



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
LA ALDEA SASHICO Y PUENTE VEHICULAR PARA LA FINCA LOS
CEBOLLINES, ALDEA SANSAYO, MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA**

José Rodrigo Orellana Guerra

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, febrero de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
LA ALDEA SASHICO Y PUENTE VEHICULAR PARA LA FINCA LOS
CEBOLLINES, ALDEA SANSAYO, MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSÉ RODRIGO ORELLANA GUERRA

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

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

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
LA ALDEA SASHICO Y PUENTE VEHICULAR PARA LA FINCA LOS
CEBOLLINES, ALDEA SANSAYO, MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha enero de 2012.



José Rodrigo Orellana Guerra



Guatemala, 30 de agosto de 2013
Ref.EPS.DOC.959.08.13

Ing. Juan Merck Cos
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Merck Cos.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Rodrigo Orellana Guerra** con carné No. **200614947**, de la Carrera de Ingeniería Civil, , procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SASHICO Y PUENTE VEHICULAR PARA LA FINCA LOS CEBOLLINES, ALDEA SANSAYO MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA"**.

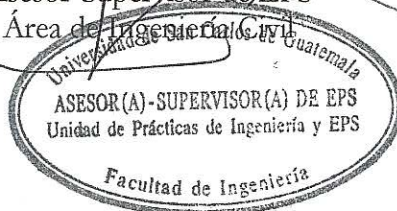
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
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,
11 de septiembre de 2013.

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


Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SASHICO Y PUENTE VEHICULAR PARA LA FINCA LOS CEBOLLINES, ALDEA SANSAYO MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Rodrigo Orellana Guerra, con Carnet No. 200614947, 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. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

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,
30 de octubre de 2013

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SASHICO Y PUENTE VEHICULAR PARA LA FINCA LOS CEBOLLINES, ALDEA SANSAYO MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Rodrigo Orellana Guerra, 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

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 30 de enero de 2014
Ref.EPS.D.41.01.14

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SASHICO Y PUENTE VEHICULAR PARA LA FINCA LOS CEBOLLINES, ALDEA SANSAYO MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Rodrigo Orellana Guerra**, 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 Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano



SJRS/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 del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante José Rodrigo Orellana Guerra, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SASHICO Y PUENTE VEHICULAR PARA LA FINCA LOS CEBOLLINES, ALDEA SANSAYO, MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, febrero 2014

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 044.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SASHICO Y PUENTE VEHICULAR PARA LA FINCA LOS CEBOLLINES, ALDEA SANSAYO, MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA**, presentado por el estudiante universitario **José Rodrigo Orellana Guerra**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 4 de febrero de 2014

/gdech



AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la institución de residencia en mi formación profesional.
Facultad de Ingeniería	Por adoctrinarme hacia la responsabilidad profesión y la excelencia académica.
Mis padres	Por apoyar y creer en este propósito.
Mis hermanos	Quienes merecen crédito por este logro.
Compañeros de estudio	Por ser importante influencia en mi formación universitaria.
Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga	Por el eficaz asesoramiento en el proceso de graduación.
Ing. Israel Castro Calderón	Por su apoyo incondicional en la práctica supervisada.

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.....	1
1.1.1. Aspectos físicos.....	1
1.1.1.1. Localización	3
1.1.1.2. Extensión territorial	5
1.1.1.3. Estadísticas poblacionales.....	5
1.1.1.4. Límites y colindancias.....	6
1.1.1.5. Vías de acceso	6
1.1.1.6. Climatología.....	8
1.1.1.7. Características topográficas	9
1.1.1.8. Idioma.....	12
1.1.1.9. Servicio públicos.....	12
1.1.1.10. Producción.....	18
1.1.2. Demografía.....	19
1.1.2.1. Datos de la población	20
1.1.2.2. Tipología de viviendas	20
1.1.3. Condición sociocultural.....	20
1.1.3.1. Educación	20

	1.1.3.2.	Salud	20
	1.1.3.3.	Cultura.....	21
	1.1.4.	Condición económica	21
	1.1.5.	Organización comunitaria.....	22
	1.1.6.	Servicios en la comunidad.....	22
1.2.		Investigación diagnóstica sobre las necesidades de infraestructura y servicios básicos en las comunidades.....	23
	1.2.1.	Identificación de las necesidades	23
	1.2.2.	Priorización de las necesidades	24
2.		SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	25
2.1.		Diseño del abastecimiento de agua potable para aldea Sashico, Jalapa, Jalapa	25
	2.1.1.	Descripción del proyecto	25
	2.1.2.	Estudio topográfico.....	25
		2.1.2.1. Planimetría	26
		2.1.2.2. Altimetría	26
	2.1.3.	Fuentes de agua	27
	2.1.4.	Caudal de aforo.....	27
	2.1.5.	Análisis de la calidad del agua	28
		2.1.5.1. Examen bacteriológico	28
		2.1.5.2. Examen fisicoquímico	28
	2.1.6.	Parámetros de diseño	29
		2.1.6.1. Período de diseño	29
		2.1.6.2. Población de diseño	29
		2.1.6.3. Dotación	31
		2.1.6.4. Factores de consumo.....	31
		2.1.6.4.1. Factor de día máximo ...	32

	2.1.6.4.2.	Factor de hora máximo	32
2.1.7.		Determinación de caudales	32
	2.1.7.1.	Caudal medio diario	32
	2.1.7.2.	Caudal máximo diario	33
	2.1.7.3.	Caudal máximo horario.....	33
2.1.8.		Estimación de volumen a almacenar	34
2.1.9.		Línea de conducción.....	34
	2.1.9.1.	Caudal de bombeo	34
	2.1.9.2.	Diámetro de tubería	36
	2.1.9.3.	Pérdida de carga	37
	2.1.9.4.	Potencia de la bomba hidráulica	38
	2.1.9.5.	Consumo energético de bomba.....	39
	2.1.9.6.	Golpe de ariete	40
2.1.10.		Diseño del tanque de almacenamiento.....	41
	2.1.10.1.	Dimensiones de tanque	41
	2.1.10.2.	Diseño de cubierta.....	42
	2.1.10.3.	Diseño de pared	44
	2.1.10.4.	Diseño de plataforma inferior.....	49
2.1.11.		Desinfección	50
2.1.12.		Red de distribución	52
	2.1.12.1.	Caudal de uso simultaneo	52
	2.1.12.2.	Caudal unitario.....	53
	2.1.12.3.	Dimensión de tubería.....	53
	2.1.12.4.	Velocidad del agua	54
	2.1.12.5.	Cota piezométrica.....	54
	2.1.12.6.	Presión dinámica	54
2.1.13.		Conexiones domiciliarias.....	55
2.1.14.		Obras de arte.....	55

2.1.15.	Válvulas.....	56
2.1.16.	Diseño de dos tramos de distribución	56
2.1.17.	Elaboración de presupuesto.....	60
2.1.18.	Evaluación de Impacto Ambiental inicial (EIA)	60
2.1.19.	Evaluación socioeconómica	64
2.1.19.1.	Propuesta de tarifa	64
2.1.19.2.	Valor Presente Neto (VPN)	65
2.1.19.3.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	66
2.2.	Diseño de puente vehicular para la finca Los Cebollines aldea Sansayo, Jalapa, Jalapa	67
2.2.1.	Descripción del proyecto	67
2.2.2.	Estudio hidrológico	67
2.2.2.1.	Crecientes	67
2.2.2.1.1.	Sección pendiente.....	68
2.2.2.1.2.	Modelaje por HEC -RAS	71
2.2.3.	Topografía.....	73
2.2.4.	Estudio de suelo.....	74
2.2.5.	Alternativas propuestas	74
2.2.6.	Datos y bases de diseño	75
2.2.7.	Diseño de la superestructura.....	76
2.2.7.1.	Geometría	76
2.2.7.2.	Diseño de barandal	76
2.2.7.3.	Diseño de losa.....	77
2.2.7.3.1.	Momento por carga muerta	78
2.2.7.3.2.	Momento por carga viva.....	79
2.2.7.3.3.	Momento por impacto ...	80

	2.2.7.3.4.	Momento total.....	81
	2.2.7.3.5.	Refuerzo para flexión ...	82
	2.2.7.3.6.	Refuerzo de repartición.....	84
	2.2.7.3.7.	Refuerzo por temperatura	85
2.2.8.		Diseño de viga	85
	2.2.8.1.	Diseño a flexión	86
	2.2.8.1.1.	Momento por sobrecarga.....	86
	2.2.8.1.2.	Momento por carga muerta	89
	2.2.8.1.3.	Factor de impacto.....	91
	2.2.8.1.4.	Factor de distribución ...	92
	2.2.8.1.5.	Momento total.....	92
	2.2.8.1.6.	Refuerzo para flexión ...	92
	2.2.8.2.	Diseño a corte.....	96
	2.2.8.2.1.	Empuje por carga muerta	96
	2.2.8.2.2.	Empuje por sobrecarga.....	96
	2.2.8.2.3.	Empuje por impacto.....	98
	2.2.8.2.4.	Empuje cortante total....	98
	2.2.8.2.5.	Refuerzo para cortante	98
2.2.9.		Diseño de diafragmas.....	101
	2.2.9.1.	Diseño a corte.....	102
	2.2.9.2.	Diseño a flexión	102
2.2.10.		Diseño de subestructura	104

2.2.10.1.	Diseño de cortina	104
2.2.10.1.1.	Empuje por tierra.....	105
2.2.10.1.2.	Fuerza longitudinal.....	106
2.2.10.1.3.	Fuerza por sismo	107
2.2.10.1.4.	Grupos de cargas.....	108
2.2.10.1.5.	Refuerzo para flexión ..	109
2.2.10.1.6.	Diseño a corte	110
2.2.10.2.	Diseño de viga de apoyo	112
2.2.10.2.1.	Empuje por carga muerta	113
2.2.10.2.2.	Empuje por carga viva.....	113
2.2.10.2.3.	Carga total.....	114
2.2.10.2.4.	Calculo de refuerzo	114
2.2.10.2.5.	Verificación de aplastamiento.....	115
2.2.10.3.	Diseño de elastómero	116
2.2.10.4.	Diseño de estribo	121
2.2.10.4.1.	Verificación carga I.....	123
2.2.10.4.2.	Verificación carga VII ..	127
2.2.11.	Presupuesto	132
2.2.12.	Evaluación socioeconómica	132
2.2.12.1.	Valor Presente Neto (VPN)	133
2.2.12.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	134
2.2.13.	Evaluación de Impacto Ambiental inicial (EIA)	135
CONCLUSIONES.....		139
RECOMENDACIONES		141
BIBLIOGRAFÍA.....		143
ANEXOS.....		145

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Departamento de Jalapa	1
2.	Municipios del departamento de Jalapa	3
3.	Aldea Shashico	4
4.	Finca Los Cebollines, aldea Sansayo	4
5.	Vías de comunicación en el departamento de Jalapa	7
6.	Climas del departamento de Jalapa	8
7.	Capacidad del suelo en el departamento	11
8.	Perfil pared de tanque	46
9.	Esquema de losa	50
10.	Variación de VPN debido a TIR	66
11.	Comparación de lluvia máxima acumulada en cinco días	68
12.	Precipitación versus periodo de retorno	70
13.	Niveles máximos de crecida	72
14.	Perfil de crecida	72
15.	Hipótesis de diseño (altimetría)	73
16.	Planta topográfica (planimetría)	73
17.	Diagrama de carga móvil	75
18.	Geometría de superestructura	76
19.	Esquema de baranda	77
20.	Esquema de cargas en luz de cálculo	78
21.	Distribución de sobrecarga	80
22.	Esquema de losa	82
23.	Centro de gravedad para sobrecarga	86

24.	Posición de sobrecarga en momento máximo	87
25.	Diagrama corte momento por sobrecarga	88
26.	Diagrama corte momento por carga muerta	91
27.	Hipótesis de disposición de viga	93
28.	Disposición de refuerzo a flexión en viga.....	95
29.	Posición de sobrecarga en mayor corte	97
30.	Disposición de refuerzo a corte en viga	101
31.	Disposición de refuerzo en diafragma	103
32.	Geometría de viga de apoyo.....	104
33.	Esquema de presiones en cortina	105
34.	Distribución de carga a profundidad H.....	106
35.	Refuerzo a flexión en cortina	110
36.	Refuerzo a corte en cortina.....	112
37.	Refuerzo en viga de apoyo	115
38.	Geometría de elastómero	116
39.	Esquema de corrimiento en elastómero	118
40.	Esquema de aplastamiento en elastómero.....	119
41.	Relación presión versus deformación, Shore 60	119
42.	Disposición de placa de refuerzo en elastómero	121
43.	Dimensiones de estribo	122
44.	Disposición de estribo.....	123
45.	Variación de VPN debido a TIR	134

TABLAS

I.	Estadística demográfica de comunidades beneficiadas	5
II.	Datos y valores de pozo	27
III.	Valores de población relacionada.....	30
IV.	Costo por diámetro de tubería (PVC 250 PSI).....	37

V.	Costo total por diámetro de tubería.....	37
VI.	Dimensiones de pared de tanque.	45
VII.	Presupuesto abastecimiento de agua potable.	60
VIII.	Sección IV cuadro del Estudio de Impacto Ambiental (EIA).....	61
IX.	Costos de proyecto	64
X.	Flujos de caja de proyecto.	65
XI.	Datos de modelo computacional.	72
XII.	Factor en relación a temperatura.	120
XIII.	Momentos en elemento.....	124
XIV.	Momentos por sismo en elemento.	128
XV.	Presupuesto puente vehicular.....	132
XVI.	Flujos de caja de proyecto.	133
XVII.	Sección IV cuadro del Estudio de Impacto Ambiental (EIA).....	135

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H	Altura geométrica de elemento
Asmáx	Área de acero máximo
Asmín	Área de acero mínimo
As	Área de acero
b	Base de elemento
CPR	Caja rompe presión
cm	Centímetros
Ø	Diámetro
fy	Esfuerzo de fluencia de acero
F'c	Esfuerzo máximo de concreto
FDM	Factor Día Máximo
FHM	Factor Hora Máximo
°	Grado
HG	Hierro galvanizado
kg	Kilogramo
kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
kg/m³	Kilogramo por metro cúbico
lb	Libra
psi	Libras por pulgada cuadrada
L	Luz libre entre apoyos
m	Metro
mca	Metros columna de agua
mm	Milímetro

'	Minuto
MCM	Momento por Carga Muerta
MCV	Momento por Carga Viva
Mu	Momento último
d	Peralte efectivo
t	Peralte
Hf	Pérdida de carga
Po	Población inicial
%	Porcentaje
in	Pulgada
“	Segundo
@	Separación entre varillas
Ton/m²	Tonelada por metro cuadrado
PVC	Tubería de cloruro de polivinilo rígido
V	Velocidad

GLOSARIO

AASTHO	American Association Transport Highway Officials.
Acera	Parte de la estructura dedicada exclusivamente al paso de peatones.
ACI	Instituto Americano del Concreto
Aforo	Medición sistemática del caudal de un líquido en el medio de transmisión donde avanza.
Agua potable	Líquido que por sus características, es adecuado para el consumo humano, es decir, agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
Aleron	Es el muro lateral a los estribos, diseñado y construido como muro de protección de los rellenos y para el encauzamiento del agua.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a medir las alturas. Sirve para la representación de perfiles de una sección de terreno, cuyas alturas están referidas a un eje llamado línea de horizonte.
Altura	Distancia vertical entre la parte más baja de la superestructura y el nivel de las aguas en estiaje.

Análisis estructural	Consiste en determinar los efectos máximos producidos por las cargas mayoradas sobre los elementos estructurales.
Aproche	Viene del inglés <i>approach</i> (aproximarse) y se refiere a las estructuras o rellenos que conectan a la carretera con el puente.
Área	Espacio de tierra comprendido entre ciertos límites.
Barandal	Es la armadura o muro construido a manera de remate de las aceras y que protegen a los vehículos y peatones.
Bombeo	Conducción forzada de líquido por medio de fuerza electromotriz transmitida por un mecanismo hidráulico.
Carga muerta	Peso inmóvil soportado por el elemento estructural, incluyendo el propio.
Carga viva	Peso variable dado por el personal, maquinaria móvil, soportado por un elemento estructural.
Cota de terreno	Número que en los planos topográficos, indica la altura de un punto, sobre el nivel del mar, o sobre otro plano de referencia.

Diafragma	También llamada viga transversal, están colocadas perpendicularmente a la línea central del puente, se apoyan en las vigas principales.
Estribo	Es cada una de las estructuras extremas que sirve de apoyo a la superestructura.
GPS	Sistema global de posicionamiento
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
Momento	Esfuerzo al que se somete un cuerpo, debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.
Monografía	Breve descripción sobre las características físicas, económicas, sociales y culturales de una región o pueblo.
Período de diseño	Tiempo durante el cual, la obra diseñada presentará un servicio satisfactorio.
Rigidez	Es la capacidad de un objeto sólido o elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos.
Subestructura	Es la parte inferior del puente, formado por las cimentaciones, estribos y alerones.

Superestructura	Es la parte superior del puente, formada por las vigas, losa, diafragmas, torres, cables y pasamanos.
Viga de apoyo	Es la parte superior del estribo sobre la que se apoya la superestructura.
Viga principal	Es cada una de las vigas de soporte de la estructura colocada, paralelamente a línea central del puente; se asienta en los apoyos de la subestructura y recibe la carga de la losa.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación contiene el desarrollo de los proyectos: Diseño del abastecimiento de agua potable para la aldea Sashico y puente vehicular para la finca Los Cebollines, aldea Sansayo; ambos ubicados en el municipio de Jalapa, como un aporte del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En el capítulo uno se refiere a los aspectos sociopolíticos geográficos y climáticos de las comunidades beneficiarias, con el fin de proveer al lector y proyectista, información con potencial utilidad en la ejecución de los proyectos.

El capítulo dos demuestra los procedimientos, referencias y criterios utilizados para el diseño de las obras ingenieriles a proyectar. Primero se describe el diseño del abastecimiento de agua potable para la aldea Sashico, el cual beneficiará a los pobladores, con dotación de agua de utilidad domiciliar y con esto potenciar el bienestar social y mejorar la calidad de vida. El siguiente caso es el diseño del puente vehicular para la finca Los Cebollines, aldea Sansayo con un carril de movilidad y capacidad de sobrecarga HS 15-44, para satisfacer las necesidades de movilidad automotriz que potencialicen la actividad agrícola del sector.

OBJETIVOS

General

Describir y representar los diseños técnicos respecto al sistema de agua potable para la aldea Sashico y puente vehicular para la finca Los Cebollines y aldea Sansayo del municipio de Jalapa departamento de Jalapa.

Específicos

1. Realizar una investigación de tipo monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las comunidades Sashico y finca Los Cebollines.
2. Desarrollar un proyecto de prioridad generalizada en cada una de estas comunidades, en este caso se identificó un sistema de agua potable y un puente vehicular para cada una de las aldeas descritas respectivamente, proyectos que se presentarán de forma gráfica y sistemática para su comprensión e interpretación, con el fin de utilizarse como referencia para su ejecución.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Jalapa cuenta con 234 comunidades, de las cuales a la aldea Sashico se les proporcionó apoyo técnico para la solución de sus necesidades en cuanto a servicios básicos (abastecimiento de agua potable), así también a la finca Los Cebollines (puente vehicular).

En la aldea Sashico se diseñó un sistema de abastecimiento de agua, para una población de 930 habitantes al final del período de diseño. El sistema consiste en la conducción de agua potable por gravedad, diseño de conducción forzada y tanque de almacenamiento con capacidad para 56,160 litros. La conexión domiciliar estándar se hará de forma predial con tubería PVC diámetro de media pulgada.

