie}^2$$

$$P_{Sismo} = C_M * \text{Espaciamiento entre marcos (E)} * \text{Luz del marco (L)}$$

$$P_{Sismo} = 11,12 * 19,52 * 86,94 = 18\,872,86 \text{ Lb}$$

- Carga de viento

Según AGIES, norma NSE-2, la presión de diseño de viento está dada de la forma siguiente:

$$P_{Viento} = C_e * C_q * q_s * I$$

Donde:

$P_{Viento}$  = Presión de diseño de viento

$C_e$  = Coeficiente de exposición

$C_q$  = Coeficiente de presión

$q_s$  = Presión de remanso

$I$  = Factor de importancia

- Coeficiente de exposición

Se tomará una exposición tipo B, según la norma NSE-2, y se interpolará entre la altura 9-12, de la tabla 5-1 (ver tabla en apéndice).

Altura	Ce
9,00	0,76
10,80	Y
12,00	0,84

$$C_e = Y = Y_a + (X - X_a) * \frac{(Y_b - Y_a)}{(X_b - X_a)}$$

$$Y = 0,76 + (10,80 - 9,00) * \frac{(0,84 - 0,76)}{(12,00 - 9,00)} = C_e = 0,81$$

- Coeficiente de presión

Se toma el coeficiente en base al tipo de estructura de la edificación, según tabla 5-2, de la norma NSE-2.

$$C_q = 0,90$$

- Presión de remanso

Según la ubicación del proyecto el factor de remanso se toma de la figura 5-1, de la norma NSE-2.

$$q_s = 573.00 \text{ Pa} = 11.97 \text{ Lb}/\text{Pie}^2$$

- Factor de importancia

Se tomará el proyecto como una obra esencial, ya que en caso de cualquier desastre natural, o estado de emergencia, se puede emplear de albergue.

$$I = 1,15$$

Obteniendo todos los factores se procede a calcular la presión del viento según AGIES.

$$P_{Viento} = 0,81 * 0,90 * 11,97 * 1,15 = 10,04 \text{ Lb}/\text{Pie}^2$$

$$W_{Viento} = P_{Viento} * \text{Espaciamiento entre marcos (E)}$$

$$W_{Viento} = 10,04 * 19,52 = 195,99 \text{ Lb/Pie}$$

**3er. Paso: factores importantes.**

$$K = \frac{h}{m} = \frac{7,50}{13,65} = 0,55$$

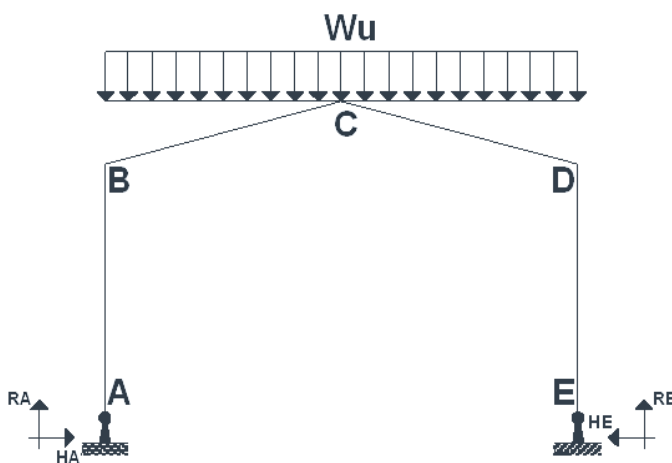
$$Q = \frac{f}{h} = \frac{3,30}{7,50} = 0,44$$

$$N = 4(2Q + 3Q + K + 3) = 4((2 * 0,44) + (3 * 0,44) + 0,55 + 3) = 20,25$$

**4to. Paso: desarrollo de casos.**

- **Caso I: carga uniformemente distribuida en todo el techo.**

Figura 12. **Carga distribuida sobre el techo**



$$R_A = R_E = R = \frac{W_U * L}{2}$$

$$H_A = H_E = H = \frac{W_U * L^2}{8 * h * N} * (8 + 5Q)$$

$$M_B = M_D = -Hh$$

$$M_C = \frac{RL}{4} - H(h + f)$$

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

**Calculando:**

$$R_A = R_E = R = \frac{(525,27) * (86,94)}{2} = 22,83 \text{ Kip}$$

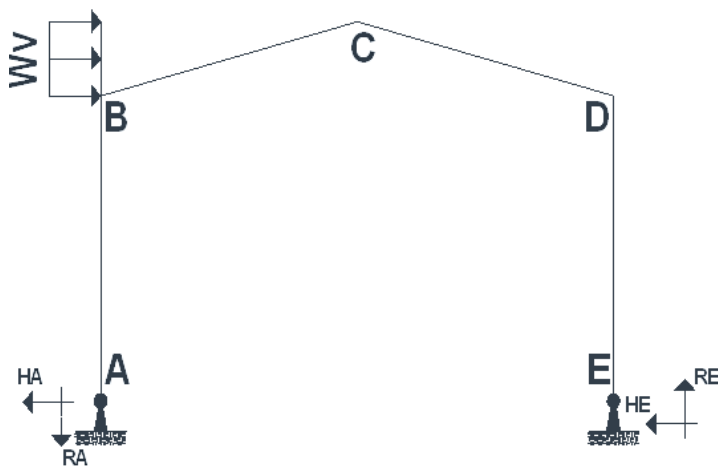
$$H_A = H_E = H = \frac{(525,27) * (86,94)^2}{8 * 24,61 * 20,25} * (8 + (5 * 0,44)) = 10,16 \text{ Kip}$$

$$M_B = M_D = -(10,16 * 24,61) = -249,97 \text{ Kip - Pie}$$

$$M_C = \frac{(22,83)(86,94)}{4} - (10,16) * (35,43) = 136,36 \text{ Kip - Pie}$$

- Caso IV-A: carga horizontal uniforme e inclinada, porción única.

Figura 13. **Carga actuante de viento sobre techo**



$$R_A = R_E = R = \frac{W_V * f(2h + f)}{2L}$$

$$H_A = W_V f - H_E$$

$$H_E = \frac{W_V * f}{4 * N} * (8K + 24 + 20Q + 5Q^2)$$

$$M_B = H_A h \quad M_D = -H_E h$$

$$M_C = \frac{RL}{2} - H_E(h + f)$$

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

**Calculando:**

$$R_A = R_E = R = \frac{(195,99) * (10,83) * ((2 * 24,61) + 10,83)}{2 * 86,94} = 0,73 \text{ Kip}$$

$$H_E = \frac{(195,99) * (10,83)}{4 * 20,25} * ((8 * 0,55) + 24 + (20 * 0,44) + (5 * 0,44^2)) = 1,00 \text{ Kip}$$

$$H_A = \frac{(195,99 * 10,83)}{1\ 000} - 1,00 = 1,12 \text{ Kip}$$

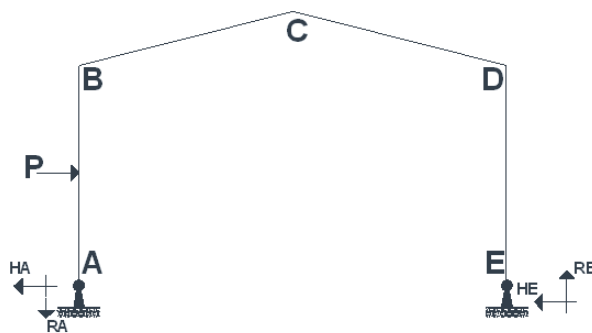
$$M_B = 1,12 * 24,61 = 27,62 \text{ Kip} - \text{Pie}$$

$$M_D = -(1,00 * 24,61) = -24,60 \text{ Kip} - \text{Pie}$$

$$M_C = \frac{(0,73 * 86,94)}{2} - (1,00) * (35,43) = -3,57 \text{ Kip} - \text{Pie}$$

- Caso IV: Carga horizontal concentrada en cualquier punto de la columna.

**Figura 14. Carga horizontal concentrada**



$$R_A = R_E = R = \frac{P(bh)}{L}$$

$$H_A = P - H_E$$

$$H_E = \frac{P*b}{N} * (3K + b^2K + 3Q + 6)$$

$$M_B = H_A h - Ph(1 - b)$$

$$M_D = -H_E h$$

$$M_C = \frac{RL}{2} - H_E(h + f)$$

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

**Calculando:**

$$R_A = R_E = R = \frac{(18\,872,86 * 0,75 * 24,61)}{86,94} = 4,01 \text{ Kip}$$

$$H_E = \frac{18\,872,86 * 0,75}{20,25} * ((3 * 0,55) + (0,75^2 * 0,55) + (3 * 0,44) + 6) = 6,05 \text{ Kip}$$

$$H_A = \frac{18\,872,86}{1\,000} - 6,05 = 12,82 \text{ Kip}$$

$$M_B = (12,82 * 24,61) - \frac{(18\,872,86 * 24,61 * (1 - 0,75))}{1\,000} = 199,37 \text{ Kip} - \text{Pie}$$

$$M_D = -(6,05 * 24,61) = -148,92 \text{ Kip} - \text{Pie}$$

$$M_C = \frac{(4,01 * 86,94)}{2} - (6,05 * 35,43) = -40,30 \text{ Kip} - \text{Pie}$$

**5to. Paso: Combinación de cargas.**

Tabla X. **Resultados de análisis de cargas actuantes en el marco rígido.**

LOCALIZACIÓN	CASO I	CASO IV-A	CASO VI	CARG. MAX.	UNIDAD
RA	22,83	0,73	4,01	22,83	Kip
RE	22,83	0,73	4,01	22,83	Kip
HA	10,16	1,12	12,82	12,82	Kip
HE	10,16	1,00	6,05	10,16	Kip
MB	- 249,97	27,62	199,37	249,97	Kip-Pie
MD	- 249,97	- 24,60	- 148,92	249,97	Kip-Pie
MC	136,36	- 3,57	- 40,30	136,36	Kip-Pie

Fuente: elaboración propia.

MB y MD se iguala el momento mayor para que el diseño de las rodillas sea equivalente en ambas y operaremos con los datos más críticos obtenidos por el método.

## 2.2.12. Cálculo y diseño de los marcos de acero por el método de aproximaciones sucesivas (AISC)

### 2.2.12.1. Diseño de la columna

Las columnas son las que resistirán a los esfuerzos inducidos por las vigas, las columnas trabajarán a compresión, las secciones que se utilizarán para miembros a compresión por lo común son similares a las empleadas para miembros a tensión, es por esto que se usará el perfil WF para el diseño de las columnas.

Figura 15. Longitudes efectivas y factores para el diseño de columnas

	(*)	(P)	(o)	(d)	(e)	(f)
ELÁSTICA DE LA COLUMNA. SE MUESTRA EN LINEA PUNTEADA						
VALOR TEÓRICO DE K	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
VALOR RECOMENDABLE PARA EL DISEÑO CUANDO LAS CONDICIONES DE LOS EXTREMOS SE APROXIMAN A LAS IDEALES	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
CÓDIGO DE LA CONDICIÓN DEL EXTERMO						
						ROTACIÓN Y TRASLACION FIJAS ROTACIÓN LIBRE Y TRASLACION FIJA ROTACIÓN FIJA Y TRASLACION LIBRE ROTACIÓN Y TRASLACION LIBRES

Fuente: COTI DÍAZ, Alejandro. Diseño de salón de usos múltiples. p.22.



**Fórmulas para el diseño de columnas de acero estructural (AISC):**

$$f_a = \frac{R}{A}$$

$$\text{Rigidez} = \frac{K * L_C}{r}$$

$$F_a = \frac{\left[ 1 - \frac{\left( \frac{K * L_C}{r} \right)^2}{2C_c^2} \right] * F_Y}{\frac{5}{3} + \frac{3 \left( \frac{K * L_C}{r} \right)}{8C_c} - \frac{\left( \frac{K * L_C}{r} \right)}{8C_c^3}} \rightarrow \text{Fórmula AISC 1.5 - 1}$$

$\frac{f_a}{F_a} < 0,15$ , si se da esta condición usar fórmula AISC 1,6 - 2,

si no, usar fórmulas AISC 1.6 - 1a y 1,6 - 1b

$$f_b = \frac{M_{Máx}}{S_X}$$

$$F_b = \frac{(12 \times 10^3) * (C_b)}{(I_d) * \left( \frac{d}{A_f} \right)} \rightarrow \text{Fórmula AISC 1,5 - 7}$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} < 1,00 \rightarrow \text{Fórmula AISC 1.6 - 2}$$

Donde:

$F_a$  = Esfuerzo permisible para carga axial.

$F_b$  = Esfuerzo permisible de flexión.

$f_a$  = Esfuerzo axial.

$f_b$  =Esfuerzo de flexión.

$C_c$  = Relación de esbeltez (para acero A-36,  $C_c = 126,10$ ).

$C_b$  = Coeficiente de flexión ( $C_b = 1$ ).

$R$  = Reacción producida por el suelo.

$A$  = Área del segmento propuesto.

$K$  = Factor de longitud efectiva.

$L_c$  = Longitud real de la columna.

$r$  = Radio de giro.

$M_{Máx}$  = Momento máximo aplicado a la columna ( $H_E * L_c$ ).

$S_x$  = Módulo de sección del elemento propuesto.

Se proponen inicialmente los siguientes datos, para el cálculo de la columna:

Perfil propuesto: W 12 X 106

Propiedades:

$$A = 31,20 \text{ Plg}^2$$

$$\frac{d}{Af} = 1,07 \text{ Cm}^{-1}$$

$$S_x = 150,00 \text{ Plg}^3$$

$$r = 3,11 \text{ Plg}$$

Calculando:

$$f_a = \frac{R}{A} = \frac{22,83}{31,20} = 0,73 \text{ Ksi}$$

$$\text{Rigidez} = \frac{K * L_c}{r} = \frac{(1,00) * (12,00) * (19,69)}{3,11} = 75,97 \text{ Ksi}$$

$$F_a = \frac{\left[ 1 - \frac{\left( \frac{K * L_c}{r} \right)^2}{2C_c^2} \right] * F_Y}{\frac{5}{3} + \frac{3 \left( \frac{K * L_c}{r} \right) - \left( \frac{K * L_c}{r} \right)}{8C_c^3}} = \frac{\left[ 1 - \frac{(75,97)^2}{2 * (126,10)^2} \right] * 36}{\frac{5}{3} + \frac{3(75,96) - (75,96)}{8 * (126,10)^3}} = 15,57 \text{ Ksi}$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{0,73}{15,57} = 0,05 < 0,15, \quad \text{usar fórmula AISC 1,6 - 2}$$

$$f_b = \frac{M_{Máx}}{S_x} = \frac{(12,00) * (12,82) * (19,69)}{150,00} = 20,20 \text{ Ksi}$$

$$F_b = \frac{(12 * 10^3) * (C_b)}{(I_d) * \left( \frac{d}{A_f} \right)} = \frac{(12 * 10^3) * (1,00)}{(12,00) * (19,69) * (1,07)} = 47,61 \text{ Ksi}$$

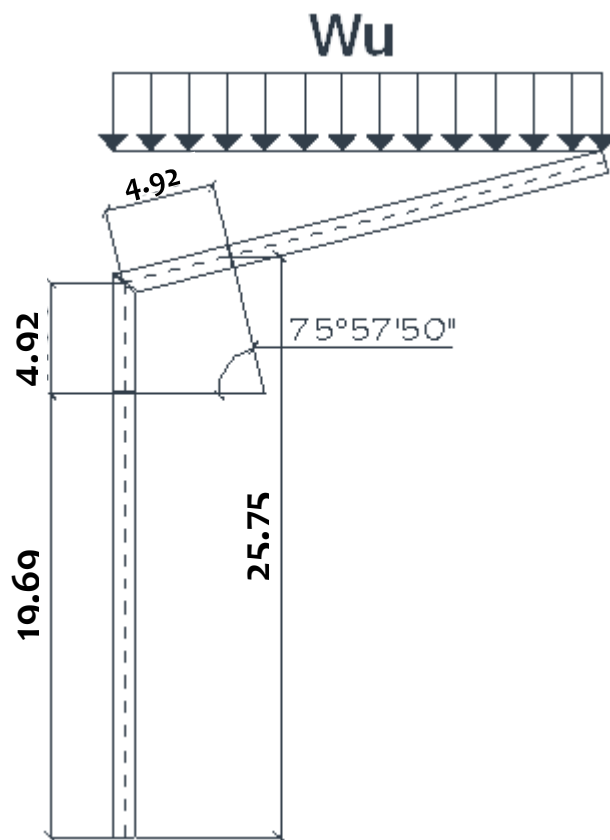
$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} = \frac{0,73}{15,57} + \frac{20,02}{47,63} = 0,47 < 1,00 \rightarrow \text{Chequea la sección propuesta.}$$

Podemos concluir que, dadas las condiciones de la columna, está trabajando a un 50,00 % de su capacidad, por lo que está sobrediseñada la columna.

### 2.2.12.2. Diseño de la viga

Las vigas metálicas son barras que trabajan a flexión. Frente a acciones determinadas, sus fibras inferiores están sometidas a tensión, mientras que las superiores, a compresión. Los esfuerzos axiales, al actuar a una distancia de la fibra neutra de la barra, provoca un esfuerzo de momento flector.

Figura 16. Dimensiones propuestas para la viga



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

El momento máximo viene dado por:

$$M_{M\acute{a}x} = -(12,82) * (25,75) + (22,83) * (4,92) - \frac{(0,53)(4,92)^2}{2}$$

$$M_{M\acute{a}x} = -224,18 \text{ Kip} - \text{Pie}$$

$$T_{M\acute{a}x} = (12,82) * (\sin(75^\circ 57' 50'')) + (22,83 - (4,92 * 0,53)(\cos(75^\circ 57' 50'')))$$

$$T_{M\acute{a}x} = 17,35 \text{ Kip}$$

Se proponen inicialmente los siguientes datos, para el cálculo de la viga:

Perfil propuesto: W 12 X 106

Propiedades:

$$A = 31,20 \text{ Plg}^2$$

$$\frac{d}{Af} = 1,07 \text{ Cm}^{-1}$$

$$S_x = 150,00 \text{ Plg}^3$$

$$r = 3,11 \text{ Plg}$$

Calculando:

$$f_a = \frac{R}{A} = \frac{17,35}{31,20} = 0,56 \text{ Ksi}$$

$$\text{Rigidez} = \frac{K * L_C}{r} = \frac{(1,00) * (12,00) * (4,10)}{3,11} = 15,82 \text{ Ksi}$$

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{\left(\frac{K * L_c}{r}\right)^2}{2C_c^2}\right] * F_Y}{\frac{5}{3} + \frac{3\left(\frac{K * L_c}{r}\right)}{8C_c} - \frac{\left(\frac{K * L_c}{r}\right)}{8C_c^3}} = \frac{\left[1 - \frac{(15,82)^2}{2 * (126,10)^2}\right] * 36}{\frac{5}{3} + \frac{3(15,82)}{8 * 126,10} - \frac{(15,82)}{8 * (126,10)^3}} = 20,85 \text{ Ksi}$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{0,56}{20,85} = 0,03 < 0,15, \quad \text{usar fórmula AISC 1.6 - 2}$$

$$f_b = \frac{M_{Máx}}{S_x} = \frac{(12,00) * (224,18)}{150,00} = 18,55 \text{ Ksi}$$

$$F_b = 0,60 * F_Y = 0,60 * 36 = 21,60 \text{ Ksi}$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} = \frac{0,56}{20,85} + \frac{18,55}{21,60} = 0,89 < 1,00 \rightarrow \text{Chequea la sección propuesta.}$$

Para el momento causado por H, la verificación de las dimensiones de la columna y viga, muestran que son satisfactorias.

Se cumple el criterio de diseño que nos dice Viga débil, columna fuerte, dado que la columna está trabajando a un 50,00 % y la viga está trabajando a un 90,00 % de su capacidad.

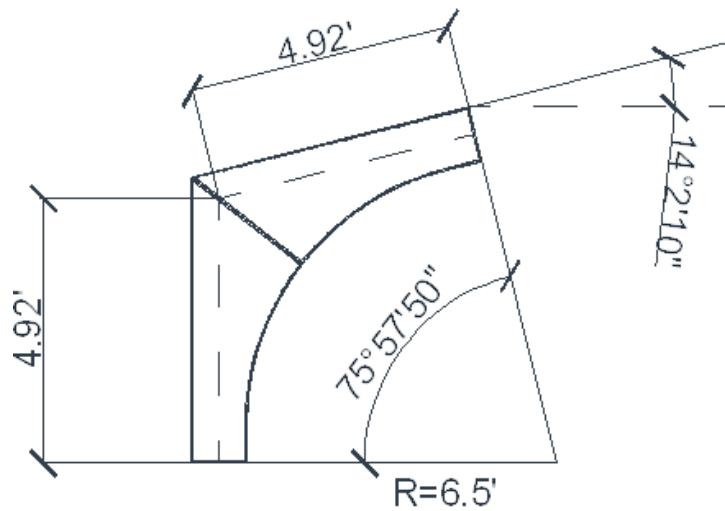
### 2.2.12.3. Chequeo de radio de la rodilla

Una vez establecidas las dimensiones de viga y columna, puede hacerse lo mismo con las dimensiones de la rodilla. A menudo se establecen más sobre la base que de la rodilla tenga una apariencia agradable. Martin P. Korn (*Steel*

*Frames Manual Desing and Construction*) recomienda que se use un radio mínimo de 2,5 veces el peralte de la columna o la viga.

Se comprobará si el radio propuesto es adecuado para las secciones de la viga y columna del marco rígido.

Figura 17. **Dimensiones de la rodilla**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

La mitad del ángulo central es:

$$\theta = \frac{90^{\circ}00'00'' - 14^{\circ}2'10''}{2} = 37^{\circ}58'55'' = 0,66 \text{ Rad}$$

La longitud crítica del patín es:

$$L_{\text{crítica}} = \theta * R = 5,30 * b$$

El ancho del patín de la rodilla debe ser el mismo que el de los patines de la viga y columna, entonces W 12X106,  $b = 12,20 \text{ Plg}$  quedando de la siguiente forma:

$$0,66 * R = 5,30 * 12,20 \rightarrow R = \frac{5,30 * 12,20}{0,66}$$

$$R = 98,00 \text{ Plg}$$

Por lo tanto, el radio propuesto de 6,50 pies que es igual a 78 pulgadas, es satisfactorio, ya que está dentro del rango permisible.

#### 2.2.12.4. Diseño de placa de unión en rodilla

$$W_x = 22\ 834,12 * \sin(14^\circ 2' 10") = 5\ 660,39 \text{ Lb}$$

Área de la placa:

$$\text{Área}_{\text{Mínima}} = \frac{W_x}{0,75 * F_y} = \frac{5\ 660,39}{0,75 * 36\ 000,00} = 0,21 \text{ Plg}^2$$

Se propone una placa de 12,20 pulgadas X 12,87 pulgadas, ya que esta se cubrirá las secciones, tanto de columna como de viga.

$$\text{Área}_{\text{propuesta}} = 12,20 * 12,87 = 157,00 \text{ Plg}^2$$

Esfuerzo en la placa:

$$F_p = \frac{W_x}{\text{Área}_{\text{propuesta}}} = \frac{5\ 660,39}{165,64} = 36,05 \text{ Lb/Plg}^2$$



Espesor:

$$t = \sqrt{\frac{3 * F_p * n^2}{0,75 * F_y}} = \sqrt{\frac{3 * 34,17 * 0,39^2}{0,75 * 36 000,00}} = 0,02 \text{ Plg}$$

Debido a que el espesor resultante teórico que se puede utilizar no llega a estar en el rango de espesores en el mercado, se utilizará un espesor de  $t=1/2''$  para el diseño.

De este modo, las medidas de la placa serán: 12,87 pulgadas X 12,87 pulgadas, por un espesor de 0,25 pulgadas.

#### **2.2.12.5. Diseño de pernos de placa unión rodilla de alta resistencia**

Los pernos de alta resistencia están especificados bajo las normas ASTM A325 Y A490. El A325 es fabricado bajo tratamiento térmico y con un acero temperado de medio carbono.

Los pernos A325 poseen una resistencia a la tensión de 120 Ksi para diámetros de  $1/2'' - 1''$ , y de 105 Ksi para diámetros de  $1 \ 1/8'' - 1 \ 1/2''$  de diámetro, según norma ASTM.

##### **2.2.12.5.1. Tuercas**

Las tuercas que se utilizan conjuntamente con los pernos de alta resistencia, están bajo las normativas ASTM A563 grado C para los pernos A325.

### 2.2.12.5.2. Arandelas

El tipo de arandelas que se utilizan en conjunto a los pernos de alta resistencia y tuercas, están bajo la especificación ASTM F436 y su función fundamental es la de aportar una superficie endurecida no abrasiva bajo la cabeza del perno o la tuerca de trabajo pesado. Las arandelas tienen la finalidad de proteger la superficie exterior del material, juntando, a fin de evitar las consecuencias de desgaste de este material por el giro de la tuerca en la instalación del perno, además sirve para ayudar a optimizar la fuerza de sujeción en la instalación del perno para proporcionar superficies de dureza consistentes.

Figura 18. **Perno, tuerca y arandela**



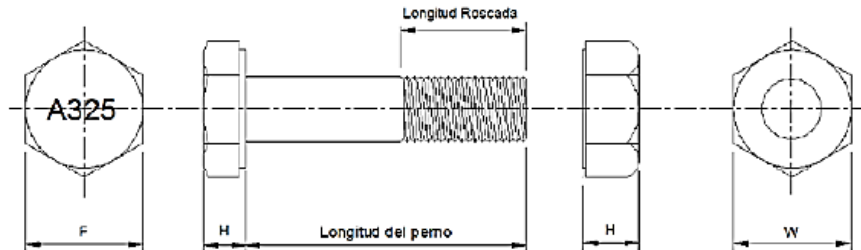
Fuente: *Pernos estructurales de alta resistencia*, Vol. 14.1. p. 125.

Los pasos deben estar como mínimo  $2 \frac{2}{3}$  veces el diámetro del perno.

La distancia máxima entre cantos y perno debe ser 12 veces el diámetro del perno, sin exceder 6 pulgadas.

La distancia (gramiles) entre el canto y los pernos puede ser entre 1.5 a 2 veces el diámetro del perno. A continuación se presentan las dimensiones de pernos, arandelas y tuercas de alta resistencia.

Figura 19. Dimensiones de perno A325



Fuente: AISC.

Tabla XI. Dimensiones de pernos y tuercas de alta resistencia

Diámetro Nominal de perno $d_b$ (Plg).	Dimensiones de Pernos Estructurales de Cabeza Hexagonal Pesada			Dimensiones de Tuercas Hexagonales Pesadas	
	Ancho a través de cara plana F (Plg).	Altura H1 (Plg).	Longitud Roscada T (Plg).	Ancho a través de cara plana W (Plg).	Altura H2 (Plg).
1/2	7/8	5/16	1	7/8	31/64
5/8	1 1/16	25/64	1 1/4	1 1/16	39/64
3/4	1 1/4	15/32	1 3/8	1 1/4	47/64
7/8	1 7/16	35/64	1 1/2	1 7/16	55/64
1	1 5/8	39/64	1 3/4	1 5/8	63/64
1 1/8	1 13/16	11/16	2	1 13/16	1 7/64
1 1/4	2	25/32	2	2	1 7/32
1 3/8	2 3/16	27/32	2 1/4	2 3/16	1 11/32
1 1/2	2 3/8	15/16	2 1/4	2 3/8	1 11/32

Fuente: *Pernos estructurales de alta resistencia*, Vol. 14.1. p. 126.

Calculando pernos:

$$W_Y = 22\,834,12 * \cos(14^\circ 2' 10") = 22\,117,43 \text{ Lb}$$

Según AISC página 6-81: Tracción en pernos A325 es de 45 Ksi, corte en pernos A325 24 Ksi.

Se proponen 6 pernos de diámetro de ½".

Corte:

$$V = No. \text{ Pernos} * \text{Área}_{\text{perno}} * 24,000.00 \text{ Lb} / \text{plg}^2$$

$$V = 6.00 * \frac{\pi}{4} * 0.50^2 * 24,000.00 = 28,274.33 \text{ Lb}$$

$V > W_Y \rightarrow$  Cumple, para los pernos propuestos.

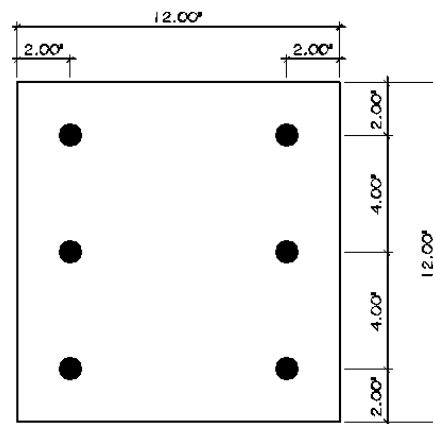
Aplastamiento:

$$\text{Aplastamiento} = No. \text{ Pernos} * t_{\text{placa}} * \phi_{\text{perno}} * 1.35F_y$$

$$\text{Aplastamiento} = 6.00 * 0.25 * 0.50 * 1.35 * 36,000.00 = 36,450.00 \text{ Lb}$$

$\text{Aplastamiento} > W_Y \rightarrow$  Cumple, para los pernos propuestos.

Figura 20. Detalle placa unión en rodilla



6 PERNOS DE ALTA RESISTENCIA A325 DE  $\phi \frac{1}{2}$ " CON TUERCA Y ROLDANAS SEGUN ESPECIFICACIONES ASTM A325 PARA PERNO Y ASTM F436 PARA LAS ROLDANAS Y LONGITUD DE PERNO DE 1 1/4"

SE DEBERA APLICAR UN TORQUE DE: 105 Lb-Pie

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.12.6. Diseño de placa de columna

Para el diseño de la placa que soportará la columna metálica, lo primero que se debe de hacer es calcular la carga que tendrá de soportar, para el siguiente cálculo, se tomaron los pesos de la cubierta y el mismo peso del marco rígido, en los que encontramos los siguientes elementos: costaneras, láminas y el peso propio del perfil estructural (columna y viga).

Cálculo de carga muerta:

$$W_{Viga} = 106.00 * 44.78 * \cos(14^{\circ}2'10'') = 4,598.88 \text{ Lb}$$

$$W_{Columna} = 106.00 * 19.69 = 2,087.14 \text{ Lb}$$

$$W_{Costanera} = 2.64 * 19.52 * 10 = 515.35 \text{ Lb}$$

$$W_{Lámina} = 0.96 * 19.52 * 44.78 = 839.25 \text{ Lb}$$

$$P_{CM} = W_{Viga} + W_{Columna} + W_{Costanera} + W_{Lámina} = 8,040.62 \text{ Lb}$$

Cálculo de carga viva:

$$P_{CV} = 8.00 * 19.52 * 44.78 = 6,993.74 \text{ Lb}$$

Combinación de carga viva y carga muerta:

$$P_U = 1.7 * P_{CV} + 1.4 * P_{CM}$$

$$P_U = (1.70 * 6,993.74) + (1.40 * 8,040.62) = 23,146.24 \text{ Lb}$$

Cálculo de factor de carga última:

$$Factor_{Carga\ Ultima} = \frac{1.7C_V + 1.4C_M}{C_V + C_M}$$

$$Factor_{Carga\ Ultima} = \frac{23,146.24}{15,034.36} = 1.54$$

Las columnas se soportan en su base por medio de cimentaciones de mampostería, por lo general de concreto; para evitar que el concreto se rompa, se fija a la base de la columna una placa de acero, para distribuir su carga, es esencial que la base de la columna y la placa estén en contacto absoluto. La columna se fija a la placa base por medio de soldadura o mediante ángulos que a su vez se fijan a la cimentación, usando pernos de anclaje.

El área de la placa de la base se encuentra fácilmente, dividiendo la carga de la columna entre el esfuerzo unitario de compresión permisible en el concreto, dependiendo de la calidad del mismo. El espesor de la placa se determina suponiendo que se comporta como un voladizo invertido, cuyo momento máximo se localiza en el borde de la columna y utilizando la dimensión m o n, cualquiera que sea la mayor.

Sección de la columna: W 12X109

$$b_f = 12.20 \text{ Pulgadas}$$

$$d = 12.87 \text{ Pulgadas}$$

Valores a utilizar:

$$P_U = (1.70 * 6,993.74) + (1.40 * 8,040.62) = 23,146.24 \text{ Lb}$$

$$F'_c = 3,000.00 \text{ Lb/Pulg}^2$$

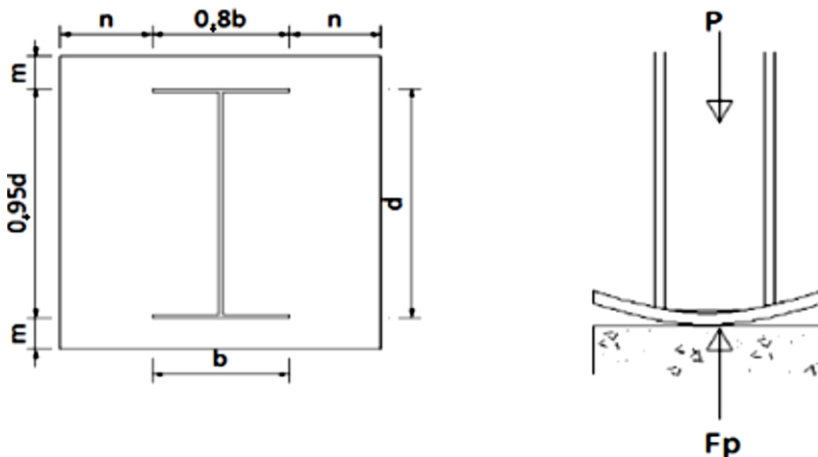
Área mínima de la placa:

$$\text{ÁREA}_{PLACA} = \frac{P}{0.25F'_c} = \frac{23,146.24}{0.25 * 3,000.00} = 30.86 \text{ Pulg}^2$$

Se propone un área mayor, ya que las dimensiones de las propiedades así lo requieren. Por lo que se propone una placa de 18 pulgadas por 18 pulgadas.

$$\text{ÁREA}_{PLACA} = 18.00 * 18.00 = 324.00 \text{ Pulg}^2$$

Figura 21. Dimensiones placa de columna



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

De donde, entonces:

$$m = \frac{(18 - (0.95 * 12.87))}{2} = 2.89 \text{ Pulgadas}$$

$$n = \frac{(18 - (0.80 * 12.20))}{2} = 4.12 \text{ Pulgadas}$$

Esfuerzo en la placa:

$$F_p = \frac{P_U}{\text{ÁREA}_{\text{PLACA}}} = \frac{23,146.24}{324.00} = 71.44 \text{ Lb/Pulg}^2$$

Espesor de placa:

$$t = \sqrt{\frac{3 * 71.44 * 4.12^2}{0.75 * 36,000.00}} = 0.37 \text{ Pulgadas}$$

Por lo tanto, la placa tendrá las siguientes dimensiones: 18 pulgadas X 18 pulgadas X 0,5 pulgadas.

#### **2.2.12.7. Diseño de pernos de placa unión columna de alta resistencia**

Según los datos efectuados con anterioridad tenemos los siguientes datos:

$$\text{Momento Máximo en la Columna} = M = 249,967.29 \text{ Lb} - \text{Pie}$$

$$\text{Corte en la Columna} = Q = 22,834.12 \text{ Lb}$$



Se proponen 8 pernos No. 9 grado 60;  $F_Y = 60,000.00 \text{ Lb/plg}^2$ .

Los pernos sujetos a corte y tensión se diseñarán en base a la ecuación de esfuerzos combinados.

$$\frac{V}{V_d} + \frac{T}{T_d} \leq 1$$

Donde:

$V$  = Corte actuante por perno.

$V_d$  = Corte de diseño por perno.

$T$  = Tensión actuante por perno.

$T_d$  = Tensión de diseño por perno.

Corte actuante por perno:

$$V = \frac{Q}{N}$$

Donde:

$Q$  = Corte en la conexión producida por las cargas.

$N$  = Número de pernos en la conexión.

$$V = \frac{Q}{N} = \frac{22,834.12}{8.00} = 2,854.27 \text{ Lb}$$

Tensión actuante por perno.

$$T = \frac{M}{\phi * N}$$

Donde:

$M$  = Momento en la conexión producida por las cargas.

$\phi$  = Diámetro del perno.

$N$  = Número de pernos en la conexión.

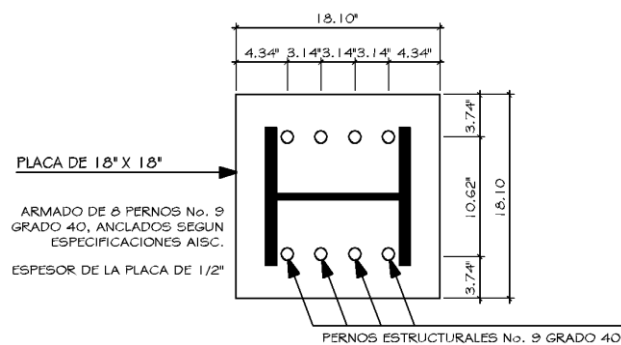
$$T = \frac{M}{\phi * N} = \frac{249,967.29}{1.125 * 8.00} = 27,744.14 \text{ Lb}$$

Valores de  $V_d$  y  $T_d$  según especificaciones de fabricante, de donde entonces:

$$\frac{V}{V_d} + \frac{T}{T_d} \leq 1 \rightarrow \frac{2,854.27}{23,854.00} + \frac{27,744.14}{35,781.00} = 0.90 \leq 1 \rightarrow \text{Chequea.}$$

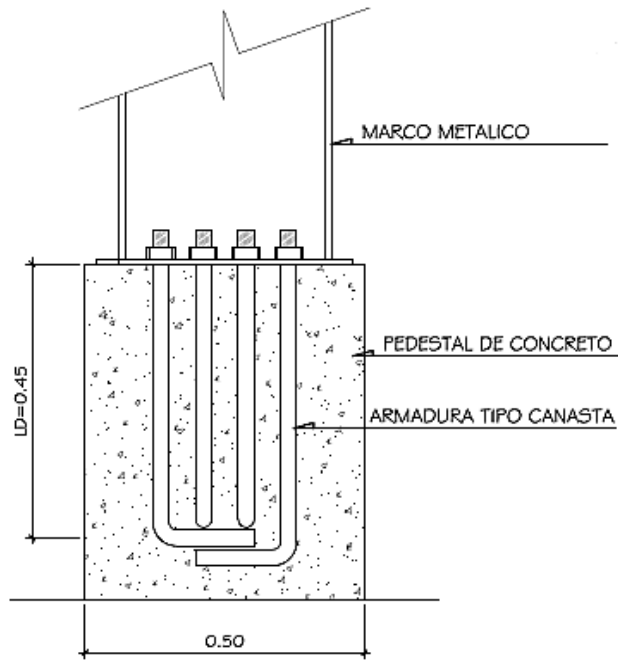
Se usará 8 pernos No.9, grado 60;  $F_Y = 60\,000.00$  PSI.

Figura 22. **Detalle de placa unión columna**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 23. **Detalle de anclaje de pernos estructurales**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.12.8. **Cálculo de zapata para marco metálico**

Para el proyecto del gimnasio polideportivo se realizará el siguiente chequeo para las zapatas concéntricas del marco estructural.

Datos:

$$P_U = 10.50 \text{ Ton.}$$

$M_{UX} = M_{UY} = 0$  (Por la condición inicial del apoyo articulado del marco estructural).

$$F'_c = 210.00 \text{ Kg}/\text{cm}^2.$$

$$V_s = 84.11 \text{ Ton}/\text{m}^2 \text{ (Valor soporte del suelo).}$$

$$\gamma_s = 1.50 \text{ Ton}/\text{m}^3 \text{ (Peso específico del suelo).}$$

$$\gamma_c = 2.40 \text{ Ton}/\text{m}^3 \text{ (Peso específico del concreto).}$$

$$F_{CU} = 1.54 \text{ (Factor de carga última).}$$

Datos iniciales de la zapata:

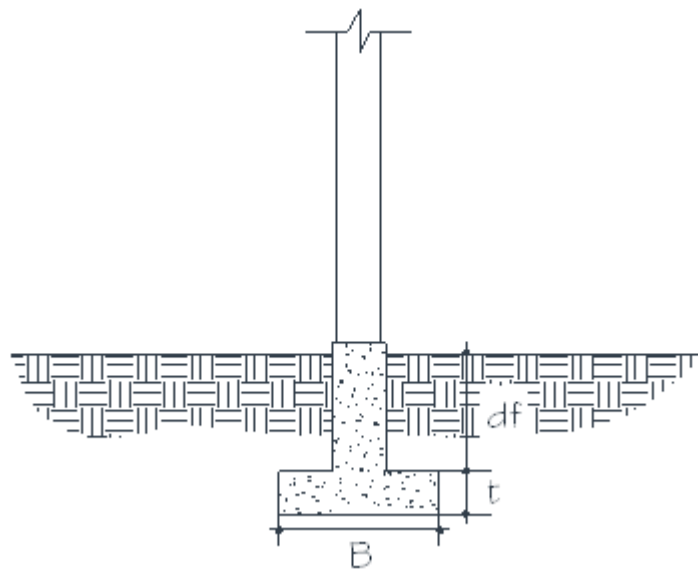
*Sección de columna* = 0.50 m

*Base de la zapata* =  $B = 1.20 \text{ m}$  (Propuesta).

*Espesor de zapata* =  $t = 0.30 \text{ m}$  (Propuesto).

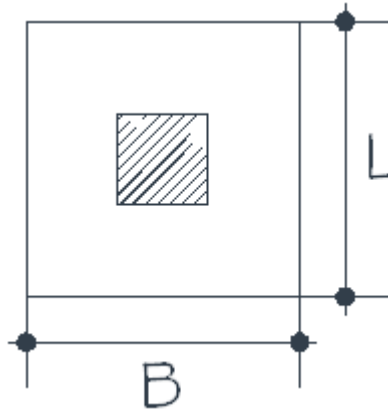
*Desplante* =  $d_f = 1.20 \text{ m}$

Figura 24. **Corte de zapata concéntrica**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 25. **Planta de zapata concéntrica**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$\text{Carga De Trabajo} = P' = \frac{P_U}{F_{CU}} = \frac{10.50}{1.54} = 6.82 \text{ Ton}$$

Chequeo de presión sobre el suelo:

$$P_{\text{Suelo}} = \text{Área}_{\text{zapata}} * d_f * \gamma_S = 1.20 * 1.20 * 1.20 * 1.50 = 2.59 \text{ Ton}$$

$$P_{\text{Cimiento}} = \text{Área}_{\text{zapata}} * t * \gamma_C = 1.20 * 1.20 * 0.30 * 2.40 = 1.04 \text{ Ton}$$

$$P_{\text{Columna}} = \text{Área}_{\text{columna}} * d_f * \gamma_C = 0.50 * 0.50 * 1.30 * 2.40 = 0.78 \text{ Ton}$$

$$P_{\text{Total}} = P_{\text{Suelo}} + P_{\text{Cimiento}} + P_{\text{Columna}} + P'$$
$$P_{\text{Total}} = 2.59 + 1.04 + 0.78 + 6.82 = 11.23 \text{ Ton}$$

La presión sobre el suelo será:

$$q_{M\acute{a}x} = \frac{P_{Total}}{\acute{A}rea_{zapata}} = \frac{11.23}{1.44} = 7.80 \text{ Ton}/m^2$$

$$q_{M\acute{a}s} < V_S \rightarrow \text{No excede el valor soporte del suelo.}$$

Siendo la distribución de presión uniforme, no existen presiones de tensión en el suelo. Por motivos de diseño se trabaja con una presión constante debajo de la zapata y se toma la presión última de diseño:

$$q_{Dise\tilde{n}o} = q_{M\acute{a}s} * F_{CU} = 7.80 * 1.54 = 12.00 \text{ Ton}/m^2$$

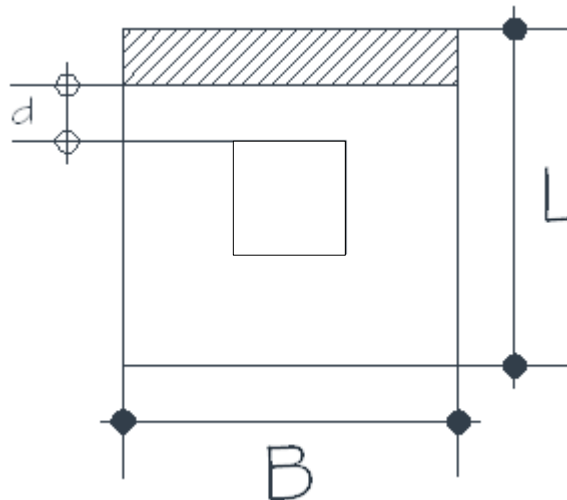
Chequeo por corte simple:

Se proponen un t de 30 centímetros y varillas de ½", con un recubrimiento de 5.00 centímetros.

$$d = t - \text{Recubrimiento} - 0.50\phi = 30.00 - 5.00 - (0.50 * 1.27) = 24.37 \text{ Cm}$$

Calculando corte actuante ( $V_{Act}$ ):

Figura 26. Área ashurada corte actuante



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$\text{Área}_{Ashurada} = 0.1276 \text{ m}^2$$

$$V_{Act} = A_{Ash} * q_{Diseño} = 0.1276 * 12.00 = 1.53 \text{ Ton}$$

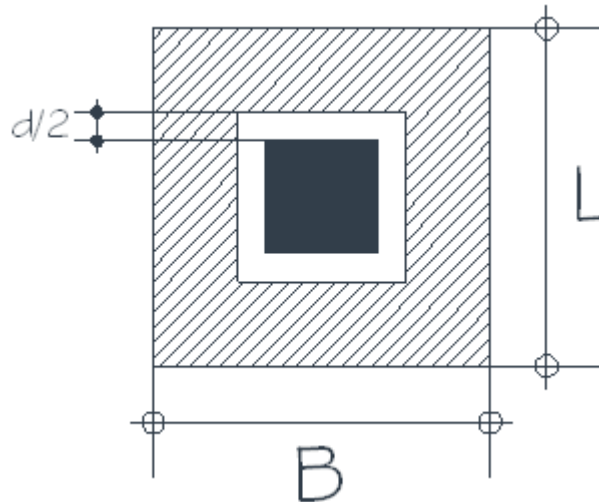
Calculando corte resistente ( $V_R$ ):

$$V_R = 0.85 * 0.53 * \sqrt{F'c} * B * d = \frac{0.85 * 0.53 * \sqrt{210.00} * 120 * 24.37}{1000} = 19.09 \text{ Ton}$$

$V_{Act} < V_R \rightarrow$  El espesor  $t$ , propuesto si soporta el corte simple.

Chequeo de corte punzonante:

Figura 27. **Área ashurada corte punzonante**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$\text{Área}_{\text{punzonante}} = 0.89 \text{ m}^2$$

$$\text{Perímetro sección crítica de punzonamiento} = b_o = 297.46 \text{ Cm}$$

Calculando corte punzonante actuante ( $V_{Act}$ ):

$$V_{Act} = \text{Área}_{\text{punzonante}} * q_{\text{Diseño}} = 0.89 * 12.00 = 10.65 \text{ Ton}$$

Calculando corte punzonante resistente ( $V_R$ ):

$$V_R = 0.85 * 0.53 * \sqrt{F'c} * b_o * d$$
$$V_R = \frac{0.85 * 0.53 * \sqrt{210.00} * 297.46 * 24.37}{1000} = 47.32 \text{ Ton}$$



$V_{Act} < V_R \rightarrow$  El espesor  $t$ , propuesto si soporta el corte punzonante.

Diseño de refuerzo por flexión:

El empuje hacia arriba del suelo produce momento flector en la zapata; por esa razón es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos. Esto se hace de la manera siguiente:

$$M_U = \frac{q_{Dis} * L_{Vol}^2}{2} = \frac{12.00 * (0.35)^2}{2} = 0.74 \text{ Ton} - m = 735.28 \text{ Kg} - m$$

Datos:

$$M_U = 735.28 \text{ Kg} - m$$

$$B = 50.00 \text{ Cm}$$

$$d = 24.37 \text{ Cm}$$

$$F_y = 2,810.00 \text{ Kg}/\text{Cm}^2$$

$$F'_c = 210.00 \text{ Kg}/\text{Cm}^2$$

Calculando:

$$A_s = 0.85 * \frac{F'_c * B * d}{F_y} - \sqrt{\frac{(0.85 * F'_c * B * d)^2 - \frac{1.7}{0.9} (F'_c * B * M_U)}{F_y^2}}$$
$$A_s = 1.20 \text{ Cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{0.80 * \sqrt{F'_c}}{F_y} * B * d = \frac{0.80 * \sqrt{210.00}}{2,810.00} * 120.00 * 24.37 = 12.07 \text{ Cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{F_y} * B * d = \frac{14.1}{2,810.00} * 120.00 * 24.37 = 14.67 \text{ Cm}^2$$

$$\rho_{bal} = \frac{0.85 * \beta * F'_c}{F_y} \left[ \frac{6120}{6120 + F_y} \right] = \frac{0.85 * 0.85 * 210.00}{2,810.00} \left[ \frac{6,120.00}{6,120.00 + 2,810.00} \right]$$

$$\rho_{bal} = 0.037004$$

$$\rho_{Max} = 0.50 * \rho_{bal} = 0.50 * 0.037004 = 0.018502$$

$$A_{s_{max}} = \rho_{max} * b * d = 0.018502 * 120.00 * 24.37 = 54.10 \text{ Cm}^2$$

*Se requiere que  $A_{s_{min}} < A_s < A_{s_{max}}$*

Por lo tanto, se reforzará el área de acero mínimo según norma ACI-311.

Calculando número de varillas a utilizar:

Utilizando varilla No.5 (1,99 Cm<sup>2</sup>), se distribuye de la siguiente manera:

$$\text{Cantidad De Varillas} = \frac{14.67}{1.99} = 7.37 \rightarrow 8.00 \text{ No. 5}$$

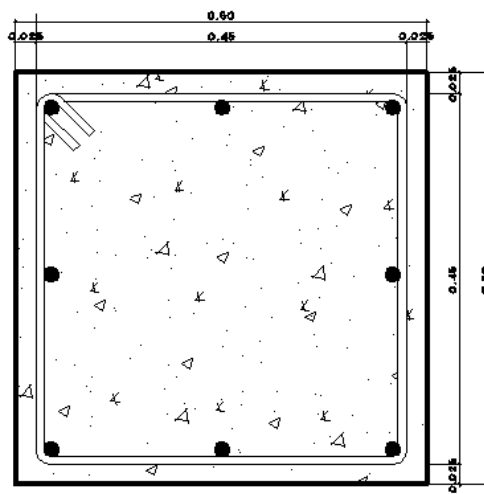
$$\text{Espaciamiento} = \frac{1.00}{7.00} = 0.15 \text{ Cm}$$

Por lo tanto quedara un armado de varilla núm. 5 grado 40 a cada 15 centímetros, en ambos sentidos.

Diseño del tronco de zapata:

Se dispone a chequear la sección propuesta para el tronco de columna con los siguientes datos:

Figura 28. **Sección de tronco de columna**



COLUMNA TIPO I

4 No. 6 CORRIDOS  
4 No. 8 CORRIDOS  
ESTRIBO No. 4 @ 0.15

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$\text{Área Bruta de Concreto} = A_g = 50.00 * 50.00 = 2,500.00 \text{ Cm}^2$$

$$\text{Área de Acero} = A_s = (5.07 * 4) + (2.85 * 4) = 31.68 \text{ Cm}^2$$

Criterios según ACI-318-11, a cumplir en columnas cortas:

$$A_g \geq 900.00 \text{ Cm}^2 \rightarrow A_g = 2,500.00 \text{ Cm}^2 \rightarrow \text{Cumple}$$

*Lado Mínimo  $\geq 30.00 \text{ Cm} \rightarrow$  Lado Mínimo de Columna =  $50.00 \text{ Cm} \rightarrow$  Cumple*

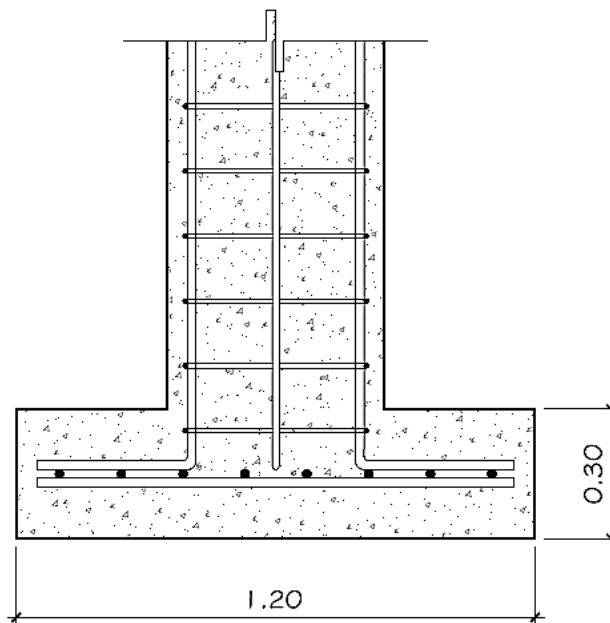
$$A_{s_{min}} = 0.01 * A_g = 0.01 * 2,500.00 = 25.00 \text{ Cm}^2$$

$$A_{s_{max}} = 0.04 * A_g = 0.04 * 2,500.00 = 100.00 \text{ Cm}^2$$

*Se requiere que  $A_{s_{min}} < A_s < A_{s_{max}} \rightarrow$  Cumple*

Por lo tanto nuestra sección de columna cumple los parámetros descritos por el ACI, por lo cual nuestra sección de columna es apta para nuestro diseño.

Figura 29. **Armado final de zapata concéntrica y tronco de columna**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### **2.2.13. Muros de mampostería**

Se propone que los muros para el gimnasio polideportivo sean de mampostería; se calcularán con el método simplificado, este nos dará los resultados de las fuerzas y momentos actuantes en cada muro, y así poder conocer el área de acero necesaria que soportara las cargas inducidas.

#### **2.2.13.1. Método simplificado**

Para el diseño de los muros se procedió a utilizar el método simplificado de diseño en muros de mampostería.

Este método consiste en que sólo los muros paralelos a la dirección del sismo contribuyen a la resistencia, desprecia la contribución de los muros transversales a la dirección de la fuerza aplicada. Es necesario calcular lo siguiente:

- La rigidez de cada muro en la dirección del sismo
- El centro de corte de muros
- Centro de masa
- Carga lateral y su distribución
- Distribución del momento de volteo

#### **Calculo de rigideces:**

En el cálculo de la rigidez hay que tomar en cuenta el tipo de techo, pues existen diferentes fórmulas para hacerlo. Para calcular la rigidez de un techo de losa se consideran las paredes doblemente empotradas; y para un techo de

lámina se consideran en voladizo. La forma de calcular la rigidez en este caso es la siguiente:

- Se calculan las rigideces totales del muro por medio de la fórmula indicada según el caso; sea techo de loza o lámina.
- Se encuentra una rigidez equivalente, como si se tratara de resistencias eléctricas.

#### **El centro de corte de los muros:**

Teniendo el valor de la rigidez de cada uno de los muros se procede a calcular el centro de corte de los muros, tomando como referencia un eje de coordenadas cartesianas previamente establecido. Las fórmulas para calcularlo son las siguientes:

$$X_{CC} = \frac{(\sum Xi * R)}{R * E} ; Y_{CC} = \frac{(\sum Yi * R)}{R * E}$$

#### **Cálculo de centro de masas:**

Este se calcula para todos los muros y sirve para calcular la excentricidad de las fuerzas que actúan en la estructura.

#### **Carga lateral y su distribución:**

Las cargas laterales son las que corren en el sentido paralelo a la superficie terrestre y pueden ser de dos tipos:

- Por sismo
- Por viento

Las cargas por sismo son las que se integran para edificios de concreto y mampostería.

### **Distribución del momento de volteo:**

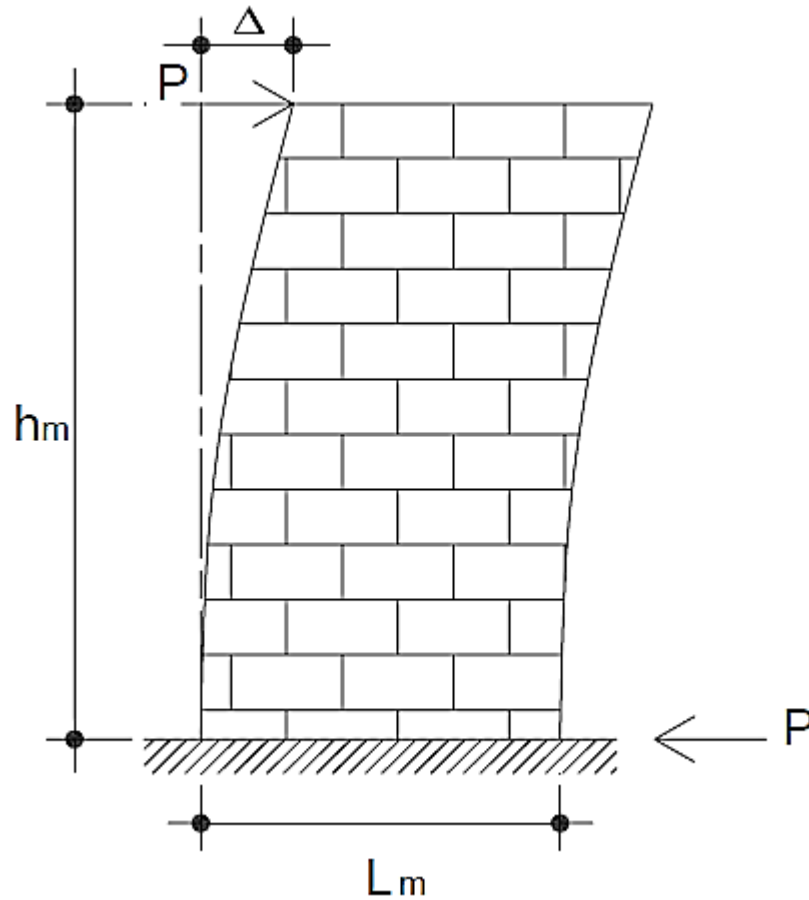
Con el valor de la carga total de la estructura y su altura (o una altura promedio) se calcula el momento de volteo total ( $M_V$ ), luego se distribuye este momento en cada muro.

### **Diseño:**

### **Calculo de rigideces en muros:**

Debido a que la cubierta es de lámina galvanizada y sostenida por marcos, los muros se consideran en voladizo, ya que no cargan ningún elemento de cubierta.

Figura 30. Deflexión producida por una carga lateral en el muro



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Ecuaciones a utilizar, cuando se consideran muros en voladizo:

$$\Delta = \frac{[P * (4a^3 + 3a)]}{E * t_m}$$

$$R = \frac{t_m}{(4a^3 + 3a)}$$



$$a = \frac{h_m}{L_m}$$

Donde:

$\Delta$  = Deflexión permisible entre soportes adyacentes de muros

$P$  = Carga lateral

$R$  = Rigidez

$a$  = Relación altura/longitud

$t_m$  = Espesor del muro

$h_m$  = Altura de las paredes entre soportes horizontales

$L_m$  = Largo de las paredes entre soporte verticales

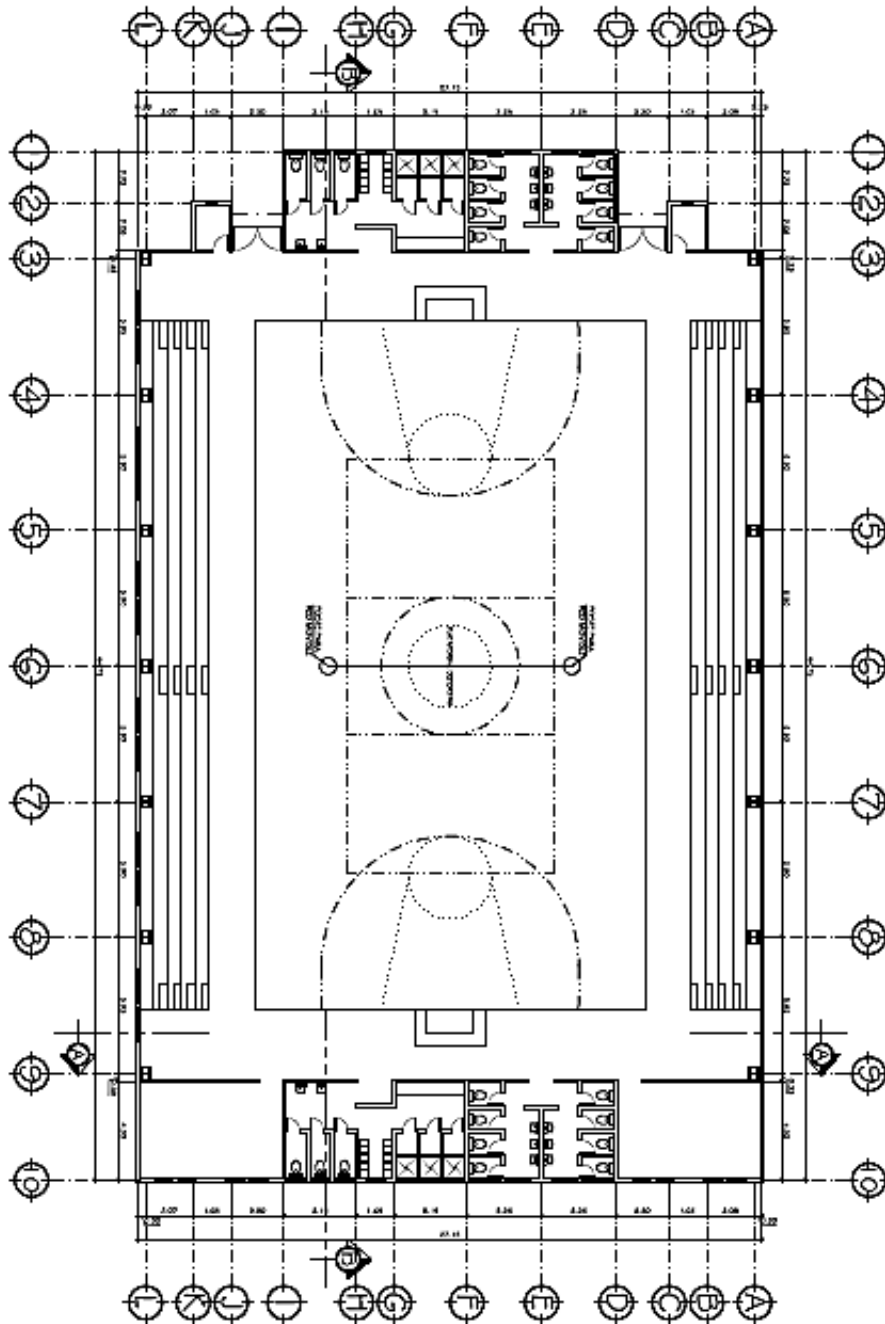
$E_m$  = Módulo de elasticidad de la mampostería ( $0.622 \times 10^5 \text{ Kg/m}^2$ )

$E_v$  = Módulo de elasticidad en corte ( $0.40 E_m$ )

$F_b$  = Esfuerzo permisible de la mampostería por flexión, donde  $0.33 f_m$

$I$  = Momento de inercia ( $I = \frac{1}{12} * t * L^3$ )

Figura 31. Planta típica del proyecto



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

**Rigideces en muros:**

Tabla XII. **Rigideces en muros**

<b>RIGIDECES EN MUROS</b>					
MURO	Lm (m)	Hm (m)	A	t <sub>m</sub> (m)	R X E
1	36.30	7.50	0.21	0.14	0.2137
2	36.30	7.50	0.21	0.14	0.2137
3	27.30	10.30	0.38	0.14	0.1040
4	27.30	10.30	0.38	0.14	0.1040

Fuente: elaboración propia.

La rigidez se deja en función de E para trabajar con valores pequeños para simplificar el cálculo, pues no afecta al análisis.

**Centro de corte de los muros:**

Tabla XIII. **Centro de corte en los muros en sentido X**

<b>CENTRO DE CORTE EN SENTIDO "X"</b>					
MURO	R X E	Y <sub>i</sub>	Y <sub>i</sub> X R	$Y_{cc} = \frac{\sum Y_i * R}{\sum R}$	
3	0.1040	-	-		
4	0.1040	36.30	3.77		
TOTAL	0.2079		3.77	Y <sub>cc</sub> (m)	18.15

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Centro de corte en los muros en sentido Y

<b>CENTRO DE CORTE EN SENTIDO "Y"</b>					
MURO	R X E	Xi	Xi X R	$X_{CC}$ $-\ (\sum Y_I * R)$	
1	0.2137	-	-		
2	0.2137	27.30	5.83		
TOTAL	0.4274		5.83	<b>Xcc (m)</b>	<b>13.65</b>

Fuente: elaboración propia.

**Cálculo del centro de masa:**

Tabla XV. Centro de masa

<b>CENTRO DE MASAS</b>					
MURO	Lm (m)	Xi	Yi	Xi X Lm	Yi X Lm
1	36.30	-	18.15	-	658.85
2	36.30	27.30	18.15	990.99	658.85
3	27.30	13.65	-	372.65	-
4	27.30	13.65	36.30	372.65	990.99
TOTAL	127.20			1,736.28	2,308.68
$Y_{CM}$ $-\ (\sum Y_I * Lm)$			$X_{CM}$ $-\ (\sum X_I * Lm)$		
<b>Ycm (m)</b>	<b>18.15</b>		<b>Xcm (m)</b>	<b>13.65</b>	

Fuente: elaboración propia.

### Peso de los muros:

Utilizando las mismas longitudes  $L_m$ , tomadas en el cálculo de rigideces con módulos de mampostería para block pómez liviano con un peso de 120.00 Kg/m<sup>2</sup> se procederá a calcular el peso de los muros con la siguiente formula:

$$P_m = \left( 120.00 \text{ Kg/m}^2 \right) * h_m * L_m$$

Tabla XVI. **Peso de los muros**

<b>CÁLCULO DE PESO DE MURO DE CARGA</b>				
<b>MURO</b>	<b>Lm (m)</b>	<b>Hm (m)</b>	<b>PESO MAMPOSTERIA Kg/M2</b>	<b>CARGA Pm</b>
1	36.3	7.5	120.00	32,670.00
2	36.3	7.5	120.00	32,670.00
3	27.3	10.3	120.00	33,742.80
4	27.3	10.3	120.00	33,742.80
<b>SUMATORIA</b>			<b>Pm Total</b>	<b>132,825.60</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.13.2. **Carga lateral**

La carga lateral que afectará la vida útil del edificio escolar será la carga de sismo, la cual se calculará a continuación, entre otras se pueden mencionar a las presiones de agua y tierra, sin embargo en este caso la estructura no está siendo afectada por estas cargas.

### 2.2.13.2.1. Sismo

Todo edificio debe ser diseñado y construido para resistir un mínimo de fuerza sísmica lateral, que pueda ser resistida por marcos estructurales o por muros. Para este caso se diseñará para que esta fuerza sea resistida por muros de mampostería de block de pómez.

Para evaluar la fuerza sísmica mínima de corte en la base se determinará según AGIES.

### 2.2.13.3. Determinación de la fuerza de sismo

Según la norma AGIES NSE 3-10, las características del proyecto para el cálculo de la carga lateral, son las siguientes:

*Categoría de obra: Obra ordinaria (Capítulo 3, NSE 1, AGIES).*

*Clase de Sitio: Tipo C (Tabla 4 – 4, Capítulo 4, NSE 2, AGIES).*

*Sistema estructural: E – 1 (Inciso 1.5.1, Capítulo 1, NSE 3, AGIES).*

*Ubicación: Aldea La Providencia, Cuilapa, Santa Rosa.*

*Tipo de fuente sísmica: Tipo A (Tabla 4 – 5, Capítulo 4, NSE 2, AGIES).*

*Distancia a la fuente sísmica  $\geq 10$  Kilómetros.*

*Índice de Sismicidad =  $I_o = 4$  (Figura 4 – 1, Capítulo 4, NSE 2, AGIES).*

**Periodo de vibración empírico ( $T_a$ ):**

$$T_a = K_T * (h_n)^X$$

Donde:

$h_n$  = Altura total del edificio en metros.

$K_T$  Y  $X$  = Factores según el sistema estructural, establecidos en el inciso 2.1.4.1 de la norma NSE 3.

Para nuestro sistema estructural los valores de  $K_T$  y  $X$ , son los siguientes:

$$K_T = 0.047 \rightarrow X = 0.85$$

$$T_a = 0.047 * (10.30)^{0.85} = 0.34$$

### **Ajuste por intensidades sísmicas especiales:**

$$S_{CS} = S_{cr} * F_a * N_a$$

$$S_{1S} = S_{1r} * F_V * N_V$$

Donde:

$S_{CS}$  = Ordenada espectral del sismo extremo en el sitio de interés para estructuras con período de vibración corto.

$S_{1S}$  = Es la ordenada espectral correspondiente a períodos de vibración de 1 segundo.

$S_{cr}$  y  $S_{1r}$  = Parámetros iniciales, cuyos valores para la República de Guatemala pueden obtenerse gráficamente del Mapa de Zonificación Sísmica de la República, figura 4-1.

$F_a$  = Coeficiente de sitio para períodos de vibración cortos y se obtiene de la tabla 4-2, de la norma NSE 2, AGIES.

$F_V$  = Coeficiente de sitio para períodos largos y se obtiene de la tabla 4-3, de la norma NSE 2, AGIES.

$N_a$  y  $N_V$  = Son los factores que apliquen por la proximidad de las amenazas especiales indicadas en la sección 4.6, de la norma NSE 2, AGIES.

Según norma NSE 2, se obtiene los siguientes parámetros:

$$T_a < 0.50 \rightarrow S_{cr} = 1.50g$$

$$S_{1r} = 0.60g$$

$$F_a = 1.00 ; F_V = 1.30$$

$$N_a = 1.00 ; N_V = 1.00$$

$$S_{CS} = 1.50 * 1.00 * 1.00 = 1.50$$

$$S_{1S} = 0.60 * 1.30 * 1.00 = 0.78$$



### **Espectro calibrado a nivel de diseño requerido:**

$$S_{cd} = K_d * S_{CS}$$

$$S_{1d} = K_d * S_{1S}$$

Donde:

$K_d$  = Factor de escala, el cual se define por el tipo de sismo, según “Zonificación Sísmica de Guatemala”, indicados en la sección 4.3.4.1, de la norma NSE 2, AGIES.

De donde, entonces, para un sismo severo el factor es el siguiente:

$$K_d = 0.80$$

$$S_{cd} = 0.80 * 1.50 = 1.20$$

$$S_{1d} = 0.80 * 0.78 = 0.62$$

### **Periodo de vibración $T_s$ :**

$$T_s = \frac{S_{1d}}{S_{cd}} = \frac{0.62}{1.20} = 0.52 \text{ Seg}$$

Con el dato obtenido del periodo de vibración, se procede a obtener la demanda sísmica de diseño.

### **Demanda sísmica de diseño $S_a$ :**

$$\text{Si } T_a \leq T_s \rightarrow S_a(T) = S_{cd}$$

$$\text{Si } T_a > T_s \rightarrow S_a(T) = \frac{S_{1d}}{T_a}$$

Como  $T_a$  es mayor que  $T_s$ , se utilizará la primera condición, la cual establece el valor de la demanda sísmica como el siguiente:

$$S_a(T) = 1.20$$

### **Coefficiente sísmico al límite de cedencia $C_s$ :**

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R}$$

Donde:

$R$  = Es el factor de reducción que se obtiene en la sección 1.6.1, de la norma NSE 3, AGIES, para este caso el factor es el siguiente:

$$R = 8.00$$

$$C_s = \frac{1.20}{8.00} = 0.15$$

### **Verificación de $C_s$ :**

$$C_s \geq 0.044 * S_{cd} \rightarrow C_s \geq 0.05 \rightarrow \text{Chequea}$$

$$C_S \geq \frac{0.50 * S_{1r}}{R} \rightarrow C_S \geq 0.04 \rightarrow \text{Chequea}$$

Verificado que el valor de  $C_S$ , cumpla para las dos condiciones, se procederá a calcular el corte basal a límite de cedencia para el proyecto.

### **Cortante basal al límite de cedencia:**

$$V_B = C_S * W_S$$

Donde:

$V_B$  = Cortante basal.

$C_S$  = Coeficiente sísmico al límite de cedencia.

$W_T$  = Peso total.

$$W_T = P_{TM} + 0.25C_V$$

Donde:

$P_{TM}$  = Peso total del muro.

$C_V$  =Carga viva, para este caso tomaremos 100.00 Kg/m<sup>2</sup>.

$$C_V = 100.00 * 36.30 * 27.30 = 99,099.00 \text{ Kg}$$

$$W_T = 132,825.60 + (0.25 * 99,099.00) = 157,600.35 \text{ Kg}$$

$$V_B = 0.15 * 157,600.35 = 23,640.00 \text{ Kg}$$

**Cálculo de momento de volteo:**

$$V_B = P_X = P_Y = P = 23,640.00 \text{ Kg}$$

**Momento de volteo ( $M_V$ ):**

$$M_V = P * h_C = 23,640.00 * 10.30 = 243,492.00 \text{ Kg} - m$$

**Cálculo de excentricidades de la carga lateral:**

$$e_Y = Y_{CM} - Y_{CC}$$

$$e_X = X_{CM} - X_{CC}$$

Donde:

$e_X, e_Y$  = Excentricidad en el eje X o Y.

$X_{CM}, Y_{CM}$  = Eje del centro de masa en el sentido X o Y.

$X_{CC}, Y_{CC}$  = Eje del centro de corte en el sentido X o Y.

Calculo:

$$e_Y = Y_{CM} - Y_{CC} = 18.15 - 18.15 = 0.00 \text{ m}$$

$$e_{Min} = 0.05 * 36.30 = 1.815 \text{ m}$$

$$T_{PX} = 23,640.00 * 1.815 = 42,906.60 \text{ Kg} - m$$

$$e_X = X_{CM} - X_{CC} = 13.65 - 13.65 = 0.00 \text{ m}$$

$$e_{Min} = 0.05 * 27.30 = 1.365 \text{ m}$$

$$T_{PX} = 23,640.00 * 1.365 = 32,268.60 \text{ Kg} - m$$

**Distribución de carga lateral:**

Tabla XVII. **Distribución de carga lateral, en sentido X**

<b>DISTRIBUCIÓN DE CARGA LATERAL SENTIDO X.</b>						
<b>MURO</b>	$R_X$	$Y_{CC}$	$R_X$	$Fi_X = \left( \frac{R_X}{\sum R_X} \right)$	<b>JP</b>	$Y_{CC} * \left( \frac{R_X}{JP} \right)$
3	0.1040	18.15	34.246	11,820.00	148.13	546.54
4	0.1040	- 18.15	34.246	11,820.00	148.13	- 546.54
<b>TOTAL</b>	<b>0.2079</b>		<b>68.492</b>			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Distribución de carga lateral, en sentido Y**

<b>DISTRIBUCIÓN DE CARGA LATERAL SENTIDO Y.</b>						
<b>MURO</b>	$R_Y$	$X_{CC}$	$R_Y$	$Fi_Y = \left( \frac{R_Y}{\sum R_Y} \right)$	<b>JP</b>	$X_{CC} * \left( \frac{R_Y}{JP} \right)$
1	0.2137	- 13.65	39.82	11,820.00	148.13	- 635.46
2	0.2137	13.65	39.82	11,820.00	148.13	635.46
<b>TOTAL</b>	<b>0.4274</b>		<b>79.64</b>			

Fuente: elaboración propia.

**Distribución del momento de volteo:**

$$M_{VL} = \left( \frac{R}{\sum R} \right) * M_V$$

Tabla XIX. **Distribución de momento de volteo en sentido X**

MURO	$R_x$	$M_{VLX} (Kg - m)$
3	0.1040	121,746.00
4	0.1040	121,746.00
<b>TOTAL</b>	<b>0.2079</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Distribución de momento de volteo en sentido Y**

MURO	$R_y$	$M_{VLY} (Kg - m)$
1	0.2137	121,746.00
2	0.2137	121,746.00
<b>TOTAL</b>	<b>0.4274</b>	

Fuente: elaboración propia.

### Diseño a flexión:

El procedimiento para el diseño a flexión es calcular lo siguiente:

$F_m$  = Esfuerzo permisible de la mampostería a flexión igual a  $0.33 f'_m$ .

$f_m = \frac{M_{VL}}{S_m}$ , Esfuerzo producido por las cargas.

Donde:

$f'_m = 20.00 \text{ Kg}/\text{cm}^2$  (Para este caso)

$$F_Y = 2,810.00 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$S_m = \frac{1.00 * t_m * L_m^2}{6.00}$$

Tabla XXI. **Diseño de mampostería a flexión**

<b>DISEÑO DE MAMPOSTERÍA A FLEXIÓN</b>					
<b>MURO</b>	<b>M<sub>VL</sub> (Kg-m)</b>	<b>L<sub>m</sub> (Cm)</b>	<b>t<sub>m</sub> (Cm)</b>	<b>f<sub>m</sub></b>	<b>F<sub>m</sub></b>
1	121,746.00	3,630.00	14.00	0.40	6.67
2	121,746.00	3,630.00	14.00	0.40	6.67
3	121,746.00	2,730.00	14.00	0.70	6.67
4	121,746.00	2,730.00	14.00	0.70	6.67

Fuente: elaboración propia.

$f_m < F_m \rightarrow$  Dada la condición, se diseñara con el refuerzo mínimo.

#### **Diseño a corte:**

El refuerzo a corte lo constituyen las soleras o refuerzo horizontal, y se tienen las siguientes condiciones:

$f_v < F_v \rightarrow$  Se utiliza refuerzo mínimo.

$f_v > F_v \rightarrow$  Se calcula refuerzo.

#### **Diseño del refuerzo:**

$$A_v = \frac{V_s * S}{f_v * d}$$

$$V = V_s = \frac{A_v * f_s * d}{S}$$

Donde:

$A_v$  = Área de acero en la solera.

$S$  = Separación entre soleras.

$d$  = Peralte efectivo.

$$f_s = 0.50 * F_Y$$

A continuación se muestra el procedimiento de cálculo para el refuerzo para el muro 1.

Datos:

$$F_Y = 2,810.00 \text{ Kg/Cm}^2.$$

$d = 1.50$  (Igual en todos los muros).

$t_m = 14.00 \text{ Cm}$  (Igual en todos los muros).

$L_m = 3,630.00 \text{ Cm}$ .