En la finca Los Cebollines se desarrolló el proyecto de un puente vehicular sobre la corriente de un río, conformado por los elementos superiores (superestructura) y elementos inferiores (subestructura). Superestructura compuesta por: una plataforma, vigas de apoyo y barandal, con longitud de 12 metros y ancho en rodadura de 3 metros. Subestructura compuesta de: dos cortinas de contención, dos vigas de apoyo y dos estribos para la transición de cargas hacia el suelo.

Así también, se describen los aspectos técnicos que intervienen en el diseño; los criterios utilizados para el cálculo y la elaboración del presupuesto de cada uno de los proyectos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

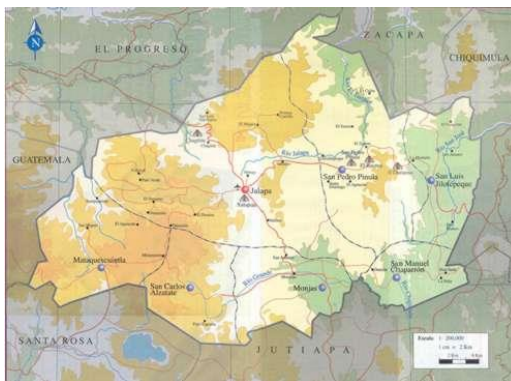
1.1. Monografía del municipio

Jalapa es cabecera del municipio, asciende a la categoría de villa por Decreto No. 107 del 23 de febrero de 1849 y al crearse el departamento del mismo nombre, pasa a ser cabecera del departamento y se eleva a la categoría de ciudad por Decreto No. 208 de fecha 26 de agosto de 1878.

1.1.1. Aspectos físicos

La ciudad de Jalapa, cabecera departamental de Jalapa, se encuentra situada en la parte central del departamento en la Región IV o región sur-oriental. Se localiza a 174 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala vía Jutiapa y 102 kilómetros vía Sanarate.

Figura 1. Departamento de Jalapa



Fuente: Enciclopedia Microsoft Encarta 2007.

- Fiestas cívicas

Las fiestas cívicas que se celebran en la cabecera y en cada uno de los municipios del departamento, son las de la Independencia Nacional con fecha 15 de septiembre, desarrollándose anualmente con el propósito de difundir el amor patrio y el sentido de pertenecía ciudadana.

- Fiestas religiosas

- Día de la Virgen del Carmen
- 18 de diciembre, día de Santa María Xalapán, patrona de Jalapa
- Último domingo de enero, día de Jesús de la Buena Esperanza
- 24 de junio, día de San Juan El Porvenir
- Junio, día del Sagrado Corazón de Jesús en la iglesia El Porvenir
- Semana Santa

- Grupos étnicos

En el departamento de Jalapa existen dos grupos y el lugar donde están radicados es en la montaña progresista. Dichos grupos están divididos en dos comunidades llamadas: Ladinos Pardos y Santa María Xalapan. Esta división se ve en la situación geográfica de sus tierras, ya que la montaña de Jalapa está dividida en dos partes; la carretera de Jalapa que conduce a Mataquescuintla es más o menos la que divide las dos comunidades.

El grupo que comprende la aldea Sansayo no está definido directamente; por estar muy cerca al casco urbano. La aldea se constituye por diversas familias de otros sectores del país y personas de los diferentes municipios de Jalapa.

1.1.1.1. Localización

El municipio de Jalapa tiene una extensión de 2 063 kilómetros cuadrados, además tiene una altura de 1 361 metros sobre el nivel del mar, con una latitud de 14°37'58" y una longitud de 89°59'20".

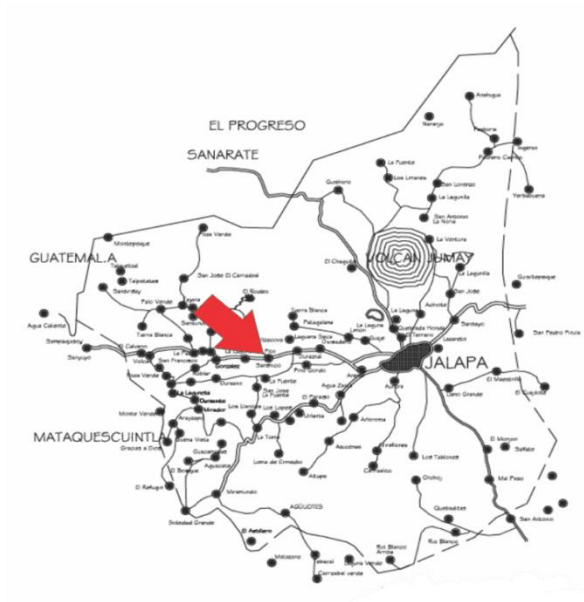
- La aldea Sashico, se encuentra ubicada a 45 kilómetros del parque de la cabecera, sobre la ruta CA18 oeste carretera hacia el municipio de Mataquescuintla, con una latitud de 14°37'58" y una longitud de 89°59'20".
- La aldea Sansayo donde se encuentra ubicada la finca Los Cebollines se localiza a 5 kilómetros del parque de la cabecera sobre la ruta CA18 este hacia el municipio de San Pedro Pinula, con una latitud de 14°37'58" y una longitud de 89°59'20".

Figura 2. **Municipios del departamento de Jalapa**



Fuente: Dirección Municipal de Planificación. Jalapa.

Figura 3. **Aldea Shashico**



Fuente: Dirección Municipal de Planificación. Jalapa.

Figura 4. **Finca Los Cebollines, aldea Sansayo**



Fuente: Dirección Municipal de Planificación. Jalapa.

1.1.1.2. Extensión territorial

La extensión territorial del municipio de Jalapa es de 554 kilómetros cuadrados, lo que equivale al 26,37 por ciento de la extensión total del departamento de Jalapa, que es de 2 063 kilómetros cuadrados.

El municipio cuenta con una ciudad, 33 aldeas, 112 caseríos y 27 parajes. La cabecera de Jalapa, con categorías de ciudad, tiene los caseríos Cerro Alcoba, Arenal, Aurora, San Cash, Crucita, El Terrero, Lazareto y El Chagüite.

1.1.1.3. Estadísticas poblacionales

Un parámetro estadístico es una medida poblacional. Este enfoque es el tradicional de la estadística descriptiva. En este sentido, su acepción se acerca a la de valor comparativo tomando una unidad de magnitud como referencia.

Tabla I. **Estadística demográfica de comunidades beneficiadas**

DEPARTAMENTO, MUNICIPIO		NIVEL DE ESCOLARIDAD			
Y LUGAR POBLADO		NINGUNO	PRE- PRIMARIA	PRIMARIA	MEDIA
JALAPA DEPARTAMENTO		2 512 560	99 557	4 524 597	1462 520
JALAPA MUNICIPIO		64 790	2 106	99 170	19 677
JALAPA	CIUDAD	24 615	777	42 686	11 164
SASHICO	ALDEA	278	17	372	14
SANSAYO	CASERÍO	57	01	214	69

DEPARTAMENTO, MUNICIPIO		GRUPO ÉTNICO		ALFABETISMO	
Y LUGAR POBLADO		INDIGENA	NO INDIGENA	ALFABETA	ANALFA-BETA
JALAPA DEPARTAMENTO		4 610 440	6 626 756	6 350 188	2 571 179
JALAPA MUNICIPIO		46 766	196 160	122 390	65 823
JALAPA	CIUDAD	8 948	96 848	56042	25 109
SASHICO	ALDEA	67	864	386	295
SANSAYO	CASERÍO	02	418	254	58

Fuente: XI censo de población, VI habitación. 2002.

1.1.1.4. Límites y colindancias

El municipio de Jalapa, se sitúa al norte con los municipios de Sansare y Sanarate, al sur con los municipios de Monjas y San Carlos Alzatate, con los municipios de San Pedro Pinula y San Luis Jilotepeque y al este con el municipio de Mataquescuintla.

- Límites del departamento de Jalapa
 - Al norte con el departamento de El Progreso
 - Al sur con el departamento de Jutiapa
 - Al este con San Pedro Pinula y Monjas
 - Al oeste con Mataquescuintla y San Carlos Alzatate

1.1.1.5. Vías de acceso

Las vías de comunicación terrestre, son aperturas que facilitan constantemente o temporalmente el desplazamiento de unidades móviles. El sistema de comunicación terrestre en la región, es satisfactorio, pues el departamento esta cruzado por 2 vías importantes: una en dirección norte a sur y otra de oriente a occidente, comunicando naturalmente a la ciudad cabecera. Las vías de comunicación son las siguientes:

- Cabecera al municipio de San Luis Jilotepeque (carretera de terracería)
- Cabecera al municipio de Monjas; con comunicación a la capital
- Cabecera al municipio de San Pedro Pinula
- Cabecera al municipio de San Carlos Alzatate
- Cabecera al municipio de Sansare; con unión a carretera al Atlántico
- Cabecera Jalapa al municipio de Mataquescuintla

Distancias desde Jalapa:

- Monjas 23 kilómetros
- San Luis Jilotepeque 41 kilómetros
- San Pedro Pinula 20 kilómetros
- Mataquescuintla 41 kilómetros
- San Carlos Alzatate 54 kilómetros
- San Manuel Chaparrón 36 kilómetros

La cabecera se encuentra aproximadamente 172 kilómetros en dirección este-noreste de la capital de la república y a 98 kilómetros en dirección norte.

Las carreteras como vías de comunicación y según su calidad se clasifican en: primera, segunda, tercera y cuarta categoría. De primera categoría en la región se considera la vía que parte de Jalapa a Jutiapa (CA 19) y la vía que parte de Jalapa a Sanarate (CA 19).

Figura 5. **Vías de comunicación en el departamento de Jalapa**



Fuente: Dirección Municipal de Planificación. Jalapa.

1.1.1.6. Climatología

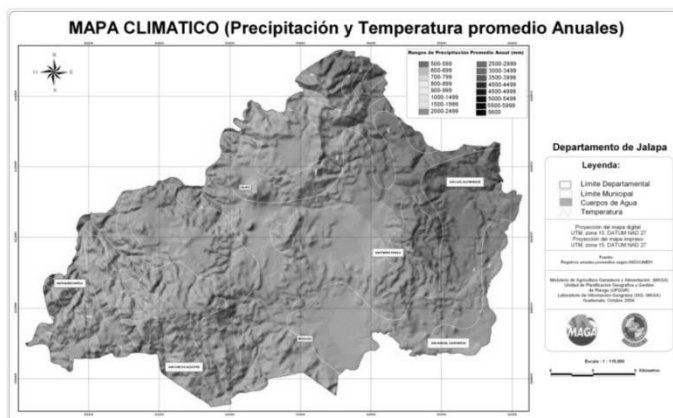
En cuanto al clima, resulta de la acción de muchos factores como la humedad, los vientos, la precipitación, la altura sobre el nivel del mar (snm), las montañas, el mismo esta clasificado como templado húmedo semiseco.

El clima es factor clave y estimulante en la vida del hombre, por ello en Jalapa se goza con una temperatura media templada y oscila entre 18 y 28 grados Celsius. A Jalapa se le ha dado el nombre de La Climatológica de Oriente.

El clima, según datos del INSIVUMEH E-23 ubicada en la aldea de Potrero Carrillo, Jalapa; se percibe de la siguiente manera:

- Temperatura media anual: 16,7 °C
- Lluvia en milímetros anuales: 1 195 mm
- Velocidad media del viento: 2,4 km/h

Figura 6. Climas del departamento de Jalapa



1.1.1.7. Características topográficas

La topografía del municipio de Jalapa es bastante plana, siendo un valle de extensión territorial extenso, rodeado de montañas y el volcán Jumay en la parte norte, su pendiente está registrada hacia el este y siendo la parte oeste la que cuenta con una cota de elevación más alta de todo el valle. Las características topográficas en la aldea Sashico son irregulares con pendientes de un 12 por ciento, siendo un 40 por ciento de su territorio plano. Pasan entre el caserío varias quebradas que solo llevan agua en invierno.

Según la *Clasificación de los Suelos de Guatemala* de Simmons, Tárano y Pinto, la serie que le corresponde al área de Jalapa es (JI). Estos son de profundidad variable, la mayoría se hallan entre los 40 a 60 centímetros, generalmente se encuentran establecidos en áreas con cierto nivel de pendiente y otros con pendientes moderadas en donde se han originado a partir de la saturación por humedad, deslizamientos recientes. Estos suelos son susceptibles a la erosión cuando se encuentran en superficies inclinadas, por lo que se recomienda su utilización con cultivos permanentes como la manzana y la naranja.

El perfil del suelo superficial, a una profundidad alrededor 10 a 20 centímetros, es franco arenoso fino de color gris a gris oscuro. La reacción es de fuerte a medianamente ácido, pH alrededor de 5,5. El subsuelo, a una profundidad alrededor de 30 a 40 centímetros, es franco o franco arenoso fino de color amarillo grisáceo, que es duro cuando está seco, pero friable cuando está húmedo. Carece de estructura y la reacción es muy fuertemente ácida, pH de 4,5 a 5,06. El substrato es toba volcánica o ceniza volcánica pomácea firmemente cementada de color claro que en muchos casos es micácea.

Las variaciones e inclusiones, varían en textura de franco arcillo arenoso a franco arenoso, pero el tipo franco arenoso fino es muy extenso. La profundidad de la capa del suelo varía, pudiendo llegar a 75 centímetros; en muchas áreas los afloramientos de la toba son numerosos llegando a constituir hasta el 5 por ciento del área. La consistencia de la toba varía de suave a muy dura. Pero se encuentran áreas con suelos profundos y oscuros, estos se pueden apreciar en los fondos de los valles y las mesetas altiplánicas.

En cuanto a usos y recomendaciones, prácticamente toda el área sostiene una vegetación abierta de pino (*Pinus ocarpa*) con una cubierta de pastos y cultivos limpios, recomendable para el manejo forestal y el establecimiento de cultivos permanentes (aguacate, jocote de corona, pomaceas entre otros).

Para la capacidad de uso del suelo, se aplica la metodología de la clasificación de la capacidad productiva del suelo, bajo el sistema USDA (Servicio de Agricultura de los Estados Unidos), se toma en consideración principalmente las variables siguientes: pendiente, textura, drenaje superficial e interno, profundidad, contenido de materia orgánica y material generador, lo que permite determinar que la zona del proyecto se encuentra ubicada en las clases VI y VII (ver figura 5).

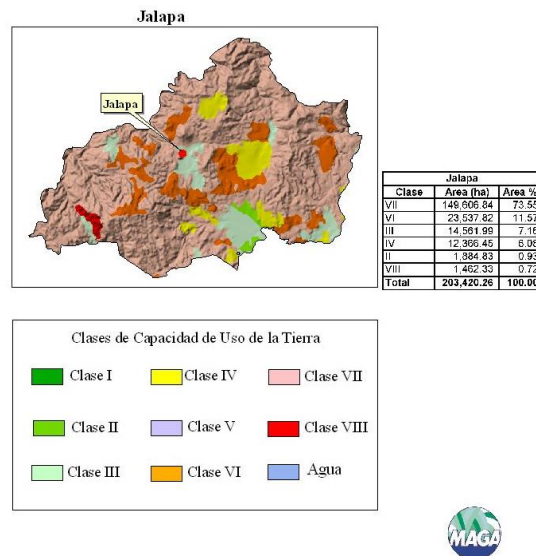
La clase VI, dice que las tierras solo para cultivos perennes y de montaña, principalmente para fines forestales y agroforestería, con factores limitantes muy severos de topografía, profundidad y pedregosidad. Suelos muy poco profundos, no mecanizables, textura deficiente, topografías onduladas a fuerte o quebrada y pronunciada pendiente, drenaje aceptable, no aptas para cultivos limpios. Generalmente su uso es para cultivos permanentes y bosques, aunque

pueden desarrollarse cultivos con sus respectivas restricciones de conservación de suelos y especies adecuadas.

Mientras que la clase VII apunta que las tierras cultivables con severas restricciones, aptas para fines de uso y explotación forestal o cultivos permanentes, de topografía ondulada a quebrada, con pendientes entre 30 y 45 por ciento incluye suelos poco profundos, de textura y drenaje restringidos. No aptas para cultivos limpios, sin embargo los cultivos permanentes pueden considerarse en pendiente poco pronunciadas, con prácticas adecuadas de conservación de suelos (plantación al tresbolillo, curvas a nivel o terrazas donde se puedan realizar.

Según el mapa geológico de la República de Guatemala, se determinó que la superficie de estas regiones está compuesta por: rocas terciarias (Tv) y rocas ígneas (rocas volcánicas).

Figura 7. **Capacidad del suelo en el departamento**



Fuente: MAGA diciembre de 2004.

1.1.1.8. Idioma

El idioma predominante es el español y el idioma indígena más hablado es el pocomam, aunque se encuentra en vías de extinción, pues solamente lo hablan algunos ancianos en los municipios de San Pedro Pinula, San Luis Jilotepeque, Mataquescuintla y San Carlos Alzatate

En todo el municipio de Jalapa, el idioma hablado es el español dentro del cual incurren las aldeas beneficiadas con los proyectos.

1.1.1.9. Servicios públicos

En cuanto al servicio de agua potable, el agua que surte en gran parte a la ciudad de Jalapa, en su casco urbano, proviene del río Jalapa, este río es alimentado por varios nacimientos y riachuelos en lo alto de la montaña de Santa María Xalapán.

Del río, el agua se conduce hacia tanques de captación; los cuales se encuentran en la parte alta del pueblo, aproximadamente a dos kilómetros de la ciudad, en el sitio denominado El Arenal, aquí se da el proceso de filtración, purificación y clorificación del agua, para que después por gravedad llegue a los usuarios.

Debido al incremento de la población y a su vez el incremento en la demanda de este servicio, la municipalidad ha tenido que buscar formas de abastecer a la población de este vital líquido, mediante la perforación de pozos mecánicos en distintos puntos de la cabecera, los cuales proveen de agua a los barrios y colonias donde es imposible que llegue el agua de la planta de distribución municipal.

Hasta el momento se cuenta con la cantidad de cuatro pozos perforados, de los cuales uno está sin funcionar, por no contar con equipo de bombeo. No obstante, el pueblo se ha ido extendiendo hacia puntos en los cuales ha sido imposible cubrir este servicio.

El servicio de alcantarillado sanitario en la cabecera es de 75 por ciento, quedando un 25 por ciento de la población sin acceso a este servicio, en la mayor parte donde existe este servicio, ya se ha completado el período de diseño. En un 100 por ciento el servicio es combinado, el cual conforme ha ido pasando el tiempo ha llegado a causar estragos en distintos puntos de la ciudad, donde converge la mayor parte del caudal acumulado.

La fracción donde no existe este servicio, la situación es difícil, los vecinos se ven obligados a seguir utilizando sistemas de letrización tradicionales, siendo estos los pozos ciegos ventilados, mismos que causan reproducción de insectos, y la contaminación de los mantos acuíferos subterráneos. Por la falta de este servicio corren los desagües a flor de tierra, provoca un aspecto visual desagradable, a la vez que se cría un ambiente para la proliferación de enfermedades y parásitos, que deterioran el estado de salud de la población.

La energía eléctrica de Jalapa proviene de la hidroeléctrica Chixoy que se desvía de la línea principal a Guatemala. Este servicio cubre un 90 por ciento de la población, el que es brindado por la Municipalidad de la cabecera, mediante la Empresa Eléctrica Municipal, el otro 10 por ciento lo provee DEORSA.