$V_s = 11,820.00 \text{ Kg}$ .

$$f_v = \frac{d * V_d}{100.00 * L_m * t_m}$$

$$F_v = 0.30 * \sqrt{f'_m}$$



Donde:

$$V_d = \text{Corte de diseño} = 1.50 * V_S.$$

$$f'_m = 20.00 \text{ Kg/Cm}^2 \text{ (Para este caso)}$$

$$K = \text{Constante del material} = 0.30 \text{ (Para Block)}.$$

Calculando:

$$f_v = \frac{1.50 * 11,820.00}{100.00 * 3,630.00 * 14.00} = 0.00349 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$F_v = 0.30 * \sqrt{20.00} = 1.34 \text{ Kg/Cm}^2$$

Cumple con la primera condición, entonces se procederá a diseñar con refuerzo mínimo.

Tabla XXII. **Diseño de mampostería a corte**

<b>DISEÑO DE MAMPOSTERÍA A FLEXIÓN</b>					
<b>MURO</b>	<b>CORTE Vs (Kg)</b>	<b>Lm (Cm)</b>	<b>t<sub>m</sub> (Cm)</b>	<b>F<sub>v</sub> (Kg/Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>f<sub>v</sub> (Kg/Cm<sup>2</sup>)</b>
1	11,820.00	3,630.00	14.00	1.34	0.00349
2	11,820.00	3,630.00	14.00	1.34	0.00349
3	11,820.00	2,730.00	14.00	1.34	0.00464
4	11,820.00	2,730.00	14.00	1.34	0.00464

Fuente: elaboración propia.

Todos los valores cumplen con la primera condición, por lo tanto los muros serán diseñados con el refuerzo mínimo.

#### 2.2.13.4. Cálculo de muro de mampostería

Los muros se construirán de block pómez de 0,39 X 0,19 X 0,14 m, pegados con mortero de cemento y arena con relación 1:3, el espesor de las juntas será de 1 cm, los muros estarán reforzados por elementos horizontales (soleras) y elementos verticales (columnas), de concreto reforzado.

Características de los materiales empleados en la construcción:

- Block pómez de 0,39 m X 0,19 m X 0,14 m.
- Mortero de cemento y arena, proporción 1:3.
- Esfuerzo de ruptura del block,  $f'_m = 20,00 \text{ Kg}/\text{Cm}^2$ .
- Módulo de elasticidad del block,  $E_m = 0,10 * 10^5 \text{ Kg}/\text{Cm}^2$ .
- Esfuerzo de fluencia del acero,  $F_Y = 2\ 810,00 \text{ Kg}/\text{Cm}^2$ .
- Esfuerzo del acero en tensión,  $f_S = 0,50 * F_Y \text{ Kg}/\text{Cm}^2$ .

#### Especificaciones y recomendaciones para los muros de mampostería:

Se hace mención a la secciones de la norma NSE 4, “Requisitos prescriptivos para vivienda y edificaciones menores de uno y dos niveles”, AGIES.

- a. El espesor mínimo para muros será de 14,00 centímetros (Sección 6.2).
- b. Las soleras y las columnas tendrán el mismo espesor y la altura no será menor a 15 centímetros (Sección 6.5.2.1).
- c. El ancho mínimo de soleras y columnas será igual al espesor del muro (Sección 6.5.1.2).

- d. La resistencia mínima del concreto debe ser al menos de 140,00 Kg/Cm<sup>2</sup> (Sección 6.5.1.1).
- e. La separación máxima entre soleras será de 2,50 metros y la separación máxima entre columnas será de 4,00 metros (Sección 6.3).
- f. El esfuerzo de acero generalmente usado en mampostería reforzada es grado 40, con esfuerzo permisible de trabajo de 20,000 Lb/Plg<sup>2</sup>, y es el que se usará para este caso.
- g. El diámetro mínimo de acero de refuerzo será de núm. 3, debido a que es el acero de menor diámetro corrugado (Sección 6.5.1.3 y 6.5.2.3).
- h. Para estribos se utilizara núm. 2, como mínimo y en elementos estructurales núm. 3.

**Refuerzos mínimos vertical y horizontal por muro:**

Según FHA:

$$A_{S_{MínV}} = 0.0008 * t_m * L_m$$

$$A_{S_{MínH}} = 0.0015 * t_m * h_m$$

Según ACI:

$$A_{S_{MínV}} = 0.0007 * t_m * L_m$$

$$A_{S_{MínH}} = 0.0013 * t_m * h_m$$

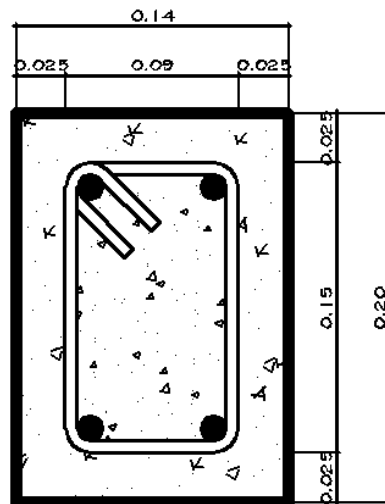
Tabla XXIII. Cálculo de refuerzo vertical y horizontal de mampostería

MURO	hm (Cm)	Lm (Cm)	t <sub>m</sub> (Cm)	REFUERZO SEGÚN ACI		REFUERZO SEGÚN FHA	
				VERTICAL (Cm <sup>2</sup> )	HORIZONTAL (Cm <sup>2</sup> )	VERTICAL (Cm <sup>2</sup> )	HORIZONTAL (Cm <sup>2</sup> )
1	750,00	3 630.00	14.00	35.57	13.65	40.66	15.75
2	750,00	3,630.00	14.00	35.57	13.65	40.66	15.75
3	1 030,00	2,730.00	14.00	26.75	18.75	30.58	21.63
4	1 030,00	2,730.00	14.00	26.75	18.75	30.58	21.63

Fuente: elaboración propia.

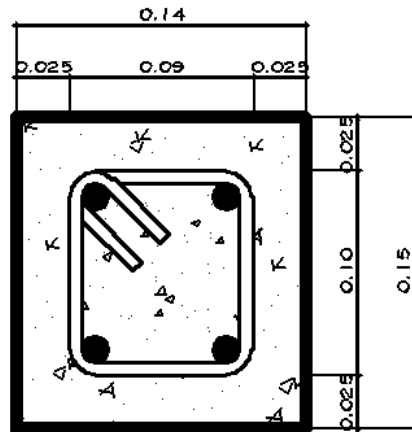
Se utilizará el criterio del FHA, con t<sub>m</sub>= 14 cm (constante en todos los muros).

Figura 32. Detalle refuerzo vertical



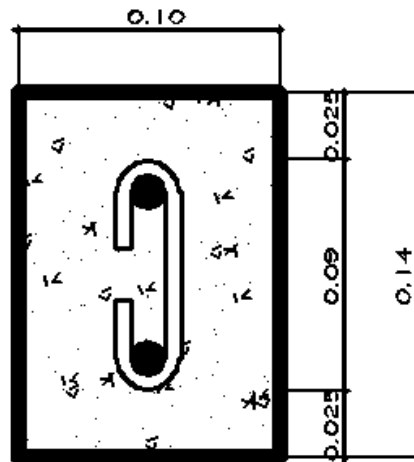
**COLUMNA TIPO A**  
 4 No. 4 CORRIDOS  
 ESTRIBO No. 3 @ 0.15

Continuación de la figura 32.



**COLUMNA TIPO B**

4 No. 4 CORRIDOS  
ESTRIBO No. 3 @ 0.15

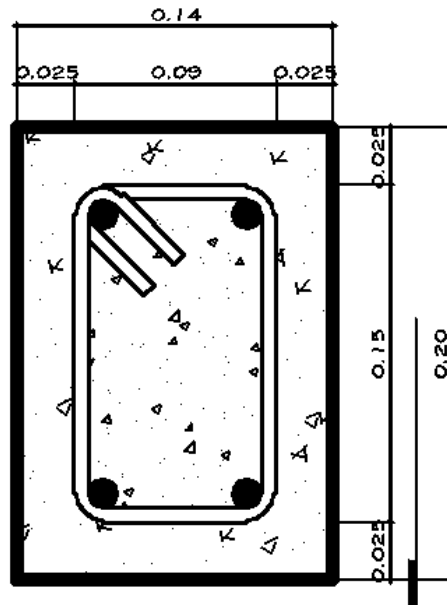


**COLUMNA TIPO C**

2 No. 4 CORRIDOS  
ESLAVONES No. 3 @ 0.15

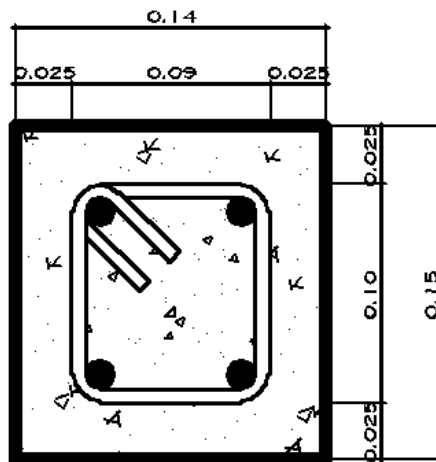
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 33. Detalle de refuerzo horizontal



SOLERA TIPO SH Y SC

4 No. 4 CORRIDOS  
ESTRIBO No. 3 @ 0.15



SOLERA TIPO SI

4 No. 4 CORRIDOS  
ESTRIBO No. 3 @ 0.15

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla XXIV. **Distribución de acero vertical y horizontal**

Muro	Largo (Cm)	Refuerzo Vertical	Refuerzo Horizontal
1	3,630.00	4A+9B+12C	SH+6SI+SC
2	3,630.00	4A+9B+12C	SH+6SI+SC
3	2,730.00	2A+5B+10C	SH+7SI+2SC
4	2,730.00	2A+5B+10C	SH+7SI+2SC

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.13.5. **Diseño de cimentación**

Los muros estarán soportado por un cimiento corrido, que soportará las cargas inducidas, para el diseño de debe verificar la carga admisible del suelo, para asegurar la seguridad ocupacional de las personas que utilizarán el gimnasio polideportivo.

**Valor soporte de diseño:**

$$V_s = 84.11 \text{ Ton}/m^2$$

**Integración de cargas distribuidas en muros:**

**Carga muerta:**

Se encontrará la carga distribuida muerta de cada muro para el diseño de la cimentación.

Calculando carga distribuida en muro 1 y 2:

$$W_{Columnas} = V_{Columnas} * \gamma_C = 3.518 * 2.40 = 8.44 \text{ Ton}$$

$$W_{Soleras} = V_{Soleras} * \gamma_C = 6.607 * 2.40 = 15.85 \text{ Ton}$$

$$W_{Blocks} = \frac{\dot{A}_{Blocks} * 120.00 \text{ Kg}/m^2}{1,000.00} = \frac{194.40 * 120.00}{1,000.00} = 23.33 \text{ Ton}$$

$$W_{Muro 1 Y 2} = \frac{W_{Columnas} + W_{Soleras} + W_{Blocks}}{L_{Muro}}$$

$$W_{Muro 1 Y 2} = \frac{8.44 + 15.85 + 23.33}{36.30} = 1.31 \text{ Ton}/m$$

Calculando carga distribuida en muro 3 y 4:

$$W_{Columnas} = V_{Columnas} * \gamma_C = 3.10 * 2.40 = 7.44 \text{ Ton}$$

$$W_{Soleras} = V_{Soleras} * \gamma_C = 6.306 * 2.40 = 15.14 \text{ Ton}$$

$$W_{Blocks} = \frac{\dot{A}_{Blocks} * 120.00 \text{ Kg}/m^2}{1,000.00} = \frac{166.38 * 120.00}{1,000.00} = 19.97 \text{ Ton}$$

$$W_{Muro 3 Y 4} = \frac{W_{Columnas} + W_{Soleras} + W_{Blocks}}{L_{Muro}}$$

$$W_{Muro 3 Y 4} = \frac{7.44 + 15.14 + 19.97}{27.30} = 1.56 \text{ Ton}/m$$

Se utilizará la carga muerta del muro 3 y 4, para el diseño del cimiento, ya que es la carga más crítica.



### **Carga viva:**

Para la carga viva, se aplica según AGIES una carga viva de 100,00 Kg/m<sup>2</sup>, para fines de este proyecto.

Calculando carga distribuida en muro 1 y 2:

$$W_{Muro\ 1\ Y\ 2} = \frac{100.00 * 36.3}{1,000.00} = 3.63\ Ton/m$$

Calculando carga distribuida en muro 3 y 4:

$$W_{Muro\ 1\ Y\ 2} = \frac{100.00 * 27.30}{1,000.00} = 2.73\ Ton/m$$

Se utilizará la carga viva del muro 1 y 2, para el diseño del cimiento ya que es la carga más crítica.

### **Combinación de cargas:**

$$W_U = 1.40 * W_M + 1.70 * W_v = (1.40 * 1.56) + (1.70 * 3.63) = 8.36\ Ton/m$$

### **Factor de carga última:**

$$F_{CU} = \frac{1.40 * W_M + 1.70 * W_v}{W_M + W_v} = \frac{(1.40 * 1.56) + (1.70 * 3.63)}{1.56 + 3.63} = 1.61$$

### Diseño del cimiento corrido:

Para el proyecto del gimnasio polideportivo se realizarán los siguientes chequeos para el cimiento corrido del muro de mampostería.

Datos:

$$W_U = 8.36 \text{ Ton}/m.$$

$$F'_c = 210.00 \text{ Kg}/\text{Cm}^2.$$

$$F_Y = 2,810.00 \text{ Kg}/\text{Cm}^2.$$

$$V_s = 84.11 \text{ Ton}/m^2 \text{ (Valor soporte del suelo).}$$

$$\gamma_s = 1.50 \text{ Ton}/m^3 \text{ (Peso específico del suelo).}$$

$$\gamma_c = 2.40 \text{ Ton}/m^3 \text{ (Peso específico del concreto).}$$

$$F_{CU} = 1.61 \text{ (Factor de carga ultima).}$$

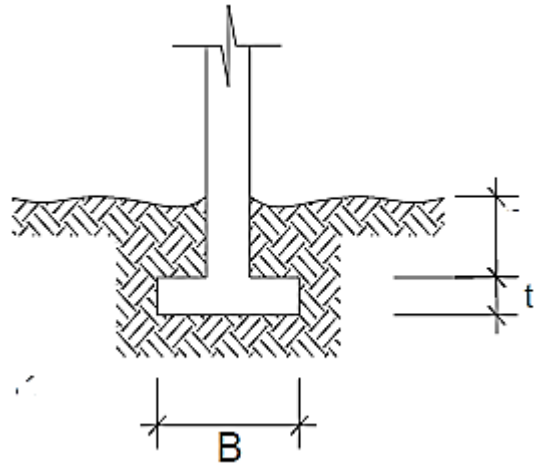
Datos iniciales del cimiento:

$$\text{Ancho de Cimiento} = b = 60.00 \text{ Cm (Propuesto).}$$

$$\text{Longitud de Cimiento} = L = 1.00 \text{ m (Propuesto).}$$

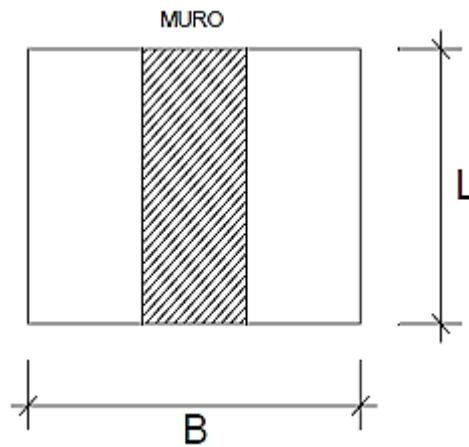
$$\text{Desplante} = 0.80 \text{ m.}$$

Figura 34. **Elevación de cimiento corrido**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 35. **Planta de cimiento corrido**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### Carga de trabajo:

$$W' = \frac{W_U}{F_{CU}} = \frac{8.36}{1.61} = 5.19 \text{ Ton/m}$$

### Cálculo del espesor:

Se asume para el cemento varilla núm.4.

$$t_{Min} = (15.00 + \phi + \text{Recubrimiento}) = (15.00 + 1.27 + 5.00) = 21.27 \text{ Cm}$$

$$t_{Min} \cong 25.00 \text{ Cm}$$

### Chequeo de la presión sobre el suelo:

### Integración de cargas:

$$P_{Suelo} = \text{Desplante} * A_{CC} * \gamma_S = 0.80 * 0.60 * 1.50 = 0.72 \text{ Ton}$$

$$P_{Cimiento} = A_{CC} * t * \gamma_C = 0.60 * 0.25 * 2.40 = 0.36 \text{ Ton}$$

$$W' = 5.19 * 1.00 = 5.19 \text{ Ton}$$

$$P_{Total} = P_{Suelo} + P_{Cimiento} + W' = 6.27 \text{ Ton}$$

### Presión sobre el suelo:

$$q_{Máx} = \frac{P_{Total}}{A_{CC}} = \frac{6.27}{0.60} = 10.45 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_{Máx} < V_s \rightarrow \text{No excede el valor soporte del suelo.}$$

Entonces:

$$q_{Diseño} = q_{Máx} * F_{CU} = 10.45 * 1.61 = 16.82 \text{ Ton/m}^2$$

**Chequeo por corte simple:**

Datos:

$$t = 25.00 \text{ Cm.}$$

Varillas de 1/2".

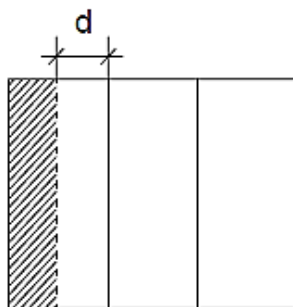
$$\text{Recubrimiento} = 5.00 \text{ Cm.}$$

**Peralte efectivo:**

$$d = t - \text{Recubrimiento} - \frac{\emptyset}{2} = 19.37 \text{ Cm}$$

**Calculando corte actuante ( $V_{Act}$ ):**

Figura 36. Área ashurada corte actuante



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$A_{Ashurada} = 363.00 \text{ Cm}^2$$

Corte Actuante:

$$V_{Act} = A_{Ashurada} * q_{Diseño} * 1.00 = 0.0363 * 16.82 * 1.00 = 0.61 \text{ Ton}$$

**Calculando corte resistente ( $V_R$ ):**

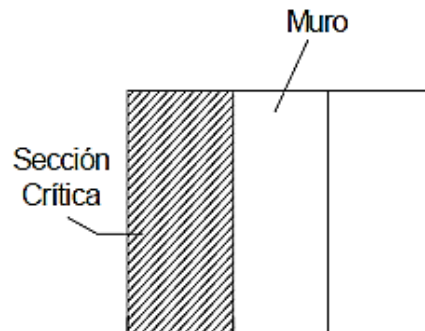
$$V_R = 0.85 * 0.53 * \sqrt{F'c} * B * d$$

$$V_R = \frac{0.85 * 0.53 * \sqrt{210.00} * 100.00 * 19.37}{1000} = 12.65 \text{ Ton}$$

$V_{Act} < V_R \rightarrow$  El espesor  $t$ , propuesto si soporta el corte simple.

**Diseño de refuerzo por flexión:**

Figura 37. **Planta de sección crítica del cimiento**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$M_U = \frac{q_{Diseño} * L_{Vol}^2 * 1.00}{2} = \frac{16.82 * (0.23)^2}{2} = 0.444 \text{ Ton} - m = 444.00 \text{ Kg} - m$$

Datos:

$$M_U = 444.00 \text{ Kg} - m$$

$$B = 100.00 \text{ Cm}$$

$$d = 19.37 \text{ Cm}$$

$$F_y = 2,810.00 \text{ Kg}/\text{Cm}^2$$

$$F'_c = 210.00 \text{ Kg}/\text{Cm}^2$$

Calculando:

$$A_s = 0.85 * \frac{F'_c * B * d}{F_y} - \sqrt{\frac{(0.85 * F'_c * B * d)^2 - \frac{1.7}{0.9} (F'_c * B * M_U)}{F_y^2}}$$
$$A_s = 0.91 \text{ Cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{0.80 * \sqrt{F'_c}}{F_y} * B * d = \frac{0.80 * \sqrt{210.00}}{2,810.00} * 100.00 * 19.37 = 8.00 \text{ Cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{F_y} * B * d = \frac{14.1}{2,810.00} * 100.00 * 19.37 = 9.72 \text{ Cm}^2$$

$$\rho_{bal} = \frac{0.85 * \beta * F'_c \left[ \frac{6120}{6120 + F_y} \right]}{F_y} = \frac{0.85 * 0.85 * 210.00 \left[ \frac{6,120.00}{6,120.00 + 2,810.00} \right]}{2,810.00}$$
$$\rho_{bal} = 0.037004$$

$$\rho_{Max} = 0.50 * \rho_{bal} = 0.50 * 0.037004 = 0.018502$$

$$A_{s_{max}} = \rho_{max} * b * d = 0.018502 * 100.00 * 19.37 = 35.84 \text{ Cm}^2$$

Se reforzará el área de acero mínimo según norma ACI-311.

Calculando número de varillas a utilizar:

Utilizando varilla No.4 (1.29 Cm<sup>2</sup>), se distribuye de la siguiente manera:

$$\text{Cantidad De Varillas} = \frac{9.72}{1.29} = 7.53 \text{ Varillas} \rightarrow 8.00 \text{ No. 4}$$

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100.00 - 0.10}{7.00} = 0.13 \text{ Cm} \rightarrow 0.15 \text{ Cm}$$

Por lo tanto quedará un armado de varilla núm. 4 grado 40 a cada 15 centímetros.

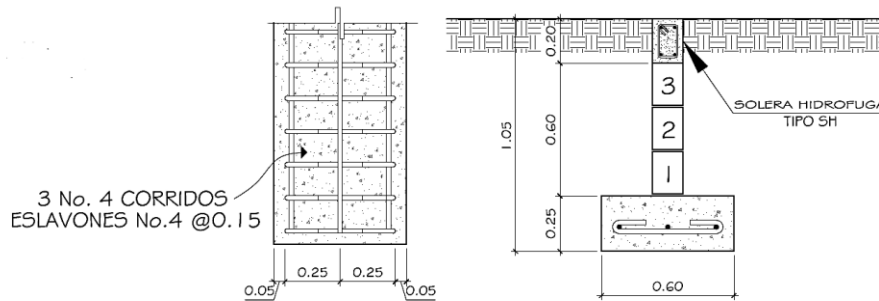
Acero por temperatura:

$$A_{S_{\text{Temperatura}}} = 0.002 * b * t = 0.002 * 60.00 * 25.00 = 3.00 \text{ Cm}^2$$

El área de acero por temperatura la cubren 3 varillas núm. 4 @ 25.00 Cm.



Figura 38. **Detalle de cimiento corrido**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

## 2.2.14. Instalaciones

A continuación se presenta el diseño de las instalaciones hidráulicas, eléctricas e y sanitarias, se detalla el tipo de materiales que se deben de utilizar, según normas establecidas para que se garantice la utilidad.

### 2.2.14.1. Instalaciones hidráulicas

Las instalaciones de agua potable, fría y caliente, precisan de materiales muy resistentes al impacto y a la vibración, entre los cuales se encuentran el PVC y el hierro galvanizado, entre otros.

Para las instalaciones hidráulicas del gimnasio polideportivo se usará PVC ya que es un material de alta calidad, durabilidad y por su facilidad de instalación lo hace ideal para las instalaciones de agua potable.

A pesar de ser muy liviano, el PVC ofrece alta resistencia a la tensión y al impacto. Una de las ventajas mayores del PVC es su alta resistencia a la

corrosión y a los químicos. El PVC no se corroe, lo que elimina la necesidad de mantenimiento y le da larga vida.

#### **2.2.14.1.1. Método de Hunter**

Para el diseño de la red hidráulica se usará el método de Hunter, este es un método probabilístico.

Este método considera aparatos sanitarios de uso intermitente y tiene en cuenta el hecho de que cuanto mayor es su número, la proporción del uso simultáneo de los aparatos disminuye. Para estimar la máxima demanda de agua de un edificio o sección de él, debe tenerse en cuenta si el tipo de servicio que prestarán los aparatos es público o privado.

La demanda máxima se determina calculando el total de unidades de descarga o unidades Hunter en función del número y tipo de artefactos a servir y multiplicándolos por su correspondiente factor de carga o unidad Hunter, estos valores se muestran en la siguiente tabla.

Tabla XXV. **Unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios**

Pieza	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua Caliente
Tina		4.00	3.00	3.00
Lavadero de Ropa		8.00	4.50	4.50
Ducha		4.00	3.00	3.00
Inodoro	Con tanque	5.00	5.00	--
Inodoro	Con válvula semiautomática.	8.00	8.00	--
Lavadero	Cocina, hotel, restaurante.	4.00	3.00	3.00
Lavadero	Repostería	3.00	2.00	2.00
Bebedero	Simple	1.00	1.00	--
Bebedero	Múltiple	1.00	1.00	--
Lavatorio	Corriente	2.00	1.50	1.50
Lavatorio	Múltiple	2.00	1.50	1.50
Botadero		3.00	2.00	2.00
Urinario	Con tanque	3.00	3.00	--
Urinario	Con válvula semiautomática	5.00	5.00	--

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para instalaciones sanitarias en edificios*. p. 189.

Se recomienda aplicar al resultado de demanda máxima probable calculada un factor de corrección de 0,60.

#### Estimación de demanda:

Se tienen los siguientes artefactos sanitarios:

Artefacto	Unidades Hunter	
	Por Artefacto	Total Unidades Hunter
16 Lavamanos	2.00	32.00
22 Inodoros	5.00	110.00
6 Duchas	3.00	18.00
Total		160.00 U.H.

A continuación se muestran los gastos probables para la aplicación del método de Hunter, los datos están dados en litros por segundo.

Tabla XXVI. **Gastos probables para el método Hunter**

U.H.	Gasto		U.H.	Gasto	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
3	0.12	--	40	0.91	1.74
4	0.16	--	42	0.95	1.78
5	0.23	0.91	44	1.00	1.82
6	0.25	0.94	46	1.03	1.84
7	0.28	0.97	48	1.09	1.92
8	0.29	1.00	50	1.13	1.97
9	0.32	1.03	55	1.19	2.04
10	0.34	1.06	60	1.25	2.11
12	0.38	1.12	65	1.31	2.17
14	0.42	1.17	70	1.36	2.23
16	0.46	1.22	75	1.41	2.29
18	0.50	1.27	80	1.45	2.35
20	0.54	1.33	85	1.50	2.40
22	0.58	1.37	90	1.56	2.45
24	0.61	1.42	95	1.62	2.50
26	0.67	1.45	100	1.67	2.55
28	0.71	1.51	110	1.75	2.60
30	0.75	1.55	120	1.83	2.72
32	0.79	1.59	130	1.91	2.80
34	0.82	1.63	140	1.98	2.85
36	0.85	1.67	150	2.03	2.95
38	0.88	1.70	160	2.14	3.04

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para instalaciones sanitarias en edificios*. p. 147.

De la tabla XXIV, se obtiene que la demanda máxima probable es de:

$$DMP = 2.14 * 0.60 = 1.28 \text{ l/s} = 0.001284 \text{ m}^3/\text{s}$$

Según la Dirección Municipal de Planificación, pruebas realizadas en el área dieron como resultado que la velocidad en este sector de la red municipal es de 2 metros por segundo.

Diámetro de la tubería:

$$\text{Área Sección (A)} = \frac{\text{Caudal (Q)}}{\text{Velocidad (V)}} = \frac{0.001284}{2.00} = 0.000642 \text{ m}^2 = 1.00 \text{ Plg}^2$$

Se empleará tubería de 1 ¼", ya que tiene un área de 1,23 Plg<sup>2</sup>.

#### **2.2.14.2. Instalaciones sanitarias**

##### **Tubería aguas negras**

La evacuación de aguas se realiza por medio de un conjunto de tuberías que deberán llenar las condiciones siguientes:

- Evacuar rápidamente las aguas, alejándola de los aparatos sanitarios.
- Impedir el paso del aire, olores y organismos patógenos de las tuberías al interior de los edificios o viviendas.
- Las tuberías deben ser de materiales durables, y deben ser instaladas de manera que no se provoquen alteraciones con los movimientos de los edificios.
- Los materiales de las tuberías deben resistir la acción corrosiva de las aguas que transportan.

Para fines de diseño de las instalaciones sanitarias, es necesario tomar en cuenta el uso que se va a hacer de dichas instalaciones, el cual depende fundamentalmente del tipo de casa o edificio al que se va a prestar servicio, por lo que para diseñar se clasifican las instalaciones sanitarias en tres tipos o clases.

**Primera clase:** esta es de uso privado y se aplica para instalaciones en vivienda, cuartos de baño privado, hoteles o instalaciones similares, destinados a una familia o una persona.

**Segunda clase:** esta es la llamada de uso semipúblico, corresponde a instalaciones en edificios de oficinas, fábricas, o similares, en donde los muebles son usados por un número limitado de personas que ocupan la edificación.

**Tercera clase:** a esta clase corresponden las instalaciones de uso público, donde no existe límite en el número de personas ni en el uso, tal es el caso de los baños públicos, sitios de espectáculos y similares.

El diámetro de las redes está en función del diámetro de descarga de cada aparato sanitario, y de la descarga acumulada del grupo de artefactos conectados al ramal, tomando en cuenta que cualquier ramal debe ser mayor o igual al diámetro del sifón al que esté conectado.

La pendiente mínima para los ramales de descarga debe ser del 2 por ciento para diámetros menores o iguales a 3 pulgadas y para diámetros mayores del 1 por ciento.

### **Tubería agua pluvial**

Se proponen catorce bajadas de agua pluvial para drenar el techo del edificio y el diámetro de cada una de ellas se calcula de la siguiente manera:

Por ser una superficie impermeable de techos se estimará una C (Relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área) de 1, debido a que se quiere 0 por ciento de infiltración.

$$I = 145.00 \text{ mm/hora}$$

El área a drenar por cada bajada es de 142,00 metros cuadrados que es equivalente a 0,0142 hectáreas.

$$Q = \frac{CIA}{360} = \frac{1.00 * 145.00 * 0.0142}{360.00} (1,000.00) = 5.72 \text{ l/s}$$

Como se utilizará tubería de PVC se estima un coeficiente de rugosidad n,  $n = 0.009$ . Se estimará una pendiente de 1 por ciento, quedando:

$$\begin{aligned} \phi &= \left( \frac{4^{5/3} * Q * n}{\pi * S^{1/2}} \right)^{3/8} = \left( \frac{4.00^{5/3} * 0.00572 * 0.009}{\pi * (0.01)^{1/2}} \right)^{3/8} = 0.0905 \text{ m} \\ \phi &= 9.05 \text{ Cm} = 3.56 \text{ Pulgadas} \end{aligned}$$

Por lo tanto se utilizará tubería de 4,00 pulgadas de diámetro.

### 2.2.14.3. Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas son esenciales en las edificaciones, se dividen en iluminación y fuerza, a continuación se detallaran la distribución de los circuitos a utilizar.

### 2.2.14.3.1. Iluminación

Las actividades deportivas y recreativas requieren de un determinado nivel de iluminación en todas las áreas del espacio, el cual se analiza en función de la intensidad, brillo y distribución de la luz. Estos factores sirven de guía para el diseño de ventanas y de la cantidad de lámparas. Se distribuyeron 5 circuitos de iluminación, esto se distribuirá con 6 lámparas industriales de 220 voltios para la iluminación de la cancha y lámparas fluorescentes de neón de 40 watts cada candela.

- La potencia unitaria de cada lámpara de neón es de 40 watts
- La potencia unitaria de cada lámpara de neón es de 400 watts

$$\text{Amperaje} = A = \frac{\text{Watts}}{\text{Voltaje}}$$

Se distribuyen en dos líneas las cuales estarán identificadas con L1 y L2, esto se hace para que la distribución en el tablero de alimentación este balanceado.

Cabe mencionar que la diferencia de amperios entre las líneas 1 y 2, no deber sobrepasar a las 10 unidades, esto se logra al observar cuando ya se tenga la distribución de los circuitos de fuerza.

La potencia se divide dentro de 120 voltios o 240 voltios, según sea el caso.



### 2.2.14.3.2. Fuerza

Cada tomacorriente se asumió con un consumo de 180 watts ya que no se tiene la certeza de lo que será conectado exactamente en el tomacorriente. Al igual que en los circuitos de iluminación se tiene como margen de seguridad un máximo de 10 tomacorrientes por circuito de 20 amperios.

Tabla XXVII. Circuitos de iluminación y fuerza en gimnasio polideportivo

CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA UNITARIA	UNIDADES	POTENCIA TOTAL	TOTAL WATTS CIRCUITO	VOLTAJE (VOLTIOS)	LINEA 1 (AMPERIOS)	LINEA 2 (AMPERIOS)	CONDUCTOR	FLIP-ON
A	ILUMINACIÓN	400.00	6.00	2,400.00	2,400.00	240.00	10.00	--	#12	1X20
B	ILUMINACIÓN	80.00	5.00	400.00	400.00	120.00	3.33	--	#12	1X20
C	ILUMINACIÓN	80.00	5.00	400.00	400.00	120.00	--	3.33	#12	1X20
D	ILUMINACIÓN	80.00	6.00	480.00	480.00	120.00	--	4.00	#12	1X20
E	ILUMINACIÓN	80.00	6.00	480.00	480.00	120.00	--	4.00	#12	1X20
F	FUERZA	180.00	6.00	1,080.00	1,080.00	120.00	9.00	--	#12	1X20
G	FUERZA	180.00	6.00	1,080.00	1,080.00	120.00	9.00	--	#12	1X20
H	FUERZA	180.00	6.00	1,080.00	1,080.00	120.00	--	9.00	#12	1X20
I	FUERZA	180.00	8.00	1,440.00	1,440.00	120.00	--	12.00	#12	1X20

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.15. Cronograma

Se presenta el cronograma para el gimnasio polideportivo de la aldea La Providencia, Cuilapa, Santa Rosa, todo esto para tener un control de los renglones de trabajo que se trabajarán.

Tabla XXVIII. **Cronograma gimnasio polideportivo aldea La Providencia, Cuilapa, Santa Rosa**

CRONOGRAMA GIMNASIO POLIDEPORTIVO, ALDEA LA PROVIDENCIA, CUILAPA, SANTA ROSA.		MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				
NO.	RENLÓN	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>																					
1.1	BODEGA	■																				
1.2	LIMPIEZA Y CHAPEO		■																			
1.3	TRAZO Y ESTAQUEADO			■																		
<b>2</b>	<b>CIMENTOS</b>																					
2.1	CIMIENTO CORRIDO		■	■	■																	
2.2	ZAPATA			■	■																	
<b>3</b>	<b>MUROS</b>																					
3.1	LEVANTADO DE MURO					■	■	■	■													
<b>4</b>	<b>COLUMNAS</b>																					
4.1	COLUMNA TIPO T									■	■	■	■									
4.2	COLUMNA TIPO A									■	■	■	■									
4.3	COLUMNA TIPO B									■	■	■	■									
4.4	COLUMNA TIPO C									■	■	■	■									
<b>5</b>	<b>SOLERAS</b>																					
5.1	SOLERA HIDROFUGA									■	■	■	■									
5.2	SOLERA INTERMEDIA									■	■	■	■									
5.3	SOLERA DE CORONA									■	■	■	■									
<b>6</b>	<b>TECHO</b>																					
6.1	INSTALACION TECHO									■	■	■	■									
<b>7</b>	<b>GRADERIO</b>																					
7.1	GRADERIO					■	■	■	■													
<b>8</b>	<b>MARCO METALICO</b>																					
8.1	INSTALACION MARCO					■	■	■	■	■	■	■	■									
<b>9</b>	<b>ACABADOS</b>																					
9.1	PUERTAS													■	■	■	■					
9.2	VENTANAS													■	■	■	■					
9.3	PISO DE CONCRETO													■	■	■	■					
<b>10</b>	<b>INSTALACIONES</b>																					
10.1	HIDRAULICA															■	■					
10.2	SANITARIA															■	■					
10.3	ILUMINACION																■	■				
10.4	FUERZA																	■	■			
<b>11</b>	<b>LIMPIEZA FINAL</b>																					
11.1	LIMPIEZA FINAL																				■	■

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.16. Presupuesto

A continuación se presenta el presupuesto del proyecto, se tienen los renglones de trabajo, la unidad de medida, la cantidad que se debe de trabajar, el precio unitario y costo del renglón de trabajo.

Tabla XXIX. Presupuesto gimnasio polideportivo, aldea La Providencia,  
Cuilapa, Santa Rosa



MUNICIPALIDAD DE CUILAPA  
CENTRO DE LAS AMERICAS  
CABECERA DEL DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA  
ADMINISTRACION 2012-2016  
UNA NUEVA VISION  
PRESUPUESTO GENERAL  
PROYECTO: GIMNASIO POLIDEPORTIVO  
ALDEA LA PROVIDENCIA, CUILAPA, SANTA ROSA.



NO.	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUB-TOTAL	% DE INCIDENCIA
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
1.1	BODEGA	1.00	GLOBAL	Q 4,000.00	Q 4,000.00	0.23%
1.2	LIMPIEZA Y CHAPEO	1,223.75	M2	Q 16.00	Q 19,580.00	1.12%
1.3	TRAZO Y ESTAQUEADO	216.00	ML	Q 36.00	Q 7,776.00	0.45%
<b>2</b>	<b>CIMIENTOS</b>					
2.1	CIMIENTO CORRIDO	216.00	ML	Q 300.00	Q 64,800.00	3.72%
2.2	ZAPATA	14.00	UNIDAD	Q 3,200.00	Q 44,800.00	2.57%
<b>3</b>	<b>MUROS</b>					
3.1	LEVANTADO DE MURO	1,430.00	M2	Q 120.00	Q 171,600.00	9.85%
<b>4</b>	<b>COLUMNAS</b>					
4.1	COLUMNA TIPO T	14.00	UNIDAD	Q 3,200.00	Q 44,800.00	2.57%
4.2	COLUMNA TIPO A	8.00	UNIDAD	Q 2,114.00	Q 16,912.00	0.97%
4.3	COLUMNA TIPO B	64.00	UNIDAD	Q 1,982.00	Q 126,848.00	7.28%
4.4	COLUMNA TIPO C	76.00	UNIDAD	Q 1,875.00	Q 142,500.00	8.18%
<b>5</b>	<b>SOLERAS</b>					
5.1	SOLERA HIDROFUGA	216.00	ML	Q 240.00	Q 51,840.00	2.98%
5.2	SOLERA INTERMEDIA	1,082.00	ML	Q 225.00	Q 243,450.00	13.98%
5.3	SOLERA DE CORONA	216.00	ML	Q 240.00	Q 51,840.00	2.98%
<b>6</b>	<b>TECHO</b>					
6.1	INSTALACION TECHO	1,109.00	M2	Q 255.00	Q 282,795.00	16.23%
<b>7</b>	<b>GRADERIO</b>					
7.1	GRADERIO	180.00	M2	Q 350.00	Q 63,000.00	3.62%
<b>8</b>	<b>MARCO METALICO</b>					
8.1	INSTALACION MARCO	7.00	UNIDAD	Q20,000.00	Q 140,000.00	8.04%
<b>9</b>	<b>ACABADOS</b>					
9.1	PUERTAS	1.00	GLOBAL	Q 240.00	Q 240.00	0.01%
9.2	VENTANAS	1.00	GLOBAL	Q 225.00	Q 225.00	0.01%
9.3	PISO DE CONCRETO	972.00	M2	Q 240.00	Q 233,280.00	13.39%
<b>10</b>	<b>INSTALACIONES</b>					
10.1	HIDRAULICA	1.00	GLOBAL	Q 4,000.00	Q 4,000.00	0.23%
10.2	SANITARIA	1.00	GLOBAL	Q 6,500.00	Q 6,500.00	0.37%
10.3	ILUMINACION	1.00	GLOBAL	Q 8,000.00	Q 8,000.00	0.46%
10.4	FUERZA	1.00	GLOBAL	Q 3,500.00	Q 3,500.00	0.20%
<b>11</b>	<b>LIMPIEZA FINAL</b>					
11.1	LIMPIEZA FINAL	972.00	M2	Q 10.00	Q 9,720.00	0.56%
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q1,742,006.00</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia.

## 2.2.17. Evaluación de impacto ambiental.

En todo proyecto de construcción es importante realizar una evaluación del impacto ambiental que la construcción pueda tener, de esta forma se puede definir la mejor forma de preservar y proteger los recursos naturales. El objetivo es identificar y mitigar de la mejor forma posible los impactos que el proyecto producirá en el medio ambiente. El estudio de impacto ambiental verifica 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.

Tabla XXX. **Matriz modificada de Leopold, gimnasio polideportivo, aldea La Providencia, Cuilapa, Santa Rosa**

ELEMENTOS AMBIENTALES	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN			ETAPA DE FUNCIONAMIENTO		
	A	B	N	A	B	N
I. MEDIO AMBIENTE						
1. Tierras						
a. Topografía			*			*
b. Suelo	-			-		
c. Erosión y Sedimentación	-			-		
2. Micro-Clima			*			*
3. Aguas						
a. Ríos			*			*
b. Agua Subterránea	-			-		
c. Calidad del Agua			*			*
4. Ecosistema						
a. Flora						
* Vegetación Natural	-			-		
* Cultivos	-			-		
b. Fauna						
* Mamíferos y Aves			*			*
* Peces Y Organismos Acuáticos			*			*
c. Biodiversidad						
* Peligro de Extinción			*			*
* Especies Migratorias			*			*
5. Desastres Naturales			*			*
II. MEDIO DE AMBIENTE SOCIO-ECONÓMICO						
1. Población						
a. Población en peligro			*			*
b. Re-asentamiento			*			*
c. Población migratoria			*			*
2. Uso de la Tierra	-			-		
3. Uso del Agua			*			*

Continuación de la tabla XXX.

4. Actividades Productivas						
a. Agricultura			*			*
b. Pecuaria			*			*
c. Pesca			*			*
d. Agro-Industria			*			*
e. Mercado y Comercio		+			+	
5. Empleo		+			+	
6. Aspectos Culturales			*		+	
7. Historia y Arqueología			*			*
8. Turismo			*			*
III. PROBLEMAS AMBIENTALES						
1. Contaminación del Aire			*	-		
2. Contaminación del Agua			*	--		
3. Contaminación del Suelo	-					*
4. Ruido	-					*
5. Hundimiento del Suelo			*			*
6. Mal Olor			*	--		

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.17.1. Medidas de mitigación

El propósito de las medidas de mitigación es la reducción de los riesgos y amenazas, es decir, la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes. Para minimizar los efectos ocasionados en la construcción del presente proyecto, se deben tomar las precauciones siguientes:

Se deberá realizar una reforestación en las áreas aledañas a las edificaciones a construir, así como también se debe controlar las actividades de limpieza, chapeo y tala de árboles sólo en las áreas que sean estrictamente necesarias.

Trasladar el material de desperdicio en el menor tiempo posible al botadero seleccionado.

Cerrar un perímetro pertinente para que en el momento de la construcción este aislado y no cause molestias con la población.

Uso de agua para minimizar la generación de polvo.

Para evitar el desperdicio o derrame de concreto en el área del proyecto, se deben preparar solamente las cantidades requeridas para las labores a realizar.

Para evitar el daño al ambiente a causa de gases, humo y monóxido de carbono, se utilizará maquinaria en buen estado, para minimizar la contaminación.



## CONCLUSIONES

1. Con la construcción del proyecto de una red de alcantarillado sanitario se beneficiarán directamente la comunidad de la aldea Laguna Seca, con lo cual se reducirá el índice de enfermedades gastrointestinales y la desaparición de lo que podrían ser focos de contaminación.
2. El diseño de la red de alcantarillado sanitario requiere de un estudio detallado con las características del lugar y los pobladores, la red de alcantarillado sanitario para la aldea Laguna Seca está diseñada para un periodo de 31 años, con una tasa de crecimiento de 2,60 %.
3. Con la utilización de tubería de cloruro de polivinilo (P.V.C.) norma ASTM F949, se obtienen muchas ventajas, en cuanto a la eficiencia de los sistemas de drenaje por tener un coeficiente de rugosidad altamente bajo, y en cuanto a la vida útil del material.
4. El proyecto tendrá costo de Q 1 007,00 el metro lineal, ya que el lugar donde se llevará a cabo el proyecto es una aldea con fácil acceso, el monto del proyecto está entre el rango de precio que manejan la municipalidad el cual ronda entre un intervalo de Q 850,00 a Q 1 250,00.
5. La selección de estructura metálica para el gimnasio polideportivo, fue hecha en base a comparaciones con otros materiales comunes en la construcción, tales como: madera, y concreto. Presentándose el acero, con las mejores características, tanto en durabilidad como en economía, en comparación con los otros dos materiales.



6. El diseño del gimnasio polideportivo llena los requisitos y especificaciones de diseño estructural de las normas: ACI, AISC y AGIES. Habiendo tomado en cuenta características que satisfacen las necesidades de confort ambiental, tales como incidencia solar en la cubierta, altura de piso a techo, soleamiento y ventilación, etc.
7. El proyecto tendrá un costo de Q 1 425,55 el metro cuadrado de construcción, el cual se encuentra entre el intervalo de cotización de la municipalidad el cual ronda entre Q 1 200,00 a Q 1 800,00 el metro cuadrado, valor que no simboliza el desarrollo de la comunidad con la construcción del mismo.
8. Los proyectos garantizan calidad en su funcionamiento, puesto que para la elaboración de los mismos se han respetado de forma muy cautelosa las normas y parámetros de diseño nacionales e internacionales vigentes actualmente en el país de Guatemala.
9. El estudio de impacto ambiental indica que la realización de los proyectos traerá consecuencias solamente durante la fase de construcción y únicamente algunas pequeñas alteraciones por el ruido de la maquinaria, por lo cual serán momentáneas y superficiales.

## RECOMENDACIONES

A la municipalidad de Cuilapa, departamento de Santa Rosa:

1. Se recomienda con el objeto de reducir el tiempo de ejecución del proyecto y utilizar menos recurso humano, como mano de obra no calificada, se opte por la utilización de una retroexcavadora para la apertura de zanjas y en lo posible el relleno de las mismas.
2. Mantener un plan de limpieza con los pobladores en el momento que la red de alcantarillado sanitario lo necesite, dándole la limpieza necesaria y sacando los desechos que esta posea, para evitar que este llegue a taparse o, en el peor de los casos, colapse.
3. Planificar las plantas de tratamientos de aguas residuales para el proyecto de alcantarillado sanitario, con el fin de reducir los índices derivados de las aguas servidas que se vierten a un cuerpo receptor.
4. Con la finalidad que no varíen los parámetros de diseño, se deberá tener mucho control con las pendientes de la tubería y las cotas invert en el momento de ejecutar el proyecto. Por lo mismo se sugiere que se integre al personal de construcción una cuadrilla de topografía.
5. Dar asesoría al Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), en los trámites de legalización del terreno donde se situara el gimnasio polideportivo.

6. Respetar las dimensiones de los elementos presentados en los planos constructivos adjuntos al informe, especificaciones técnicas a la hora de la ejecución de los proyectos.
  
7. Proveer de personal capacitado, para la supervisión de la ejecución de los proyectos, para evitar errores y poner en riesgo la integridad de las personas que laborarán en dicha obra.

## BIBLIOGRAFÍA

1. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario ACI 318SR-05*. USA: ACI, 2005. 495 p.
2. AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION. *Manual of Steel Construction. Allowable Stress Design*. Volume I. 2 ed. Chicago, USA: AISC, 1992. 1993 p.
3. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2010. 75 p.
4. COLECCIÓN TECNICA DE BIBLIOTECAS PROFESIONALES. *Agua Tomo 1*, 1Era Edición. Barcelona: Grupo Editorial Océano. 40 p.
5. COTÍ, Iván Alejandro. *Diseño de salón de usos múltiples, área recreativa y deportes, y pavimentos del acceso principal para la colonia el Maestro, Quetzaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1997. 122 p.
6. CRESPO Villalaz, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*, 5ª ed. México: Limusa editores, 2006. 650 pp.

7. INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL (INFOM). *Normas generales para diseño de Alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001.
8. INSTITUTO MEXICANO DE LA CONSTRUCCIÓN EN ACERO, A.C. *Manual de Construcción en Acero*, 4Ta Edición. México: EDITORIAL LIMUSA, S.A., 1995. 62 p.
9. MC CORMAC, Yac. *Diseño de estructuras metálicas*, 4ª ed. México: Editorial Alfa y Omega, 1994. 779 pp.
10. METCALF Y EDDY. *Ingeniería de Aguas Residuales*, 2Da Edición. España: Editorial McGraw-Hill/InterAmericana de España, S.A.U. 1995. 85 p.
11. NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*, 12ª ed. Colombia: 2006. 280 p.

## APÉNDICES

Planos constructivos de:

**DISEÑO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA ALDEA LAGUNA SECA  
Y UN GIMNASIO POLIDEPORTIVO EN LA ALDEA LA PROVIDENCIA, CUILAPA, SANTA  
ROSA**

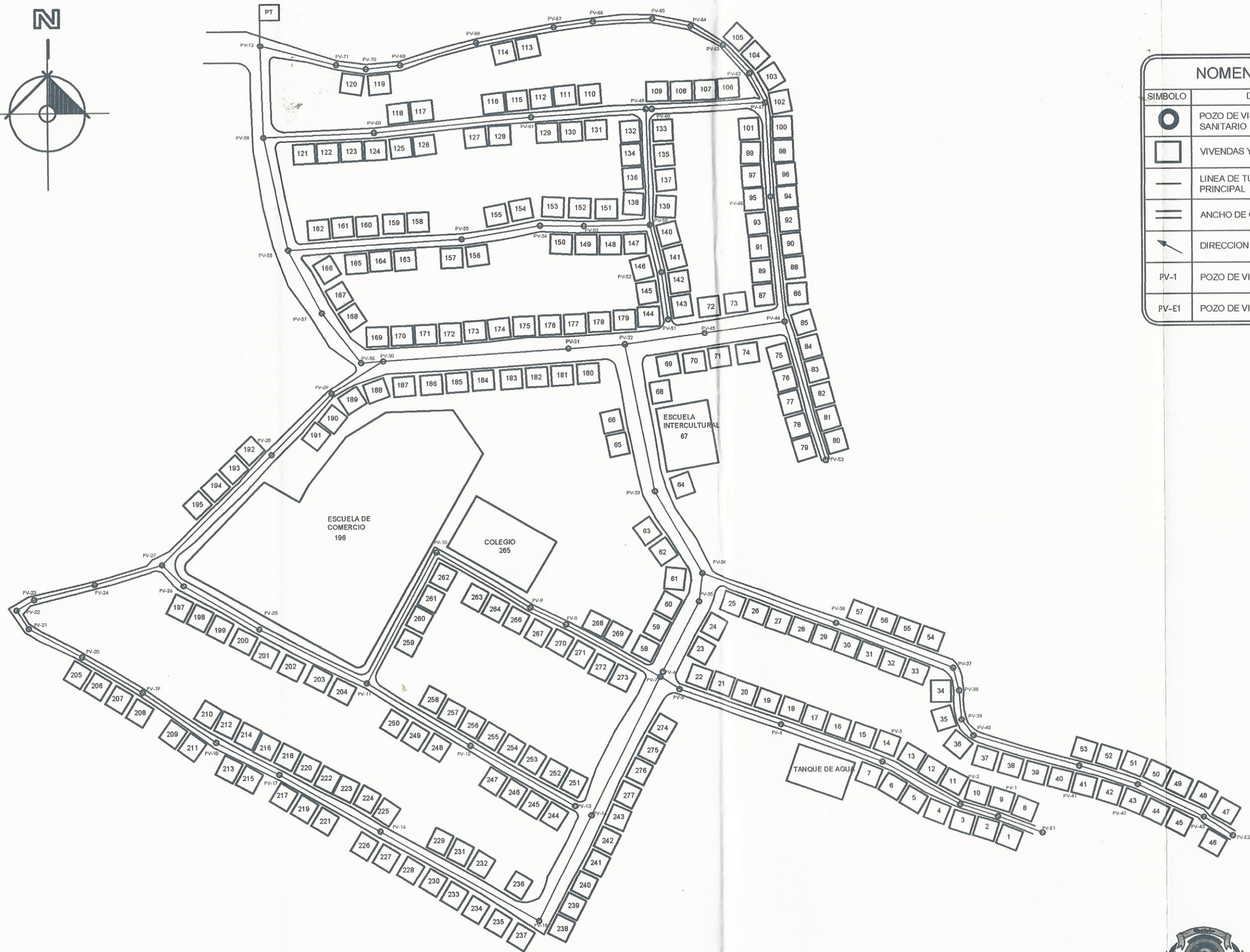
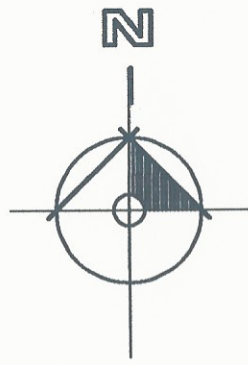
**Nota:** La escala indicada en los planos son originales para un formato A-1, por lo que los dibujos dentro de los planos, no corresponden a la escala indicada. Se han tenido que reducir para poder incorporarlos en el presente trabajo de graduación.





DE	PV	COTAS DEL TERRENO		DISTANCIA HORIZONTAL DH (m)	PENDIENTE DEL TERRENO S (%)	No. DE CASAS		HABITANTES		FACT. HARMOND		CAUDAL DOMICILIAR		CAUDAL CONEXIONES		CAUDAL SANITARIO (L/S)		FQM	Qd (L/s)		DIAM. (pulg)	S (%)	SECC. LLENA		RELACION q/Q		RELACION v/V		RELACION d/D		VERIFICAR d/D		v (m/s)		VERIFICAR VELOCIDAD		COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXCAVACION N (m³)	
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.		ACT.	FUT.			ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	VEL (m/s)	Q (L/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.			INICIO
E1	1	937.28	932.78	24.10	19.0%	2	2	12	26	4.407	4.364	0.035	0.077	-	0.004	0.008	0.039	0.085	0.0033	0.173	0.371	6	19.00%	5.484	100.036	0.0017	0.0037	0.1839	0.2364	0.03	0.044	Revisar	Revisar	1.01	1.30	Correcto	Correcto	936.63	931.05	1.65	1.73	0.70	28.510
1	2	932.78	931.12	20.11	8.0%	4	6	36	78	4.341	4.272	0.106	0.23	-	0.011	0.023	0.117	0.253	0.0032	0.507	1.081	6	8.00%	3.558	64.903	0.0078	0.0167	0.2954	0.3725	0.062	0.089	Revisar	Revisar	1.05	1.33	Correcto	Correcto	931.02	929.41	1.76	1.71	0.70	24.425
2	3	931.12	930.48	45.20	1.0%	6	12	72	156	4.28	4.185	0.213	0.46	-	0.021	0.046	0.234	0.506	0.0032	1	2.118	6	2.00%	1.779	32.452	0.0308	0.0653	0.45	0.5638	0.12	0.173	Correcto	Correcto	0.80	1.00	Correcto	Correcto	929.38	928.48	1.74	2.00	1.00	84.520
3	4	930.48	928.45	54.81	4.0%	6	18	108	233	4.234	4.123	0.319	0.688	-	0.032	0.069	0.351	0.757	0.0032	1.486	3.121	6	4.00%	2.516	45.896	0.0324	0.088	0.457	0.5897	0.123	0.176	Correcto	Correcto	1.15	1.43	Correcto	Correcto	928.45	926.26	2.03	2.19	1.00	115.847
4	5	928.45	925.70	55.25	5.0%	4	22	132	285	4.209	4.088	0.39	0.841	-	0.039	0.084	0.429	0.925	0.0032	1.803	3.781	6	5.00%	2.813	51.313	0.0351	0.0737	0.4685	0.5832	0.128	0.183	Correcto	Correcto	1.32	1.64	Correcto	Correcto	926.23	923.47	2.22	2.23	1.00	122.938
5	7	925.70	924.82	11.67	8.0%	0	22	132	285	4.209	4.088	0.39	0.841	-	0.039	0.084	0.429	0.925	0.0032	1.803	3.781	6	8.00%	3.558	64.903	0.0278	0.0583	0.4357	0.5438	0.114	0.163	Correcto	Correcto	1.55	1.93	Correcto	Correcto	923.44	922.51	2.26	2.31	1.00	26.664
15	14	927.30	926.13	59.98	2.0%	5	5	30	65	4.355	4.29	0.089	0.192	-	0.009	0.019	0.098	0.211	0.0032	0.424	0.905	6	3.50%	2.354	42.94	0.0099	0.0211	0.3194	0.4012	0.07	0.1	Revisar	Revisar	0.75	0.94	Correcto	Correcto	926.13	924.03	1.17	2.10	1.00	98.059
14	7	926.13	924.82	78.83	2.0%	5	10	60	130	4.298	4.211	0.177	0.384	-	0.018	0.038	0.195	0.422	0.0032	0.837	1.777	6	2.00%	1.779	32.452	0.0258	0.0548	0.426	0.5335	0.11	0.158	Correcto	Correcto	0.76	0.95	Correcto	Correcto	924	922.42	2.13	2.40	1.00	178.541
7	8	924.82	921.72	54.85	6.0%	6	38	228	492	4.127	3.978	0.673	1.452	-	0.067	0.145	0.74	1.597	0.0032	3.054	6.353	6	6.00%	3.082	56.22	0.0543	0.113	0.5335	0.661	0.158	0.226	Correcto	Correcto	1.64	2.04	Correcto	Correcto	922.39	919.09	2.43	2.63	1.00	139.024
8	9	921.72	920.41	20.12	7.0%	2	40	240	518	4.118	3.966	0.708	1.529	-	0.071	0.153	0.779	1.682	0.0032	3.209	6.671	6	7.00%	3.328	60.708	0.0529	0.1099	0.5294	0.6558	0.156	0.223	Correcto	Correcto	1.76	2.18	Correcto	Correcto	919.06	917.65	2.66	2.76	1.00	54.512
9	10	920.41	914.70	55.60	10.0%	4	44	264	570	4.102	3.944	0.779	1.682	0.01	0.078	0.168	0.867	1.86	0.0033	3.534	7.336	6	10.00%	3.978	72.565	0.0487	0.1011	0.5168	0.6402	0.15	0.214	Correcto	Correcto	2.06	2.56	Correcto	Correcto	917.62	912.06	2.79	2.64	1.00	150.957
10	11	914.70	911.26	75.80	5.0%	4	48	288	622	4.086	3.924	0.85	1.836	-	0.085	0.184	0.935	2.02	0.0032	3.822	7.926	6	5.00%	2.813	51.313	0.0745	0.1545	0.5852	0.7243	0.184	0.285	Correcto	Correcto	1.65	2.04	Correcto	Correcto	912.03	908.25	2.67	3.01	1.00	214.707
15	16	927.30	924.41	93.02	3.0%	11	11	66	143	4.289	4.198	0.195	0.422	-	0.02	0.042	0.215	0.464	0.0032	0.819	1.948	6	3.00%	2.179	39.748	0.0231	0.049	0.4112	0.5168	0.104	0.15	Correcto	Correcto	0.90	1.13	Correcto	Correcto	926.13	923.34	1.17	1.07	0.70	72.925
16	17	924.41	917.58	59.18	12.0%	9	20	120	259	4.221	4.105	0.354	0.764	-	0.035	0.076	0.389	0.84	0.0032	1.643	3.448	6	12.00%	4.358	79.496	0.0207	0.0434	0.3988	0.4975	0.099	0.141	Revisar	Revisar	1.74	2.17	Correcto	Correcto	923.31	916.21	1.10	1.37	0.70	51.159
17	18	917.58	915.93	36.12	5.0%	5	25	150	324	4.191	4.064	0.443	0.956	-	0.044	0.096	0.487	1.052	0.0032	2.041	4.275	6	5.00%	2.813	51.313	0.0398	0.0833	0.4865	0.6059	0.136	0.195	Correcto	Correcto	1.37	1.70	Correcto	Correcto	916.18	914.37	1.40	1.56	0.70	37.458
18	19	915.93	915.73	45.37	0.00%	5	30	180	389	4.164	4.028	0.531	1.148	-	0.053	0.115	0.584	1.263	0.0032	2.434	5.087	6	1.00%	1.258	22.948	0.1061	0.2217	0.649	0.8025	0.219	0.319	Correcto	Correcto	0.82	1.01	Correcto	Correcto	914.34	913.89	1.59	1.84	1.00	77.883
19	20	915.73	915.59	35.78	0.00%	3	33	198	428	4.15	4.008	0.584	1.263	-	0.058	0.126	0.642	1.389	0.0032	2.667	5.567	6	1.00%	1.258	22.948	0.1162	0.2426	0.6679	0.8237	0.23	0.335	Correcto	Correcto	0.84	1.04	Correcto	Correcto	913.86	913.01	1.87	2.09	1.00	70.946
20	21	915.59	913.01	30.80	8.0%	0	33	198	428	4.15	4.008	0.584	1.263	-	0.058	0.126	0.642	1.389	0.0032	2.667	5.567	6	8.00%	3.558	64.903	0.0411	0.0858	0.4909	0.6096	0.138	0.197	Correcto	Correcto	1.75	2.17	Correcto	Correcto	913.47	911.01	2.12	2.00	1.00	63.444
21	22	913.01	911.48	11.35	13.0%	0	33	198	428	4.15	4.008	0.584	1.263	-	0.058	0.126	0.642	1.389	0.0032	2.667	5.567	6	13.00%	4.536	82.743	0.0322	0.0673	0.457	0.5677	0.123	0.175	Correcto	Correcto	2.07	2.58	Correcto	Correcto	910.98	909.5	2.03	1.98	1.00	22.759
22	23	911.48	909.48	10.41	19.0%	0	33	198	428	4.15	4.008	0.584	1.263	-	0.058	0.126	0.642	1.389	0.0032	2.667	5.567	6	15.00%	4.872	88.872	0.03	0.0626	0.4463	0.5559	0.118	0.169	Correcto	Correcto	2.17	2.71	Correcto	Correcto	909.47	907.91	2.01	1.57	1.00	18.634
23	24	909.48	904.30	31.76	16.0%	0	33	198	428	4.15	4.008	0.584	1.263	-	0.058	0.126	0.642	1.389	0.0032	2.667	5.567	6	16.00%	5.032	91.791	0.0291	0.0606	0.4429	0.5518	0.117	0.167	Correcto	Correcto	2.23	2.78	Correcto	Correcto	907.98	902.8	1.60	1.50	1.00	49.228
24	27	904.30	900.38	35.70	11.0%	0	33	198	428	4.15	4.008	0.584	1.263	-	0.058	0.126	0.642	1.389	0.0032	2.667	5.567	6	11.00%	4.172	76.103	0.035	0.0732	0.4685	0.5832	0.128	0.183	Correcto	Correcto	1.95	2.43	Correcto	Correcto	902.77	898.84	1.53	1.54	1.00	54.795
13	12	924.91	919.02	61.58	10.0%	9	9	54	117	4.308	4.224	0.159	0.345	-	0.016	0.035	0.175	0.38	0.0032	0.756	1.605	6	10.00%	3.978	72.565	0.0104	0.0221	0.3223	0.4062	0.071	0.102	Revisar	Revisar	1.28	1.62	Correcto	Correcto	923.74	917.58	1.17	1.44	0.70	56.253
12	11	919.02	911.26	61.65	13.0%	6	15	90	194	4.256	4.153	0.266	0.573	-	0.027	0.057	0.293	0.63	0.0032	1.244	2.616	6	12.00%	4.358	79.496	0.0158	0.0329	0.3672	0.4583	0.087	0.124	Revisar	Revisar	1.60	2.00	Correcto	Correcto	917.55	910.15	1.47	1.11	0.70	55.671
11	25	911.26	906.87	61.40	7.0%	4	67	402	868	4.021	3.839	1.186	2.562	-	0.119	0.256	1.305	2.818	0.0032	5.248	10.818	6	7.00%	3.328	60.708	0.0884	0.1782	0.6114	0.7544	0.198	0.285	Correcto	Correcto	2.03	2.51	Correcto	Correcto	908.22	903.92	3.04	2.95	1.00	183.896
25	26	906.87	901.61	44.42	12.0%	4	71	426	920	4.009	3.823	1.257	2.715	-	0.126	0.272	1.383	2.987	0.0032	5.545	11.419	6	8.00%	3.558	64.903	0.0854	0.1759	0.6096	0.7515	0.19													





NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	VIVIENDAS Y/O COLEGIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE



# PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDAS

ESC: 1/1000



**Municipalidad de Cuilapa**

Proyecto: UBICACION Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA COLONIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA.

PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDAS

Ubicación: COLONIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA.

Escala: 1/1000

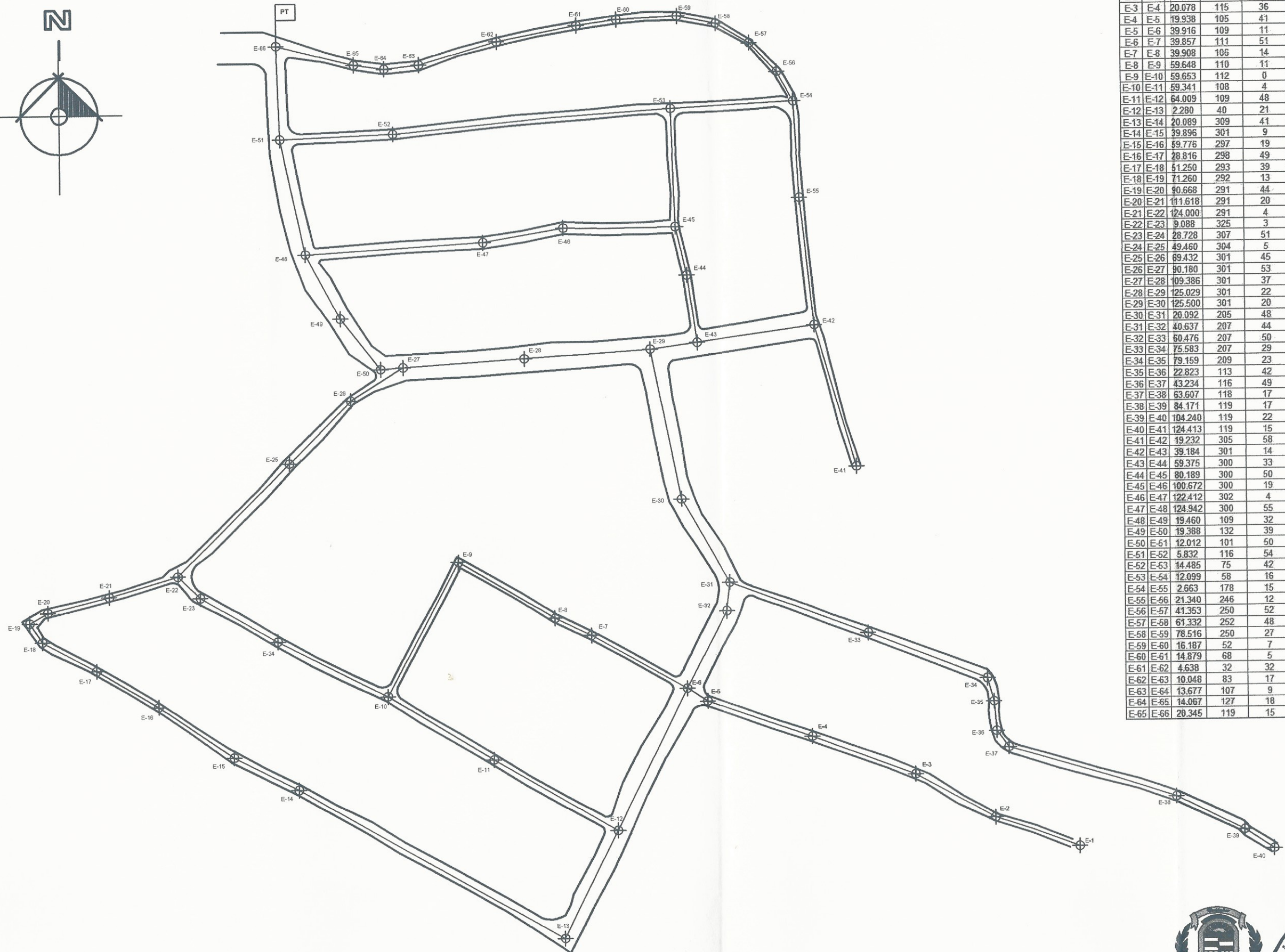
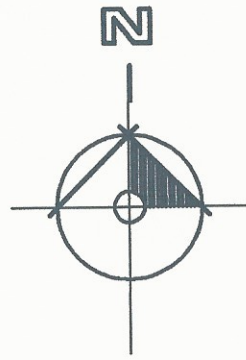
Fecha: ABRIL 2010

Elaborado por: MICHAEL SARCEÑO

Revisado por: ALFREDO ARROYO

1/2





EST	PO	DH	AZIMUT		
			GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
E-1	E-2	0.000	0.000	0.000	0.000
E-2	E-3	19.813	110	19	10
E-3	E-4	20.078	115	36	20
E-4	E-5	19.938	105	41	40
E-5	E-6	39.916	109	11	10
E-6	E-7	39.857	111	51	30
E-7	E-8	39.908	106	14	20
E-8	E-9	59.648	110	11	0
E-9	E-10	59.653	112	0	10
E-10	E-11	59.341	108	4	20
E-11	E-12	64.009	109	48	40
E-12	E-13	2.280	40	21	20
E-13	E-14	20.089	309	41	50
E-14	E-15	39.896	301	9	0
E-15	E-16	59.776	297	19	40
E-16	E-17	28.816	298	49	30
E-17	E-18	51.250	293	39	30
E-18	E-19	71.260	292	13	0
E-19	E-20	90.668	291	44	50
E-20	E-21	111.618	291	20	10
E-21	E-22	124.000	291	4	20
E-22	E-23	9.088	325	3	30
E-23	E-24	28.728	307	51	20
E-24	E-25	49.460	304	5	50
E-25	E-26	69.432	301	45	10
E-26	E-27	90.180	301	53	30
E-27	E-28	109.386	301	37	10
E-28	E-29	125.029	301	22	0
E-29	E-30	125.500	301	20	40
E-30	E-31	20.092	205	48	30
E-31	E-32	40.637	207	44	0
E-32	E-33	60.476	207	50	30
E-33	E-34	75.583	207	29	10
E-34	E-35	79.159	209	23	0
E-35	E-36	22.823	113	42	0
E-36	E-37	43.234	116	49	50
E-37	E-38	63.607	118	17	40
E-38	E-39	84.171	119	17	30
E-39	E-40	104.240	119	22	40
E-40	E-41	124.413	119	15	40
E-41	E-42	19.232	305	58	0
E-42	E-43	39.184	301	14	40
E-43	E-44	59.375	300	33	40
E-44	E-45	80.189	300	50	30
E-45	E-46	100.672	300	19	30
E-46	E-47	122.412	302	4	40
E-47	E-48	124.942	300	55	40
E-48	E-49	19.460	109	32	10
E-49	E-50	19.388	132	39	0
E-50	E-51	12.012	101	50	40
E-51	E-52	5.832	116	54	50
E-52	E-53	14.485	75	42	20
E-53	E-54	12.099	58	16	0
E-54	E-55	2.663	178	15	10
E-55	E-56	21.340	246	12	50
E-56	E-57	41.353	250	52	30
E-57	E-58	61.332	252	48	20
E-58	E-59	78.516	250	27	50
E-59	E-60	16.187	52	7	10
E-60	E-61	14.879	68	5	10
E-61	E-62	4.638	32	32	10
E-62	E-63	10.048	83	17	50
E-63	E-64	13.677	107	9	50
E-64	E-65	14.067	127	18	20
E-65	E-66	20.345	119	15	40



# PLANTA TOPOGRÁFICA

ESC: 1/1000



Municipalidad de Cuicuilapa

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA COLONIA BELLA VISTA

Proyecto: COLONIA BELLA VISTA, CUICUILAPA, SANTA ROSA

Contenido: PLANTA TOPOGRÁFICA

Escala Gráfica: 1/1000

DISEÑO: MICHAEL BARGENA / REVISADO: MICHAEL BARGENA

PROYECTO: MICHAEL BARGENA / REVISADO: MICHAEL BARGENA

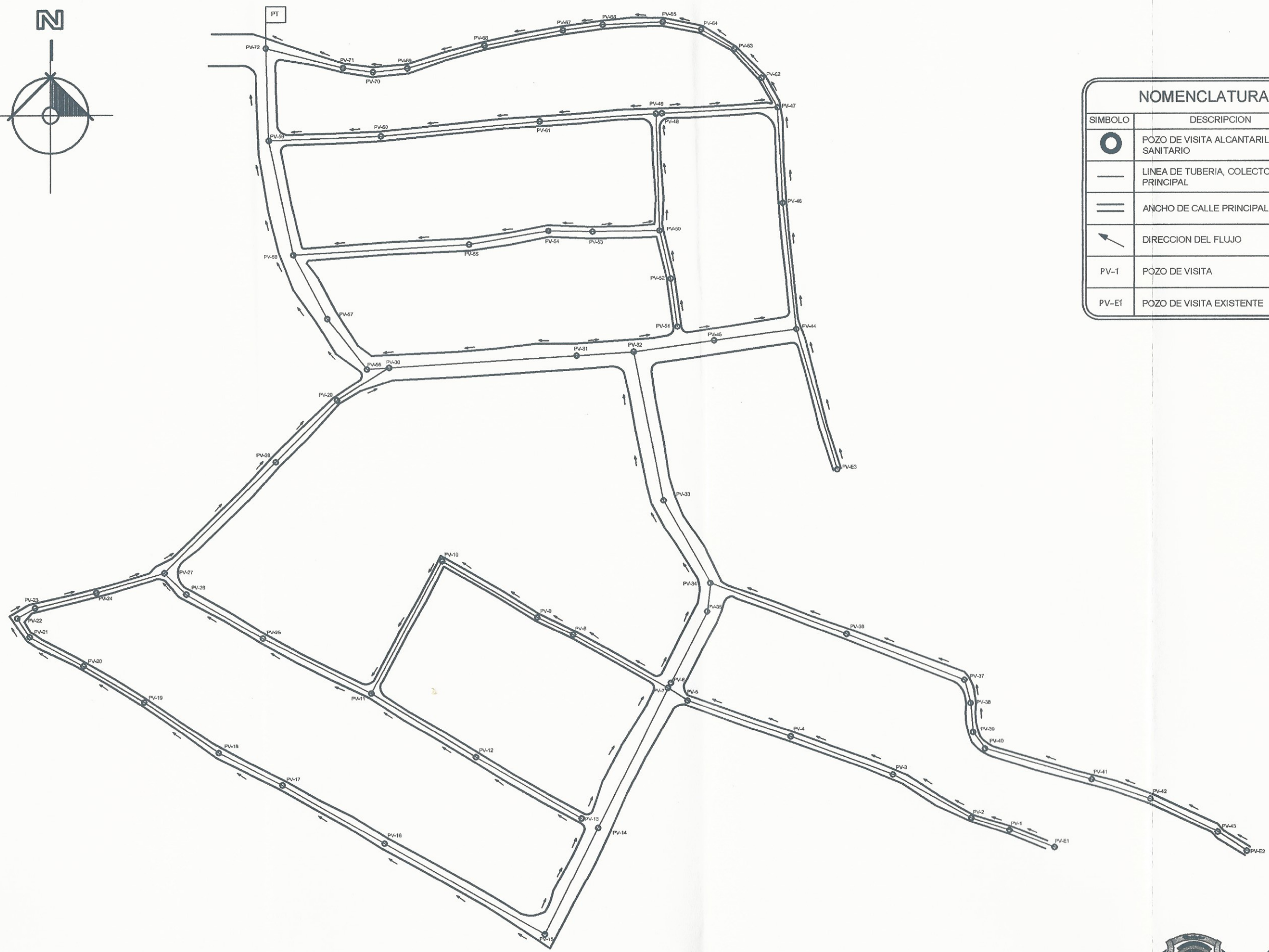
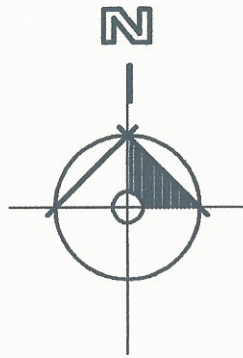
FECHA: ABRIL 2015

ESCALA: INDICADA

No. Proyecto: 1/2

Supervisor: MICHAEL BARGENA





NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE

**PLANTA DIRECCIÓN DE FLUJO**

ESC: 1/1000



**Municipalidad de Cuilapa**

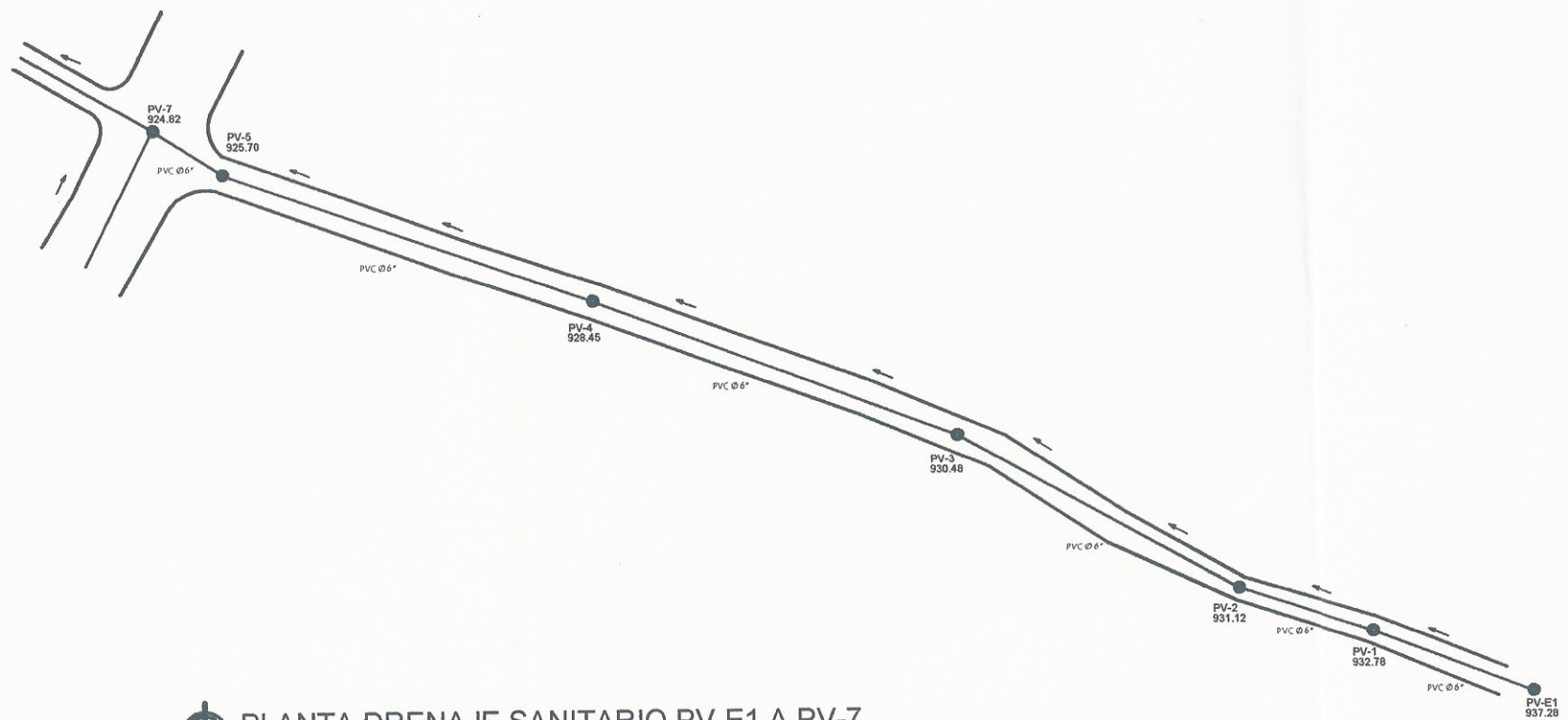
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA  
 UBICACIÓN: COLONIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA.