Este servicio eléctrico, por la magnitud que alcanzó el lugar, es obsoleto y deficiente, a tal grado que está a punto de colapsar por el deterioro que sufre

la red de distribución, ya que data desde principios de la década de los sesenta, lo que indica que su período de diseño, que fue de 40 años ya fue rebasado y necesita ser sustituido al menos el 90 por ciento de la red.

Para el resto de las calles se tiene planificado realizar un estudio, que será ejecutado por fases, dichas fases pretenden cubrir las necesidades en lo que respecta a la pavimentación del resto de calles, serán tomadas en cuenta y ordenadas por el grado de importancia que presenten, tanto por la ubicación como la contribución a la fluidez del tráfico, mediante la habilitación de vías alternas. Con la puesta en marcha de este proyecto se contribuye al desarrollo y la mejora en cuanto al aspecto visual de la ciudad.

Lo que respecta a la señalización de la ciudad se puede comentar que existen ciertas deficiencias en la misma, tanto en las lumínicas como en la físicas, debido al desorden que existe en el sistema; ya que los semáforos existentes no funcionan, los altos en las intersecciones no cuentan con la visibilidad mínima, y los indicadores del sentido de las vías, algunos ya no existen; es por ello que es de suma importancia la rehabilitación del sistema.

El ordenamiento vial de la ciudad de Jalapa es una necesidad latente que se hace notar en los puntos de convergencia de la mayoría de la población, debido a la desorganización que se ha venido dando conforme se ha incrementado el número de vehículos que transitan por las diferentes arterias. Es por ello que el sistema vial de la población necesita ser intervenido, orientado y establecido, en una forma que alivie el problema ya existente.

El servicio de salud de la cabecera departamental cuenta con las siguientes instituciones: Hospital Nacional Nicolasa Cruz, Instituto

Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), Cruz Roja Guatemalteca, un centro de salud y cuatro hospitales privados, además de varias clínicas médicas.

La educación en la cabecera departamental de Jalapa, puede considerarse aceptable, debido a que existen distintos centros educativos, públicos y privados que brindan este servicio, entre los cuales se puede mencionar:

- Establecimientos públicos:

Uno de nivel pre-primario, doce de nivel primario, cuatro de nivel básico, tres de nivel diversificado y la sede regional de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Establecimientos privados:

Cinco de nivel pre-primario, nueve de nivel primario, diez de nivel básico, 10 de nivel diversificado y dos sedes regionales universitarias.

En cuanto a la recreación en el pueblo de Jalapa, se puede comentar que cuenta con pocos lugares públicos, a los cuales los vecinos puedan acudir, dentro del perímetro del casco urbano existen tres parques:

- Parque Justo Rufino Barrios
- Parque infantil Navidad
- Parque central

Tomando en cuenta la importancia que para todo ser humano representa la recreación y la necesidad de distraerse, es viable impulsar proyectos de esta

naturaleza, los cuales puedan llevarse a cabo y estar al servicio de todos los pobladores.

Jalapa cuenta con varias instituciones públicas necesarias para solucionar las diversas necesidades que cada ciudadano tiene en una vida cotidiana. Las instituciones públicas y privadas con que cuentan Jalapa son las siguientes:

- Iglesias católicas
- Iglesias evangélicas
- Gobernación departamental
- Sala quinta de apelación
- Alcaldía municipal
- Hospital nacional Nicolasa Cruz
- Administración de Rentas Internas
- Centro de salud
- Puestos de salud
- Supervisión de educación técnica
- Oficinas centrales de la zona 8 de obras públicas
- Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS)
- Instituto Nacional de Cooperativas (INACOP)
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA)
- Gremial nacional de trigueros
- Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA)
- Dirección General de Servicios Pecuarios (DIGESEPE)
- Instituto Guatemalteco de Reconstrucción Rural
- Policía Nacional Civil
- Malaria

- Desarrollo de la comunidad
- Registro electoral
- Club de leones
- Agencia del Banco de Guatemala
- Agencia del Banco G & T Continental
- Agencia Banrural
- Cámara de Comercio filial Jalapa
- Obispado de la diócesis de Jalapa
- Cuerpo Voluntario de Bomberos
- Radio Oriental
- Caritas Diocesana de Jalapa
- Complejo deportivo
- Empresa de Telecomunicaciones Guatemalteca TELGUA
- Correos y telégrafos
- Clínica Diocesana de Jalapa
- Casa comunal de ladinos pardos
- Casa comunal de Santa María Xalapan
- Bienestar Social
- Casa del Deportista
- Oficina de Caminos
- Instituto Nacional de Comercialización Agrícola (INDECA)

Las cooperativas que funcionan en el departamento de Jalapa son las siguientes:

- Unión Duraznito, Cooperativa Agrícola (aldea El Duraznito)
- Brizas de Arlutate R. L, Cooperativa Agrícola (Sanyuyo)
- La Corona R. L. Cooperativa Agrícola (Miramundo)

- Flor Blanca Carrizalence R. L, Cooperativa Agrícola (Carrizal)
- Flor de Oriente R. L, Cooperativa de Ahorro (La Laguneta)
- Solidaridad R. L, Cooperativa de Ahorro
- Amanecer R. L, Cooperativa de Ahorro

1.1.1.10. Producción

La producción agrícola es la base de la economía. Debido a las condiciones del terreno, la producción agrícola del departamento es variada, pues se encuentran cultivos propios de los climas caliente, templado y frío. Entre sus principales productos están las flores, maíz, aguacate, membrillo, frijol, arroz, papa, yuca, chile, café, banano, tabaco, caña de azúcar y trigo, entre otros.

Existe crianza de ganado vacuno, caballar y porcino. En la misma forma, la producción artesanal es variada, sobresaliendo la cerámica vidriada, cuyos diseños son propios de la zona. Se trabajan también piedras de moler, jarcia, palma, productos de cuero, instrumentos musicales y cohetería.

La actividad comercial también se dinamiza por empresas emprendedoras y tradicionales como por ejemplo: aserraderos, alfarerías, supermercados, almacenes, carpinterías, peluquerías, ferreterías, clínicas médicas, farmacias, ladrilleras, blockeras, y un mercado municipal con instalaciones para el intercambio comercial de la población rural y urbana.

La actividad agropecuaria del departamento de Jalapa está dividida así:

El 36,7 por ciento del área total, se dedica al cultivo de pastos en un total de 2 448 fincas que van de ríos; el 20,7 por ciento del área, se encuentra

cubierta con bosques y montes en 3 060 fincas; el 40,3 por ciento de la totalidad del área, se dedica a los cultivos agrícola en un número de 20 335 fincas y el 2,3 por ciento restante, se dedica a otras actividades no descritas, como crianza de ganado y aves domésticas.

La actividad agropecuaria del departamento de Jalapa, se desarrolla en 17 476 fincas, incluyendo entre éstas las formas simples, mixtas y las menores de una cuerda de 625 varas cuadradas, que ocupan 147 723,03 manzanas y son propietarios de fincas de una cuerda o cinco manzanas y el 2 por ciento de una o más de 50 caballerías. Este 2 por ciento posee el 51,12 por ciento de la superficie total del departamento.

La ganadería y la avicultura, también son parte de la actividad comercial y está muy relacionada a la agronomía por medio de la producción alimenticia hacia los animales de producción y explotación humana.

Los cultivos se asisten en su mayoría por medio de la aplicación de insecticidas, herbicidas y fertilizantes. Estos se aplican en forma de rociamiento, grano soluble o material sólido. Los orígenes de estos elementos suelen ser sintéticos en su mayoría.

La economía se ha incrementado a través de las divisas enviadas por los jalapanecos en los Estados Unidos de América.

1.1.2. Demografía

Estudia estadísticamente la estructura y la dinámica de las poblaciones, así como los procesos concretos que determinan la formación, la conservación y la desaparición de las poblaciones.

1.1.2.1. Datos de la población

La población en las comunidades, se generaliza con los promedios mostrados para el total del municipio, los cuales son: ladina 20 por ciento, mestiza un 55 por ciento e indígena un 25 por ciento.

1.1.2.2. Tipología de viviendas

El tipo de vivienda es variado, algunas se encuentran fabricadas con muros de adobe y techo de teja y algunos casos con techo de lámina de zinc, en muy pocos casos se encuentran casas con muros de block y lámina de zinc.

1.1.3. Condición sociocultural

Son aquellos hechos e instituciones, generados por las personas en interacción concreta entre ellas, en relación con su entorno que se analizan con el fin de entender la realidad social de un medio.

1.1.3.1. Educación

La aldea Sashico cuenta con una escuela de nivel primario en jornada matutina y en la aldea Sansayo, una escuela matutina a nivel primario y secundario jornada vespertina.

1.1.3.2. Salud

Se cuenta con un centro de salud que atiende a diario a todos los habitantes de la población, con dos enfermeras y un doctor que llega una vez

por semana, este servicio es proporcionado por el Ministerio de Salud, esto para la aldea Sansayo.

En el caso de la aldea Sashico, el centro de salud más cercano se encuentra en el poblado próximo a aproximadamente 2 kilómetros; el cual atiende a esta comunidad y otras tres aldeñas.

La natalidad en la aldea Sashico, se da con un promedio de nacimientos de 20 niños por año y en la aldea Sansayo un promedio de 28 niños por año según datos del centro de salud respectivamente.

En cuanto a la mortalidad, muere un promedio de 18 personas por año, según datos obtenidos por el centro de salud del área.

1.1.3.3. Cultura

Las comunidades del municipio de Jalapa, son de tradición mestiza y por estar ubicado cerca del centro del territorio oriental, esto lo hace un punto importante de convergencia en la región. En la época prehispánica fue habitado por los grupos étnicos Pipil, Poqomam y Xinka. En la actualidad predomina el idioma español y una cultura mestiza influenciada por las costumbres castellanas, de donde surgieron las características culturales del territorio del país que se centran en lo pecuario.

1.1.4. Condición económica

La actividad económica de los hombres en este caserío se realiza a través de la agricultura (granos básicos, verduras y frutas); el comercio (tiendas, panaderías, carpinteros, carniceros, sastres y artesanos).

Las mujeres de esta aldea que realizan actividades para generar ingresos económicos, lo hacen a través de prestación de servicios domésticos (comida, lavado, planchado y limpieza); producción y venta de animales domésticos y sus derivados (gallinas, vacas, conejos); comercio agrícola (venta de verduras, flores y frutas); comercio (tiendas).

El ingreso promedio mensual familiar es de Q. 1 900,00; basándose principalmente en la fuerza de trabajo como agricultores, albañiles y jornaleros, crianza de animales. La falta de empleo ha provocado que habitantes de este caserío opten por trasladarse a otros lugares en busca de oportunidades que les permita mejorar su calidad de vida y la de su familia, especialmente a EE.UU.

1.1.5. Organización comunitaria

La organización comunitaria es controlada por los hombres, existe poca participación de las mujeres. Las comunidades están organizadas por varios comités que están integrados por vecinos. Lo preside el COCODE de la comunidad, seguido del comité de agua potable, comité de energía eléctrica, comité de salud y educación.

1.1.6. Servicios en la comunidad

Las comunidades descritas han conformado organizaciones sociales con las que han logrado por medio de sus comités organizados, el crecimiento de su comunidad. Las comunidades cuenta con:

- Servicio de energía eléctrica
- Servicio de agua potable (aldea Sansayo)

- Escuela de nivel primario
- Un centro de convergencia
- Servicio de buses extraurbanos
- Oratorio católico
- Iglesias evangélicas

1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de infraestructura y servicios básicos en las comunidades

Las comunidades de interés, tienen una serie de necesidades, tanto de servicios básicos como de infraestructura, dentro de las cuales deben identificarse cuales deben ser intervenida estatalmente y cuales promovidas por el sector privado.

1.2.1. Identificación de las necesidades

Esta etapa hace hincapié en el desarrollo de una visión para el proyecto, el cual comienza en el reconocimiento de una necesidad, un problema, o una oportunidad para mejorar las condiciones existentes, dentro de las necesidades localizadas se encuentran:

- Alcantarillado sanitario, éste se hace necesario, ya que las aguas servidas corren a flor de tierra, generándose así, un foco de contaminación que afecta a los pobladores.
- Balastro de calles: se da la necesidad de balastar las calles debido a que, en época de lluvias estas se anegan, y generan peligro al transitar por ellas en ese estado.

- Puente vehicular: el puente actual que se encuentra en la finca los cebollines es de uso peatonal, con estructura de madera el cual fue elaborado por los pobladores, careciendo de movilidad vehicular en temporada lluviosa.
- Introducción de agua potable: este se hace necesario en la aldea Sashico ya que la necesidad de agua actual es cubierta por llena cantaros lejanos a las viviendas de la aldea por lo que los pobladores necesitan movilizarse estas distancias con los contenidos de líquido que les son necesarios.
- Cerco perimetral de la escuela urbana de nivel primario: actualmente el terreno con que cuenta la escuela, no tiene ninguna protección para los niños; siendo también peligro de robo el mobiliario y equipo de la escuela.

1.2.2. Priorización de las necesidades

En caso de que estas sean varias necesidades, pero los fondos y personal disponible para llevar a cabo los proyectos que resuelvan los requerimientos de la municipalidad, son limitados se recurre a identificar las necesidades prioritarias, las cuales son:

- Abastecimiento de agua potable
- Alcantarillado sanitario
- Puente vehicular
- Pavimento de calles
- Iluminación de calles
- Infraestructura escolar

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del abastecimiento de agua potable para aldea Sashico, Jalapa, Jalapa

La red de abastecimiento de agua potable, es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural relativamente densa, el agua potable.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un sistema hidráulico para elevar la calidad de vida en la aldea Sashico. La necesidad se cubrirá por medio de la conducción de agua hacia las viviendas en condiciones higiénicas y seguras para la integridad del sistema.

El sistema se abastecerá de agua por medio de un pozo hidráulico, el cual fue construido por donación extranjera y puesto a disposición de la comunidad. Se extraerá el agua por medio de fuerza electromotriz para luego conducirla hacia el almacenamiento y luego distribuirla hacia todos los ramales.

2.1.2. Estudio topográfico

Procedimiento geométrico aplicado a la descripción de la realidad física inmóvil circundante, utilizando la información para referenciar y diseñar el proyecto. La información se tabulo y se interpretó de manera gráfica para su utilización (planimetría y altimetría).

2.1.2.1. Planimetría

Representación a escala de todos los detalles del terreno representando el relieve en una proyección horizontal. La proyección geométrica que se define es la línea central de la tubería representando la información por medio de valores angulares y distancias. Los datos, representación e interpretación se mostraran en los planos finales.

El equipo utilizado en la obtención de datos en campo fue el siguiente:

- Teodolito marca Sokkisha TM 20 HS Japan Serie D10132
- Cinta métrica de 50 metros
- Estadal de 4 metros
- Estacas
- Plomada

2.1.2.2. Altimetría

Procedimiento para determinar y representar la altura o cota de cada punto de interés respecto de un plano de referencia, en este caso se estableció la cota de cada punto en la geometría del proyecto (planimetría) y así integrar los datos para generar información con referencia a los tres ejes espaciales. Los datos, representación e interpretación se mostraran en los planos finales.

El equipo utilizado en la obtención de datos en campo fue el siguiente:

- Cinta métrica de 50 metros
- Nivel marca Geoline modelo AL28
- Estadal de 4 metros

2.1.3. Fuentes de agua

En la actualidad se dispone de un pozo perforado construido por donación extranjera y puesto a disposición de la comunidad. El pozo cuenta con la integridad física necesaria para la extracción del agua. Para esto se tendrá que instalar el equipo de bombeo necesario y este se establece como único abastecedor de agua hacia el sistema.

2.1.4. Caudal de aforo

El objetivo del aforo de un pozo mecánico, es saber la producción en galones por minuto y los niveles para poder determinar si la fuente de agua subterránea cumple con los niveles de demanda. El aforo se llevó a cabo por medio de un equipo de bombeo de 40 caballos de potencia, se instaló y se procedió hacer el aforo, durante 24 horas de bombeo continuo, los resultados son los siguientes:

Tabla II. Datos y valores de pozo

Dato	Valor
Diámetro de tubería	8 pulgadas
Diámetro de perforación	17 pulgadas
Profundidad total	180 metros
Total tubería perforada	22 metros
Nivel estático	-60 metros
Nivel dinámico	-131 metros
Producción máxima	25.6 L/s
Producción optima	23 L/s
Abatimiento	71 metros
Método de perforación	Rotatoria dual

Fuente: elaboración propia.

2.1.5. Análisis de la calidad del agua

El agua a suministrar en el sistema debe ser sanitariamente segura, es decir apta para el consumo humano. El estándar nacional sobre la calidad del agua está establecido por la Norma COGUANOR NGO 29001. A continuación se puntualizan los dos focos de interés para la determinar la sanidad necesaria de consumo.

2.1.5.1. Examen bacteriológico

El objetivo de este análisis es examinar el agua para indicar el grado de contaminación bacteriana que genere riesgo para la salud humana.

Los resultados del examen bacteriológico indican: es potable. Según Norma Coguanor NGO 29001 (ver anexos). Por lo anterior se recomienda la cloración para abordar cualquier posible contaminación en el abastecimiento.

2.1.5.2. Examen fisicoquímico

Este análisis determinar los niveles de material mineral y orgánico contenido en la muestra de agua, y así justificar su aprobación o no aprobación para el consumo humano.

El resultado del laboratorio, desde el punto de vista físico químico sanitario, indica: olor ligero a materia orgánica, potencial de hidrogeno (pH) ácido, el agua es blanda. Y las demás determinaciones se encuentran dentro de los límites máximos aceptables de normalidad. Según Norma Coguanor NGO 29 001.

2.1.6. Parámetros de diseño

El diseño hidráulico se regirá por el valor establecido de las variables de población y dotación, definidas en función de las propiedades climatológicas e índice socio económico del lugar.

2.1.6.1. Período de diseño

La proyección eficiente del sistema estará en función del mantenimiento, es decir el tiempo de utilidad del sistema podría variar debido a las condiciones. Para estimaciones de diseño se establece un tiempo de utilidad estándar, establecido en referencia a anteriores proyectos y características de los materiales.

Se establece un periodo de diseño de 20 años como período medio en el intervalo de vida útil en los sistemas, materiales o equipo (como se muestra en las referencias), desarrollando un adecuado mantenimiento se prolongaría la vida útil de los sistemas de bombeo y se maximizaría la utilidad de los sistemas de conducción (tubería).

2.1.6.2. Población de diseño

Conteo de viviendas elaborado en conjunto con levantamiento topográfico: 78 viviendas.

A falta de referencia puntual sobre la población de la comunidad beneficiada, se establece a criterio de 6 personas por vivienda, con referencia a observación establecida en la comunidad.

Total personas $6 * 78 = 468$ personas

Se hace elección del método geométrico, por ser el más adecuado en zonas rurales de la región. Modelo matemático adecuado a sociedades en vía de desarrollo (mínima planificación familiar genera mayores niveles de crecimiento poblacional) funcionando como modelo exponencial, la función matemática par este modelo es:

$$P = P_i * (1 + R)^n$$

Se tomo como referencia los datos puntuales sobre la población del municipio de San Carlos Alsatate por su similitud social y cercanía geográfica con la comunidad a trabajar. Datos útiles para establecer la tasa de crecimiento R.

$$R = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{t_2-t_1}} - 1$$

Tabla III. **Valores de población relacionada**

Año	2008	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
San Carlos Alzatate	15701	16237	16798	17386	18000	18640	19301	19982	20685	22159	22925	22925	23707

Fuente: INE, XI censo de población, VI de habitación 2002.

$$R_{2008_2020} = \left(\frac{23,707}{15,701}\right)^{\frac{1}{20-8}} - 1$$

$$R_{2008_2020} = 0,03493 = 3,49\%$$

Encontrando población futura:

$$P = P_i * (1 + R)^n$$

$$P = 468 * (0,03493 + 1)^{20}$$

$$P = 929,96 \approx 930 \text{ personas}$$

2.1.6.3. Dotación

Para fijar la dotación o demanda de agua pre dimensionada, se tomarán en cuenta los siguientes valores y las condiciones climáticas y medioambientales con las que cuentan las comunidades:

- Servicio a base de llena cántaros: 40 a 60 litros habitante día.
- Servicio mixto: de 60 a 90 litros habitante día.
- Servicio de única conexión predial: 60 a 120 litros habitante día.
- Servicio de conexiones múltiples: 90 a 150 litros habitante día.

Dotación: 90 litros habitante día (basado en el clima húmedo y frío del sector).

2.1.6.4. Factores de consumo

Los factores de consumo se utilizarán como variables de modificación aritmética, representando condiciones de máximo valor respecto al tiempo en que es medido dicho fenómeno. Estos se utilizaran para el modificar los caudales de interés y comparar para su utilidad en el diseño.

2.1.6.4.1. Factor de día máximo

Utilizado para prever el uso simultáneo del servicio. Éste se usará para determinar el caudal de conducción. El factor será inversamente proporcional a la población, es decir: se reducirá con el aumento de población.

2.1.6.4.2. Factor de hora máximo

Se utilizara para determinar el caudal de distribución, el factor será inversamente proporcional a la población, es decir: se reducirá con el aumento de población.

2.1.7. Determinación de caudales

La medición práctica del caudal líquido en las diversas obras hidráulicas, tiene una importancia muy grande, ya que de estas mediciones depende muchas veces el buen funcionamiento del sistema hidráulico como un todo. En este caso, los caudales se estiman en referencia a datos estadísticos y condiciones del sector.

2.1.7.1. Caudal medio diario

Es el caudal medio en 24 horas obtenido a partir de los datos de estimación futura y dotación pre dimensionada, se emplean para la determinación de la capacidad del sistema y para obtener los caudales de diseño.

$$Q_m = \frac{\text{Dotacion} * \text{Poblacion Proyectada}}{8\ 6400}$$

$$Q_m = \frac{90 \text{ l/hab/día} * 930 \text{ hab}}{86\,400} = 0,969 \approx 1 \frac{1}{s}$$

2.1.7.2. Caudal máximo diario

Se determina multiplicando el caudal medio diario y el coeficiente que varía, según las características de la población, los factores normados según el Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM) son:

- 1,5 para poblaciones futuras menores de 1 000
- 1,2 para poblaciones futuras mayores de 1 000

Respecto a la población estimada para este diseño se utiliza el coeficiente recomendado para poblaciones futuras menores a 1 000 habitantes.

$$QMD = 1,5 * 1 \text{ l/s}$$

$$QMD = 1,5 \text{ l/s}$$

2.1.7.3. Caudal máximo horario

Según normas del Infom-Unepar el factor de hora máximo es de 2,0 a 3,0 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes y 2,0 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes

Se aplicara un factor de 2,5 por la población proyectada cercana al límite de 1 000 habitantes.

$$QMH = 2,5 * 1 \text{ l/s}$$

$$QMH = 2,5 \text{ l/s (también denominado caudal de distribución)}$$

2.1.8. Estimación de volumen a almacenar

El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución, se calculará de acuerdo con la demanda real de las comunidades. Cuando no se tenga estudios de dichas demandas, el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y UNEPAR recomienda utilizar en sistemas por gravedad 25 a 40 por ciento del consumo medio diario estimado y en sistemas por bombeo de 40 a 65 por ciento. En este caso no existe estudio de demanda.

Para minimizar el encendido periódico de la bomba se seleccionó el 65 por ciento del caudal medio (Q_m) en un día. (65 por ciento como mayor porcentaje recomendado en norma INFOM – UNEPAR)

$$\text{Volumen de Diseño} = \text{Volumen Requerido} = Q_m * 0,65$$

$$\text{Volumen Requerido} = 1 \frac{\text{L}}{\text{s}} * \frac{86\ 400 \text{ s}}{\text{día}} * 0,65$$

$$\text{Volumen Requerido} = 56\ 160 \text{ L}$$

2.1.9. Línea de conducción

Es el tramo que comprende desde la fuente hasta el tanque de distribución y/o almacenamiento, para este proyecto, la línea de conducción va desde la estación 0 (E-0, que es un pozo mecánico) hasta la estación E-5.

2.1.9.1. Caudal de bombeo

Es el caudal requerido por las instalaciones destinadas a impulsar el agua a los puntos elevados del sistema de abastecimiento, el diseño consiste en estimar el caudal equivalente en función del caudal medio para el número de horas de bombeo necesarias.

Tiempo de Bombeo (t_B):

Según norma II.1.9.a.4 de INFOM (almacenamiento), para el caso de sistemas por bombeo la reserva mínima, deberá ser la un día de consumo diario.

Tiempo de almacenamiento en tanque, para el cual supe el caudal medio diario:

$$t_{\text{QMD}} = \frac{\text{Volumen de Tanque}}{\text{QMD}} = \left[\frac{56\,160\text{ l}}{1,0 \frac{\text{l}}{\text{s}}} * \frac{1\text{ min}}{60\text{ s}} * \frac{1\text{ h}}{60\text{ min}} \right] = 15,6\text{ horas}$$

Tiempo al día para el cual el volumen de almacenamiento en tanque es cero:

$$t_B = 24\text{ h} - 15,6\text{ h} = 8,4\text{ h} \approx 9\text{ horas (tiempo de bombeo)}$$

Tiempo para el cual el tanque debe ser alimentado y así cumplir con el almacenamiento recomendado por el normativo (INFOM). Se recomienda un tiempo de Bombeo NO mayor de 18 horas diarias.

Caudal Bombeo (Q_B):

$$Q_B = \frac{\text{Volumen de tanque}}{t_B} + \text{QMD}$$

$$\text{(tiempo de bombeo) } t_B = 9\text{ h} = 32\,400\text{ s}$$

$$Q_B = \frac{56\,160\text{ L}}{32\,400\text{ s}} + 1\text{ L/s} = 2,73\text{ L/s}$$

2.1.9.2. Diámetro de tubería

Le estimación de los diámetros de tubería, se obtiene en función al rango de velocidades, en el cual la integridad de la tubería es asegurada en un período de vida útil. El período de vida útil normado es: $0,4 \text{ m/s} \geq v \leq 3,0 \text{ m/s}$

Extremo 0,4 m/s:

$$D_{0,4} = \sqrt{\frac{1,974 * Q}{v}} = \sqrt{\frac{1,974 * 2,73 \text{ L/s}}{0,4 \text{ m/s}}} = 3,67''$$

Extremo 3,0 m/s:

$$D_{3,0} = \sqrt{\frac{1,974 * Q}{v}} = \sqrt{\frac{1,974 * 2,73 \text{ L/s}}{3,0 \text{ m/s}}} = 1,34''$$

Diámetros comerciales: $D_{0,4} = 3''$ y $D_{3,0} = 1\frac{1}{2}''$

Evaluando velocidades en diámetros comerciales:

$$v_{3''} = \frac{Q}{A} = \frac{2\,570 \text{ cm}^3/\text{s}}{52,86 \text{ cm}^2} = 48,62 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0,49 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{1\frac{1}{2}''} = \frac{Q}{A} = \frac{2\,570 \text{ cm}^3/\text{s}}{11,40 \text{ cm}^2} = 225,42 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 2,25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Evaluación de diámetros comerciales dentro de intervalo: 1 1/2 pulgadas, 2 pulgadas, 2 1/2 pulgadas, 3 pulgadas.

Amortización:

$$A = \frac{r * (r + 1)^n}{(r + 1)^n - 1} = \frac{0,0125 * (0,0125 + 1)^{96}}{(0,0125 + 1)^{96} - 1} = 0,01794$$

Tabla IV. **Costo por diámetro de tubería (PVC 250 PSI)**

Tubería	Precio por unidad	Costo por mes
Tubería 1 1/2"	Q. 211,00	Q. 317,97
Tubería 2"	Q. 329,00	Q. 495,79
Tubería 2 1/2"	Q. 484,00	Q. 724,85
Tubería 3"	Q. 714,00	Q. 1 075,97

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Costo total por diámetro de tubería**

Tubería	Perdida de Carga	Potencia	Costo energía por mes	Costo Total (Q.Tubería + Q. bombeo)
∅ 1 1/2"	73,99 m	3,30 kW	Q. 1 401,84	Q. 1 719,81
∅ 2"	18,23 m	0,81 kW	Q. 344,01	Q. 839,80
∅ 2 1/2"	6,15 m	0,28 kW	Q. 118,94	Q. 843,79
∅ 3"	2,53 m	0,11 kW	Q. 46,73	Q. 1 122,70

Fuente: elaboración propia.

Comparando los costos de aplicación en cada diámetro se selecciona tubería de 2 pulgadas por su evidente mínimo costo en relación a las demás.

2.1.9.3. Pérdida de carga

La pérdida de carga en una tubería o canal, es la pérdida de presión en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las conduce.

$$hf = \frac{(1\,743,811)(l)(Q_b)^{1,85}}{C^{1,85} \varnothing^{4,87}}$$

Donde:

Hf = pérdida por fricción (m)

L = longitud de tramo (505,89 m)

Qb = caudal bombeo (l/s)

C = coeficiente de rugosidad (PVC: 150)

∅ = diámetro interno de tubería (in)

$$hf = \frac{(1743,811)(505,89)(2,73)^{1,85}}{150^{1,85} 2,095^{4,87}} = 18,23 \text{ m}$$

2.1.9.4. Potencia de la bomba hidráulica

El bombeo es transformación de energía (generalmente energía mecánica) en energía hidráulica de un fluido (en este caso agua); la cantidad de fluido que desee transportarse en función del tiempo (caudal) estará en función de la potencia. El modelo matemático para la estimación de la potencia es el siguiente:

$$POT = \frac{CDT * Q_B}{76 * e}$$

Donde:

CDT = carga dinámica total (m)

e = eficiencia de la bomba (% no menor de 60 según norma INFOM)

$$\text{(Carga por velocidad) } H = \frac{v^2}{2g} = \frac{(1,16)^2}{2(9,8)} = 0,07 \text{ m}$$

Donde:

$$v = \frac{1,974 * Q_b}{\varnothing^2} = \frac{1,974 * 2,57}{2,095^2} = 1,16 \text{ m/s}$$

Carga dinámica total (CDT):

Altura de nivel dinámico a boca de pozo:	131 metros
Pérdida de carga en conjunto de columna eje:	4 metros
Altura de boca de pozo a descarga:	97,19 metros
Pérdida de carga en línea de impulsión:	18 metros
Pérdida por velocidad:	0,07 metros
Pérdidas menores:	1,3 metros

Carga dinámica total = 131+4+97,19+18+0,07+1,30 = 246,56 m.c.a.

$$POT = \frac{246,56 \text{ m} * 2,57 \frac{\text{L}}{\text{s}}}{76 * 60\%} = 13,89 \text{ HP} \approx 15 \text{ HP}$$

2.1.9.5. Consumo energético de bomba

Con la información de la potencia necesaria en el bombeo (15 HP), se estima el consumo energético de este proceso, para luego interpretar la información dentro de un intervalo temporal práctico.

Se interpreta por medio de la dimensional kilo watts hora debido a la forma en que se contabiliza el flujo de energía eléctrica que distribuye el proveedor.

$$POT = 15 \text{ HP} * (0,7457 \text{ kW} / 1 \text{ hp}) = 7,46 \text{ kW} * 14 \text{ h} = 156,59 \text{ kWh}$$

2.1.9.6. Golpe de ariete

Se origina debido a que el fluido es ligeramente elástico. En consecuencia, cuando se cierra bruscamente una válvula, las partículas de fluido crean una sobrepresión en un extremo y una presión negativa en el otro, esto debido a la inercia.

Propiedades de tubería:

Tubería PVC SDR 17, diámetro nominal: 2"

Espesor de pared (e): 3,56 mm

Diámetro interior (Di): 53,21 mm

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{k}{E} * \frac{Di}{e}}}$$

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{2,07 * 10^4 \text{ Kg/cm}^2}{3,00 * 10^4 \text{ Kg/cm}^2} * \frac{53,21 \text{ mm}}{3,56 \text{ mm}}}}$$

$$a = 422,18 \text{ m/s}$$

$$v = 1,248 \text{ m/s (potencia: 15 HP)}$$

$$P = \frac{a * v}{g} = \frac{422,18 \text{ m/s} * 1,248 \text{ m/s}}{9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$P = 53,71 \text{ m (columna agua)}$$

$P_{\text{max}} = \text{sobrepresión} + \text{C.D. (de bomba a descarga)}$

$$P_{\max} = 53,71 \text{ mca} + 97,19 \text{ mca} = 150,90 \text{ mca}$$

$$P_{\max} = 214,50 \text{ PSI}$$

$$214,50 \text{ PSI} < 250 \text{ PSI},$$

De manera que la tubería PVC SDR 17 (250 lb/in²), resiste dicha presión.

2.1.10. Diseño del tanque de almacenamiento

Cumple tres propósitos fundamentales, los cuales son: compensar las variaciones de los consumos que se producen durante el día, mantener las presiones adecuadas en la red de distribución y mantener almacenada cierta cantidad de agua para atender situaciones de emergencia.

2.1.10.1. Dimensiones de tanque

El dimensionamiento del tanque, se efectúa considerando el beneficio costo en función del encendido periódico de la bomba y el almacenamiento respecto al consumo medio, así como volumen de reserva por emergencia.

Altura propuesta de tanque: 2 m

$$\text{Volumen} = 56 \text{ m}^3$$

$$\text{Base} * \text{altura} * \text{profundidad} = 56 \text{ m}^3$$

$$\text{Base} = \text{profundidad} \text{ (tanque cuadrado)}$$

$$B * B * (2 \text{ m}) = 56 \text{ m}^3$$

$$B^2 * (2 \text{ m}) = 56 \text{ m}^3$$

$$B^2 = \frac{56 \text{ m}^3}{2 \text{ m}}$$

$$B = \sqrt{28 \text{ m}^2} = 5,3 \text{ m}$$

Base y profundidad = 5,3 m \approx 5,00 m

2.1.10.2. Diseño de cubierta

Haciendo uso del método III del código ACI, el cual se aplica a losas apoyadas en por lo menos uno de los bordes ya sea muros o vigas de concreto o acero lo suficientemente rígidas.

Coefficiente de momentos a usar (relación entre dimensiones):

$$\frac{\text{Base}}{\text{Profundidad}} = \frac{5,0}{5,0} = 1 > 0,5 \text{ [Se diseña en dos sentidos]}$$

Espesor de losa (t):

$$t = \frac{\text{Perímetro}}{180} = \frac{2(5,0 + 5,0)}{180} = 0,11 \approx 11 \text{ cm}$$

Formulación de cargas:

Carga muerta:

$$P.P. \text{ Losa} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,11 \text{ m} * 1 \text{ m} * 5 \text{ m} = 1320 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\text{Sobrepeso} = 60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 1 \text{ m} * 5 \text{ m} = 300 \text{ kg (Por repello)}$$

$$CM = P.P. \text{ Losa} + \text{Sobrepeso} = 1320 \text{ kg} + 300 \text{ kg} = 1620 \text{ kg}$$

Carga viva:

$$CV = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} (\text{losas inutilizadas}) * 5\text{m} * 1\text{m} = 500 \text{ kg}$$

Carga última:

$$CMu = 1,4 * 1\ 620 \text{ kg} = 2\ 268 \text{ kg}$$

$$CVu = 1,7 * 500 \text{ kg} = 850 \text{ kg}$$

$$CU = CMu + CVu = 3\ 118 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Calculo de momentos (caso 1):

$$M_{a(+)}_{CM} = l_a^2 * C_a * CMu = 5,0^2 * 0,036 * 2\ 268 = 2\ 041,20 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{a(+)}_{CV} = l_a^2 * C_a * CVu = 5,0^2 * 0,036 * 850 = 765,00 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{a(+)}_{Total} = 2\ 806,20 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{b(+)}_{CM} = l_b^2 * C_b * CMu = 5,0^2 * 0,036 * 2\ 268 = 2\ 041,20 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{b(+)}_{CV} = l_b^2 * C_b * CVu = 5,0^2 * 0,036 * 850 = 765,00 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{b(+)}_{Total} = 2\ 803,20 \text{ kg} - \text{m}$$

Momentos negativos en bordes (1/3 * momentos positivos):

$$M_{a(-)}_{Total} = \left(\frac{1}{3}\right) (2\ 803,20 \text{ kg} - \text{m}) = 934,4 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{b(-)}_{Total} = \left(\frac{1}{3}\right) (2\ 803,20 \text{ kg} - \text{m}) = 934,4 \text{ kg} - \text{m}$$

Áreas de acero:

$$R = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{2\,803,20 \text{ kg} \cdot \text{m}}{0,9 * 1 \text{ m} * (0,1 \text{ m})^2} = 311\,466,67 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$R = 443,22 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \quad (\text{para búsqueda de } \rho)$$

$$\rho = 0,0119$$

(Interpolacion / Arthur H. Nilson 12a. Edicion, Tabla A6a Apendice A)

$$A_s = (0,0119)(1 \text{ m})(0,11 \text{ m}) = 0,00131 \text{ m}^2 = 13,09 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Varillas núm. 4 @ 10 cm

Bordes:

$$A = \left(\frac{1}{3}\right) (0,0119)(1 \text{ m})(0,1 \text{ m}) = 0,000397 \text{ m}^2$$

$$A = 3,97 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Varillas núm. 4 @ 20 cm

(se doblaran 1 de 2 varillas de cama inferior)

2.1.10.3. Diseño de pared

El diseño de las paredes del tanque, se constituirá basándose en el método de diseño para muros de contención por gravedad, estos son aquellos cuyo peso contrarresta el empuje del terreno. Dadas sus grandes dimensiones, prácticamente no sufre esfuerzos flectores.