Proyecto: PLANTA DIRECCIÓN DE FLUJO

DISEÑO: MICHAEL BARBERO	CALECIFICADO: MICHAEL BARBERO	ESTADO CIVIL: SOLTERO	FECHA: 12/01/2016
PROYECTO: COLONIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA	ESTADO CIVIL: SOLTERO	FECHA: 12/01/2016	FECHA: 12/01/2016
DISEÑO: MICHAEL BARBERO	ESTADO CIVIL: SOLTERO	FECHA: 12/01/2016	FECHA: 12/01/2016

No. Proyecto: 1/2

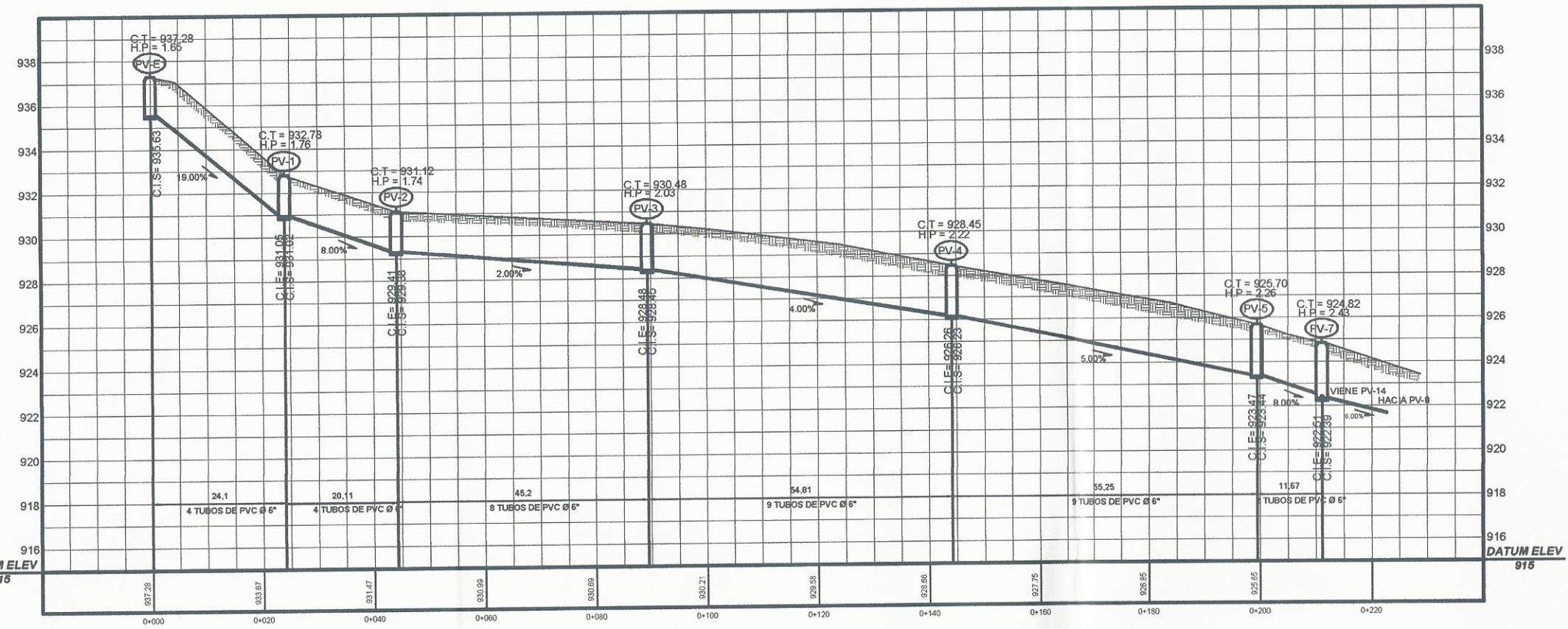




NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA EXISTENTE ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA A CONSTRUIR DE ALCANTARILLADO SANITARIO
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA A COLOCAR
	TUBERIA QUE ENTRA Y SALE DEL POZO DE VISITA
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
C.T	COTA DEL TERRENO
H.P	ALTURA DEL POZO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA

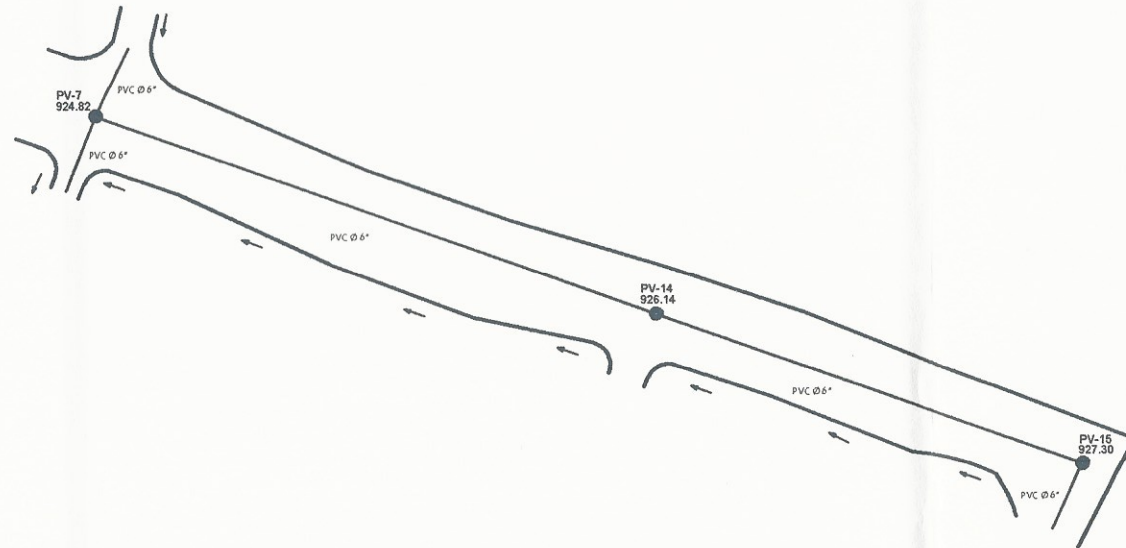
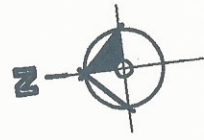
PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-E1 A PV-7  
ESC: 1/500



PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-E1 A PV-7  
ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/125

Municipalidad de Cuilapapa  
 Proyecto: COLONIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA.  
 PANTA + PERFILES  
 Escala: 1:500  
 Fecha: 28/05/2017  
 Autor: MICHAEL BARCERO  
 Revisor: MICHAEL BARCERO  
 Fecha: 28/05/2017  
 Escala: 1:500  
 Autor: MICHAEL BARCERO  
 Revisor: MICHAEL BARCERO  
 Fecha: 28/05/2017  
 Escala: 1:500



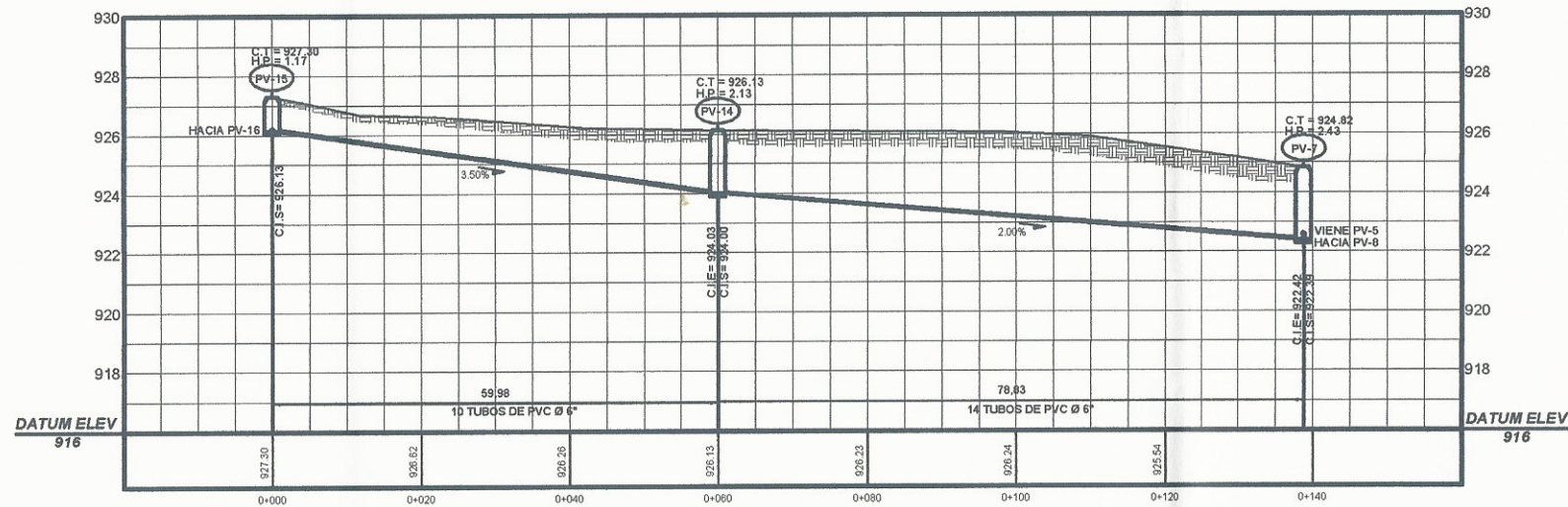


PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-15 A PV-7

ESC: 1/500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA EXISTENTE ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA A CONSTRUIR DE ALCANTARILLADO SANITARIO
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA A COLOCAR
	TUBERIA QUE ENTRA Y SALE DEL POZO DE VISITA
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
C.T	COTA DEL TERRENO
H.P	ALTURA DEL POZO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-15 A PV-7

ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/125



Municipalidad de Cuilapa

Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA COLONIA BELLA VISTA.

Unidad n°: COLONIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA.

CONTENIDO:

Escala Gráfica:

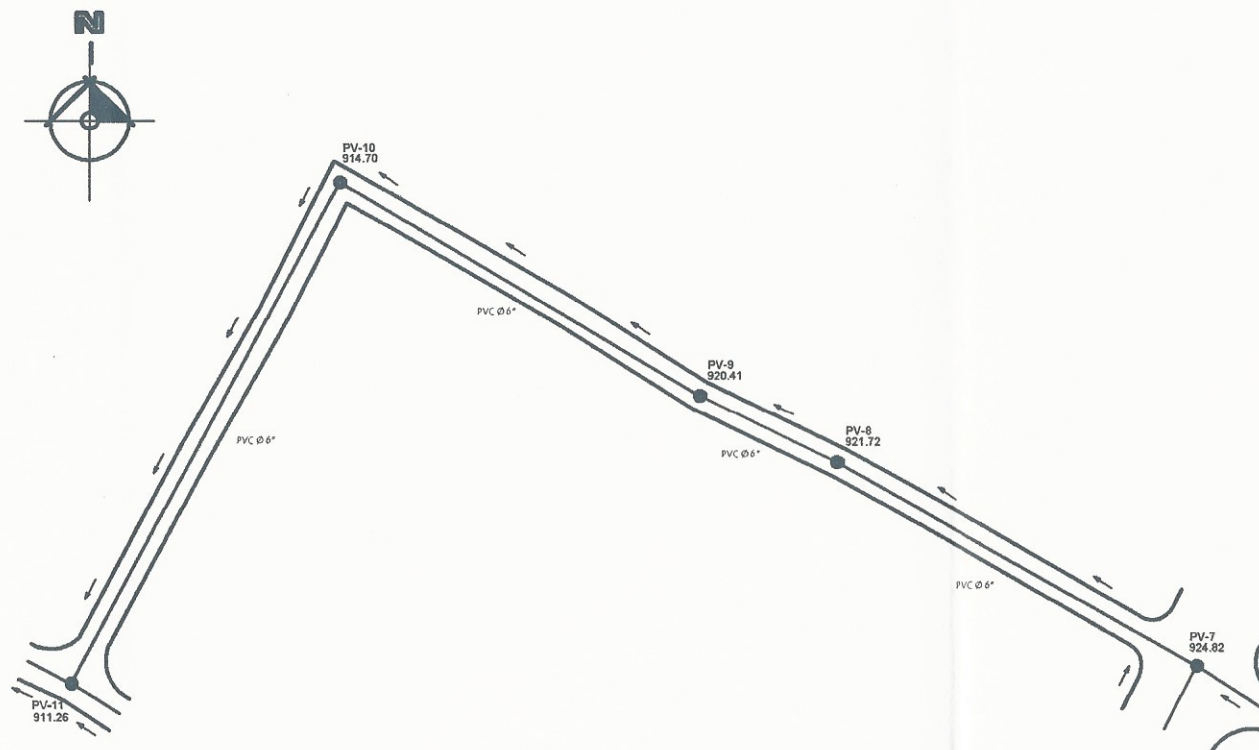
Fecha: ABRIL 2016

Elaborado por: MICHAEL GARCENO

Revisado por: MICHAEL GARCENO

10. Prop. 1/2

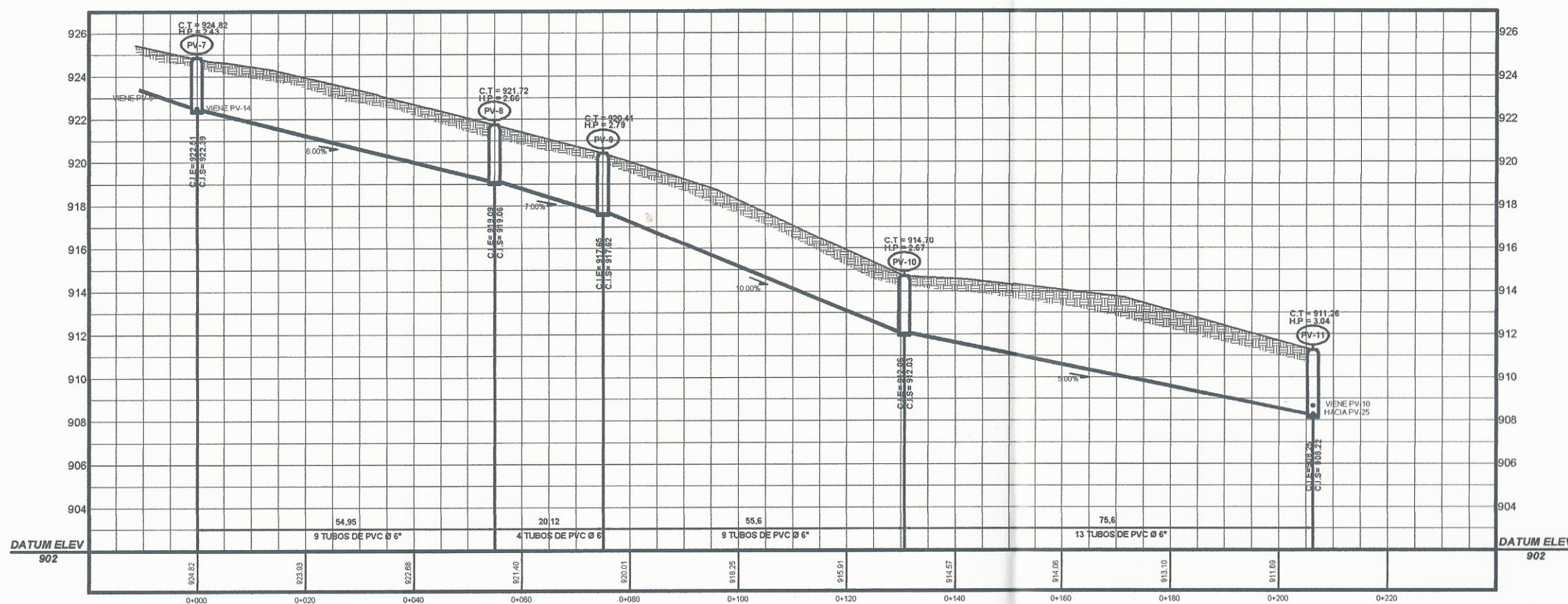




PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-7 A PV-11

ESC: 1/500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-7 A PV-11

ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/125

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA EXISTENTE ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA A CONSTRUIR DE ALCANTARILLADO SANITARIO
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA A COLOCAR
	TUBERIA QUE ENTRA Y SALE DEL POZO DE VISITA
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
H.P.	ALTURA DEL POZO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



Municipalidad de Cuilapa

Proyecto: COLONIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA

CONTRATO: PLANTA + PERFILES

UNIDAD DE EJECUCION: MUNICIPALIDAD DE CUILAPA

FECHA: ABRIL 2016

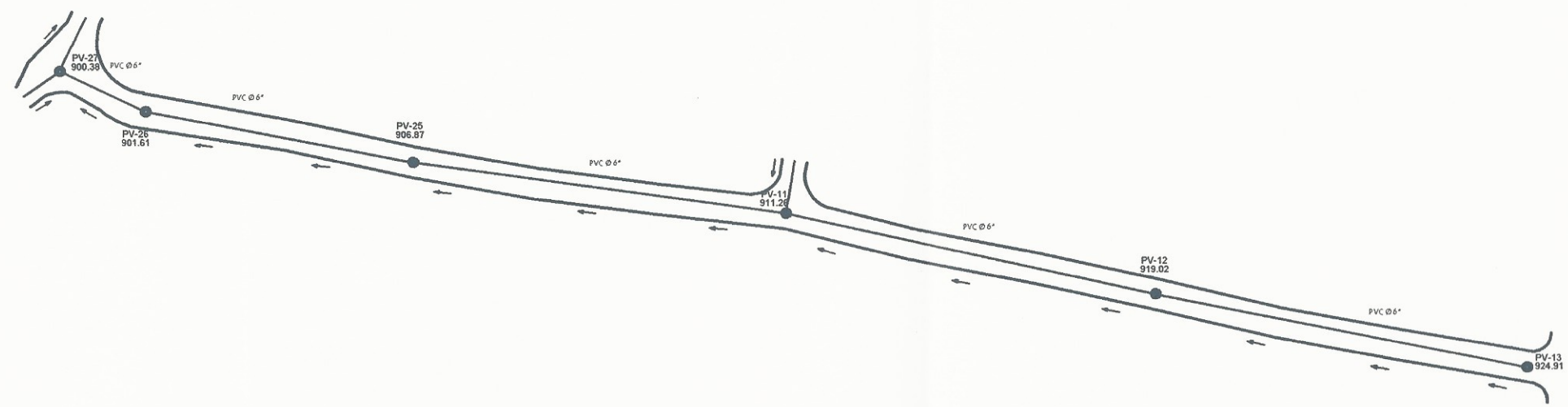
ESCALA: INDICADA

NO. Proyecto: 12

NO. Hoja: 12

Supervisor: MICHAEL BARCELO

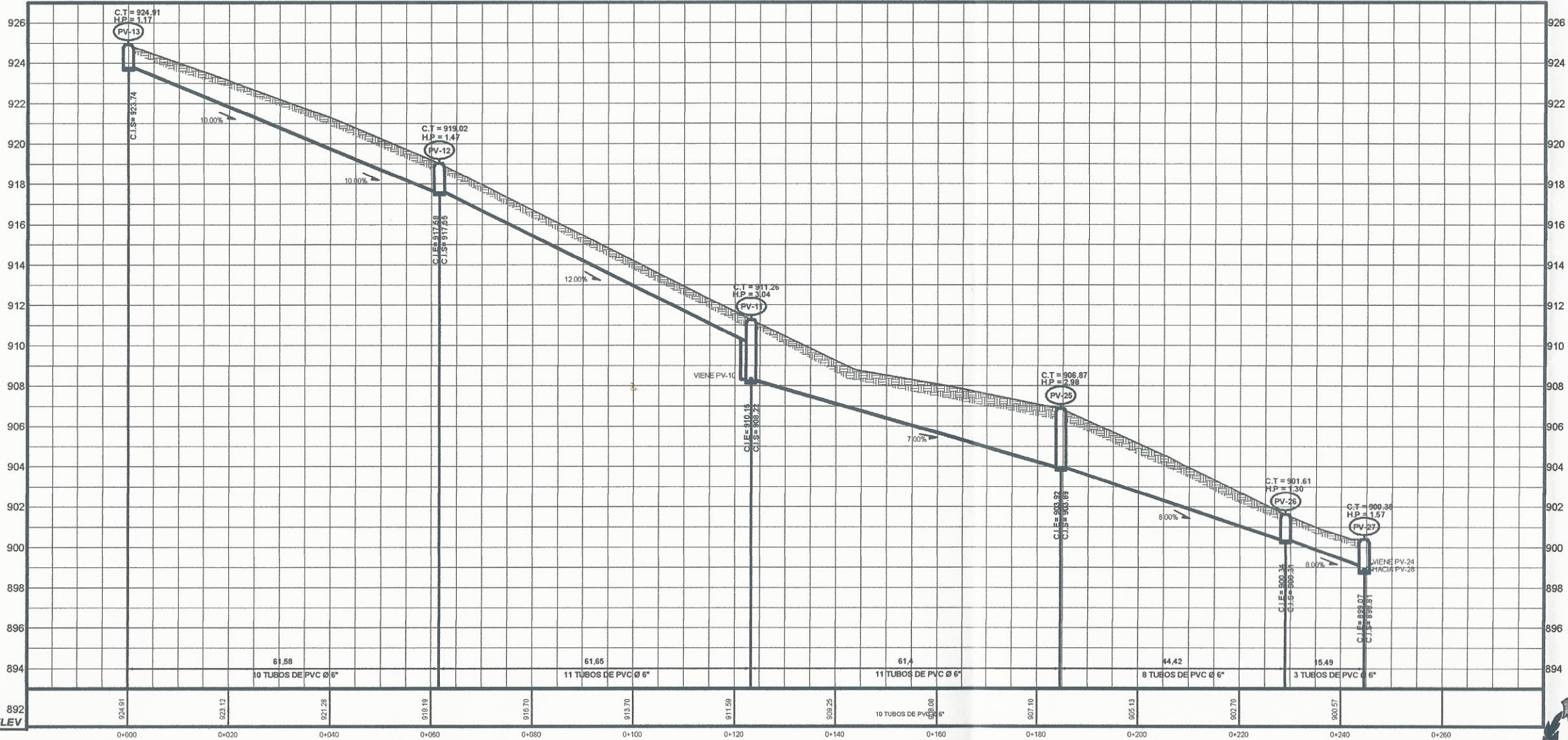




PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-13 A PV-27

ESC: 1/500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



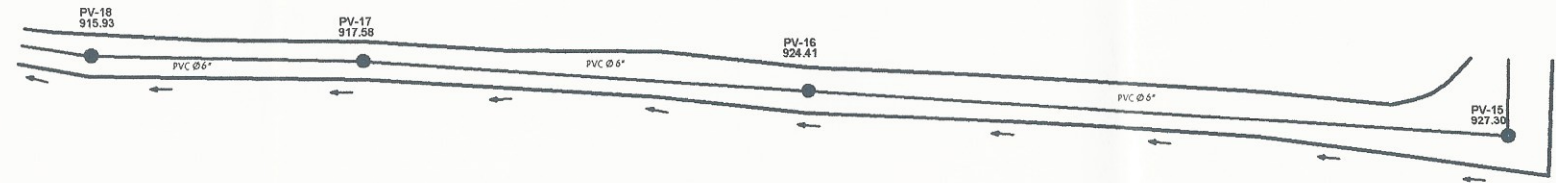
PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-13 A PV-27

ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/125

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA EXISTENTE ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA A CONSTRUIR DE ALCANTARILLADO SANITARIO
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA A COLOCAR
	TUBERIA QUE ENTRA Y SALE DEL POZO DE VISITA
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
C.T	COTA DEL TERRENO
H.P	ALTURA DEL POZO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA

DAT:

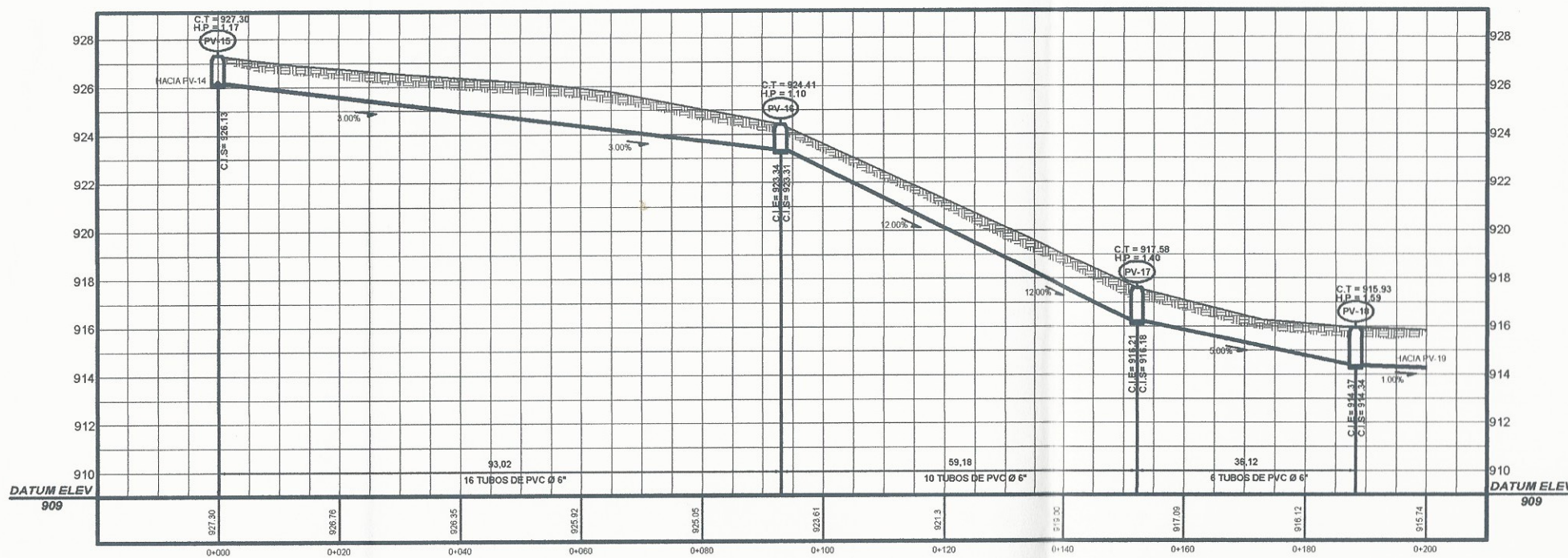




PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-15 A PV-18

ESC: 1/500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-15 A PV-18

ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/125

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA EXISTENTE ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA A CONSTRUIR DE ALCANTARILLADO SANITARIO
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA A COLOCAR
	TUBERIA QUE ENTRA Y SALE DEL POZO DE VISITA
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
C.T	COTA DEL TERRENO
H.P	ALTURA DEL POZO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



Municipalidad de Cuilapa

Proyecto: COLONIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA.

Ubicación: COLONIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA.

Escuela Gráfica: PLANTA Y PERFILES

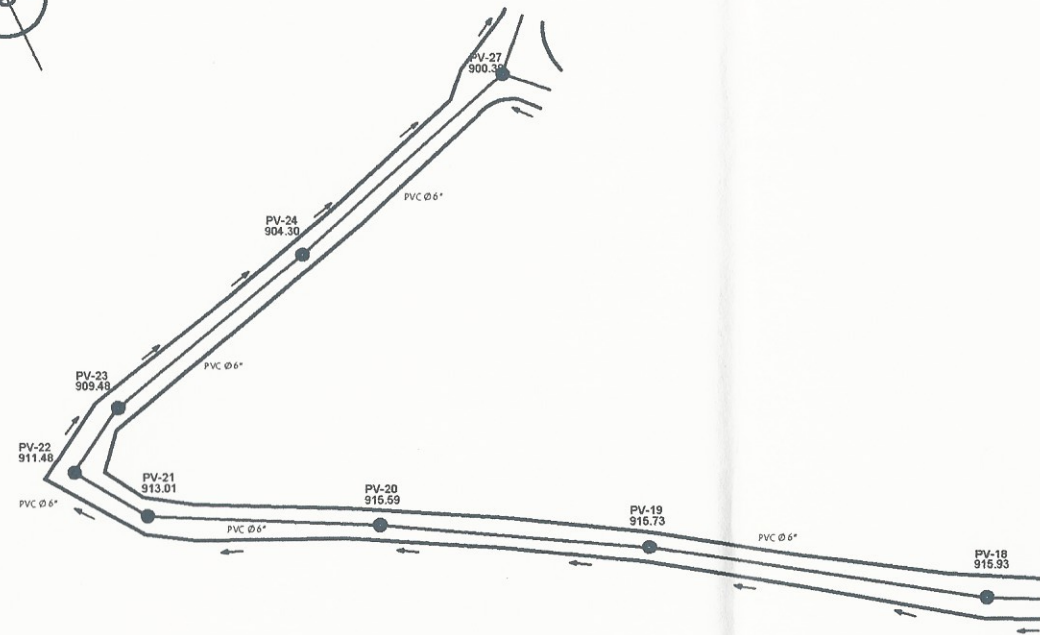
Fecha: ABRIL 2010

Escala: INDICADA

No. Proyecto: 12

Michael Sánchez

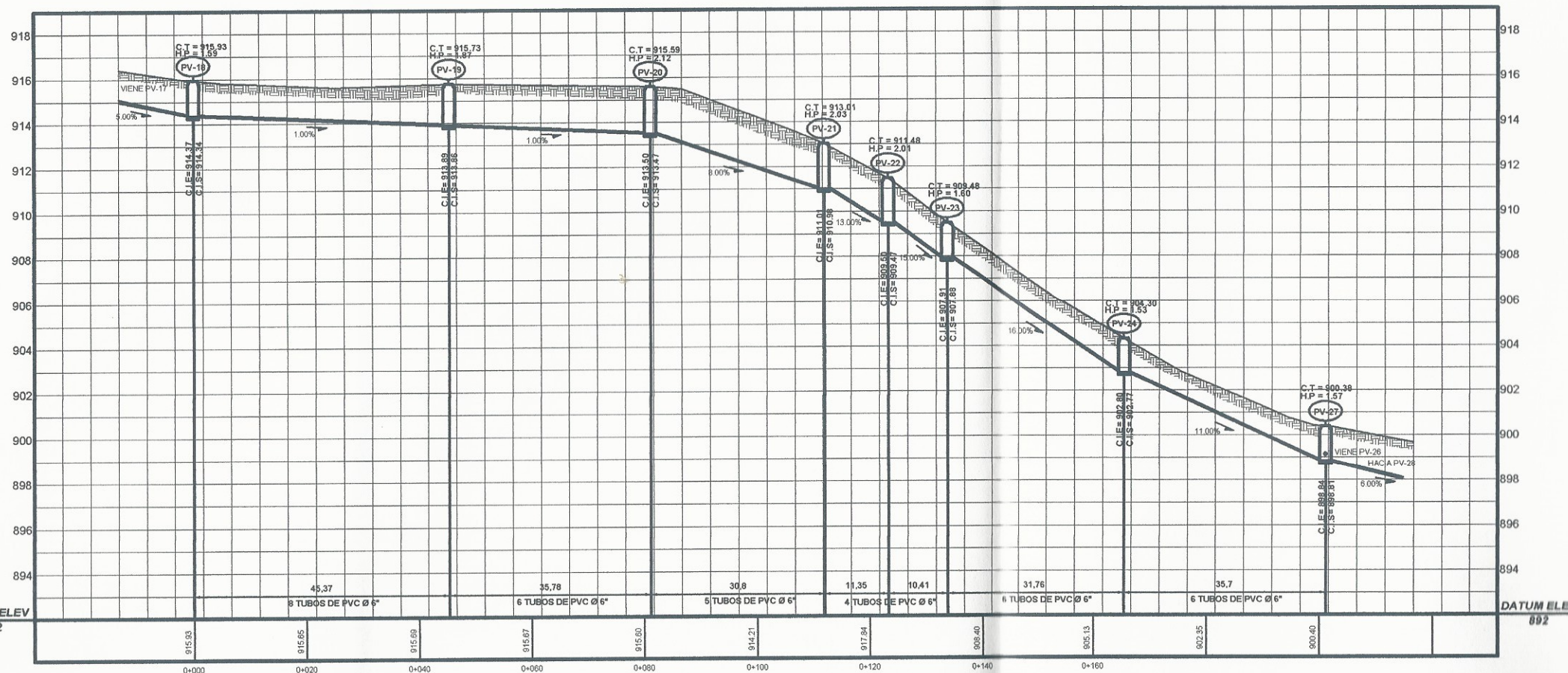




PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-18 A PV-27

ESC: 1/500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
$\frac{\%}{\%}$	PENDIENTE DE LA TUBERIA



PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-18 A PV-27

ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/125

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
PV-1	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA A CONSTRUIR DE ALCANTARILLADO SANITARIO
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA A COLOCAR
	TUBERIA QUE ENTRA Y SALE DEL POZO DE VISITA
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
C.T	COTA DEL TERRENO
H.P	ALTURA DEL POZO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA
$\frac{\%}{\%}$	PENDIENTE DE LA TUBERIA



**Municipalidad de Cullapa**

Proyecto: OBRAS DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA COLONIA BELLA VISTA, CULLAPA, SANTA ROSA.

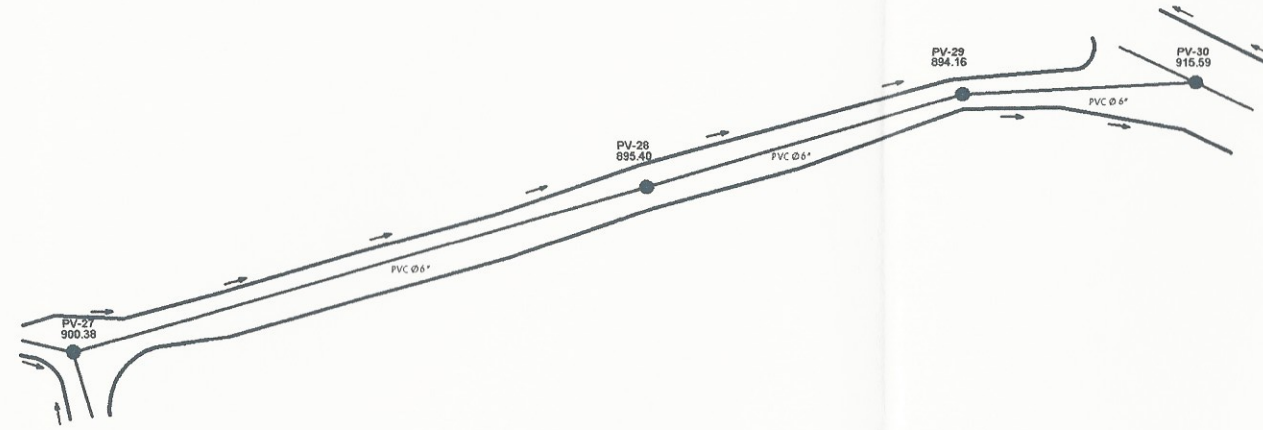
Ubicación: COLONIA BELLA VISTA, CULLAPA, SANTA ROSA.

Fecha: ABRIL 2010

Escala: INDICADA

No. Proyecto: 1/2

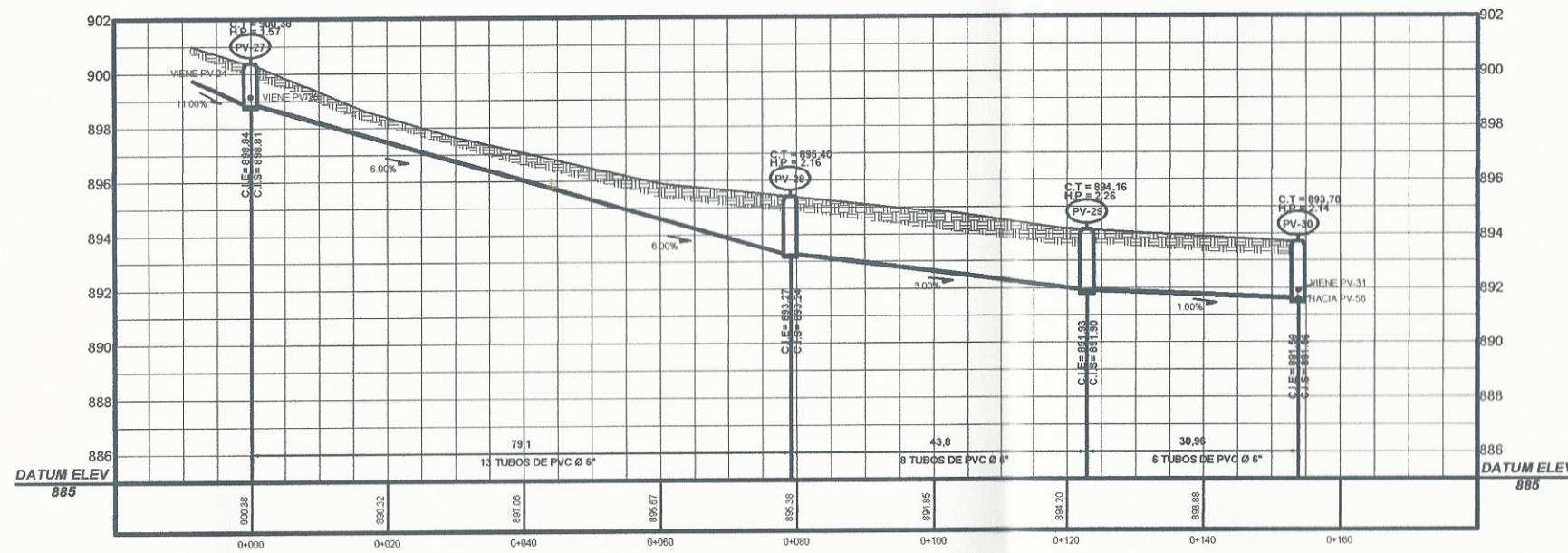




PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-27 A PV-30

ESC: 1/500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-27 A PV-30

ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/125

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA EXISTENTE ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA A CONSTRUIR DE ALCANTARILLADO SANITARIO
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA A COLOCAR
	TUBERIA QUE ENTRA Y SALE DEL POZO DE VISITA
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
C.T	COTA DEL TERRENO
H.P	ALTURA DEL POZO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



Municipalidad de Culiacán

PROYECTO: COLONIA BELLA VISTA, CUI LAPA, SANTA ROSA

Ubicación: COLONIA BELLA VISTA

PLANTA + PERFILES

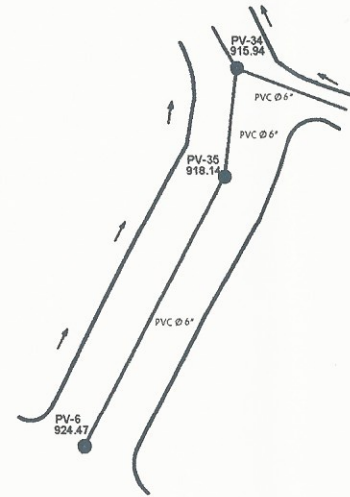
FECHA: 2018

ELABORADO POR: MICHAEL GARCERAN

REVISADO POR: MICHAEL GARCERAN

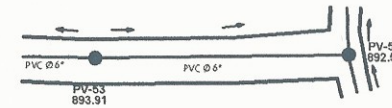
APROBADO POR: MICHAEL GARCERAN





PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-6 A PV-34

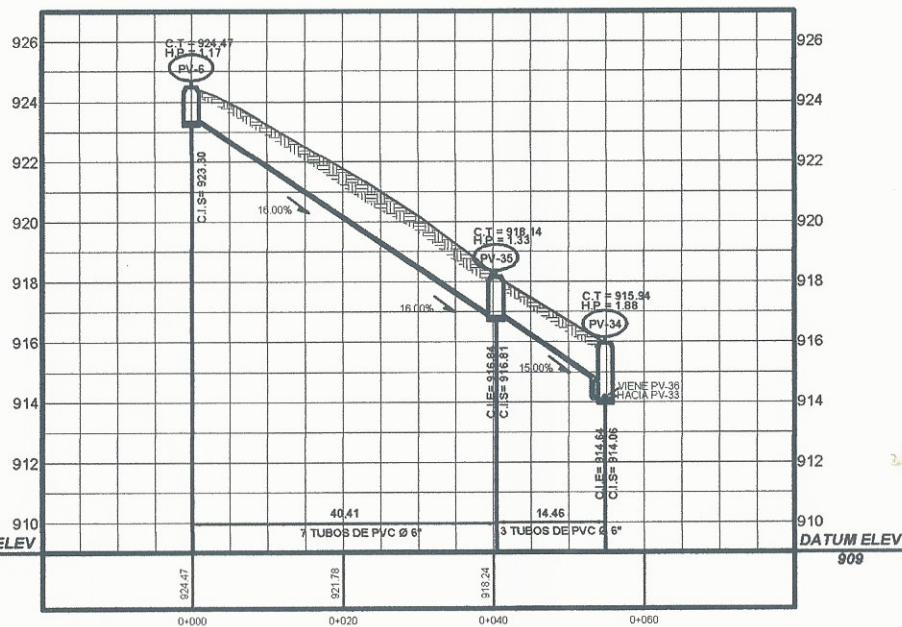
ESC: 1/500



PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-53 A PV-50

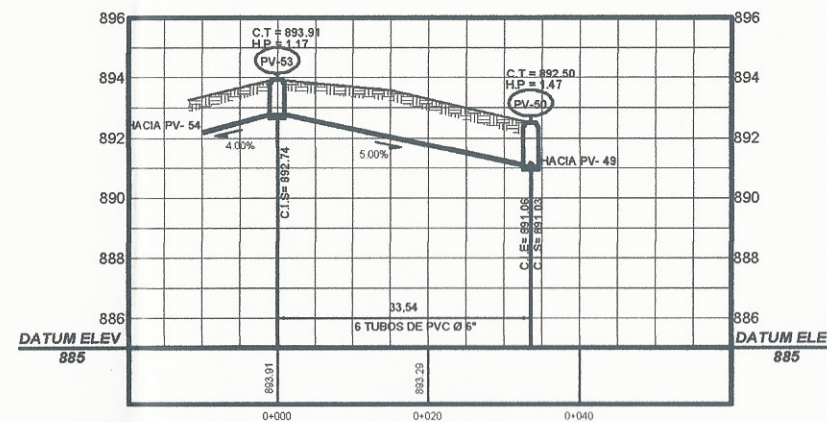
ESC: 1/500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-6 A PV-34

ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/125



PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-53 A PV-50

ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/125

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA EXISTENTE ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA A CONSTRUIR DE ALCANTARILLADO SANITARIO
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA A COLOCAR
	TUBERIA QUE ENTRA Y SALE DEL POZO DE VISITA
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
C.T	COTA DEL TERRENO
H.P	ALTURA DEL POZO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



**Municipalidad de Cuilapa**

Proyecto: COLONIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA COLONIA BELLA VISTA.

Escala: 1/250

FECHA: ABRIL 2018

ESTADO: PROYECTADA

No. Proyecto: 1/2

Diseno: MICHAEL JORDAN SUAREZ RACHO

Calculo: MICHAEL JORDAN SUAREZ RACHO

Revisado: MICHAEL JORDAN SUAREZ RACHO

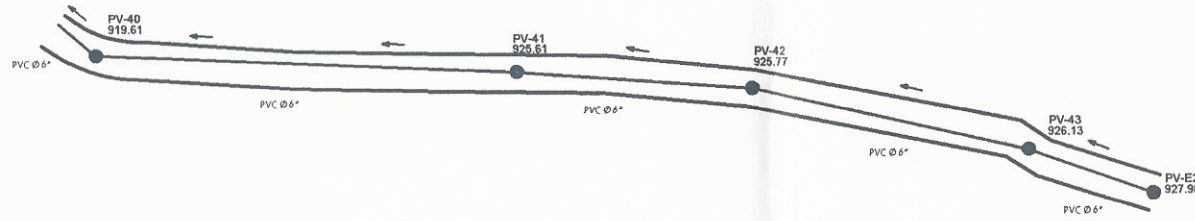
Verificado: MICHAEL JORDAN SUAREZ RACHO

Elaborado: MICHAEL JORDAN SUAREZ RACHO

Fecha: 26

Hoja: 12

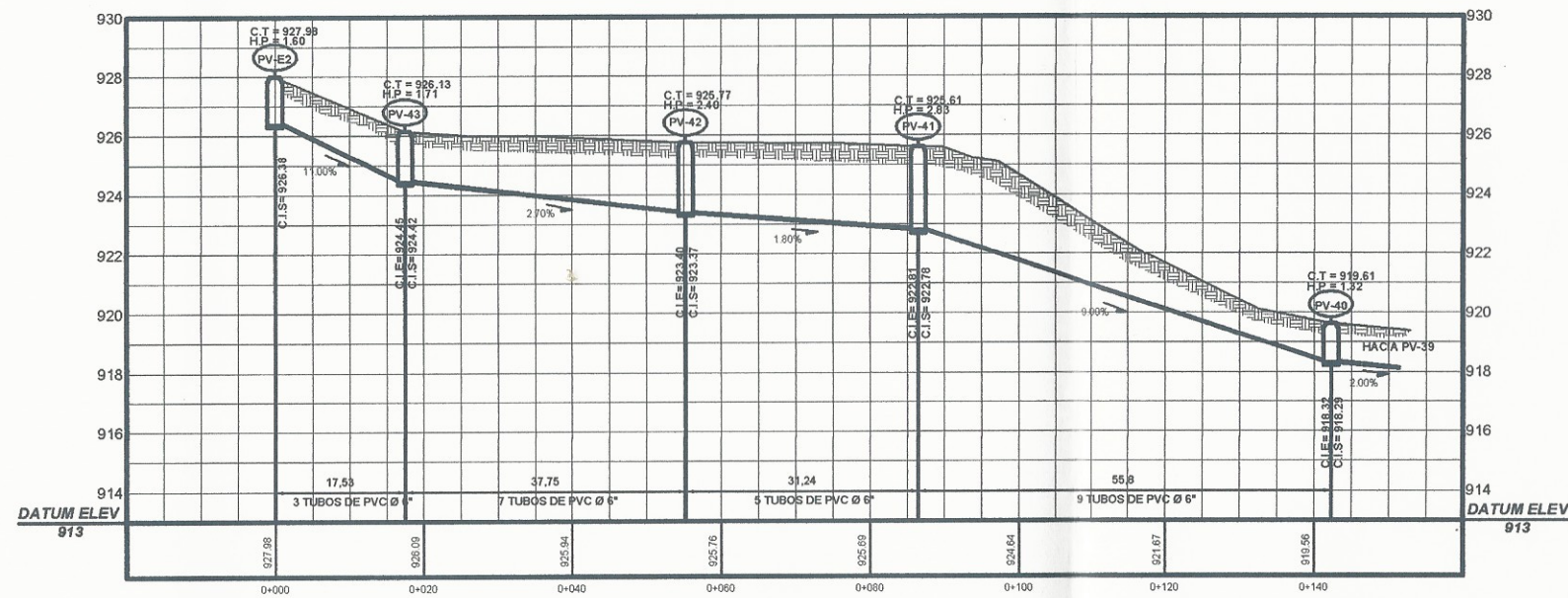




PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-E2 A PV-40

ESC: 1/500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-E2 A PV-40

ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/125

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA EXISTENTE ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA A CONSTRUIR DE ALCANTARILLADO SANITARIO
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA A COLOCAR
	TUBERIA QUE ENTRA Y SALE DEL POZO DE VISITA
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
C.T	COTA DEL TERRENO
H.P	ALTURA DEL POZO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA

**Municipalidad de Cullapa**

Proyecto: COLONIA BELLA VISTA, CULLAPA, SANTA ROSA

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA COLONIA BELLA VISTA

Ubicación: COLONIA BELLA VISTA, CULLAPA, SANTA ROSA

Contenido: PLANTA + PERFILES

Fecha: ABRIL 2010

Escala: 1/500

Hoja: 1/2

Elaborado: MICHAEL BARCELO

Revisado: MICHAEL BARCELO

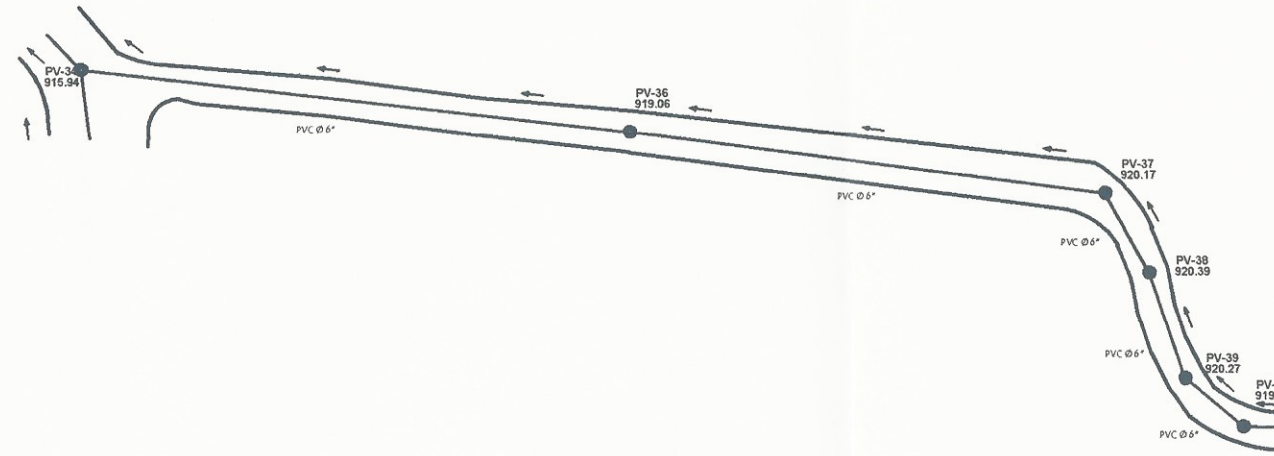
Calculo: MICHAEL BARCELO

Diseño: MICHAEL BARCELO

Proyecto: MICHAEL BARCELO

Cliente: MICHAEL BARCELO

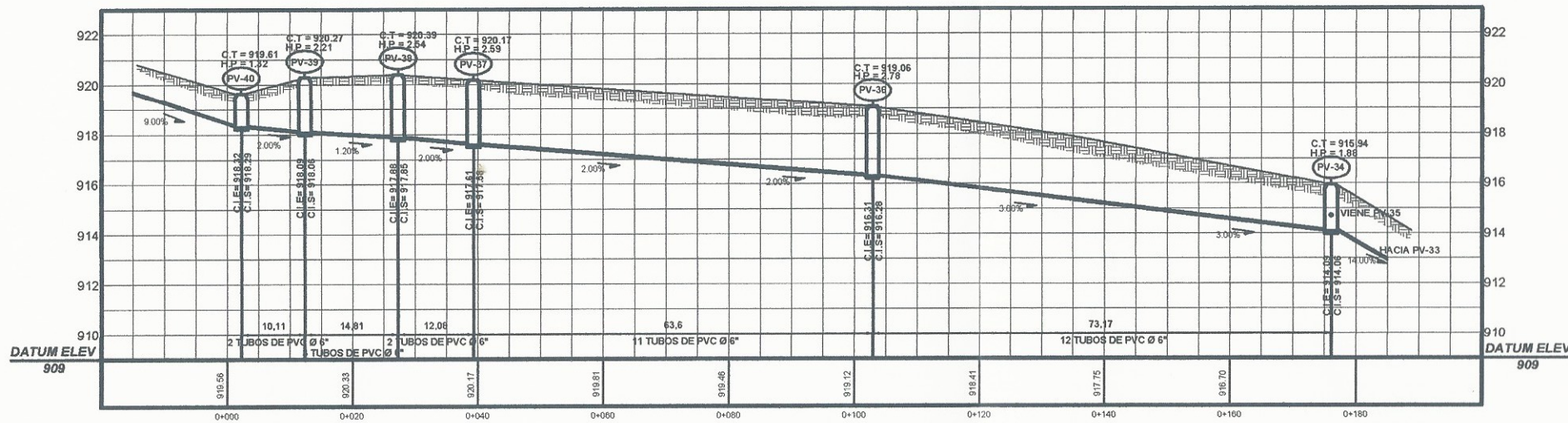




PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-40 A PV-34

ESC: 1/500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-40 A PV-34

ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/125

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA EXISTENTE ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA A CONSTRUIR DE ALCANTARILLADO SANITARIO
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA A COLOCAR
	TUBERIA QUE ENTRA Y SALE DEL POZO DE VISITA
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
C.T	COTA DEL TERRENO
H.P	ALTURA DEL POZO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



Municipalidad de Cullapa

Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA COLONIA BELLA VISTA, CULLAPA, SANTA ROSA

Ubicación: COLONIA BELLA VISTA, CULLAPA, SANTA ROSA

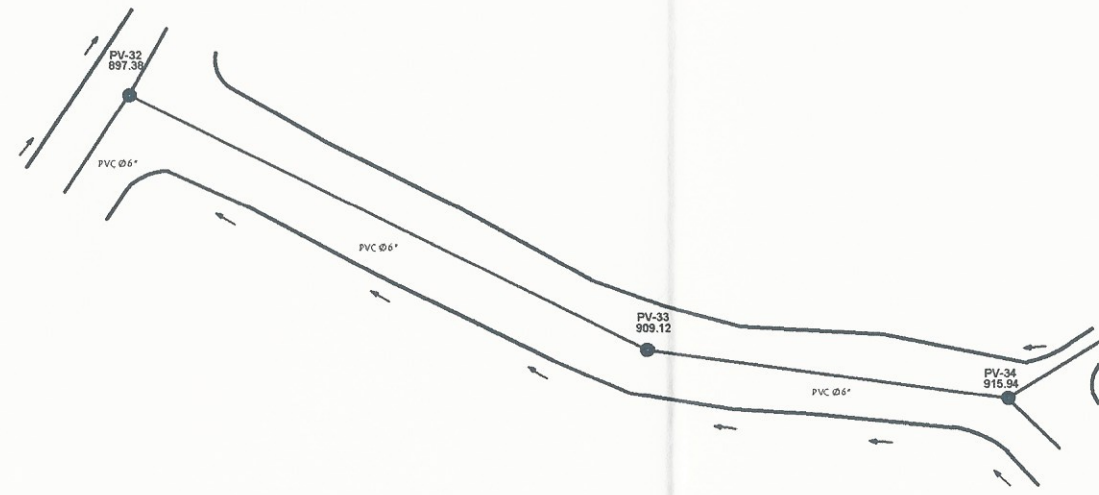
PLANTA - PERFILES

Fecha: ABRIL 2016

Escala: INDICADA

No. Proyecto: 12

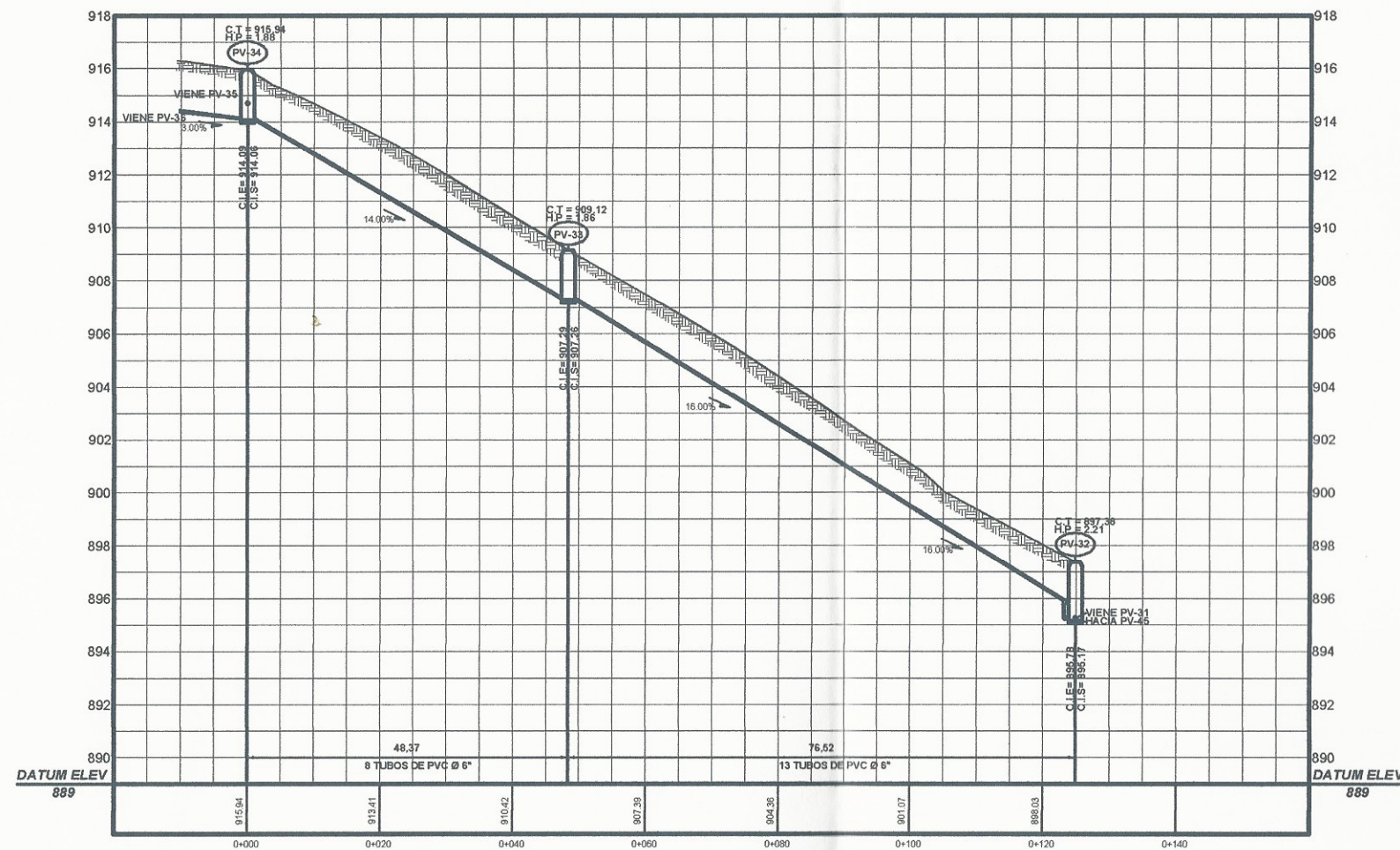




PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-34 A PV-32

ESC: 1/500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-34 A PV-32

ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/125

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA EXISTENTE ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA A CONSTRUIR DE ALCANTARILLADO SANITARIO
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA A COLOCAR
	TUBERIA QUE ENTRA Y SALE DEL POZO DE VISITA
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
C.T	COTA DEL TERRENO
H.P	ALTURA DEL POZO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



Municipalidad de Cuilapa

Proyecto: COLONIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA.

Unidad: COLONIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA.

Fecha: ABRIL 2019

Escala: 1/125

Elaborado: MICHAEL BARRILETO

Revisado: MICHAEL BARRILETO

Verificado: MICHAEL BARRILETO

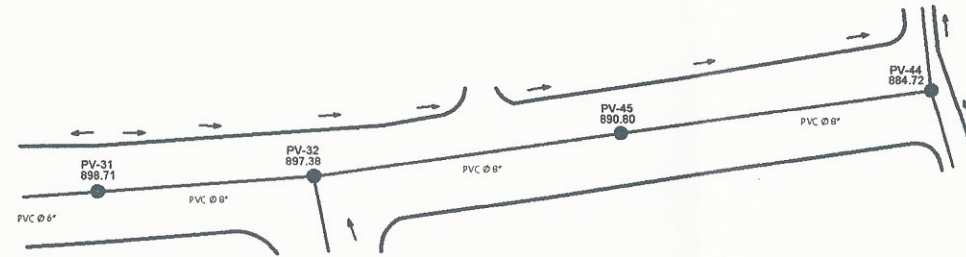
Proyectado: MICHAEL BARRILETO

Asesorado: MICHAEL BARRILETO

Supervisado: MICHAEL BARRILETO

Presupuesto: 1/2

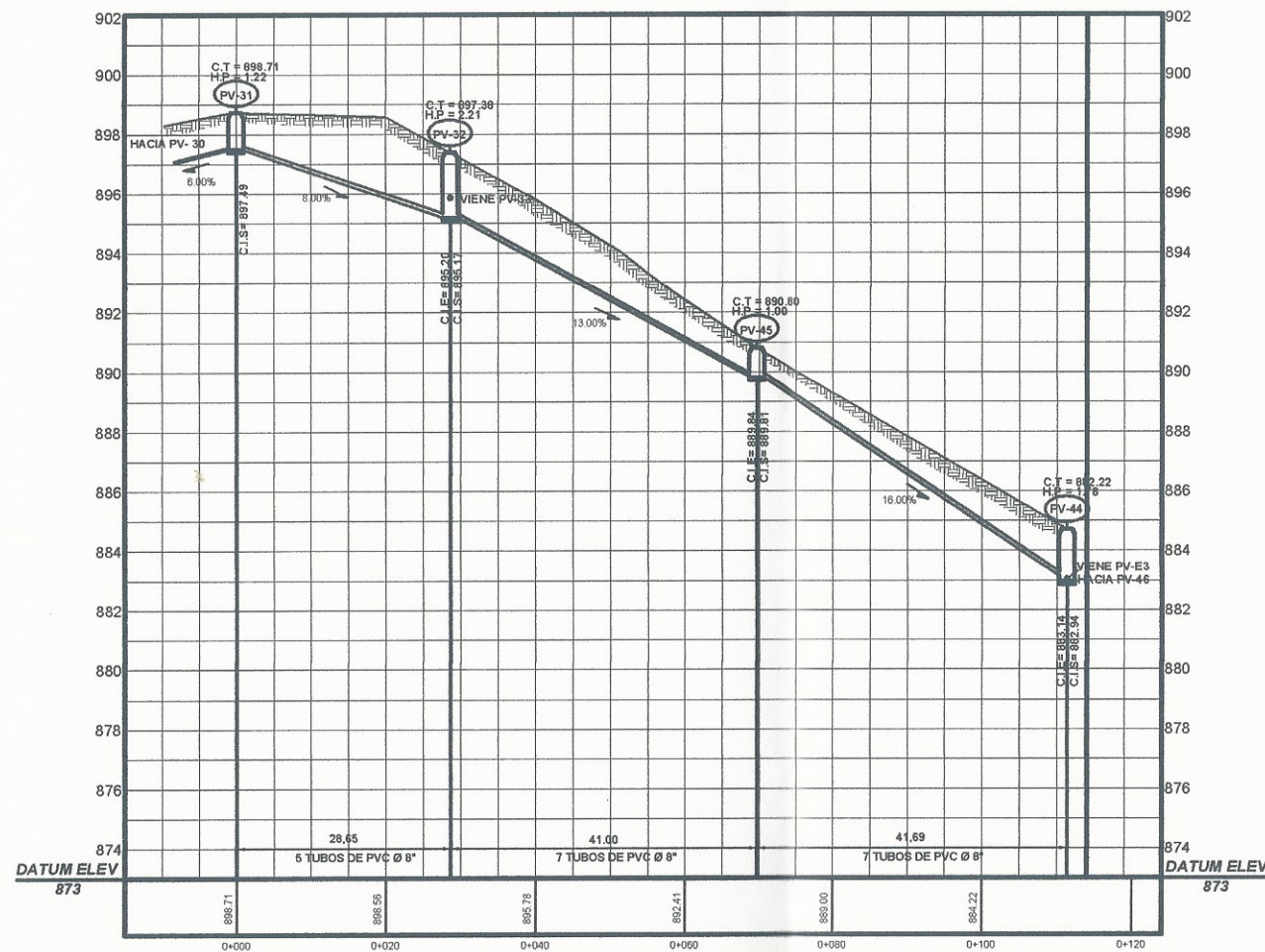




PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-31 A PV-44

ESC: 1/500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-31 A PV-44

ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/125

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA EXISTENTE ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA A CONSTRUIR DE ALCANTARILLADO SANITARIO
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA A COLOCAR
	TUBERIA QUE ENTRA Y SALE DEL POZO DE VISITA
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
C.T	COTA DEL TERRENO
H.P	ALTURA DEL POZO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



Municipalidad de Cuilapa

Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA UBICACIÓN: COLONIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA.

PLANTA Y PERFILES

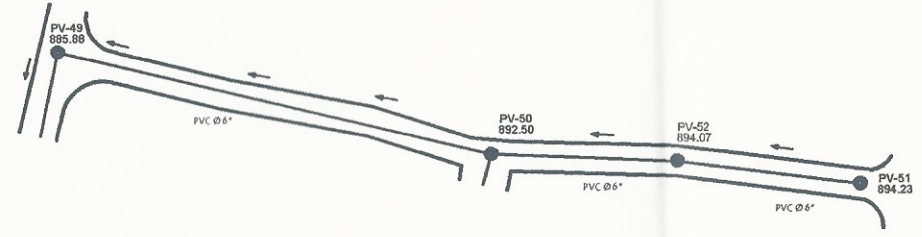
Fecha: 15/05/2012

Escala: 1:500

Hojas: 20

Hoy: 1/2

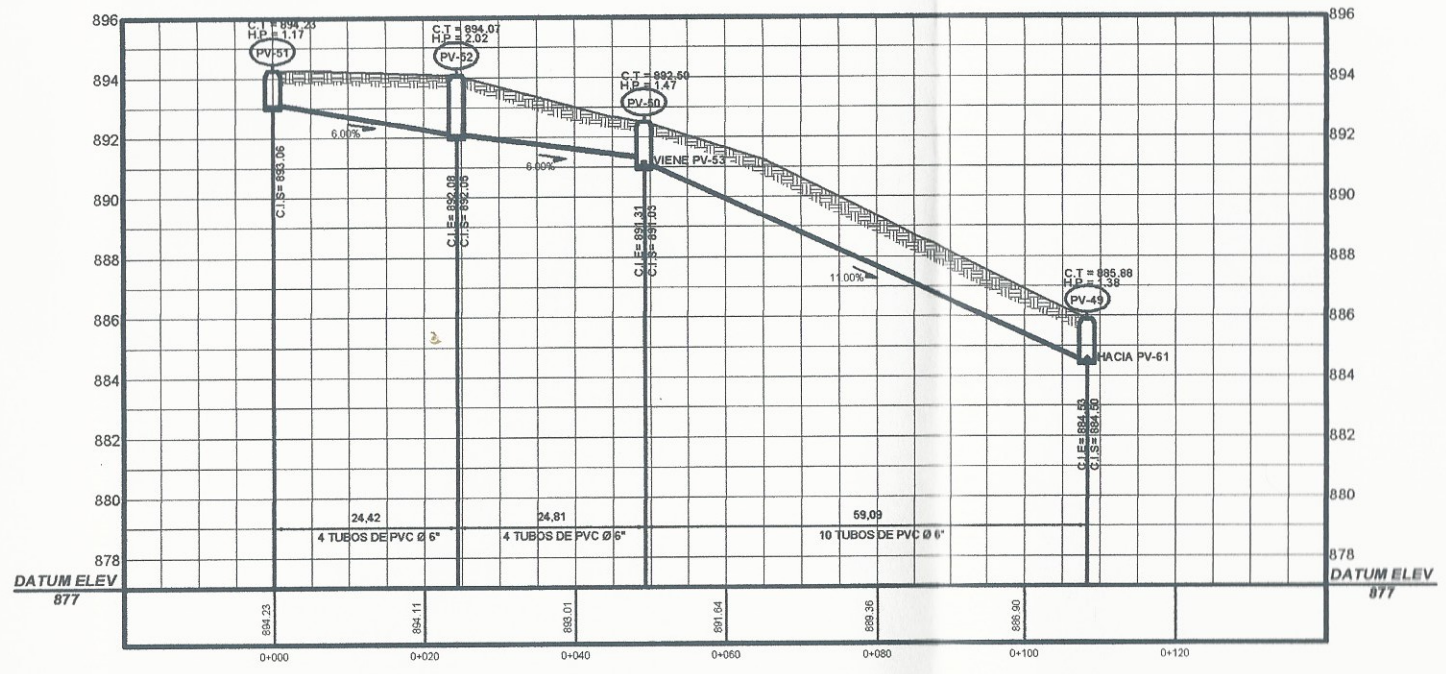




**PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-51 A PV-49**

ESC: 1/500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



**PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-51 A PV-49**

ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/125

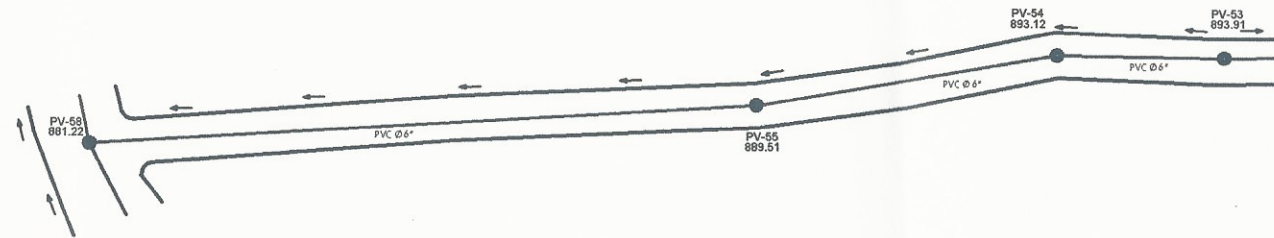
NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA EXISTENTE ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA A CONSTRUIR DE ALCANTARILLADO SANITARIO
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA A COLOCAR
	TUBERIA QUE ENTRA Y SALE DEL POZO DE VISITA
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
H.P.	ALTURA DEL POZO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



**Municipalidad de Cuilapa**  
 DEPARTAMENTO DE CUILAPA, GUATEMALA  
 PROYECTO: COLORIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA.

FECHA: ABRIL 2008  
 ESCALA: 1/500  
 Hoja: 1/2

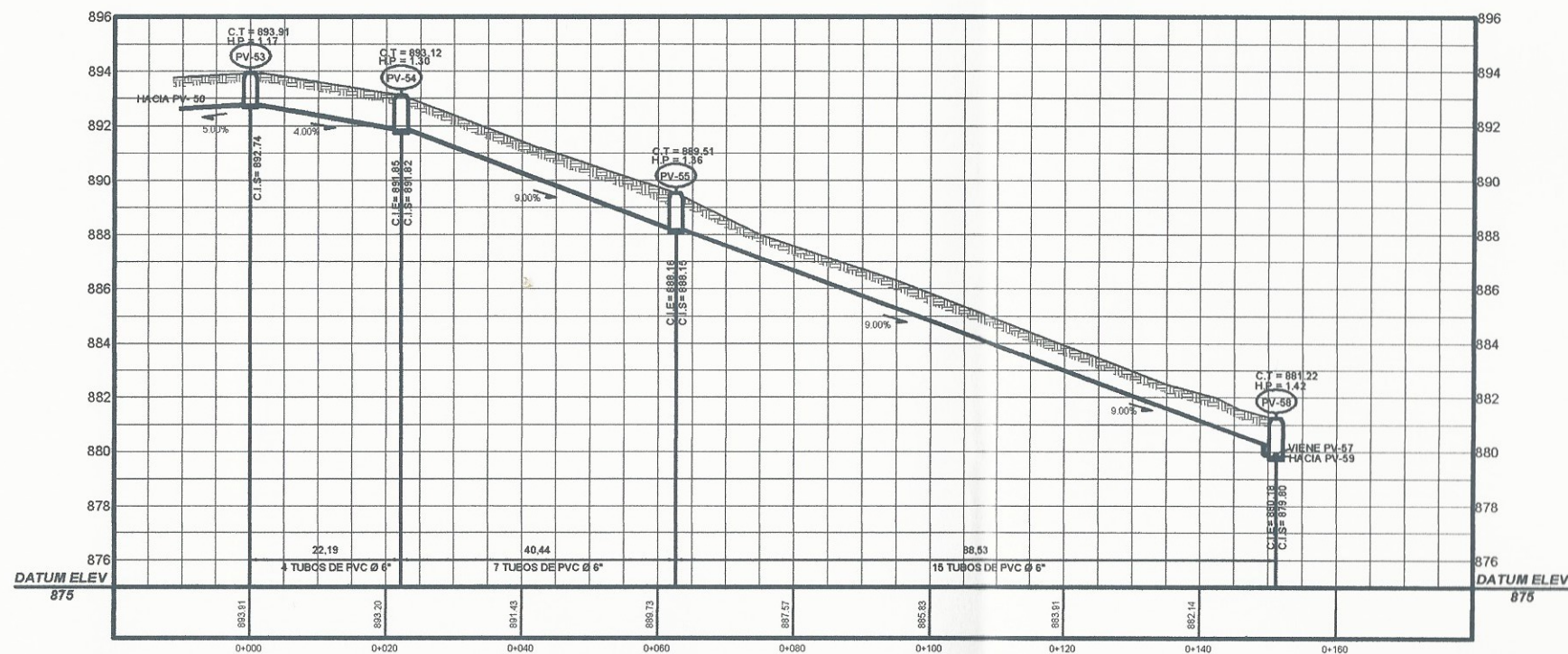




PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-53 A PV-58

ESC: 1/500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA

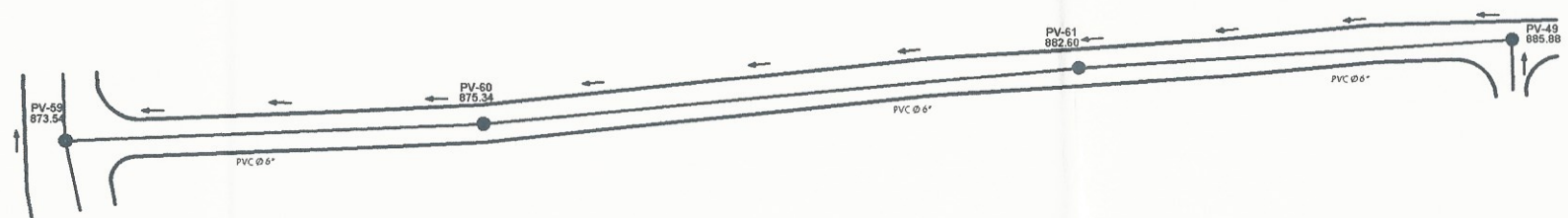


PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-53 A PV-58

ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/125

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA EXISTENTE ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA A CONSTRUIR DE ALCANTARILLADO SANITARIO
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA A COLOCAR
	TUBERIA QUE ENTRA Y SALE DEL POZO DE VISITA
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
C.T	COTA DEL TERRENO
H.P	ALTURA DEL POZO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA

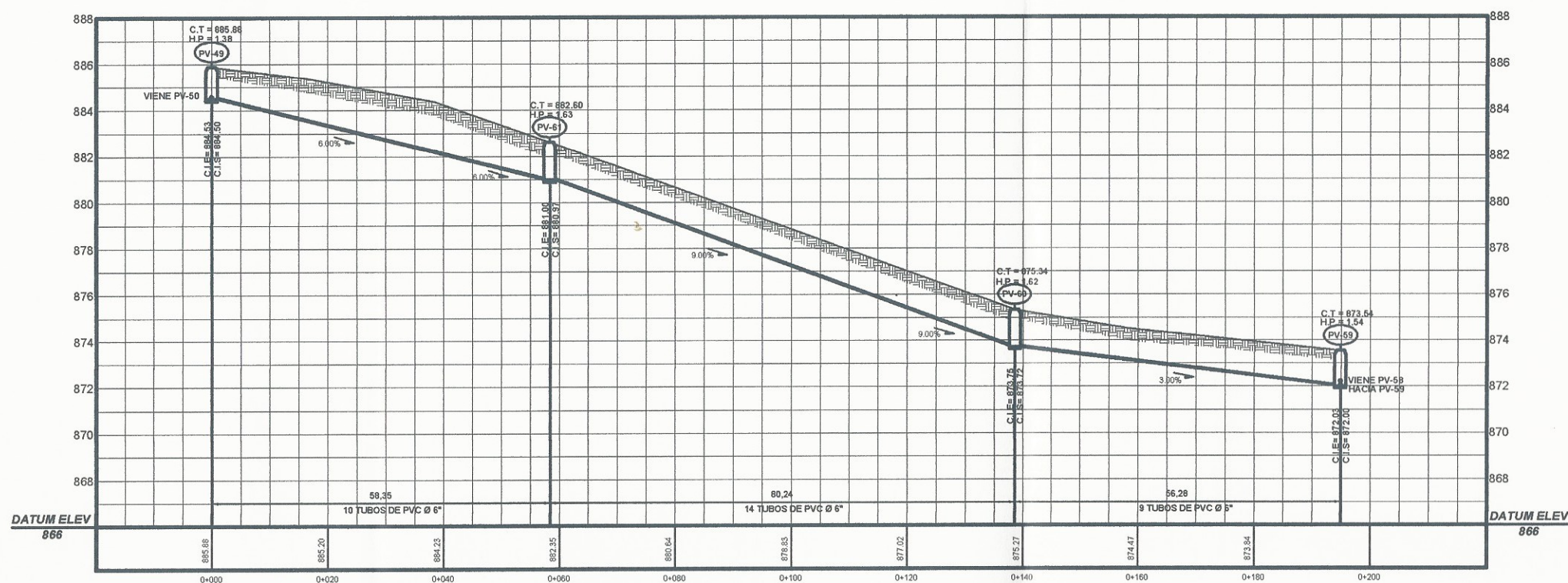




PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-49 A PV-59

ESC: 1/500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
$\frac{\%}{\%}$	PENDIENTE DE LA TUBERIA



PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-49 A PV-59

ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/125

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA EXISTENTE ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA A CONSTRUIR DE ALCANTARILLADO SANITARIO
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA A COLOCAR
	TUBERIA QUE ENTRA Y SALE DEL POZO DE VISITA
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
H.P.	ALTURA DEL POZO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
$\frac{\%}{\%}$	PENDIENTE DE LA TUBERIA



Municipalidad de Cuilapa

Proyecto: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA COLONIA BELLA VISTA.