Datos:

Densidad de suelo (ρ_s): 1 600 kg/m³

Densidad de agua (ρ_a): 1 000 kg/m³

Densidad de concreto (ρ_c): 2 400 kg/m³

Densidad de concreto ciclópeo (ρ_{cc}): 2 700 kg/m³

Ángulo de fricción (Suelo): 30° (Braja M. Das tabla 2.1, 4ª. Edición)

Cohesión (Suelo): 2,55 T/m² (Braja M. Das tabla 2.1, 4ª. Edición)

Carga de losa y viga hacia el muro:

$$W_{\text{losa}} + V_P = \frac{2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,11 \text{ m} * 25 \text{ m}^2}{4} + 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,2 \text{ m} * 0,3 \text{ m} * 5 \text{ m}$$

$$W_{\text{losa}} + V_P = 2\,370 \text{ kg}$$

Momento (Mc) ejercido por carga puntual (Pc):

$$Mc = 2\,370 \text{ kg} * (0,80 \text{ m} + (0,30 \text{ m} / 2)) = 2\,251,50 \text{ kg-m}$$

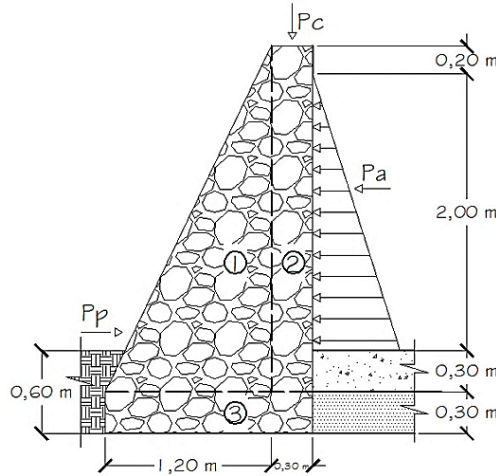
$$Mc \text{ (por unidad de longitud)} = 2\,251,50 \text{ kg-m} / 5 \text{ m} = 450,30 \text{ kg-m / m}$$

Tabla VI. Dimensiones de pared de tanque

Sección	Dimensiones (m)		Área (m ²)	ρ (kg/m ³)	Peso WR (kg/m)	P.R. (m)	MR (kg-m)/m
1	0,8	2,5	1,50	2 700	4 050	0,53	2 146,50
2	0,3	2,5	0,75	2 700	2 025	0,95	1 923,75
3	1,1	0,3	0,45	2 700	1 215	0,55	668,25
*por unidad de longitud (m)					7 290,00		4 738,50

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Perfil pared de tanque



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

Carga Total (WT):

$$W_T = \frac{P_c}{\text{Unidad de longitud}} + WR = \frac{2\,370 \text{ kg}}{5 \text{ m}} + 7\,290 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 7\,764 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Presión Activa (Fa):

$$F_a = \frac{1}{2} * \rho_{\text{agua}} * H^2$$

$$P_a = \frac{1}{2} * 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * (2,00 \text{ m})^2 = 2\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 2 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

Presión Pasiva (Pp):

$$K_p = \tan^2\left(45 + \frac{30}{2}\right) = 3 \text{ (coeficiente presión pasiva de Rankine)}$$

$$P_p = \frac{1}{2} * 1,6 \frac{\text{T}}{\text{m}^3} * 3 * (0,6 \text{ m})^2 = 0,86 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

Factor de seguridad contra volteo:

$$M_O = P_a \left[\left(\frac{H}{3} \right) + 0,6 \text{ m} \right] = 2 \frac{\text{T}}{\text{m}} * \text{m} * \left[\left(\frac{2,0 \text{ m}}{3} \right) + 0,6 \text{ m} \right] = 2,53 \text{ T} - \text{m}$$

$$FS_{(\text{volteo})} = \frac{\sum M_R}{M_O} = \frac{4,74 \text{ T} - \text{m} + 0,45 \text{ T} - \text{m}}{2,53 \text{ T} - \text{m}} = 2,05 > 2 \text{ (Si cumple contra volteo)}$$

Factor de seguridad contra deslizamiento:

$$k_1 = k_2 = \frac{2}{3}$$

$$FS_{(\text{deslizamiento})} = \frac{(\sum V) \tan(k_1 \phi) + B k_2 C_u + P_p}{P_a}$$

$$FS_{(\text{deslizamiento})} = \frac{(7,29 \text{ T}) \tan\left(\frac{2}{3} * 30\right) + (1,5) \left(\frac{2}{3}\right) (2,55 \text{ T}) + (0,86)}{2 \text{ T}}$$

$$FS_{(\text{deslizamiento})} = 2,81 > 1,5 \text{ (si cumple contra deslizamiento)}$$

Factor de seguridad contra falla por capacidad de carga:

Excentricidad:

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\sum M_R - \sum M_O}{\sum V}$$

$$e = \frac{1,1 \text{ m}}{2} - \frac{(5,19 \text{ T} - \text{m}) - (2,53 \text{ T} - \text{m})}{7,29 \text{ T}}$$

$$e = 0,39 \text{ m}$$

Presiones máxima y mínima:

$$q_{\max, \min} = \frac{\sum V}{B} * \left(1 \pm \frac{6 * e}{B} \right)$$

$$q_{\text{punta}} = \frac{7,29 \text{ T}}{1,5 \text{ m}} * \left(1 + \frac{6 * 0,39}{1,5} \right) = 12,44 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{talon}} = \frac{7,29 \text{ T}}{1,5 \text{ m}} * \left(1 - \frac{6 * 0,39}{1,5} \right) = -2,72 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

Ecuación capacidad de carga última:

$$q_u = C N_c F_{Cd} F_{Ci} + q N_q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B' N_\gamma F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Para $\phi = 35,63$

(Tabla 3.4, Baraja M. Das – P. Ingeniería Cimentaciones - 4ª. Edición)

$$N_c = 18,99 \quad N_q = 8,31 \quad N_\gamma = 4,39$$

$$q = \gamma * D = 1,6 \frac{\text{T}}{\text{m}^3} (0,6 \text{ m}) = 0,96 \text{ T/m}^2$$

$$B' = B - 2e = 1,5 - 2 (0,39) = 0,72 \text{ m}$$

$$F_{Cd} = 1 + 0,4 \left(\frac{D}{B'} \right) = 1 + 0,4 \left(\frac{0,6}{0,8} \right) = 1,33$$

$$\begin{aligned} F_{qd} &= 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \left(\frac{D}{B'} \right) \\ &= 1 + 2 \tan 30 (1 - \sin 30)^2 \left(\frac{0,6}{0,72} \right) = 1,22 \end{aligned}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left(\frac{P_a \cos \alpha}{\Sigma V} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{2 \cos(0)}{7,29} \right) = 15,34^\circ$$

$$F_{Ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\Psi^\circ}{90^\circ} \right)^2 = \left(1 - \frac{15,34^\circ}{90^\circ} \right)^2 = 0,69$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\Psi^\circ}{\phi} \right)^2 = \left(1 - \frac{18,15^\circ}{30^\circ} \right)^2 = 0,24$$

Por lo tanto:

$$q_u = (2,55)(18,99)(1,33)(0,69) + (0,96)(8,31)(1,22)(0,69) + \frac{1}{2} (1,6)(0,72)(4,39) (1)(0,24)$$

$$q_u = 44,44 + 6,72 + 0,61 = 51,77 \text{ T/m}^2$$

$$FS_{(\text{capacidad de carga})} = \frac{q_u}{q_{\text{punta}}} = \frac{51,77 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}}{12,44 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}} = 4,16 > 3$$

(Si cumple capacidad de carga)

2.1.10.4. Diseño de plataforma inferior

Se propone una base de concreto ciclópeo con un espesor de 0,15 metros y así generar una mejor distribución de la carga hacia el suelo.

La plataforma en contacto directo con el líquido tendrá un espesor de 15 centímetros satisfaciendo el espesor mínimo para refuerzo (refuerzo mínimo por temperatura) en condiciones de humedad (7,5 centímetros, inferior y superior al centrar el refuerzo en el prisma).

Refuerzo de plataforma (por temperatura):

$$P = \frac{A_s}{bt} = 0,002 = 0,2\% \text{ (acero grado 40 - 50)}$$

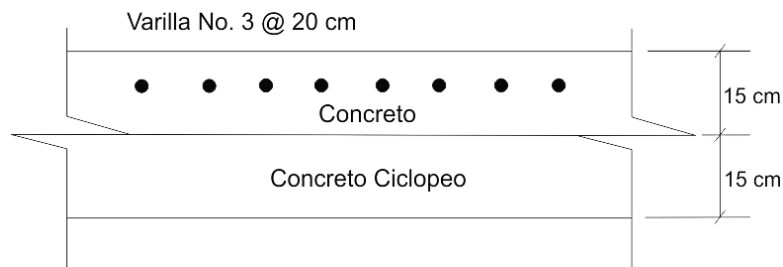
$$A_s = 0,002 * bt = 0,002 * (1\text{m})(0,15)$$

$$A_s = \frac{0,0003 \text{ m}^2}{\text{m}} \approx 0,47 \text{ in}^2 \text{ por metro}$$

Para cubrir el área de acero necesaria (A_s) se usara:

Varilla núm. 3 @ 20 cm (ambos sentidos)

Figura 9. **Esquema de losa**



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

2.1.11. **Desinfección**

De acuerdo a los resultados sobre las propiedades físico químicas y bacteriológicas del agua en la captación del pozo, es recomendable omitir el sistema de desinfección química para reducir el costo de mantenimiento, pero si la alternativa es garantizar la calidad del agua los parámetros de desinfección se diseñan a continuación:

- Hipoclorador

Utilizar un solo hipoclorador que dosifique una solución de hipoclorito de calcio al 65 por ciento, diluido en agua en pequeñas dosis, directamente en caudal de entrada, de tanque de distribución.

- Dosis de cloro necesaria

Según Norma Coguanor 29001, tratamiento preventivo contra bacterias y virus. La cantidad mínima de cloro que se le debe aplicar al agua es de 2 gramos por metro cubico (2 ppm).

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

$$F_c = Q_e * D_c$$

Donde:

Q_e = caudal de agua en la entrada del tanque (l/min)

= 2,57 l/s (caudal de bombeo) = 155 l/min

D_c = Demanda de cloro en mg/l (demanda de cloro 2 mg/l)

Sustituyendo:

$F_c = (155 \text{ l/min})(2 \text{ mg/l}) = 310 \text{ mg/min}$

Convirtiendo dimensionales:

$0,31 \text{ g/min} * 60 \text{ min} / 1 \text{ h} * 24 \text{ h} / 1 \text{ día} * 30 \text{ día} / 1 \text{ mes} = 13 \text{ 392 g} / \text{mes}$

$13 \text{ 392 g} / \text{mes} * 1 \text{ tableta} / 300 \text{ g} = 45 \text{ tabletas/mes}$

2.1.12. Red de distribución

La red de distribución es un sistema de tuberías unidas entre sí, que conducen el agua desde el tanque de distribución hasta el consumidor. Su función sanitaria es brindar un servicio en forma continua, en cantidad suficiente y, desde luego, con calidad aceptable, por lo que se debe tratar el agua antes de entrar a la misma.

El tipo de red utilizada en este proyecto es de forma abierta, esta es la más adecuada para acueductos en áreas rurales. Una red de distribución es abierta cuando existen ramales que parten de la tubería o línea central de distribución y no se conectan entre sí, terminando en conexiones prediales, intradomiciliares, servicios públicos (llena cántaros) o válvulas de limpieza.

Para el diseño de la red de distribución (abierta) se utiliza la fórmula de Hazen – Williams

$$H_f = \frac{1\,743,811 * L * Q_D^{1,85}}{D_i^{4,87} * C^{5,87}}$$

Probando velocidades del flujo:

$$V = \frac{1,974 * Q_D}{D_i^2} \quad \text{mínima: } 0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \text{ máxima: } 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2.1.12.1. Caudal de uso simultaneo

Modelo matemático que relaciona la probabilidad que en un mismo momento la totalidad de conexiones del ramal estén abiertas, es no debe ser menor a 20 litros por segundo. La fórmula matemática es:

$$Q_s = k * \sqrt{n - 1}$$

Donde:

Q_s = caudal simultaneo

k = 0.15 a 0.2 (0.15 en conexiones prediales)

n = número de conexiones en el tramo.

2.1.12.2. Caudal unitario

Modelo matemático que define el caudal que circula específicamente en un ramal, esto se denomina en función del número de viviendas que contiene dicho ramal respecto al total del sistema.

$$Q_u = \frac{QM_H}{N} * n$$

Donde:

Q_u = caudal unitario

QM_H = caudal máximo horario

n = número de conexiones

N = total de viviendas

2.1.12.3. Dimensión de tubería

El diámetro de la tubería variara respecto al diseño, el cual busca solucionar los excedentes o déficit de velocidad y presión (energía dinámica y presión estática) en todos los ramales de la tubería. Se calculan los diámetros de cada tramo y se aproximan a los diámetros comerciales, ajustando así el diseño respecto a los resultados que se obtienen con los elementos reales.

2.1.12.4. Velocidad del agua

Es muy importante tomar en cuenta la velocidad con la que se conducirá el agua al momento de diseñar una línea de conducción libre y por bombeo para reducir el desgaste de accesorios y las paredes de la tubería (libres), o disminuir la sobre presión generada por el golpe de ariete (forzadas).

Las velocidades deben estar comprendidas entre 0,6 y 3,0 metros por segundo. Para el diseño de conducciones abiertas y entre 0,6 y 2,0 metros por segundo para conducciones forzadas. Si se trata de agua con material en suspensión sedimentable o erosivo, la velocidad mínima debe de ser mayor que 0,4 y menor que 3,0 metros por segundo. Generalmente se utiliza la fórmula de Manning para el diseño.

2.1.12.5. Cota piezométrica

La cota piezométrica es la máxima presión dinámica en cualquier punto de una línea de conducción o distribución, que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se colocara un manómetro. Es equivalente a la cota de superficie del agua en el punto de salida, menos la pérdida de carga por fricción que ocurre en la distancia que los separa.

2.1.12.6. Presión dinámica

La presión dinámica se produce cuando hay flujo de agua, la presión estática modifica su valor disminuyéndose por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería. La presión dinámica depende de la velocidad y la densidad del fluido.

2.1.13. Conexiones domiciliarias

Es el mecanismo de nexo entre la vivienda y la red de distribución, este deberá ser instalado en la vivienda para proveer de agua sus habitantes al momento de su elección.

En el proyecto se utilizara una conexión predial, por las condiciones rurales en las que se proyecta. Este tipo de conexión consiste en la instalación de una sola válvula de globo (chorro) dentro de la propiedad.

La ubicación del chorro debe ser accesible y visible a los usuarios. El diagrama de instalación e indicación de accesorio se mostrará en los planos anexos del proyecto.

2.1.14. Obras de arte

Elementos constructivos que requieren destreza para su elaboración, estos se establecen para modificar las condiciones del sistema (flujo, almacenamiento, separacion) y se localizá donde el diseño no disponga de otra alternativa. Las utilidades en sistemas hidráulicos por gravedad son:

- Caja rompe presión
Reducir la presión en la tubería (carga dinámica)
- Pasos aéreos
Supera o atravesar depresiones topográficas con la tubería.
- Cajas unificadoras de caudal
Unificar dos o mas afluentes de agua y redirigirlos en una misma linea.

- Cajas distribuidoras de caudal
Por disposición de diseño, para distribuir el caudal en más de una línea.
- Cajas para válvulas
Protección hacia las válvulas contenidas en el sistema.

2.1.15. Válvulas

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza móvil que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos. Las válvulas utilizadas en el sistema (proyecto) son:

- Válvula de aire
Eliminar la acumulación de oxígeno dentro de la red de tuberías.
- Válvula de limpieza
Colocadas al final de cada tramo para eliminar sedimentos dentro de la tubería.
- Válvula de compuerta
Utilizada para abrir o cerrar el flujo en caso de mantenimiento.

2.1.16. Diseño de dos tramos de distribución

Los resultados sobre el total de la red de distribución se calcularon por medio de un modelo matemático computacional (Microfot, Excel 2010). Los resultados se representan en forma de tabla para su revisión. Los dos tramos

anteriores se muestran con fines demostrativos (como demostración de resultados computacionales adjuntos).

Caudal de diseño (Qd): este se elegirá entre el Qu (Caudal Unitario) y Qs (Caudal Simultaneo), dando elección al mayor de ambos.

$$Q_u = \frac{Q_{MH}}{N} * n$$

$$Q_s = k * \sqrt{n - 1}$$

Donde:

QMH = caudal máximo horario

K = coeficiente (0,15 a 0,2)

n = número de conexiones

N = total de viviendas

Tramo E-5 (tanque de almacenamiento) a E-6:

$$Q_u = \frac{2,5}{78} * 78$$

$$Q_u = 2,5 \frac{L}{s}$$

$$Q_s = 0,15 * \sqrt{78 * 6 - 1}$$

$$Q_s = 3,24 \frac{L}{s}$$

Para cumplir con los estándares de norma se debe restar una cantidad (m) dentro del intervalo de presión de servicio.

Presión de servicio (10 a 40 m INFOM).

Datos:

Qd = 3,24 l/s

L = 20,84 m (Longitud)

C = 150 (Coeficiente de fricción PVC)

Cota inicial de terreno = 1 097,19 m

Cota final de terreno = 1 095,71 m (-)

Diferencia de altura = 1,48 m

$$D_i = \left(\frac{1\,743,811 * 20,84 * 3,24^{1,85}}{1,48 * 150^{1,85}} \right)^{1/4,87}$$

$D_i = 1,87 \approx 2''$ (Díámetro Comercial)

$$V = \frac{1,974 * 2,5}{2^2} = 1,23 \frac{m}{s}$$

Corroborando velocidad de flujo (intervalo permisible: 0,6 a 3 m/s)

Pérdida de carga con diámetro comercial:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 20,84 * 2,5^{1,85}}{2^{4,87} * 150^{1,85}} = 0,64 \text{ m}$$

Cota inicial de terreno = 1 097,19 m

Pérdida de carga = 0,64 m (-)

Cota piezometrica = 1096,55 m

Cota final de terreno = 1095,71 m (-)

Presión resultante = 0,84 m (tramo sin viviendas)

Tramo E-6 a E-7

Datos:

$$Q_d = 3.24 \text{ l/s}$$

$$L = 132,45 \text{ m (Longitud)}$$

$$C = 150 \text{ (coeficiente de fricción PVC)}$$

Cota inicial de terreno	= 1 095,75 m
Cota final de terreno	= 1 086,97 m (-)
<hr/>	
Diferencia de altura	= 8,74 m

$$D_i = \left(\frac{1\,783,811 * 132,45 * 3,24^{1,85}}{8,74 * 150^{1,85}} \right)^{1/4,87}$$

$$D_i = 1,9 \approx 2" \text{ (Diametro Comercial)}$$

$$V = \frac{1,974 * 2,5}{2^2} = 1,23 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Corroborando velocidad de flujo (intervalo permisible: 0,6 a 3 m/s)

Pérdida de carga con diámetro comercial:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 132,45 * 2,5^{1,85}}{2^{4,87} * 150^{1,85}} = 4,05 \text{ m}$$

Cota inicial de terreno	= 1 096,55 m
Pérdida de carga	= 4,05 m (-)
<hr/>	
Cota piezométrica	= 1 092,50 m
Cota final de terreno	= 1 086,97 m (-)
Presión resultante	= 5,53 m (tramo sin viviendas)

2.1.17. Elaboración de presupuesto

Cálculo anticipado de los ingresos y gastos de las actividades constructivas a realizar para la concepción del proyecto, es un plan de acción dirigido a cumplir una meta prevista.

Tabla VII. **Presupuesto abastecimiento de agua potable**

Proyecto: Diseño del abastecimiento de agua potable Ubicación: Aldea Sashico, Jalapa Departamento: Jalapa Fecha: Abril 3013	
No.	Descripción
1	Renglón: Trabajos preliminares
	Total: Q7,560.00
2	Renglón: Captación
	Total: Q56,256.58
3	Renglón: Conducción
	Total: Q53,958.73
4	Renglón: Tanque Almacenamiento
	Total: Q70,893.94
5	Renglón: Distribución
	Total: Q368,828.95
6	Renglón: Caja de válvula
	Total: Q2,356.23
7	Renglón: C. R. P.
	Total: Q6,911.71
COSTO TOTAL DE PROYECTO: Q. 566,766.13 QUINIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL SETECIENTOS SESENTA Y SEIS CON 13/100	

Fuente: elaboración propia

2.1.18. Evaluación de Impacto Ambiental inicial (EIA)

Los problemas de degradación ambiental, que incluyen la alteración de los sistemas ambientales, la amenaza a la vida salvaje, la destrucción de los recursos naturales, son frecuentemente resumidos bajo el término de crisis

ambiental, debido a que los cambios que el ambiente está sufriendo son lo suficientemente justificados para llegar al nivel de una crisis o amenaza natural.