Ubicación: COLONIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA.

PLANTA + PERFILES

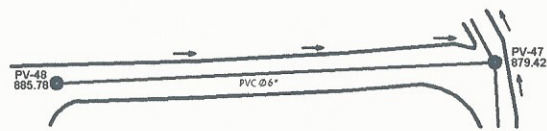
Fecha: ABRIL 2010

Escala: INDICADA

Nº Proyecto: 12

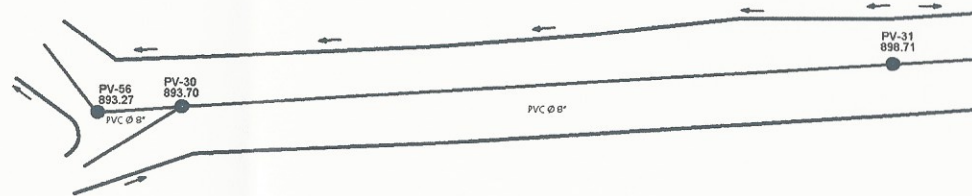
26





PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-48 A PV-47

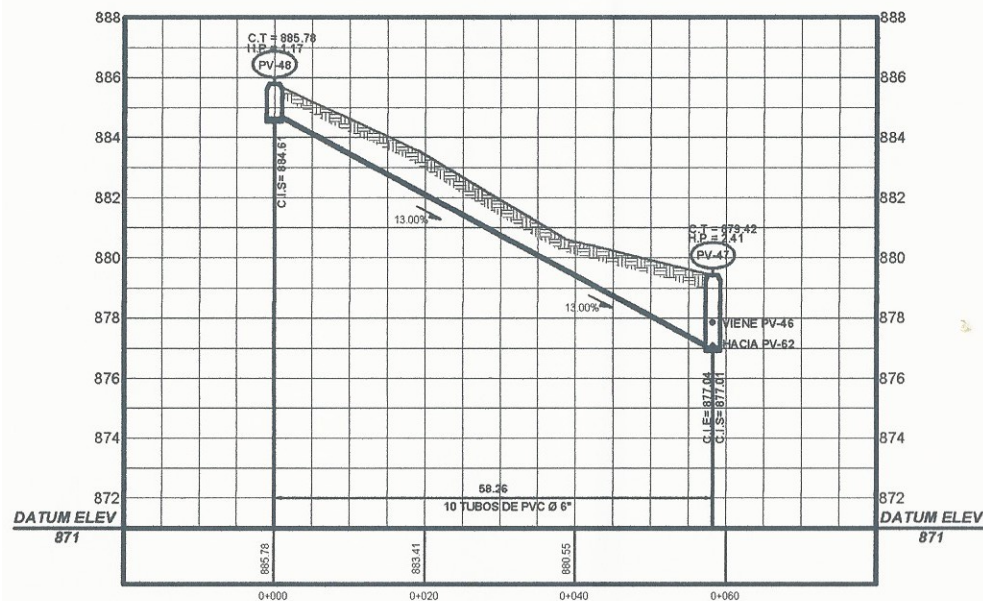
ESC: 1/500



PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-31 A PV-56

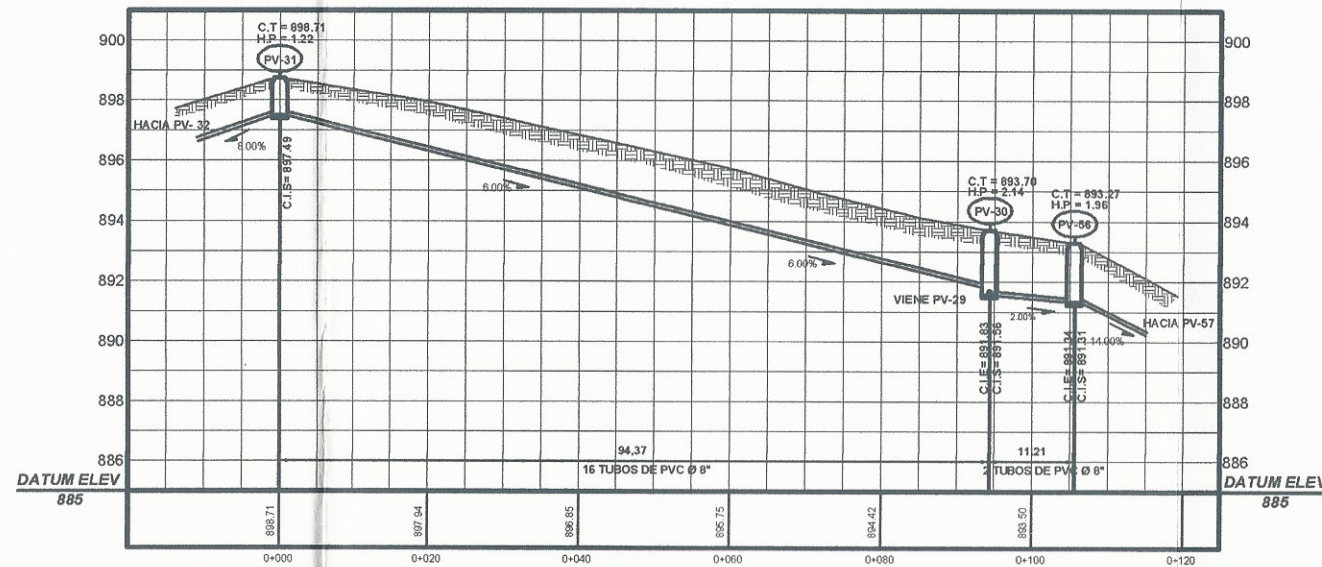
ESC: 1/500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-48 A PV-47

ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/500



PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-31 A PV-56

ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/125

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA EXISTENTE ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA A CONSTRUIR DE ALCANTARILLADO SANITARIO
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA A COLOCAR
	TUBERIA QUE ENTRA Y SALE DEL POZO DE VISITA
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
C.T.	COTA DEL TERRENO
H.P.	ALTURA DEL POZO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



Municipalidad de Cuilapa

DESGO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA COLONIA BELLA VISTA

Ubicación: COLONIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA.

Proyecto: PLANTA Y PERFILES

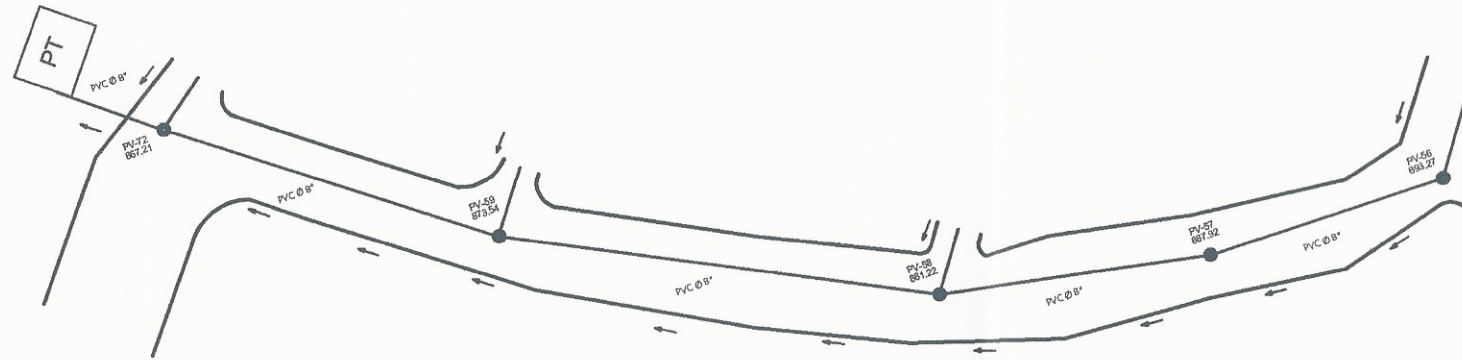
Fecha: ABRIL 2019

Escala: INDICADA

No. Proyecto: 1/2

Michael Barceles

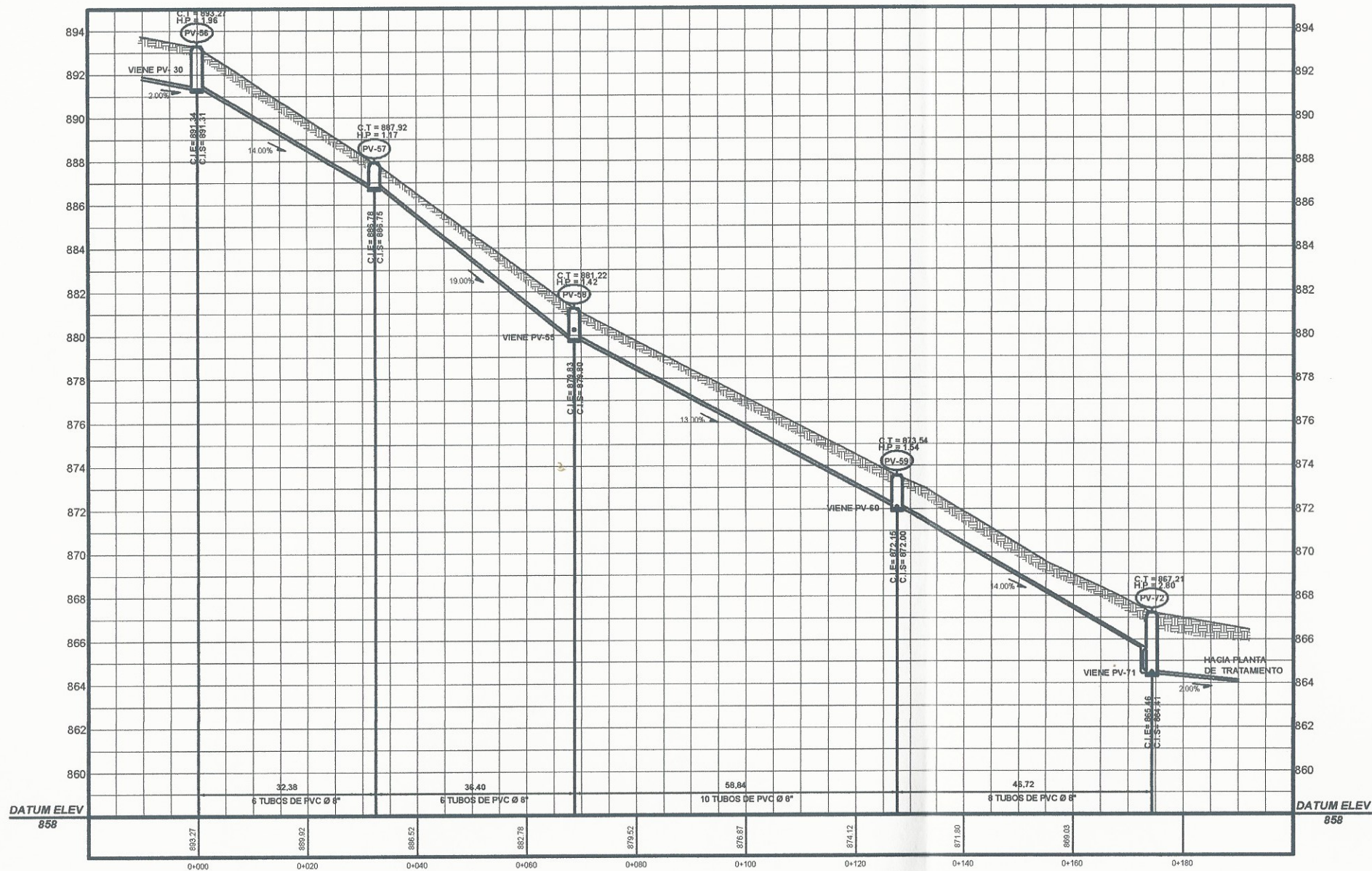




**PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-56 A PV-72**

ESC: 1/500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



**PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-56 A PV-72**

ESC. HORIZONTAL: 1/500  
VERTICAL: 1/125

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA EXISTENTE ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA A CONSTRUIR DE ALCANTARILLADO SANITARIO
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA A COLOCAR
	TUBERIA QUE ENTRA Y SALE DEL POZO DE VISITA
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
C.T	COTA DEL TERRENO
H.P	ALTURA DEL POZO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA

**Municipalidad de Cuilapa**

Proyecto: COLONIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA

Ubicación: COLONIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA

PLANTA - PERFILES

FECHA: ABRIL 2019

ESCALA: 1/2

Elaborado por: MICHAEL SARTANO

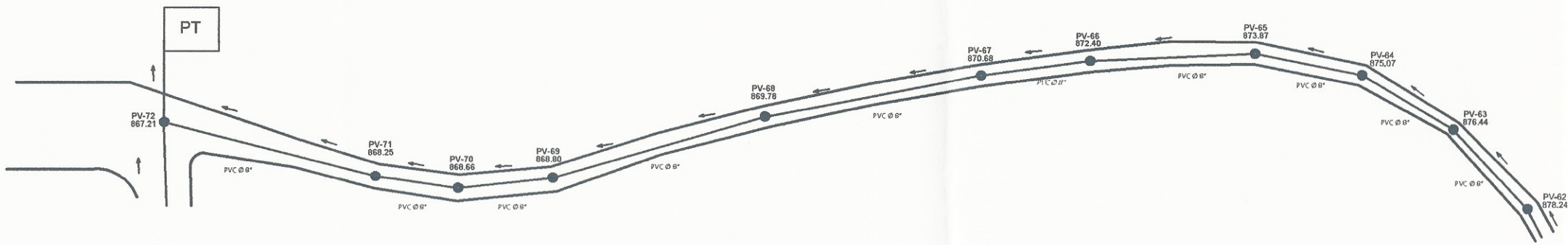
Revisado por: ALFREDO MORALES

Proyecto: 1/2





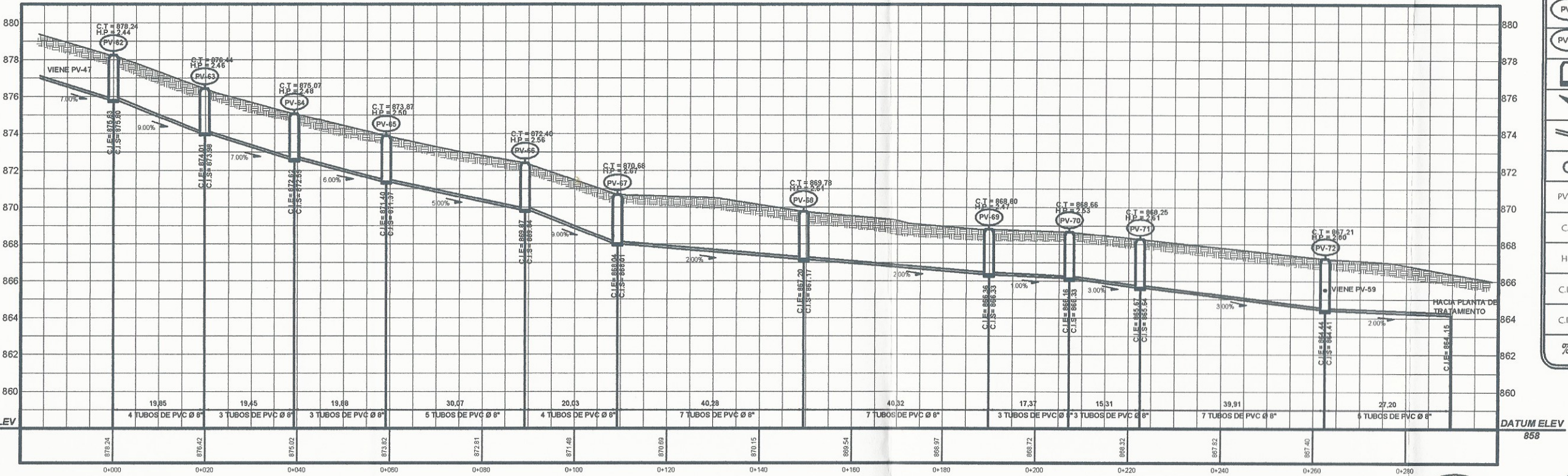




NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	LINEA DE TUBERIA, COLECTOR PRINCIPAL
	ANCHO DE CALLE PRINCIPAL
	DIRECCION DEL FLUJO
PV-1	POZO DE VISITA
PV-E1	POZO DE VISITA EXISTENTE
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA

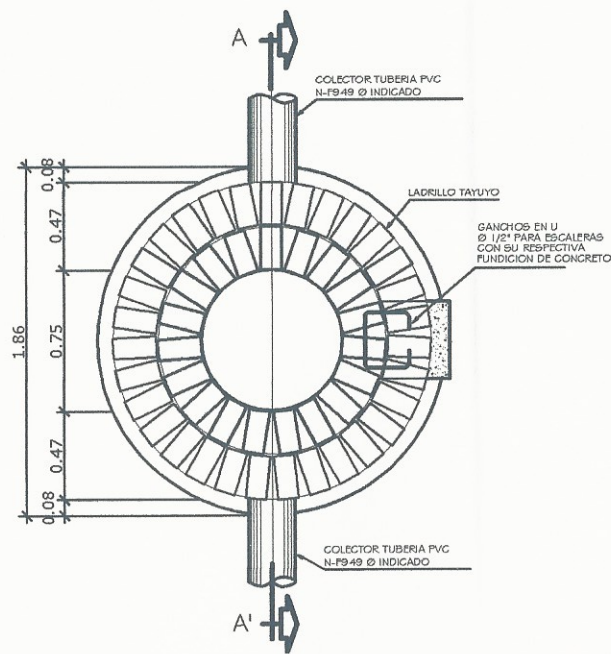
**PLANTA DRENAJE SANITARIO PV-62 A PT**  
 ESC: 1/500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA EXISTENTE ALCANTARILLADO SANITARIO
	POZO DE VISITA A CONSTRUIR DE ALCANTARILLADO SANITARIO
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA A COLOCAR
	TUBERIA QUE ENTRA Y SALE DEL POZO DE VISITA
PVC Ø	MATERIAL Y DIAMETRO DE LA TUBERIA
CT	COTA DEL TERRENO
H.P	ALTURA DEL POZO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA



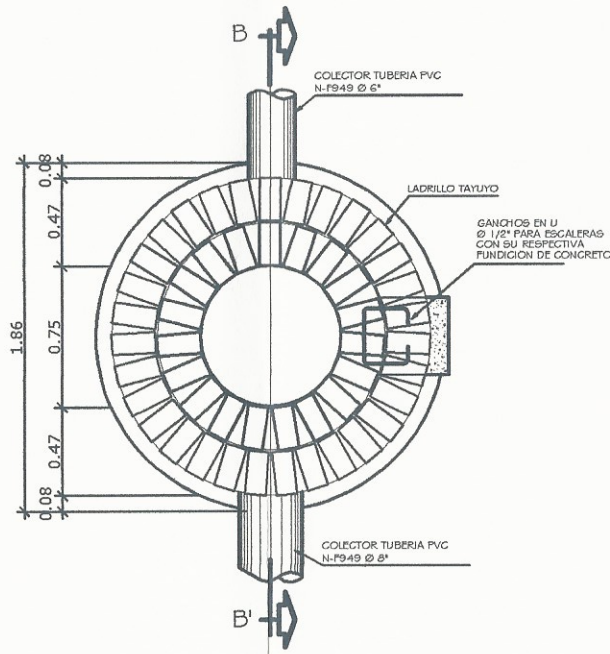
**PERFIL DRENAJE SANITARIO PV-62 A PT**  
 ESC. HORIZONTAL: 1/500  
 VERTICAL: 1/125





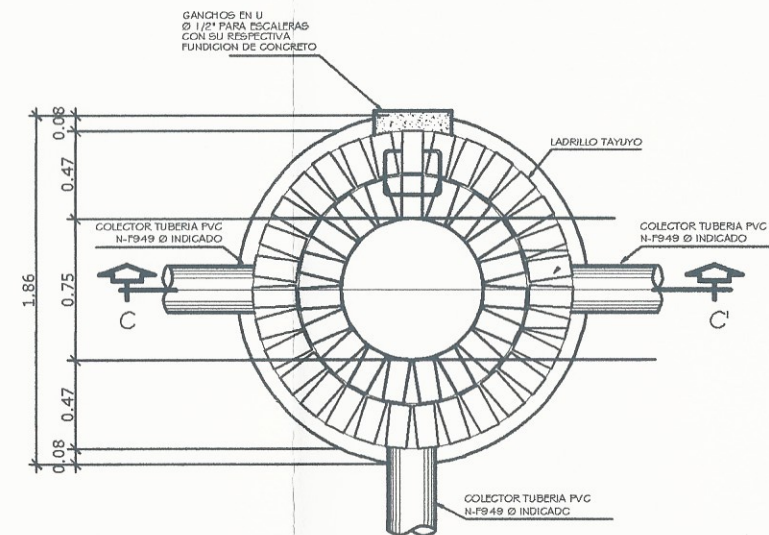
POZO DE VISITA TIPICO

ESC: 1/20



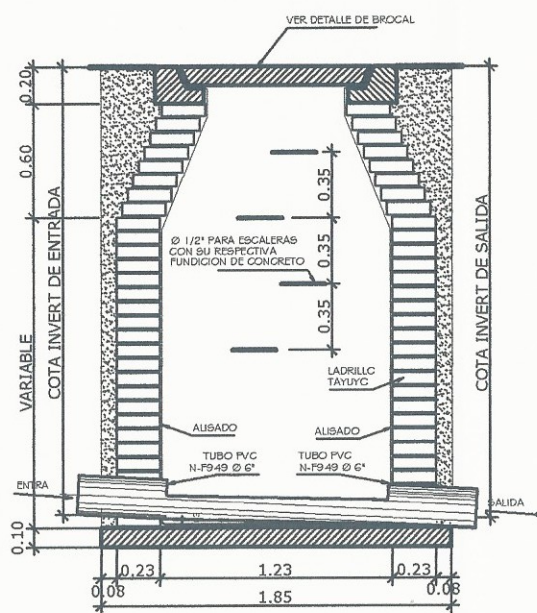
POZO DE VISITA CAMBIO DE TUBERIA

ESC: 1/20



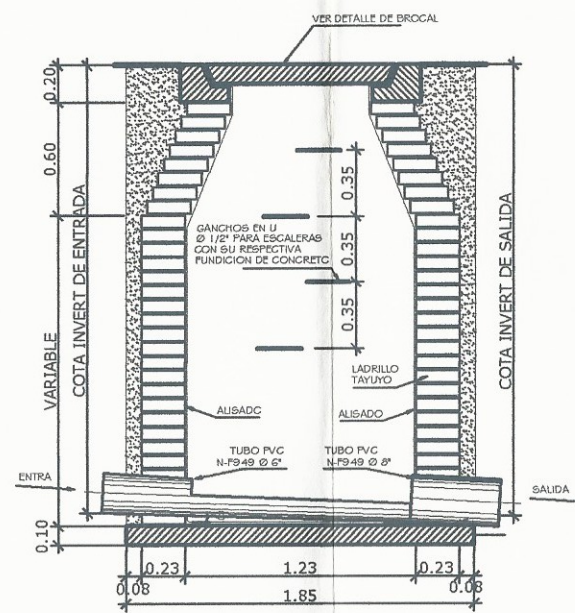
POZO DE VISITA DOS ENTRADAS

ESC: 1/20



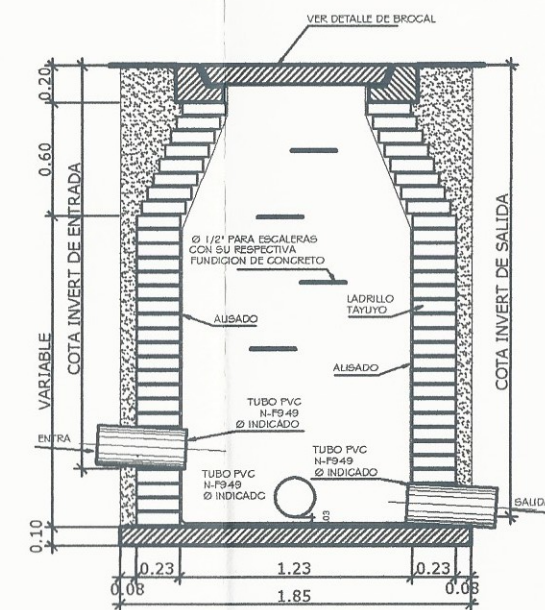
CORTE A-A'

ESC: 1/20



CORTE B-B'

ESC: 1/20



CORTE C-C'

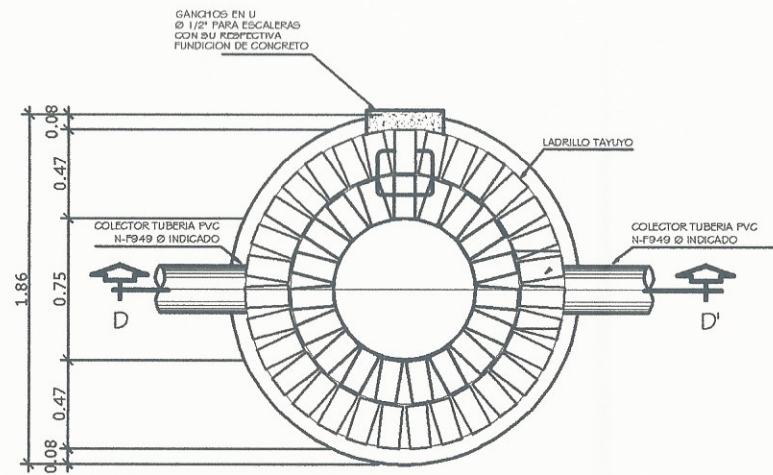
ESC: 1/20

**Municipalidad de Cuilapa**  
 DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA  
 COLONIA BELLA VISTA  
 Ubicada en: COLONIA BELLA VISTA, CUILAPA, SANTA ROSA.

DEFALLES DE POZOS DE VISITA

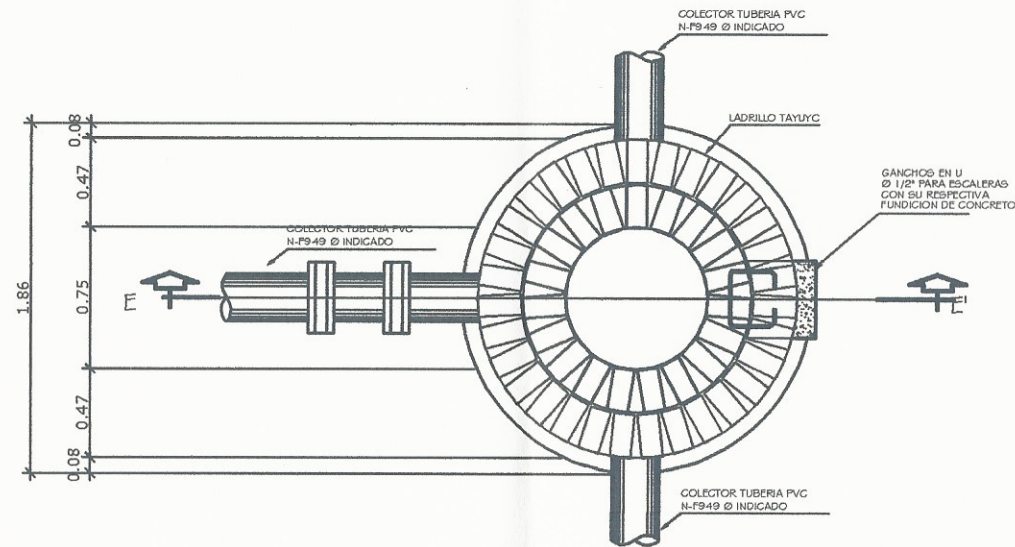
Diseño:	Revisado:	Fecha:
Elaborado:	Revisado:	ABRIL 2019
Proyecto:	Revisado:	ESCALA:
Proyecto:	Revisado:	1/20





POZO DE VISITA  
DOS SALIDAS

ESC: 1/20



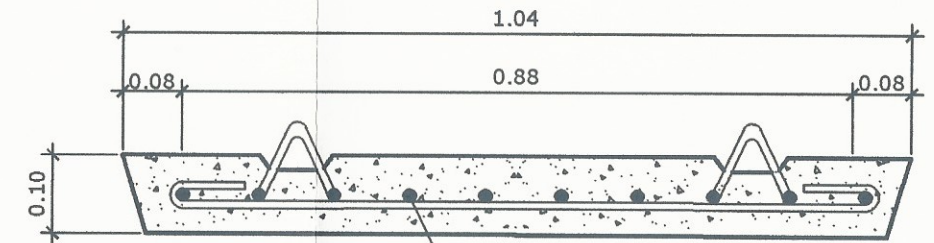
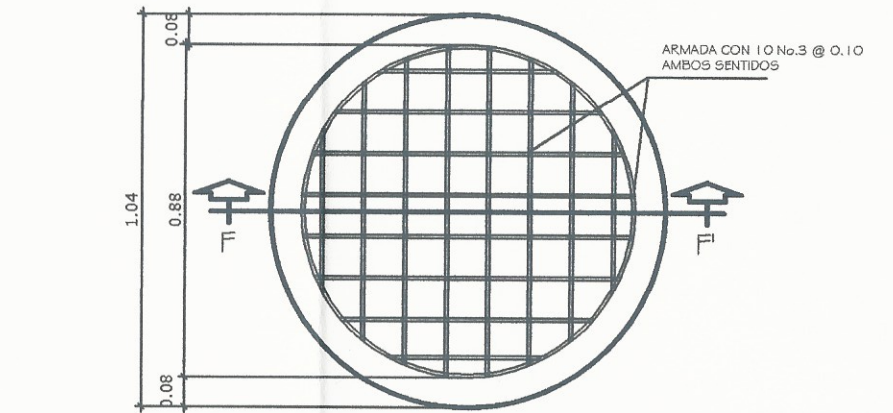
POZO DE VISITA  
CON CAIDA

ESC: 1/20



PLANTA DE TAPADERA

ESC: 1/10

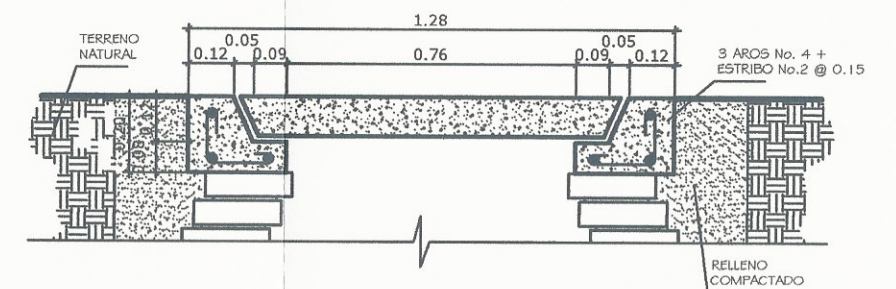


TAPADERA DE CONCRETO  
ARMADA CON 10 No. 3 @ 0.10  
AMBOS SENTIDOS



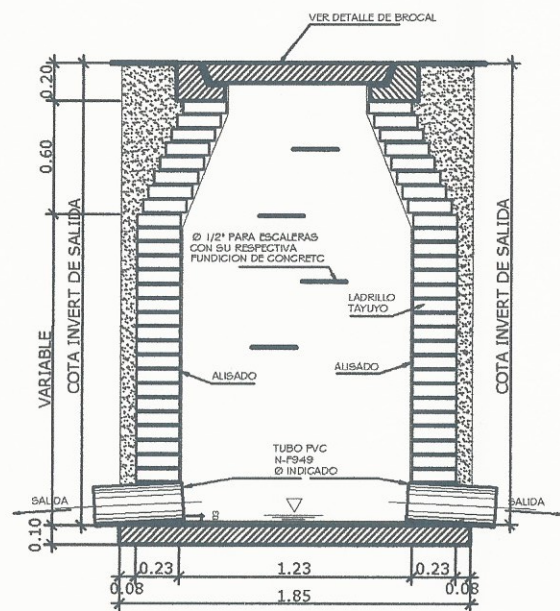
CORTE F-F'

ESC: 1/5



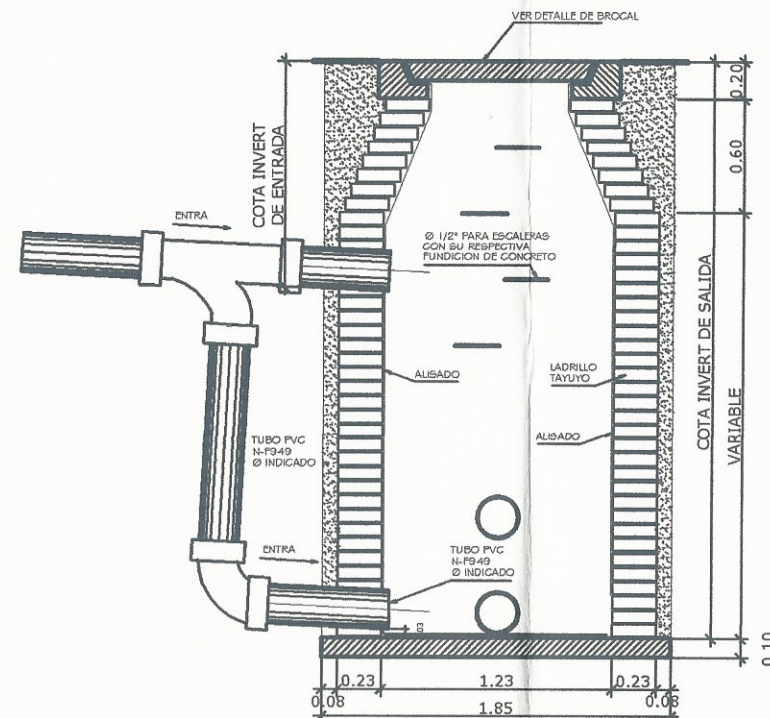
DETALLE DE BROCAL

ESC: 1/10



CORTE D-D'

ESC: 1/20



CORTE E-E'

ESC: 1/20



**Municipalidad de Cullapa**

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA COLONIA BELLA VISTA.

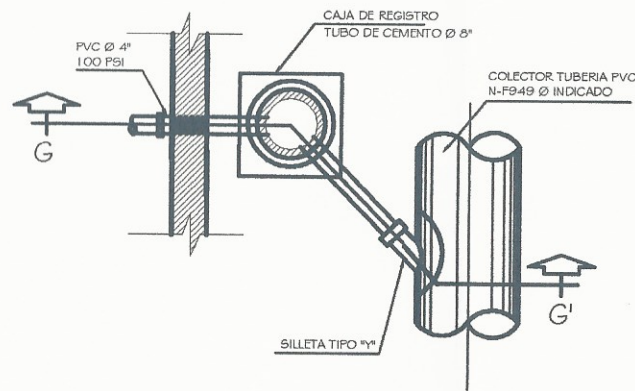
PROYECTO: COLONIA BELLA VISTA, CULLAPA, SANTA ROSA.

DETALLES DE POZOS DE VISITA

Hoja No. De:	25	Fecha:	ABRIL, 2019
De:	26	Escala:	INDICADA
Proyecto:	1/2	Hoja No. De:	26

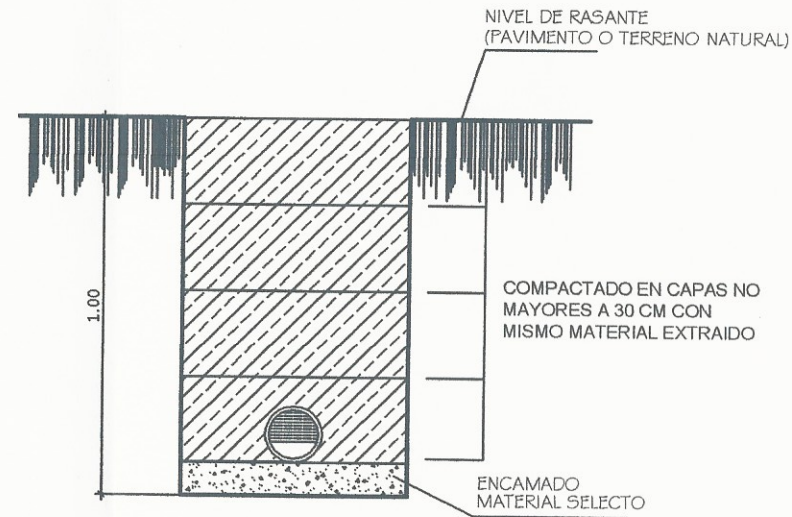
ALFREDO ARRIVALLAGA





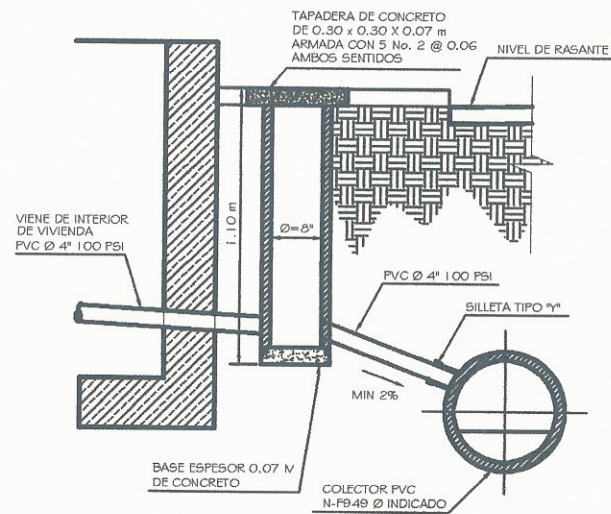
## CONEXIÓN DOMICILIAR

ESC: 1/5



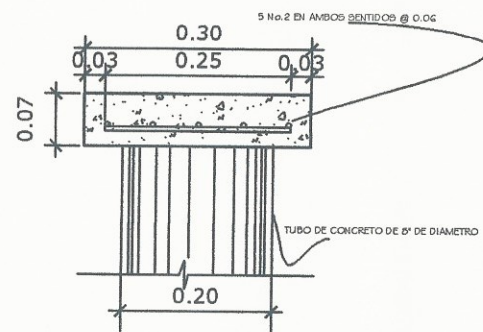
## RELLENO DE ZANJA

ESC: 1/10



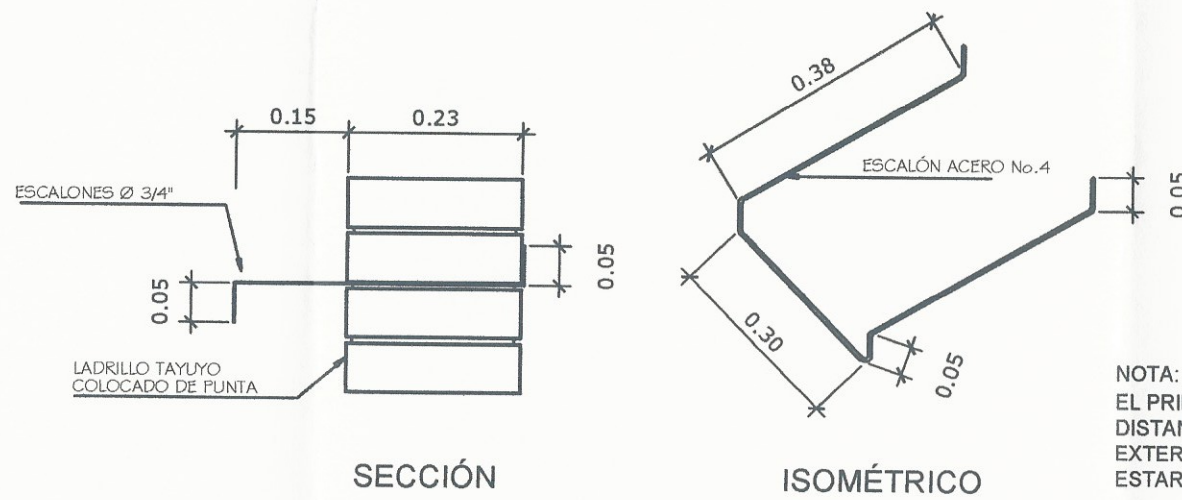
## CORTE G-G'

ESC: 1/5



## CAJA DE REGISTRO DOMICILIAR

ESC: 1/5



## DETALLE ESCALÓN

ESC: 1/5

NOTA:  
EL PRIMER ESCALÓN ESTARÁ A UNA DISTANCIA DE 0.60 m DEL NIVEL EXTERIOR DE LA TAPADERA. EL RESTO ESTARÁ A UNA DISTANCIA DE 0.30 m

## ESPECIFICACIONES

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN  $F_c = 3,000$  PSI PROPORCIÓN EN VOLUMEN 1:2:2. CON ESTA PROPORCIÓN SE TIENEN QUE USAR 11 SACOS DE CEMENTO, 8 CARRETILLAS DE ARENA, 8 CARRETILLAS DE PIEDRÍN Y 148 GALONES DE AGUA APROPIADA PARA LA PREPARACIÓN.
3. LA SABIETA DEBERÁ SER DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO CON PROPORCIÓN EN VOLUMEN 1:2. SE PREPARARÁ CON 15 SACOS DE CEMENTO, 12 CARRETILLAS DE ARENA CERNIDA DE RÍO Y 172 GALONES DE AGUA.
4. LA MEZCLA PARA EL PEGADO DE LADRILLOS DEBERÁ SER DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO. PROPORCIÓN 1:3. SE PREPARARÁ CON 11 SACOS DE CEMENTO Y 13 CARRETILLAS DE ARENA CERNIDA DE RÍO.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ  $F_y = 2810$  Kg/cm<sup>2</sup>.
6. LA TUBERÍA PARA LA CONEXIÓN DOMICILIAR DEBE SER DE 4" PVC PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SEGÚN NORMA F-949.
7. EL CONCRETO PARA LA TAPADERA Y BASE DEBERÁ TENER UN  $F_c = 3,000$  PSI CON UNA PROPORCIÓN 1:2:2. CON ESTA PROPORCIÓN SE TIENEN QUE USAR 11 SACOS DE CEMENTO, 8 CARRETILLAS DE ARENA, 8 CARRETILLAS DE PIEDRÍN, 148 GALONES DE AGUA APROPIADA PARA LA PREPARACIÓN Y UNA CARRETILLA DE 0.08 M<sup>3</sup> DE VOLUMEN.
8. LA CAJA DE REGISTRO SERÁ UN TUBO DE CONCRETO DE 8" DE DIÁMETRO CON SU RESPECTIVA BASE Y TAPADERA, LA CUAL DEBE TENER UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 0.90 m.