Todo plan de manejo ambiental, como mínimo debe contener: a) medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas. b) consideraciones ambientales en el proyecto de Ingeniería de la alternativa seleccionada, c) manual de operación y mantenimiento y d) plan de seguimiento o monitoreo ambiental. El plan de manejo ambiental contiene medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas. Éstas se desarrollarán en la etapa de planificación, ejecución y operación del proyecto.

Tabla VIII. **Sección IV cuadro del Estudio de Impacto Ambiental (EIA)**

Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Generación de polvo como consecuencia de la excavación y entierro de la tubería	El área cercana a la construcción del tanque de almacenamiento y captación del agua subterránea.	El acopio de materiales y accesorios se establecerá en una bodega central la cual contendrá los elementos bajo cubierta y protección contra corrientes de viento.
	Ruido	El mayor ruido generado se desarrollara por los motores de combustión en los vehículos que transportaran materiales.	Lugares cercanos a lugar de acopio y viviendas cercanas a los tramos de tubería.	El total de materiales de cada tramo se transportara a cercanías del lugar de uso, con un mínimo de viajes, para elevar la eficiencia del consumo de combustible y reducir la generación de ruido.
	Vibraciones	Se generara una leve vibración por el encendido periódico de la bomba.	Área adyacente a garita de succión (bomba).	En el acoplamiento de la bomba hacia la retención se colocara material elástico (elastómero) para reducir en gran parte la vibración por encendido.
	Olores	Olor provocado por la coloración del agua en el almacenamiento.	Área adyacente al tanque de almacenamiento del sistema.	Se equipara con sellante acrílico los bordes de compuerta del tanque de almacenamiento, para evitar el escape de olores por cloración.

Continuación de la tabla VIII.

Agua	Abastecimiento de agua	La naturaleza del proyecto no podría afectar el abastecimiento debido a que este se conforma como la proyección de un abastecimiento para el sistema.	El abastecimiento de agua para la utilidad del sistema se establecerá en la Estación - 5 de libreta topográfica, a 500 metros de la captación.	El abastecimiento poseerá un alisado de concreto interior, desfogue de limpieza y compuestas metálicas con sellante para evitar cualquier posible contaminación y filtración de partículas hacia el interior y exterior de este.
	Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: 90 Litros por habitante al día.	Alrededores de vivienda, por medio de escurrientas superficiales.	Promover la construcción de fosas sépticas y así separar las aguas sanitarias hacia este. Reduciendo los focos de contaminación bacteriológicos de riesgo al humano.
	Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, de actividades de desarrollo y servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad: La conformación del proyecto no producirá desecho de aguas residuales especiales en la etapa de desarrollo y operación. A menos que la utilidad del servicio se utilizada para uso industrial.	Descarga: La posible descarga de aguas residuales especiales por parte de usuarios será descargada hacia cuencas tributarias sin flujo en temporada seca.	En caso de producir aguas residuales especiales, estas deberán ser tratadas hasta eliminar los contenidos químicos y bacteriológicos hasta los índices mínimos necesarios para la salud humana. Para luego verterla a la cuenca tributaria.
	Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: La mezcla estaría en función del caudal y utilidad dada al líquido.	Descarga: La descarga se produciría en la cuenca tributaria cercana al lugar de utilidad.	En caso de producir aguas residuales especiales, estas deberán ser tratadas hasta eliminar los contenidos químicos y bacteriológicos hasta los índices mínimos necesarios para la salud humana. Para luego verterla a la cuenca tributaria.
	Agua de lluvia El sistema no está diseñado para la captación de agua de lluvia.	Captación: Las viviendas podrían hacer captación de agua de lluvia, en la debida temporada para reducir la utilidad del agua subterránea y aumentar el tiempo de utilidad de esta.	Descarga: La descarga se produciría de la misma manera que los anteriores caudales de utilidad.	En el sector se deberá promover la retención o captación de agua de lluvia para reducir el consumo de agua subterránea y aumentar el tiempo de utilidad del sistema.
Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: 15 kg de desechos. En estado de construcción	Los desechos se encontraran en todo el trayecto de la línea de conducción y distribución.	Se capacitara a la mano de obra para reunir en puntos de control todos los desechos provocados por consumo y excesos de material de corte en tubería.

Continuación de tabla VIII

	Desechos Peligrosos (con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: El proyecto en su etapa de construcción generara un estimado de 7 kg de concreto en concepto de desperdicio, cercana a tanque.	Disposición: No se dispondrá del material desperdiciado relacionado al concreto.	Extraer los excesos de desperdicios considerablemente elevados y dispersar el demás exceso de concreto en el área para mezclarlo con el suelo orgánico y reducir la impermeabilidad.
	Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	Erosión leve, foco de contaminantes bacteriológicos y condiciones para la reproducción de mosquitos.	Área circundante a vivienda.	Crear barreras con grava y plantas para saturar las áreas húmedas y así evitar las condiciones para la reproducción de larvas.
	Modificación del relieve o topografía del área	La topografía se verá modificada levemente por la introducción de la tubería bajo el suelo.	Todo el trayecto de la línea de conducción y distribución	Una adecuada compactación y distribución del suelo en exceso para evitar la modificación de la escorrentía superficial.
Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	Se eliminara la flora circundante al trayecto de la conducción en un promedio de 0.5 m a cada lado de la línea central.	Todo el trayecto de la línea de conducción y distribución. En sector de almacenamiento un área de 40 m ²	Se replantarán las plantas que puedan ser extraídas íntegramente y se reforestará el área equivalente de la superficie boscosa eliminada.
	Fauna (animales)	La fauna será afectada debido al ruido efectuado por la maquinaria en estado de construcción.	Todo el trayecto de la línea de conducción y distribución	Se utilizara al mínimo la maquinaria automotriz y se compactara el suelo con mecanismos manuales.
	Ecosistema	Se generara una mayor cantidad de áreas verdes en la época seca, debido al desfogue de las aguas residuales hacia la cuenca tributaria.	Área circundante a las viviendas beneficiadas por el sistema.	Encausar las aguas residuales hacia áreas que no produzcan riesgo a humanos pero que provean de humedad a la vegetación.
Visual	Modificación del paisaje	En casos del mal manejo de las aguas residuales se observara agua estancada cercana a las viviendas.	Área circundante a la vivienda.	Encausar el agua residual proveniente de las viviendas lo más lejano posible y donde la topografía disperse el líquido lo más posible para ser absorbido por la vegetación y el suelo.
Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	La comunidad cambiara sus hábitos de aseo personal, potenciado al salud de estos.	Área circundante a la vivienda y núcleo familiar.	Se educara a la población para hacer el adecuado uso del líquido y así evitar el desperdicio o exceso de consumo.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala.

2.1.19. Evaluación socioeconómica

La evaluación del proyecto tiene como propósito principal, identificar los beneficiarios y luego valorizarlos adecuadamente, para a partir de allí, elaborar indicadores de su rentabilidad social a través del análisis beneficio costo. La definición de los beneficios o productos del proyecto se verifica a partir de los aspectos físicos del mismo, tomando en cuenta su utilización para todo el año.

2.1.19.1. Propuesta de tarifa

Los costos del programa de operación y mantenimiento del sistema serán abordados por las instituciones que lo promueve y por los entes que se benefician; garantizando así la sostenibilidad del proyecto, durante el período de vida útil para el que fue diseñado. Los recursos provenientes de la población beneficiada se obtendrán por medio de una tarifa mensual, la cual se estimara contemplando los costos siguientes:

Tabla IX. Costos de proyecto

Descripción	Operación	Resultado
Costo Inicial	Presupuesto	Q. 566 766,13
C. Inicial / tiempo diseño	Q. 566 766,13/(12*20)	Q. 2 361,52
Costo de Operación	(10%) (2361,52)	Q. 236,15
Mantenimiento	(17%) (2361,52)	Q. 401,45
Costo Energético / mes	104,4kWh*Q.1,84*30	Q. 5 762,88
Costo de Imprevistos	(60%) (236,15+401,45)	Q. 382,56
Costo Total		Q. 9 144,56

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Tarifa mensual} = \frac{\text{Costo Total} - \text{Aporte municipal}}{\text{Total de conexiones}}$$

$$\text{Tarifa mensual} = \frac{Q. 9\,144.56 - (9\,144.56 * 70\%)}{78} = Q. 35.00 / \text{mes}$$

2.1.19.2. Valor Presente Neto (VPN)

Procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros. La Municipalidad invertirá Q. 566 766,13 en la ejecución del proyecto. El costo del personal de mantenimiento será de Q 400,00 mensuales y se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida será un pago único de Q 200,00 por vivienda, costo mensual por servicio Q 20 (26% del costo energético).

Tabla X. **Flujos de caja de proyecto**

Descripción	Operación	Resultado
Costo inicial	Presupuesto	Q. 566 766,13
Ingreso inicial	(Q. 200,00) (78 viviendas)	Q. 15 600,00
Ingreso anual	(Q. 35,00) (78 V.)(12 mes)	Q. 32 760,00
Costo Energético Anual	(Q. 5 762,88)(12 mes)	Q. 6 9154,56
Operación	(10%) (2361,52)(12 mes)	Q. 2 833,80
Mantenimiento	(17%) (2361,52)(12 mes)	Q. 4 817,40

Fuente: elaboración propia.

$$\text{VPN} = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

$$\text{VPN} = \sum_{t=1}^{20} \frac{32760 - (69\,154,56 + 4\,817,4 + 2\,833,8)}{(1 + 0,06)^{20}} - (566\,766,13 - 15\,600)$$

$$\text{VPN} = -564\,899,81$$

(deficit que sera cubrido por la Municipalidad)

2.1.19.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

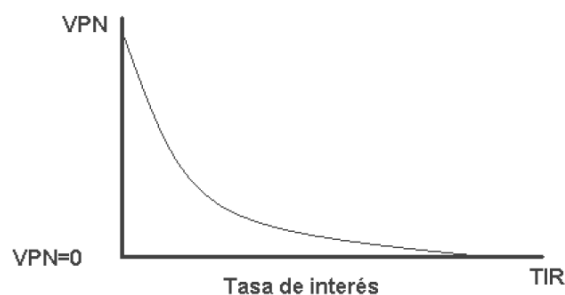
La TIR es la rentabilidad que proporcionando el proyecto. Se utiliza como indicador de rentabilidad del proyecto, a mayor TIR, mayor rentabilidad.

En este proyecto no se estima rentabilidad, debido a que se requiere de un valor de ingreso, y para este proyecto, por ser de carácter social, no se estima ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR mediante el uso de esta fórmula. Lo que procede para este caso, es tomar el valor de la TIR igual a 4,5 por ciento, la cual representa el costo que el estado debe desembolsar para la ejecución de dicho proyecto.

Esta tasa fue calculada tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala que corresponde a la inversión en títulos públicos que actualmente pagan esa cantidad y es lo que le cuesta al Estado captar esos fondos para invertirlos en obra pública.

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1 + TIR)^t} - I_0$$

Figura 10. Variación de VPN debido a TIR



Fuente: elaboración propia.

2.2. Diseño de puente vehicular para la finca Los Cebollines aldea Sansayo, Jalapa, Jalapa

Un puente es una construcción que permite salvar un accidente geográfico, río, cañón o cualquier otro obstáculo físico. El diseño varía dependiendo de su función y naturaleza del terreno sobre donde se construye.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un puente vehicular de concreto reforzado sobre el cauce de un río, con una vía de movilidad, 12 metros de luz libre entre apoyos y ancho de rodadura de 3 metros. Se diseñará para soportar una carga viva HS 15-44 conformado por un sistema de apoyo y transmisión de cargas hacia el suelo denominado subestructura y un sistema para soportar la carga y conectar los extremos de la vía, denominado superestructura.

2.2.2. Estudio hidrológico

Se evalúan las circunstancias del flujo para referir el diseño en función de estas y así asegurar la integridad de la estructura. La evaluación se realiza por concepto de canales abiertos en extremas condiciones (precipitaciones extremas).

2.2.2.1. Crecientes

Las crecientes son eventos extraordinarios que se presentan en los cauces de las corrientes naturales, durante las cuales las magnitudes de los caudales superan con creces los valores medios que son normales en dichas corrientes.

2.2.2.1.1. Sección pendiente

Método de estimación para creciente de ríos, característico de zonas carentes de datos para efecto de cálculos confiables, asegurando la integridad estructural al aplicar un considerable margen de seguridad.

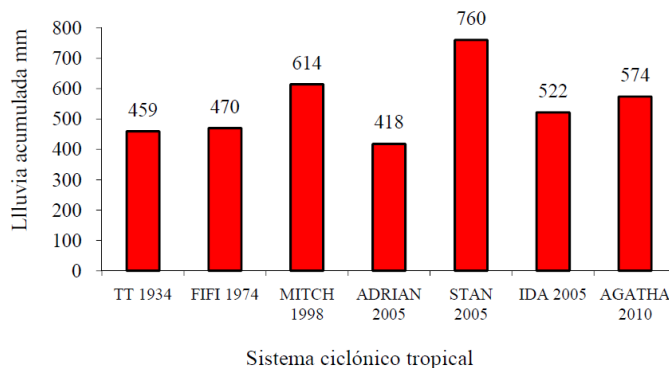
El método consiste en referir la crecida máxima basándose en la altura máxima alcanzada por una corriente en el pasado.

Una vez determinada la altura máxima, se obtiene el área de la sección. Para poder obtener el caudal máximo se utiliza la fórmula $Q = V * A$. El valor de la velocidad de la corriente se obtiene por medio de la fórmula de Manning.

Método sección pendiente para encontrar caudal (Q):

La altura máxima histórica de caudal en sección de línea central, se localizó e identificó como estación E-1 (ver figura 11). La altura máxima histórica se refirió a la precipitación generada por la tormenta Agatha en mayo de 2010 (por reconocimiento de pobladores).

Figura 11. **Comparación de lluvia máxima acumulada en cinco días**



Fuente: MAGA enero 2011.

De acuerdo a los registros históricos se estima la probabilidad de ocurrencia de la tormenta en función; considerando el intervalo de tiempo desde el huracán Mitch en 1998 hasta el 2010 (tormenta Agatha).

$$P(\text{no S}) = 1 - \frac{h}{n}$$

$$P(\text{no S}) = 1 - \frac{3}{12} = 0,75$$

(3 ocurrencias mayores o iguales dentro de intervalo de tiempo)

$$00\% - 75\% = 25\%$$

(probabilidad de ocurrencia anual)

Para N años de vida útil del proyecto (50 años), el período de retorno T de la precipitación en función, se define de la siguiente manera:

$$T = (-) \frac{1}{P(\text{no S})^{\frac{1}{N}} - 1}$$

$$T = (-) \frac{1}{0,25^{\frac{1}{50}} - 1} = 36,57 \approx 37 \text{ años}$$

(en función de nuevo modelo de precipitaciones)

Precipitaciones descritas por el modelo matemático:

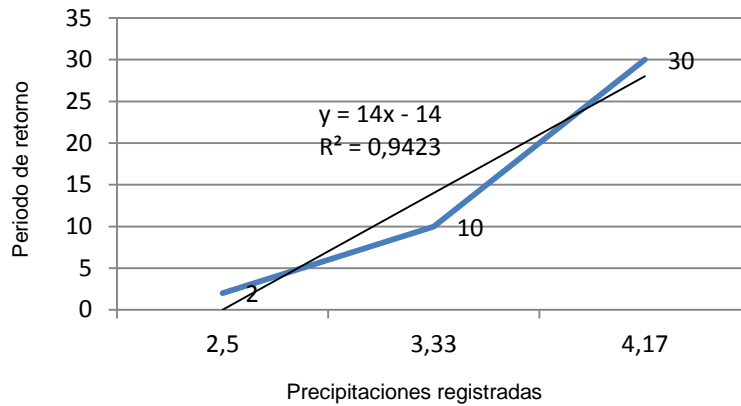
Para 2 años = 60 mm / 24 h = 2,50 mm

Para 10 años = 80 mm / 24 h = 3,33 mm

Para 30 años = 100 mm / 24 h = 4,17 mm

T. Agatha (2010) = 250 mm / 24 h = 10,42 mm

Figura 12. Precipitación versus período de retorno



Fuente: elaboración propia.

$$T. \text{ Retorno} = 14(10,42) - 14 = 131,88 \text{ años}$$

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \text{ (modelo de Manning)}$$

Donde:

R = radio hidráulico = área / P. mojado

S = pendiente

n = coeficiente de rugosidad

- Pendiente de trayecto

Cota superior (aguas arriba): 101,495 m

Cota inferior (aguas abajo): 98,275 m

Distancia horizontal: 120 m

$$s = \frac{100,275 - 98,275}{121,5} = 0,0165$$

- Radio hidráulico

Donde:

Perímetro mojado = 9,987 m

Área de sección = 9,625 m²

Radio hidráulico = 0,964 m

Pendiente de terreno = 1,65 %

Coefficiente de rugosidad = 0,04

$$RH = \frac{9,625 \text{ m}^2}{9,987 \text{ m}} = 0,964 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{0,029} 0,964^{\frac{2}{3}} * (0,027)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 3,03 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- Caudal

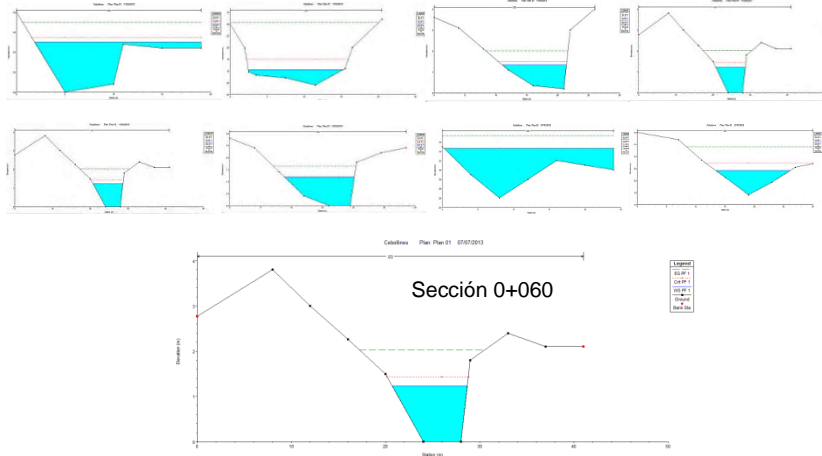
Q = Velocidad * Área de sección

$$Q = 3,03 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 9,62 \text{ m}^2 = 29,17 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

2.2.2.1.2. Modelaje por HEC-RAS

HEC-RAS es un programa informático que modela la hidráulica del flujo de agua a través de los ríos naturales y otros canales. En este caso este sistema computacional se ha utilizado para la generación de gráficos que indiquen la cota de crecida máxima en las secciones de interés. Algunos de los otros usos son: alcantarillas de diseño y análisis, los estudios de diques, y los estudios de modificación de canal.

Figura 13. Niveles máximos de crecida



Fuente: HEC-RAS Versión 4.1.

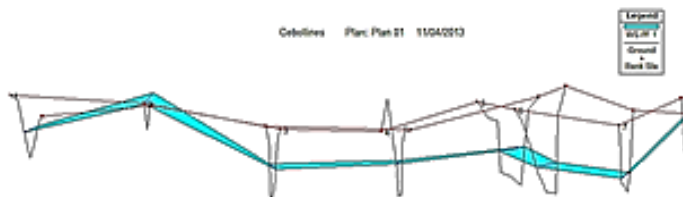
Tabla XI. Datos de modelo computacional

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Cebollines Reach: Tramo Unico Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tramo Unico	8	PF 1	29.17	2.00	3.26	3.37	3.75	0.025013	3.11	9.38	17.14	1.34
Tramo Unico	7	PF 1	29.17	0.40	1.06	1.50	3.08	0.169894	6.30	4.63	12.81	3.34
Tramo Unico	6	PF 1	29.17	0.20	1.33	1.50	2.00	0.022191	3.62	8.06	10.34	1.31
Tramo Unico	5	PF 1	29.17	0.50	1.89	1.89	2.36	0.012395	3.07	9.52	9.96	1.00
Tramo Unico	4	PF 1	29.17	0.00	1.23	1.44	2.03	0.018382	3.97	7.34	7.96	1.32
Tramo Unico	3	PF 1	29.17	0.00	1.19	1.21	1.64	0.013082	2.99	9.74	11.31	1.03
Tramo Unico	2	PF 1	29.17	2.60	3.67	3.67	3.94	0.013988	2.31	12.62	23.78	1.01
Tramo Unico	1	PF 1	29.17	1.40	2.42	2.74	3.39	0.050145	4.37	6.68	12.78	1.93

Fuente: HEC-RAS Versión 4.1.

Figura 14. Perfil de crecida



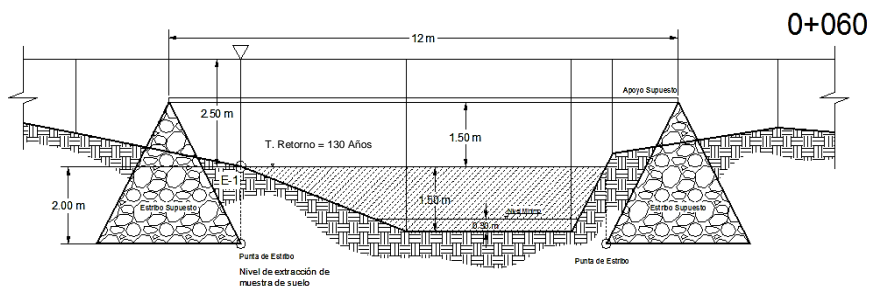
Fuente: HEC-RAS Versión 4.1.

2.2.3. Topografía

Procedimiento efectuado para determinar las posiciones relativas de los puntos de referencia (en campo) al proyecto. La información se tabuló y se interpretó de manera gráfica para su utilización (planimetría y altimetría). El equipo utilizado en la obtención de datos en campo fue el siguiente:

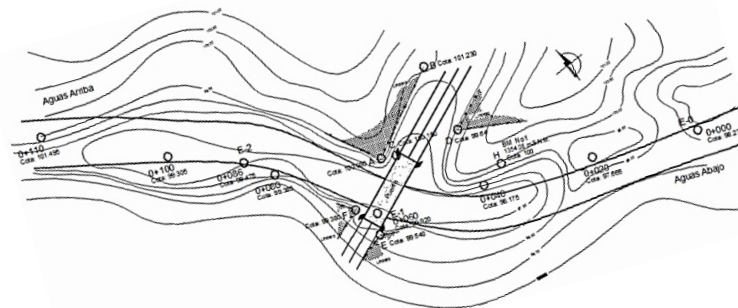
- Teodolito marca Sokkisha TM 20 HS Japan Serie D10132
- Nivel marca Geoline modelo AL 28
- Cinta métrica de 50 metros
- Estadal de 4 metros

Figura 15. Hipótesis de diseño (altimetría)



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

Figura 16. Planta topográfica (planimetría)



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

2.2.4. Estudio de suelo

Se elaboró un reconocimiento del área donde se proyectara, con la finalidad de definir por observación aspectos de relevancia sobre el suelo. Se definió el punto de extracción de muestra de suelo refiriéndose a:

- Posición hipotética de la subestructura.
- Profundidad en la que se observa lateralización de suelo o consistencia constante del suelo.
- Características evidentes de suelo (color, distribución de partículas, consistencia).

Se extrajo una muestra de suelo con un volumen de 1 pie cúbico a una profundidad de 2 metros, bajo superficie exhibida, en posición hipotética de subestructura. La muestra se trasladó a laboratorio con recubrimiento de parafina y en las condiciones físicas de origen.

El suelo se ensayó en laboratorio por medio de los siguientes métodos: ensayo triaxial consolidado no drenado, análisis granulométrico con tamices y ensayo de límites de Atterberg. Con los que se determinaron las propiedades concernientes al diseño de proyecto (para ver resultados consultar anexos).

2.2.5. Alternativas propuestas

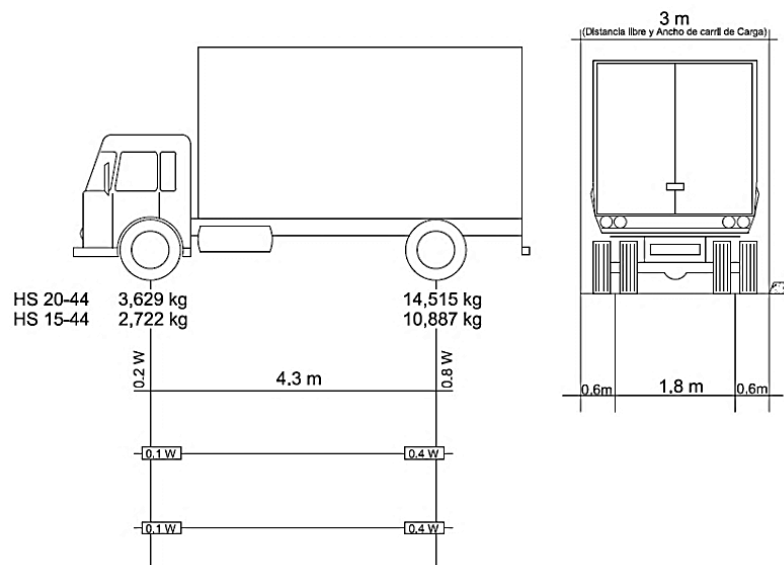
El puente se conformara en la superestructura por: una losa plana, dos vigas principales, barandales, banquetas a ambos extremos y tres diafragmas entre vigas. La subestructura estará conformada por estribos de concreto ciclópeo, contención tipo cortina y un elemento de concreto armado como apoyo a superestructura (viga de apoyo).

2.2.6. Datos y bases de diseño

El diseño del proyecto se refiere a las normas AASHTO Standard 1996 y ACI 318S-05, utilizando la teoría de factores de diseño, a continuación se presentan los datos con los que se trabajara el diseño.

Sobrecarga:	HS 15 44
Ancho útil:	3,60 m
Ancho total:	5,40 m
Luz útil:	12,00 m
Resistencia de Concreto:	281 kg/cm ² (f'c)
Resistencia de Acero:	2812 kg/cm ² (fy)
Peso concreto ciclópeo:	2500 kg/cm ² (Wcc)
Peso concreto armado:	2400 kg/cm ³ (Wc)

Figura 17. Diagrama de carga móvil



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

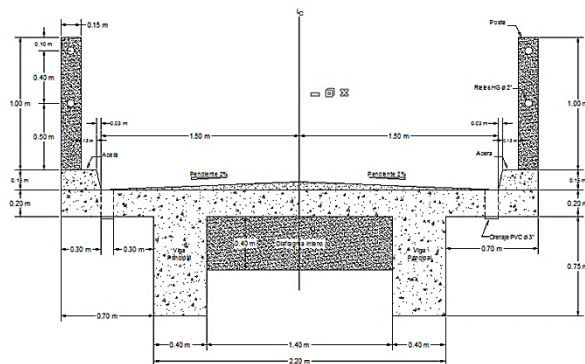
2.2.7. Diseño de la superestructura

La superestructura consiste en el tablero y las armaduras, constituidas por vigas, cables, o bóvedas y arcos que transmiten las cargas del tablero a las pilas y los estribos, que soportan directamente los tramos.

2.2.7.1. Geometría

El diseño geométrico se modifica para aumentar la resistencia mecánica de los puentes. Algunos puentes utilizan más conceptos geométricos que otros y la finalidad del diseño es distribuir uniformemente el peso.

Figura 18. Geometría de superestructura



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

2.2.7.2. Diseño de barandal

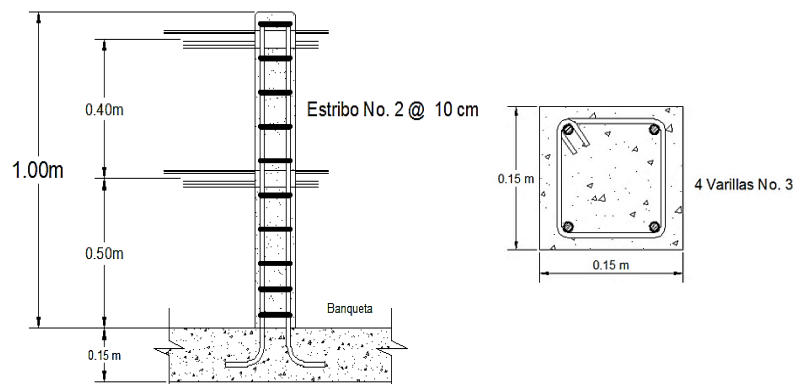
Se colocarán postes de concreto con dimensiones de 0,15 x 0,15 metros a cada 2,00 metros. Para la sección de los postes se propone usar 4 varillas núm. 3, más estribos núm. 2 a cada 0,10 metros. Los pasamanos serán de tubo galvanizado de 2 pulgadas de diámetro y la altura del poste será de 0,9 metros desde el borde de banquetta hasta extremo superior.

Artículo 2.7.1.1.2 de AASHTO: los materiales para los barandales o pasamanos pueden ser de concreto, metal o la combinación de ambos.

Artículo 2.7.1.2.1 de AASTHO: los pasamanos deben estar por lo menos a una altura de 9 pulgadas (0,23 m) sobre el nivel de la carpeta de rodadura.

La altura mínima que deben tener los pasamanos es de 40 pulgadas (1,00 m). AASHTO recomienda una carga vertical de 100 libras por pie y una carga horizontal de 300 libras por pie (carga peatonal).

Figura 19. **Esquema de baranda**



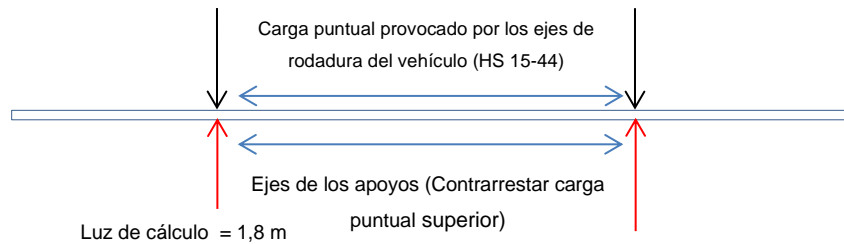
Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

2.2.7.3. **Diseño de losa**

La recomendación 3.24.1 AASHTO indica tomar como luz de cálculo cuando no hay restricción en los extremos, el menor de los siguientes valores, dando elección al menor de estos:

- $L =$ Distancia entre ejes de los apoyos
- $L =$ Distancia entre bordes interiores de apoyos + espesor de losa

Figura 20. **Esquema de cargas en luz de cálculo**



Fuente: elaboración propia.

- **Espesor de losa**

Según AASHTO 1.2.2 en concreto armado el espesor de losa t debe estar en el intervalo de 15 centímetros a 20 centímetros. Referenciando tabla 8.9.2 AASHTO el espesor de losa será:

Luz simple: $t = 1.2 * (L + 3,05) / 30 \geq 17 \text{ cm}$

Luz Continua: $t = (L + 3,05) / 30 \geq 17 \text{ cm}$

Donde:

t = Espesor de la losa

L = Luz de cálculo

$$t = 1,2 * (L + 3,05) / 30 = 1,2 * (1,8 \text{ m} + 3,05) / 30 = 0,194 \text{ m} \approx 20 \text{ cm}$$

2.2.7.3.1. Momento por carga muerta

La carga muerta se considera como el peso propio de la estructura. Sus valores se obtienen considerando el peso específico del material y el volumen de la estructura; el momento flector provocado por ella se especifica continuación:

$$M_{cm} = \frac{W_{cmu} L^2}{10} \text{ (losa central)} \quad M_{cm} = \frac{W_{cmu} L^2}{2} \text{ (losa en voladizo)}$$

Donde:

W_{cmu} = Carga muerta unitaria

L = Luz de cálculo

Carga muerta:

Losa: $0,2 \text{ m} * 1 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 480 \text{ kg / m}$

Capa de rodadura: $0,05 \text{ m} * 1 \text{ m} * 2\,000 \text{ kg/m}^3 = 100 \text{ kg / m}$

Momento

$$M_{cm-lc} = \frac{W_{cmu} L^2}{10} = \frac{580 \frac{kg}{m} * (1,8 \text{ m})^2}{10} = 234,90 \text{ kg} * \text{m}$$

$$M_{cm-lv} = \frac{W_{cmu} L^2}{2} = \frac{580 \frac{kg}{m} * (0,7 \text{ m})^2}{2} = 142,10 \text{ kg} * \text{m}$$

2.2.7.3.2. Momento por carga viva

El momento de flexión por metro de ancho de losa debe ser calculado acorde con los casos A o B, dados en la sección 3.24.3.1 y 3.24.3.2 de la norma AASHTO.

En este trabajo se usará el caso A. Caso A: refuerzo principal perpendicular al tránsito (AASHTO Standard, sección 3.24.3.1)

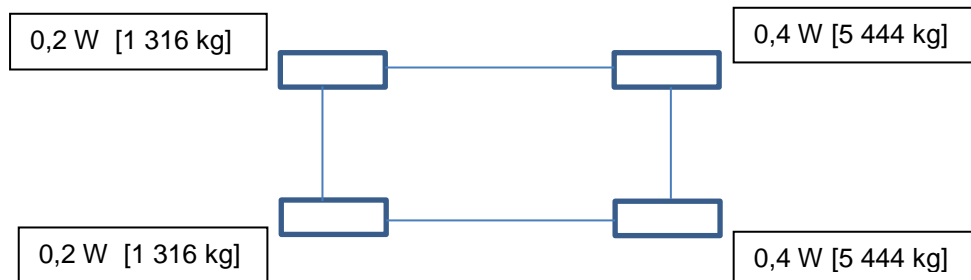
$$M_{CV} = \left(\frac{L + 0,61}{9,74} \right) * P \quad \left[\frac{T * m}{m} \right]$$

Donde:

P= sobrecarga de vehículo

L= luz de cálculo

Figura 21. **Distribución de sobrecarga**



Fuente: elaboración propia.

- Momento

$$M_{CV} = \left(\frac{1,8 \text{ m} + 0,61}{9,74} \right) * 5 444 \text{ kg} = 613,71 \text{ kg} * \text{m}$$

2.2.7.3.3. Momento por impacto

Coeficiente de impacto C_I (AASHTO Standard, sección 3.8.2). Los esfuerzos provocados por la carga viva vehicular, deben ser incrementados para incluir los efectos dinámicos, vibratorios y de impacto.

El aumento debe ser aplicado en el diseño de la superestructura, pilares y cepas (Grupo A, indicado en el apartado 3.8.1.1 de la norma AASHTO Standard), no así en el diseño de estribos, fundaciones, estructuras de madera y carga peatonal (Grupo B).

El coeficiente de impacto, se calcula como uno más el porcentaje de impacto.

$$C_I = 1 + \frac{15,24}{L + 38} \leq 1,3$$

Donde:

L = Longitud en metros de la porción de luz que es cargada para producir la máxima tensión en el elemento.

$$C_I = 1 + \frac{15,24}{1,8 \text{ m} + 38} \leq 1,3$$

$C_I = 1,38 \not\leq 1,3$ por lo que se dispone del valor máximo 1,3

Momento

$$M_I = C_I * M_{CV} = 1,3 * 613,71 \text{ kg} \cdot \text{m} = 797,8 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

2.2.7.3.4. Momento total

Se define como la integración o suma de todos los momentos (generados por cargas) que intervienen en el elemento en cuestión. Por concepto de seguridad se mayor el resultado con factores de carga.

- Momento último
Utilizando diseño por factores de carga referente a AASHTO sección 3.22 y factores obtenidos de la tabla 3.22.1A.

$$M_U = 1,3 [M_{CM} + 1,67 M_I]$$

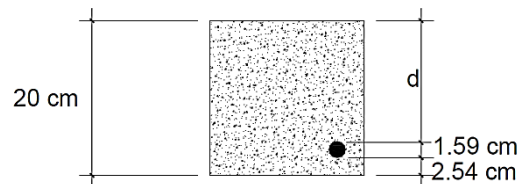
$$M_U = 1,3 [M_{CM}(\text{en cada sección de losa}) + 1,67 (797,8 \text{ kg} \cdot \text{m})]$$

$$M_{U-lc} = 2 037,40 \text{ kg} \cdot \text{m} \quad M_{U-lv} = 1 916,80 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

2.2.7.3.5. Refuerzo para flexión

Si como refuerzo principal de la losa se usan barras núm. 5 con un recubrimiento de 2,54 centímetros, el valor del peralte de diseño (d) para el espesor adaptado de la losa será el siguiente (refuerzo transversal al tránsito):

Figura 22. Esquema de losa



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

$$d_{\text{llosa}} = 20 \text{ cm} - (2,54 \text{ cm} + 1,59 \text{ cm})$$

$$d_{\text{llosa}} = 15,87 \text{ cm}$$

Por consiguiente los datos a aplicar son:

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

$$d = 15,87 \text{ cm}$$

$$M_u = 2\,037,4 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$F'c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2 \text{ (G40)}$$

Área de acero requerida:

$$A_s = \left(bd - \sqrt{bd^2 - \frac{M_u b}{0,003825 f'c}} \right) \frac{0,85 f'c}{f_y} \quad [b, d \text{ en centímetros}]$$

$$A_{s_{LC}} = \left(100 * 15,87 - \sqrt{(100 * 15,87)^2 - \frac{2 * 037,4 * 100}{0,003825 * 281}} \right) \frac{0,85 * 281}{2810} = 5,18 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{LV}} = \left(100 * 15,87 - \sqrt{(100 * 15,87)^2 - \frac{1 * 916,8 * 100}{0,003825 * 281}} \right) \frac{0,85 * 281}{2810} = 4,86 \text{ cm}^2$$

Área de acero máxima:

$$A_{s_{max}} = \rho_{max} * b * d$$

$$\rho_{max} = 0,75 * \rho_b$$

Módulo elástico de acero:

$$E_s = 29\,000\,000 \text{ lb/in}^2 \approx 2\,030\,000 \text{ kg/cm}^2$$

Deformación unitaria elástica de concreto:

$$\epsilon_u = 0,003 * E_s$$

$$\beta_1 = 0,85 \text{ (referenta a } f'_c \leq 4\,000 \text{ PSI)}$$

$$\epsilon_u = 0,003 * 2\,030\,000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 6\,090$$

$$\rho_b = 0,85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + f_y}$$

$$\rho_b = 0,85 * 0,85 * \frac{281}{2\,810} * \frac{6\,090}{6\,090 + 2810} = 0,0494$$

Sustituyendo datos:

$$\rho_{max} = 0,75 * \rho_b = 0,0371$$

$$A_{s_{\max}} = 0,0371 * 100 * 15,87 = 58,88 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínima:

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1 * b * d}{f_y}$$
$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1 * 100 * 15,87}{2810} = 7,96 \text{ cm}^2$$

As requerido no está dentro del rango, por lo que se asigna As mínimo para cubrir el área de acero requerida en ambas secciones (losa intermedia y voladizo):

Varilla núm. 4 @ 15 cm

2.2.7.3.6. Refuerzo de repartición

Según especificación AASHTO 3.24.10.1, se coloca área de acero para suministrar distribución lateral de las cargas vivas concentradas, ubicándolo transversalmente a la dirección del refuerzo principal.

$$\%A_{s r} = \frac{121}{\sqrt{S}} \leq 67\%$$

$$\%A_s = \frac{121}{\sqrt{1,8}} = 90,19 \% \not\leq 67\% \text{ por lo que se tomara el } 67\%$$

El acero por repartición se determina multiplicando el porcentaje calculado por la cantidad de acero por flexión, con una longitud equivalente a $L / 2$ al centro de la sección y en los extremos una longitud igual a $L / 4$, con un 50 por ciento del área de acero de $L / 2$.

$$\text{As repartición} = \%As * \text{As flexión}$$

$$\text{As repartición} = 67\% * 7,96 \text{ cm}^2 = 5,33 \text{ cm}^2$$

$$\text{As repartición a } \frac{L}{2} = 5,33 \text{ cm}^2$$

$$\text{As repartición a } \frac{L}{4} = 50\% * 5,33 \text{ cm}^2 = 2,7 \text{ cm}^2$$

Para cubrir el área de acero requerida se propone:

L/2: Varilla núm. 4 @ 20 cm L/4: Varilla núm. 4 @ 40 cm

2.2.7.3.7. Refuerzo por temperatura

Según especificación AASHTO 8.20.1, el área total de refuerzo suministrado será al menos de 2,64 centímetros cuadrados por metro, en cada dirección.

$$\text{As temp} = 0,002 * b * T$$

$$\text{As temp} = 0,002 * 100 * 20 = 4 \text{ cm}^2 > 2,64 \text{ cm}^2 \text{ Correcto.}$$

Para cubrir el área de acero requerida se propone:

Varilla núm. 3 @ 17 cm (ambos sentidos en cama superior)

2.2.8. Diseño de viga

Elemento estructural de concreto armado, diseñado para sostener cargas lineales, concentradas o uniformes. El elemento soporta carga de compresión, absorbida por el concreto y de flexión (tensión) contrarrestadas por el acero.