### ANCHO DE ZANJA

PARA PROFUNDIDADES MENORES A 1.50 m  
EXCAVAR CON UN ANCHO DE 0.70 m

PARA PROFUNDIDADES MAYORES A 1.50 m  
EXCAVAR CON UN ANCHO DE 1.00 m

Logo of the Universidad de Cuiilapa and other institutional stamps.

DESIGNO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA COLONIA BELLA VISTA, CUIILAPA, SANTA ROSA.

DETALLES ACOMETIDA DOMICILIAR

FECHA: ABRIL 2018

ESTADO: NO CADUCA

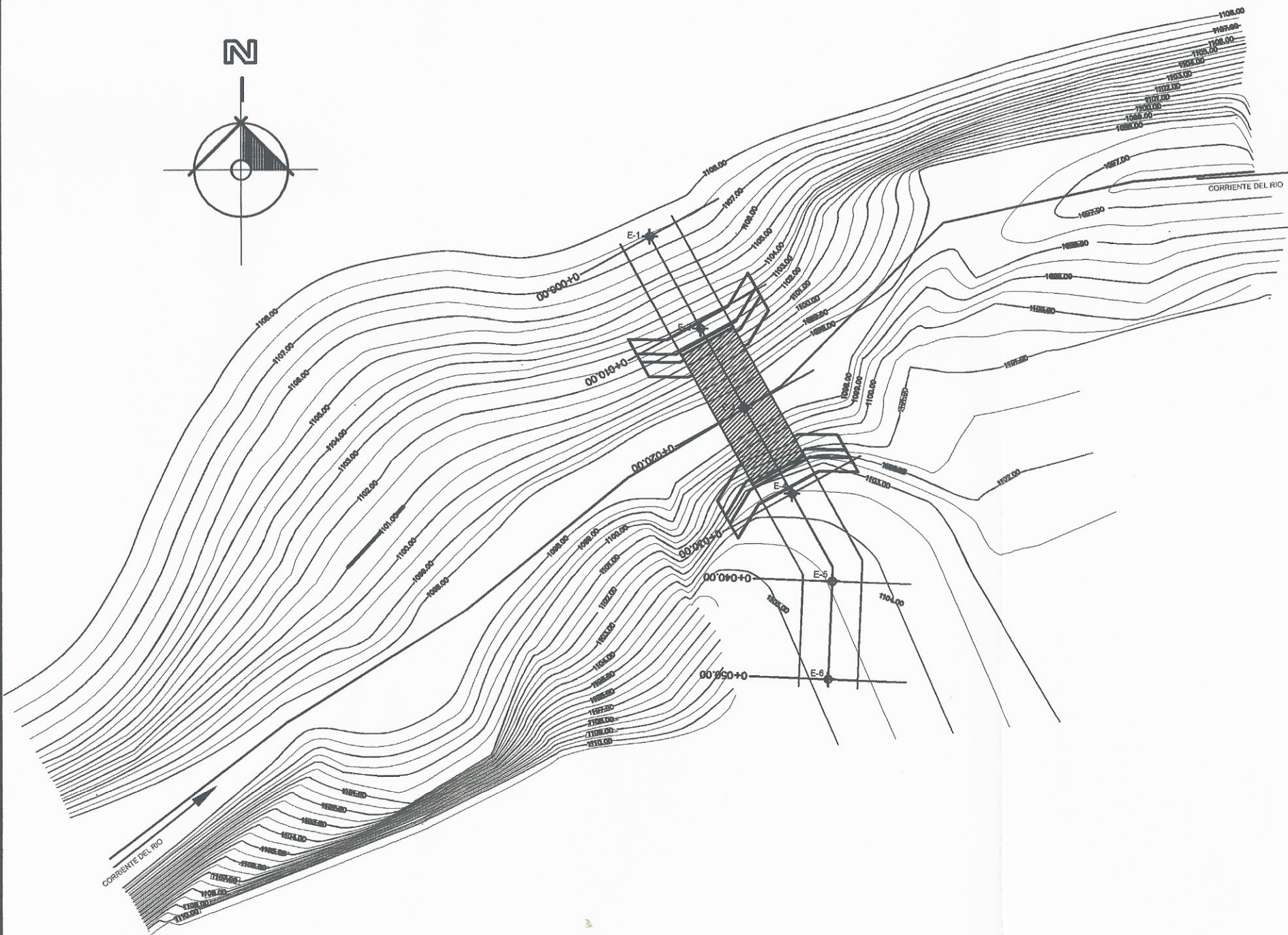
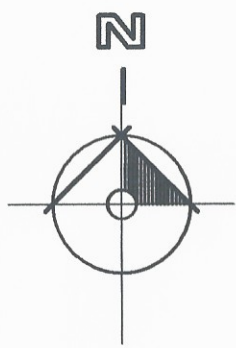
NO. PROYECTO: 26

1/2





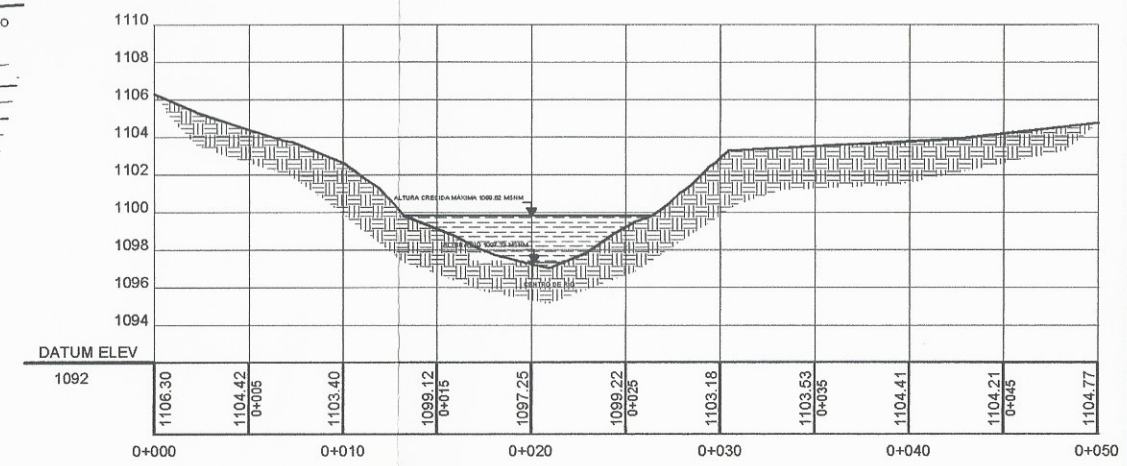




**CURVAS DE NIVEL**

SIN ESCALA

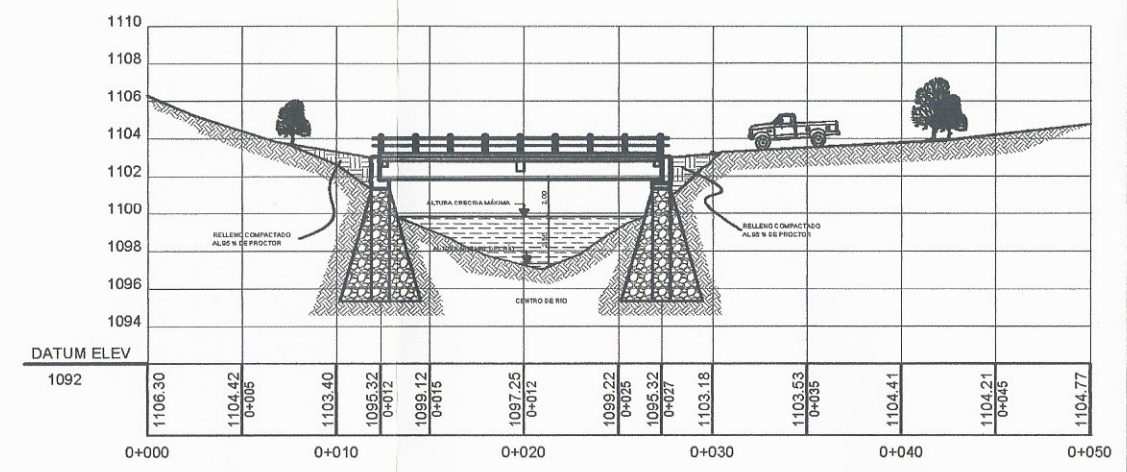
EST	PO	DH	AZIMUT		
			GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
E-1	E-2	10.740	151	12	40
E-2	E-3	9.260	151	12	40
E-3	E-4	10.000	151	12	40
E-4	E-5	9.830	155	26	15
E-5	E-6	10.050	182	24	52



**PERFIL DEL TERRENO**

PUENTE VEHICULAR

ESC. HORIZONTAL: 1/200  
VERTICAL: 1/200



**PUENTE SOBRE EL PERFIL**

PUENTE VEHICULAR

ESC. HORIZONTAL: 1/200  
VERTICAL: 1/200



**Municipalidad de Cuilapa**

Proyecto: DISEÑO DE UN PUENTE VEHICULAR EN LA ALDEA LA PROVIDENCIA, CUILAPA, SANTA ROSA

Ubicación: ALDEA LA PROVIDENCIA, CUILAPA, SANTA ROSA

Objetivo: DISEÑO DEL PERFIL DEL TERRENO Y PUENTE

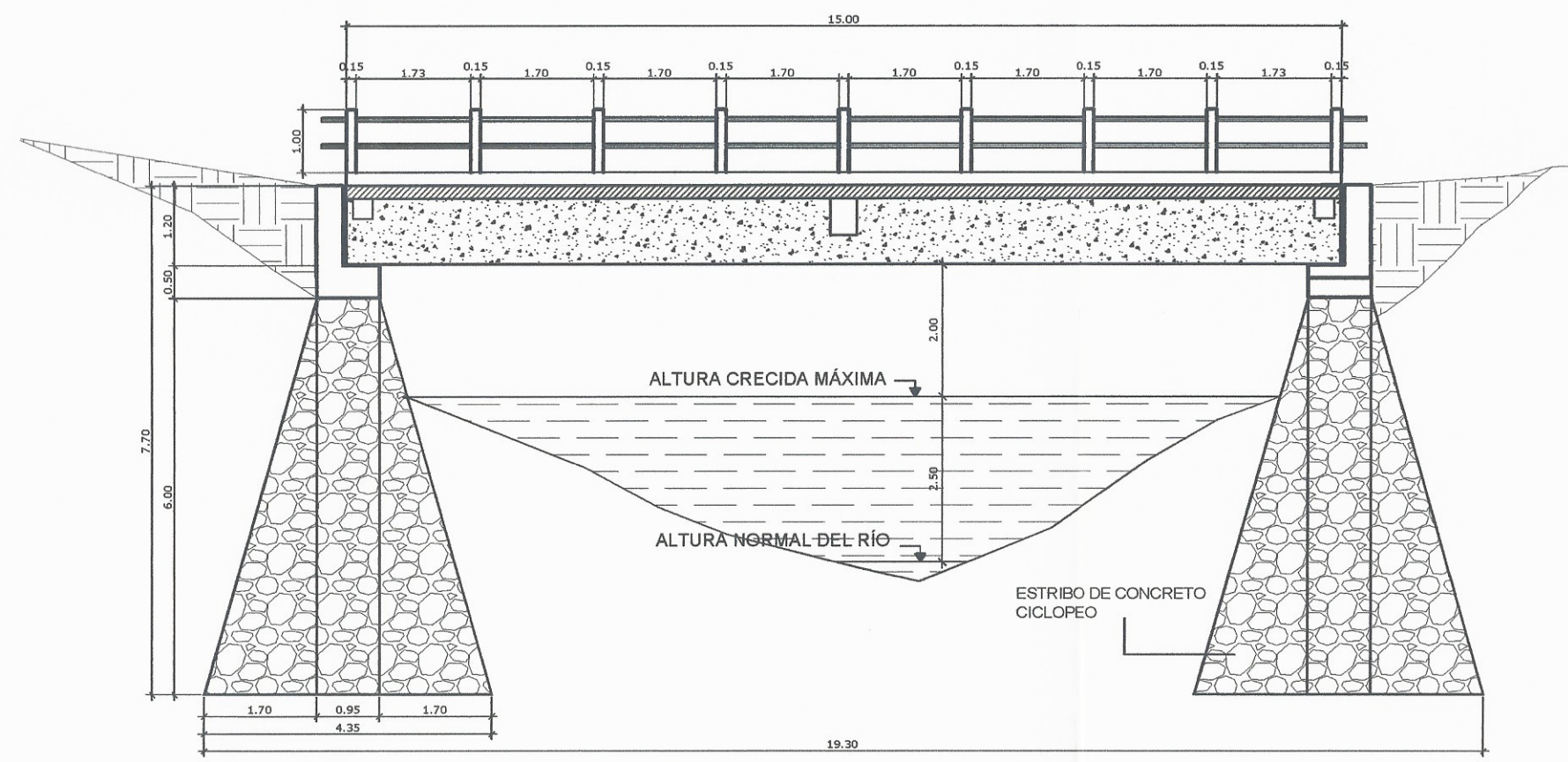
Escuela: San Carlos de Guila

Distrito: MUNICIPIO DE CUILAPA	Calculo: Ing. Manuel Alfredo...	Fecha: SEPTIEMBRE 2010
Diseñó: Ing. Manuel Alfredo...	ASESOR - SUPERVISOR DE...	Escala: INDICADA
Dibujo: MUNICIPIO DE CUILAPA	Unidad de Dirección de Ingeniería y...	No. Proyecto: 272



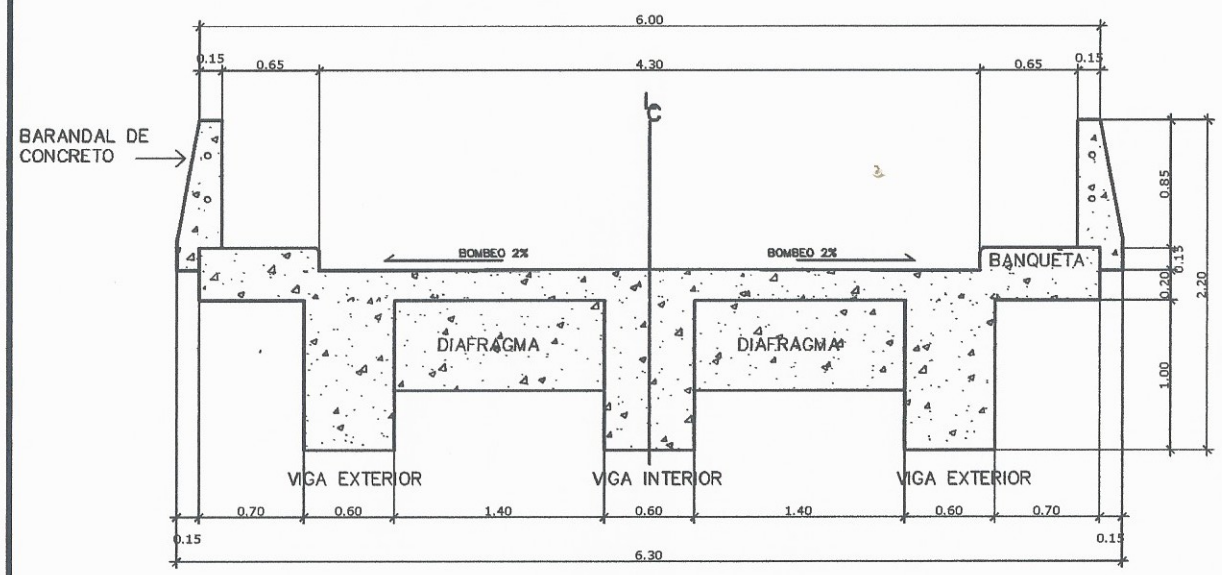






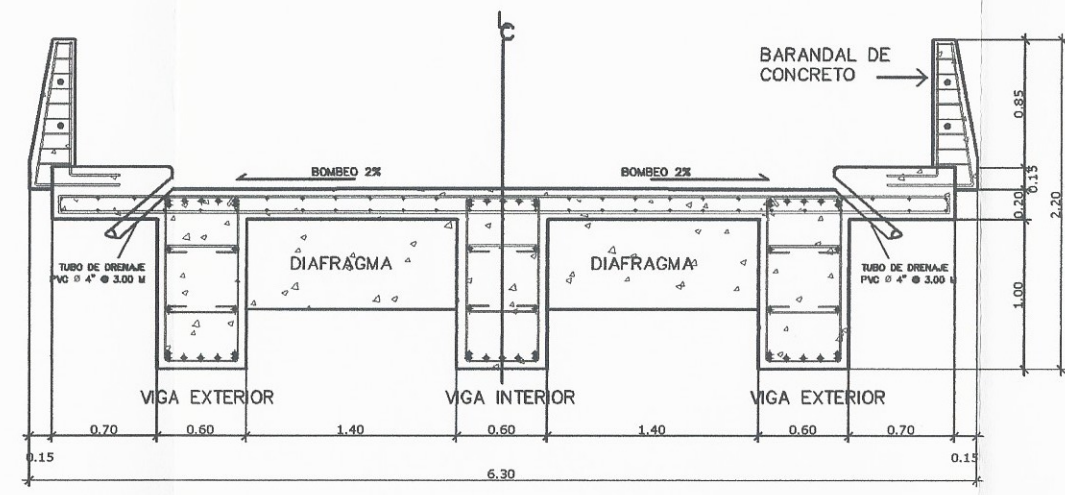
**ELEVACIÓN LATERAL**  
PUENTE VEHICULAR

ESC: 1/50



**SECCIÓN B-B'**  
GEOMETRIA DEL PUENTE

ESC: 1/25



**SECCIÓN C-C'**  
REFUERZO DEL PUENTE

ESC: 1/25

**ESPECIFICACIONES**

**DIMENSIONES**  
TODAS LAS DIMENSIONES DEL PUENTE ESTAN EN EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES DADAS EN METROS.

**RECUBRIMIENTOS**  
PARA LA LOSA EN SUPERFICIE DE RODADURA ES DE 5.00 cm.  
PARA VIGAS EN CUALQUIER SENTIDO 5.00 cm.  
LO DEMÁS SERA DE 2.50 cm.

**ACERO DE REFUERZO**  
SE USARA ACERO DE REFUERZO  $f_y=2,810 \text{ kg/cm}^2$  DE GRADO 40 (40,000 PSI) EN FORMA DE BARRAS CORRUGADAS

**EMPALMES**  
SERÁN DE 20 DIAMETROS, SALVO EN VIGAS QUE TENGAN MÁS DE 30 cm DE CONCRETO BAJO LAS BARRAS EN CUYO CASO DEBERÁN TENER 35 DIAMETROS SIEMPRE DEBEN ESTAR SUJETOS CON ALAMBRE DE AMARRE.

**FORMALETAS**  
LAS FORMALETAS YA SEA DE MADERA, METAL O PLASTICA DEBEN SER LISAS Y HERMETICAS AL CONCRETO, DISEÑADAS Y CONSTRUIDAS SOLIDAMENTE CON LA RIGIDEZ SUFICIENTE PARA EVITAR DISTORSIONES DEBIDAS A LA PRESIÓN DEL CONCRETO.

**CONCRETO**  
EN TODOS LOS ELEMENTOS SE UTILIZARÁ CONCRETO  $f_c=3000 \text{ PSI}=210\text{kg/cm}^2$  A LOS 28 DÍAS, LA PROPORCIÓN DEL CONCRETO SERA 1:2:2 Y CON UN AGREGADO GRUESO DE 1/2" Y UN MÁXIMO DE 3/4" , CON UN AGREGADO FINO LAVADO LIBRE DE MATERIAL ORGÁNICO.

**AGREGADO PARA CONCRETO**  
LOS AGREGADOS SE DEBEN MANEJAR Y ALMACENAR, TRATANDO EN LO POSIBLE DE MANTENER LA UNIFORMIDAD DE SU GRADUACIÓN (GRANULOMETRIA) Y SU GRADO DE HUMEDAD EVITANDO LA SEGREGACIÓN Y CONTAMINACIÓN CON MATERIALES EXTRAÑOS.

**CONCRETO CICLOPEO**  
UTILIZAR PIEDRA PARTIDA O CANTO RODADO CON DIAMETRO NO MAYOR A 300 mm, DE PREFERENCIA EN SU ESTADO NATURAL DE BUENA CALIDAD Y LIMPIA COMBINADO CON UN CEMENTO DE 3000 PSI.

LA PROPORCIÓN EN VOLUMEN PARA UN  $\text{m}^3$  DEBE SER: 4.5 SACOS DE CEMENTO, 0.38  $\text{m}^3$  AGREGADO FINO, 0.53  $\text{m}^3$  AGREGADO GRUESO Y 0.33  $\text{m}^3$  DE PIEDRA BOLA.

LA PIEDRA DEBE COLOCARSE A MANO SIN DEJARLA CAER PARA NO DAÑAR LAS FORMALETAS

**AGUA**  
EL AGUA PARA MEZCLADO Y CURADO DEL CONCRETO DEBE SER LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE ACEITES, ÁCIDOS, MATERIAL ORGÁNICO Y OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIVAS AL CONCRETO O AL ACERO.

**PREPARACIÓN DE CONCRETO**  
TODA LA PREPARACIÓN DE CONCRETO SERA CON CONCRETERA Y DEBIDAMENTE CONTROLADA POR EL SUPERVISOR.

**NEOPRENO**  
LA UNIÓN ENTRE LAS PLANCHAS DE NEOPRENO Y LAS PLACAS METÁLICAS DEBERÁN HACERSE CON UN PEGAMENTO ESPECIAL QUE EVITE SU SEPARACIÓN.

LAS DIMENSIONES SERÁN COMO SE INDICA EN LOS DETALLES, CON UNA DUREZA 60.

LOS APOYOS DE NEOPRENO DEBEN COLOCARSE EN UNA SOLA ENVOLTORA CONTENIENDO TANTO LAS PLACAS DE NEOPRENO COMO LAS PLACAS QUE LAS SEPARAN.

**RELLENO**  
DEBE COLOCARSE EN CAPAS NO MAYORES A 30 cm PARA SU DEBIDA CONFORMACIÓN PRESENTANDO UN MÍNIMO DE 90% DE PROCTOR.



NOTAS GENERALES

VALORES DE LOS ASENTAMIENTOS

SE VERIFICARA LA CONSISTENCIA DEL CONCRETO FRESCO MEDIANTE ENSAYOS DE ASENTAMIENTO, POR EL MÉTODO DE CONO DE ABRAHMS CON LA SIGUIENTE FRESCURA COMO MINIMO:

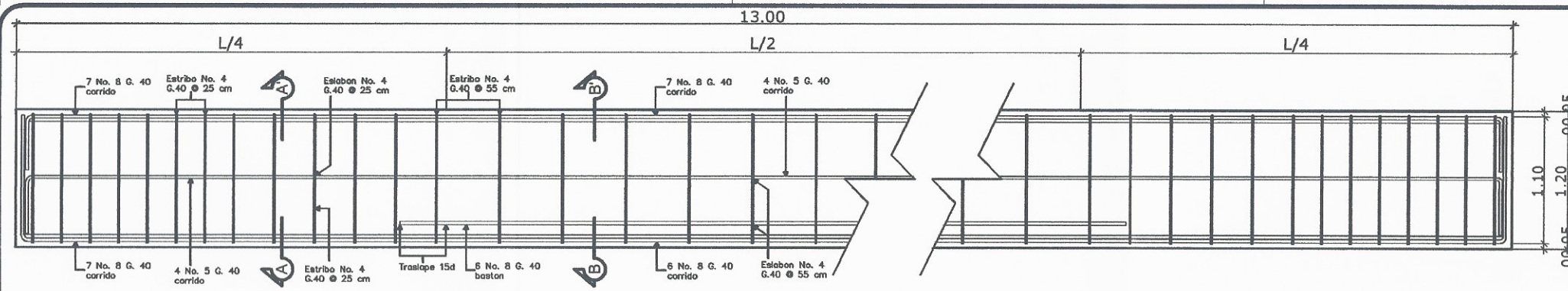
- AL INICIAR LAS OPERACIONES DE FUNDICIÓN.
- 1 VEZ DURANTE EL DÍA.
- CADA VEZ QUE SE MOLDEEN PROBETAS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA.

EL CONCRETO COMPACTADO CON VIBRACIÓN INTERNA DE ALTA FRECUENCIA VIBRADO O APISONADO TENDRA UN ASENTAMIENTO MÁXIMO DE 4" O 10 CM.

FRECUENCIA DE HECHURA DE PROBETAS Y ENSAYOS

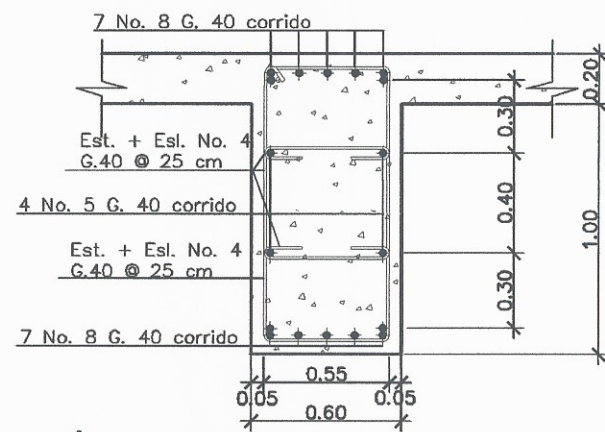
A- LAS PROBETAS DE CONCRETO DEBEN SER EJECUTADAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM APLICABLE, DEBERAN CONFECCIONARSE UN MINIMO DE 5 PROBETAS POR CADA DIA DE FUNDICIÓN Y POR CADA TIPO DE CONCRETO.

B- DOS PROBETAS SERAN ENSAYADAS A LOS 7 DÍAS, 2 A LOS 14 DÍAS Y 1 A LOS 28 DÍAS.



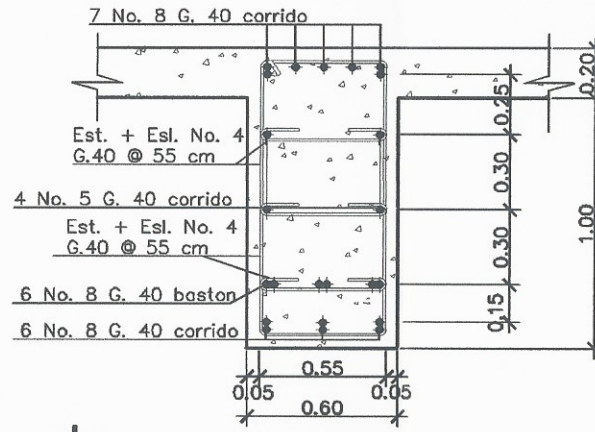
VIGA INTERNA  
REFUERZO Y ARMADO

ESC: 1/25



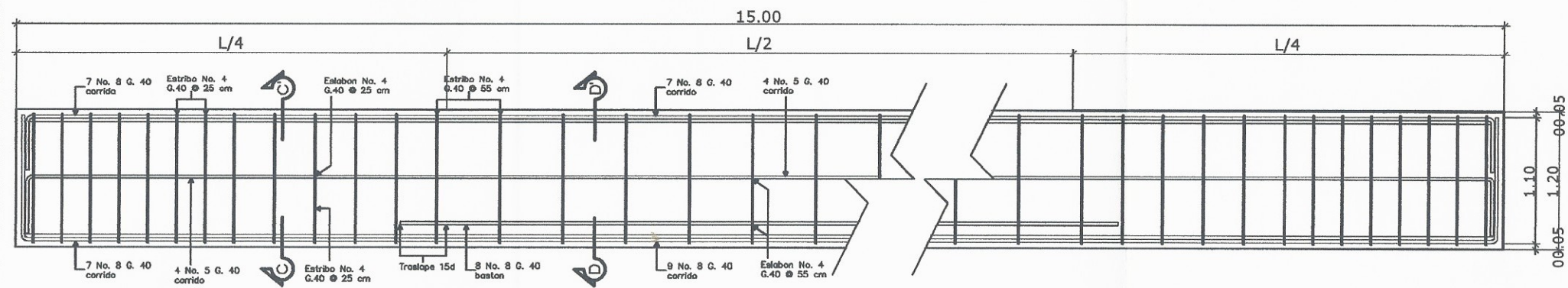
SECCIÓN A-A'  
VIGA INTERNA

ESC: 1/10



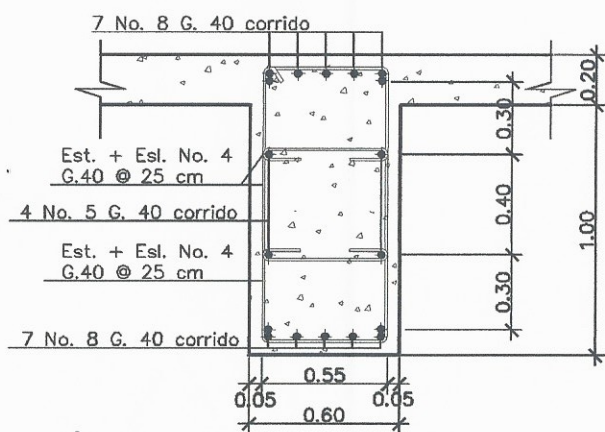
SECCIÓN B-B'  
VIGA INTERNA

ESC: 1/10



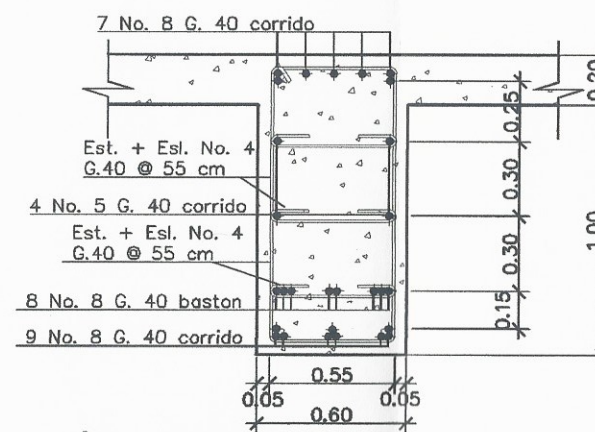
VIGA EXTERNA  
REFUERZO Y ARMADO

ESC: 1/25



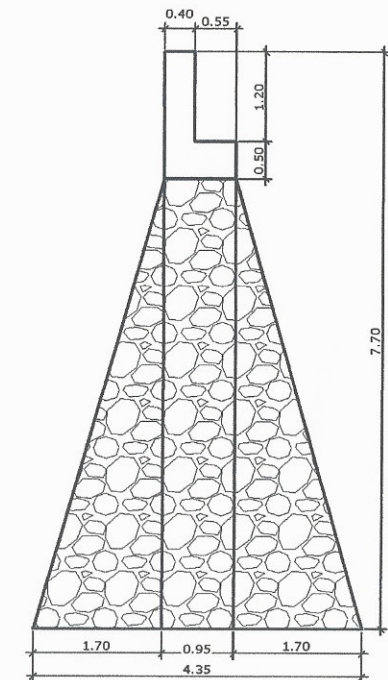
SECCIÓN C-C'  
VIGA EXTERNA

ESC: 1/10



SECCIÓN D-D'  
VIGA EXTERNA

ESC: 1/10



SECCIÓN A-A'  
ESTRIBO DEL PUENTE

ESC: 1/50



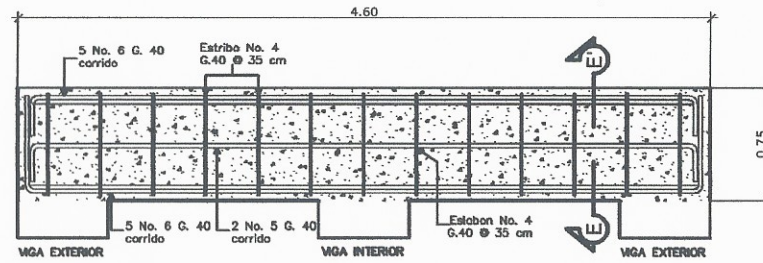
Municipalidad de Cuilapa

Proyecto: DISEÑO DE UN PUENTE VEHICULAR EN LA ALDEA LA PROVIDENCIA.

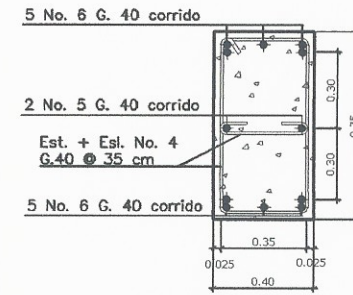
Unidad de Práctica de Ingeniería de la PEP

22

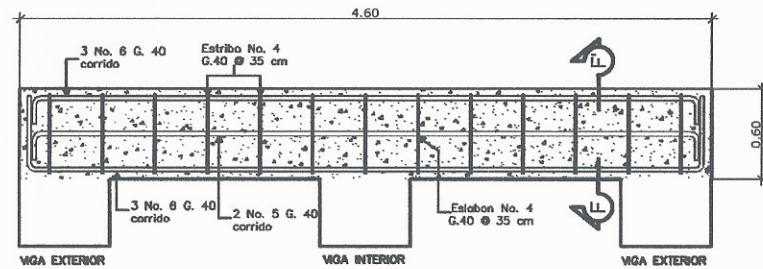




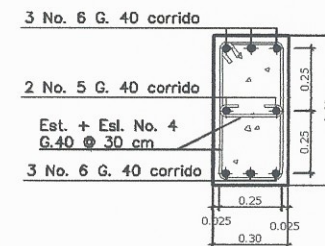
**DIAFRAGMA INTERIOR**  
REFUERZO Y ARMADO  
ESC: 1/25



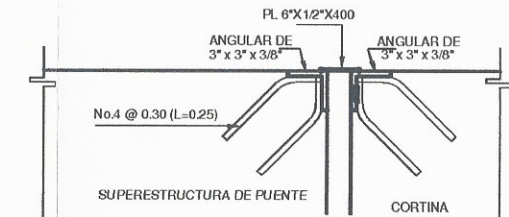
**SECCIÓN E-E'**  
DIAFRAGMA INTERIOR  
ESC: 1/10



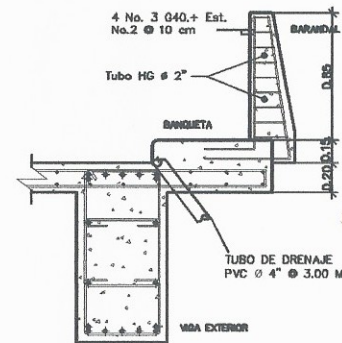
**DIAFRAGMA EXTERIOR**  
REFUERZO Y ARMADO  
ESC: 1/25



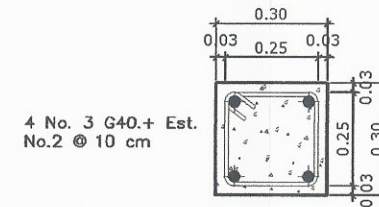
**SECCIÓN F-F'**  
DIAFRAGMA EXTERIOR  
ESC: 1/10



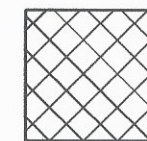
**PROTECCIÓN ENTRADA**  
PUENTE VEHICULAR  
ESC: 1/5



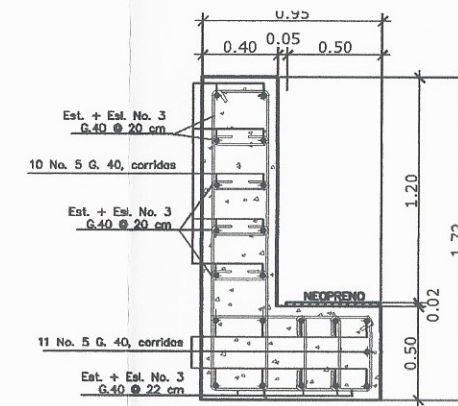
**DETALLE DE ARMADO**  
BARANDAL DE CONCRETO  
ESC: 1/25



**DETALLE DE ARMADO**  
BARANDAL DE CONCRETO  
ESC: 1/10



**CORTINA Y VIGA DE APOYO**  
REFUERZO Y ARMADO  
ESC: 1/20



**Municipalidad de Cuilapa**  
DISEÑO DE UN PUENTE VEHICULAR EN LA ALDEA LA PROVIDENCIA.  
Proyecto: ALDEA LA PROVIDENCIA, CUILAPA, SANTA ROSA.  
Escuelas de Refuerzo, Armados y  
Ciudad de San Carlos de Guila  
ASesor - SUPERVISOR  
Unidad de Prácticas de Ingeniería PPS

Diseña: REVISOR: JUAN CARLOS FACHO Revisó: Dibuja: REVISOR: JUAN CARLOS FACHO	Calculo: REVISOR: JUAN CARLOS FACHO Calculo: REVISOR: JUAN CARLOS FACHO	Fecha: 2015 ESCALA: REVISADA: No. Proyecto: 212
---	--	--