Predimensionamiento:

Peralte: $L / 16 = 12 / 16 = 0,75 \text{ m}$

Base: $\text{peralte} / 2 \pm 20 \text{ cm} \approx 0,4 \text{ m}$

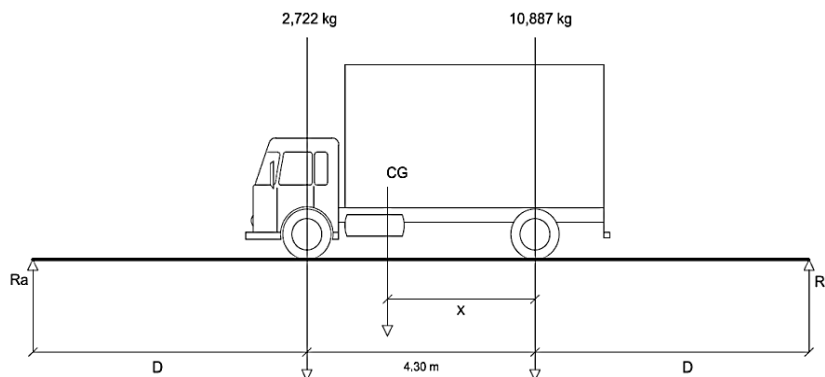
2.2.8.1. Diseño a flexión

Cuando el elemento (viga) es sometido a cargas por su propio peso y externas dentro de la distancia entre apoyos, se produce la transmisión de estas hacia la sección perpendicular del elemento, provocando que este experimente cargas de compresión y tensión en los extremos opuestos.

2.2.8.1.1. Momento por sobrecarga

Es el momento provocado por la sobrecarga móvil en la superestructura, se determinaran según el teorema de Barre, el cual indica que el momento máximo de flexión en una viga cargada con una serie de cargas concentradas en movimiento, ocurrirá bajo la carga más cercana a la resultante de las cargas, cuando la resultante este a una distancia a un lado del centro de la viga, igual a la de la carga más cercana a la resultante respecto de dicho centro.

Figura 23. Centro de gravedad para sobrecarga



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

Encontrando el valor de "x"

$$\sum M_{CG} = 0$$

$$2\,722 \text{ kg} (4,30 \text{ m} - x) = 10\,887 \text{ kg} (x)$$

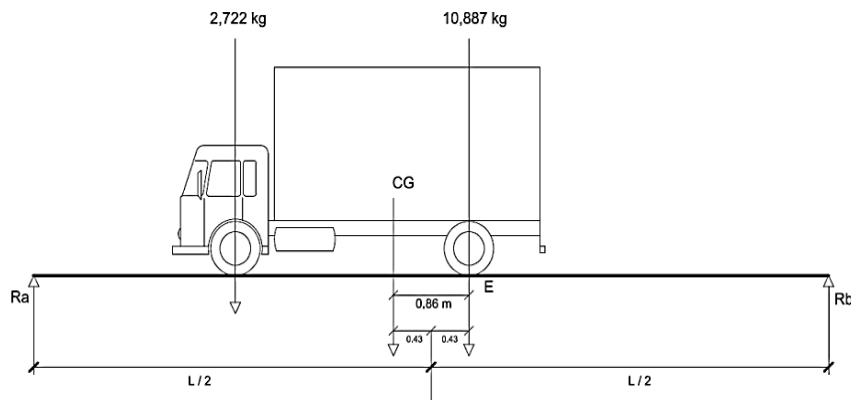
$$11\,704,6 \text{ kg} * \text{m} - 2\,722 x = 10\,887 x$$

$$-2\,722 x - 10\,887 x = -11\,704,6 \text{ kg} * \text{m}$$

$$13\,609 x = 11\,704,6 \text{ kg} * \text{m}$$

$$x = 0,86 \text{ m}$$

Figura 24. **Posición de sobrecarga en momento máximo**



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

- Factor de frenado

De acuerdo a sección 3.9 de AASHTO Standard (fuerzas longitudinales). Se debe aplicar un factor de aumento del 5 por ciento del peso de sobrecarga, a las condiciones últimas con las que se diseñara.

$$F_f = 5\% * W_{\text{sobrecarga}}$$

Reacción en "A"

$$\sum M_B = 0$$

$$12 \text{ m} * R_A - 2\,722 \text{ kg} * 9,87 \text{ m} - 10\,887 \text{ kg} * 5,57 \text{ m} = 0$$

$$R_A * 12 \text{ m} = 87\,506,73 \text{ kg} * \text{m}$$

$$R_A = 7\,292,23 \text{ kg}$$

Reacción en "B"

$$\sum F = 0$$

$$R_B = 1\,3609 \text{ kg} - R_A$$

$$R_B = 1\,3609 \text{ kg} - 7\,292,23 \text{ kg}$$

$$R_B = 6\,316,77 \text{ kg}$$

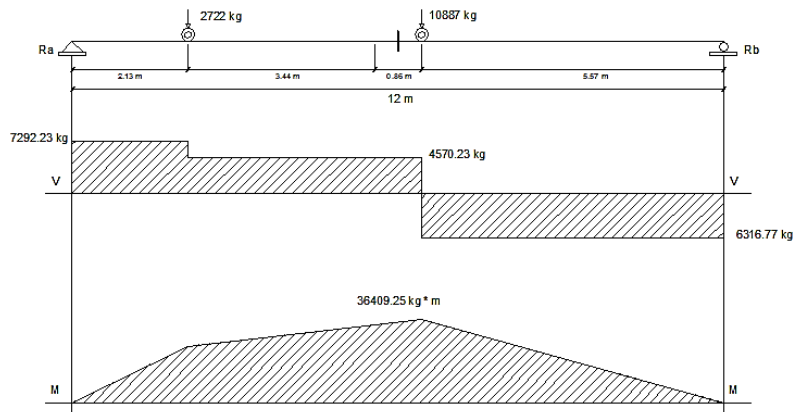
- Momento máximo

$$\sum M_E = 0$$

$$M = 7\,292,23 \text{ kg} * 6,43 \text{ m} - 2\,722 \text{ kg} * 4,3 \text{ m}$$

$$M(\text{CV}) = 35\,184,44 \text{ kg} * \text{m}$$

Figura 25. Diagrama corte momento por sobrecarga



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

2.2.8.1.2. Momento por carga muerta

Es el momento flector provocado por el propio peso del elemento, en este caso este se trasmite por toda la longitud de la sección y se concentra el mayor esfuerzo al centro de la luz entre apoyos. A continuación se presenta la integración de cargas:

- Pasamanos

$$W_{\phi 2"} = 5,44 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 2 \text{ pasamanos} = 10,88 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Poste

$$W_{\text{poste}} = 96,24 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Banqueta

$$W_{\text{banqueta}} = W_c * \text{Ancho} * \text{espesor}$$

$$W_{\text{banqueta}} = 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,3 \text{ m} * 0,15 \text{ m} = 108 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Losa

$$W_{\text{losa}} = W_c * \text{Ancho} * \text{espesor}$$

$$W_{\text{losa}} = 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 3,60 \text{ m} * 0,20 \text{ m} = 1\,728 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Viga

$$W_{\text{viga}} = W_c * \text{Ancho} * \text{peralte}$$

$$W_{\text{viga}} = 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,4 \text{ m} * 0,75 \text{ m}$$

$$W_{\text{viga}} = 720 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Sumatoria de cargas

$$W_{\text{total}} = W_{\varnothing 2''} + W_{\text{poste}} + W_{\text{banqueta}} + W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}}$$

$$W_{\text{total}} = 10,88 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 96,24 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 108 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 1\,728 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 720 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_{\text{total}} = 1\,799,12 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Dimensionando diafragma interior:

- Altura

$$h = \frac{3}{4} H_{\text{viga}} = \frac{3}{4} (0,75 \text{ m}) = 0,56 \text{ m} \approx 0,6 \text{ m}$$

- Peralte

$$b = 0,30 \text{ m (recomendado)}$$

- Peso del diafragma interior

$$P = 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,6 \text{ m} * 0,30 \text{ m} * 1,8 \text{ m} = 777,6 \text{ kg}$$

Calculando momento máximo:

$$M_{\text{max}} (\text{CM}) = \frac{W_{\text{total}} L^2}{8} + \frac{PL}{4}$$

Donde:

W_{total} = sumatoria de carga muerta (lb/ft)

L = Largo del puente (ft)

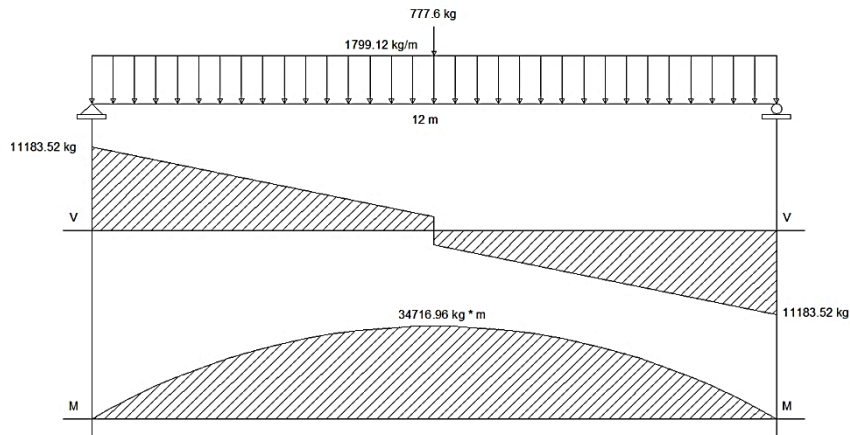
P = peso del diafragma interior (lb)

$$M_{\text{max}} (\text{CM}) = \frac{1\,799,12 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * (12 \text{ m})^2}{8} + \frac{777,6 \text{ kg} * 12 \text{ m}}{4}$$

$$M_{\max} (\text{CM}) = 32\,384,16 \text{ kg} \cdot \text{m} + 2\,332,8 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{\max} (\text{CM}) = 34\,716,96 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Figura 26. **Diagrama corte momento por carga muerta**



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

2.2.8.1.3. Factor de impacto

De acuerdo a sección 3.8 de AASHTO Standard. Se debe aplicar un factor de aumento, a las condiciones últimas con las que se diseñará, el cual se determina con el modelo matemático siguiente:

$$FI = \frac{15}{L + 38}$$

Donde:

I: factor de impacto (valor límite de 30%)

L: luz de cálculo

$$FI = \frac{15}{1,8 + 38} = 0,38 \not\geq 0,3, \quad \text{entonces } FI = 0,3$$

2.2.8.1.4. Factor de distribución

De acuerdo a sección 3.23.2.3 de AASHTO Standard. Se debe aplicar un coeficiente de distribución (coeficiente reductor), a las condiciones últimas con las que se diseñará, el cual se determina con el modelo matemático siguiente:

$$FD = S / 2,438 = 1,8 / 2,438 = 0,74$$

2.2.8.1.5. Momento total

Se define como la integración o suma de todos los momentos (generados por cargas) que intervienen en el elemento en cuestión. Por concepto de seguridad, los valores de carga se multiplican por factores de mayoración.

- Momento ultimo

$$M_U = 1,3 [M_{CM} + 1,67 (M_{CV} * F_f * F_I * FD)]$$

$$M_U = 1,3 [34716,96 + 1,67 (35184,44 * 1,05 * 1,03 * 0,74)]$$

$$M_U = 1,3 [34716,96 + 1,67 (28158,46)]$$

$$M_U = 1,3 [34716,96 + 47024,63]$$

$$M_U = 106264,07 \text{ kg} * \text{m}$$

2.2.8.1.6. Refuerzo para flexión

Se define como el área de acero, que cubra los esfuerzos de tensión provocados por la flexión en la fibra extrema inferior del elemento. El área de acero deberá distribuirse lo más cercana posible al extremo de la fibra.

- Revisión de elemento por teoría simplemente reforzada

Disposición del refuerzo (hipótesis):

(Preliminar con barras núm.10)

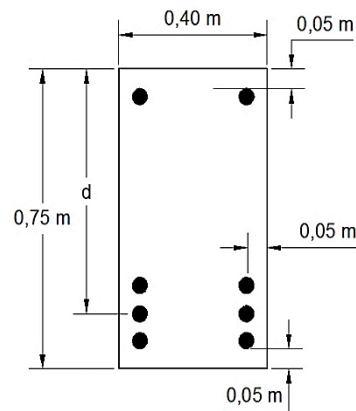
Espaciamiento entre barras: 3 cm (diámetro mayor)

Recubrimiento: 5 cm

$b = 0,4 \text{ m}$

$d = 0,625 \text{ m}$

Figura 27. **Hipótesis de disposición de viga**



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

Módulo elástico de acero:

$$E_s = 29\,000\,000 \text{ lb/in}^2 \approx 2\,030\,000 \text{ kg/cm}^2$$

Deformación unitaria elástica de concreto:

$$\epsilon_u = 0,003 * E_s$$

$$\beta_1 = 0,85 \text{ (referenta a } f'c \leq 4000 \text{ PSI)}$$

$$\epsilon_u = 0,003 * 2,030,000 \text{ kg/cm}^2 = 6090$$

Capacidad de sección como simplemente reforzada:

- Cuantía balanceada

$$\rho_b = 0.85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + f_y}$$
$$\rho_b = 0.85 * 0.85 * \frac{281}{2810} * \frac{6090}{6090 + 2810} = 0.0494$$

- Sustituyendo datos

$$\rho_{\max} = 0.75 * \rho_b = 0.75 * 0.0494 = 0.0371$$

$$A_{s_{\max}} = 0.0371 * 62.5 * 40 = 92.75 \text{ cm}^2$$

- Encontrando sección a compresión

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$a = \frac{92.75 * 2810}{0.85 * 281 * 40} = 27.38 \text{ cm}$$

- Momento nominal máximo que puede desarrollarse

$$M_n = A_s * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_n = 92.75 * 2810 * \left(62.5 - \frac{27.38}{2}\right) \text{ (centímetros)}$$

$$M_n = M_2 = 127212.28 \text{ kg} * \text{m}$$

M_u (necesario) – M_n (subreforzado) = (-) 20948,21 kg*m. El momento nominal es mayor (excede el momento último) por lo que no es necesario cubrir con refuerzo el área a compresión.

- Área de acero mínima

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{F_y} * b * d$$

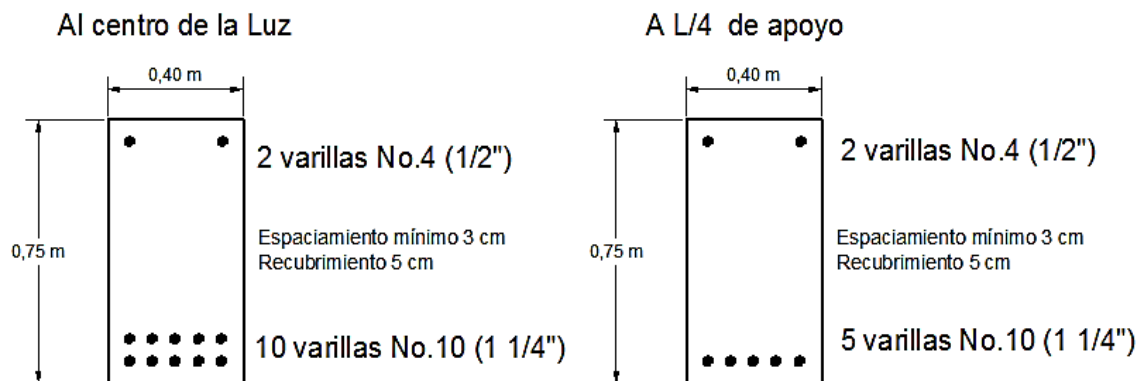
$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{2810} * 40 * 62,5 = 12,54 \text{ cm}^2$$

- Área de acero necesaria

$$\frac{M_u}{f_y * (d - \frac{a}{2})} = A_s$$

$$A_s = \frac{106264,07 * 100}{2810 * (62,5 - \frac{27,38}{2})} = 77,50 \text{ cm}^2$$

Figura 28. Disposición de refuerzo a flexión en viga



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

2.2.8.2. Diseño a corte

Se define como el área de acero, que cubrirá los esfuerzos de corte transversal provocados por la carga perpendicular en el elemento. Estos se desarrollan con mayor intensidad en las áreas cercanas a los apoyos.

2.2.8.2.1. Empuje por carga muerta

El esfuerzo del cortante se obtiene en los apoyos por ser las secciones con mayor concentración de estos y viene dado por la sumatoria de las cargas dividido entre el número de apoyos.

$$V_{CM} = \frac{W_{Propio} L}{2} + \frac{W_{Diafragma}}{2}$$

Donde:

$$W_{Propio} = 1\,799,12 \text{ kg/m}$$

$$W_{Diafragma} = 777,60 \text{ kg}$$

- Sustituyendo datos

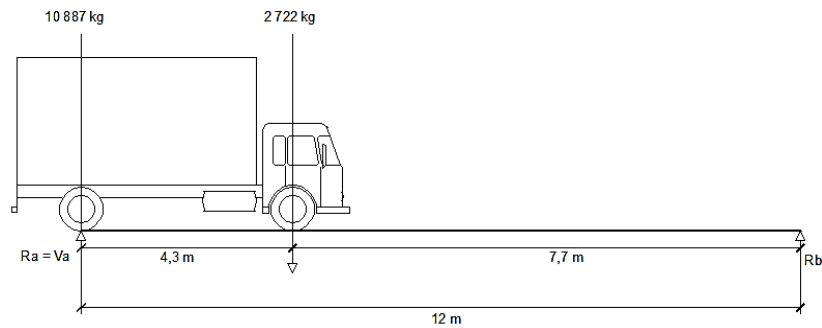
$$V_{CM} = \frac{1\,799,12 \text{ kg/m} * 12 \text{ m}}{2} + \frac{777,60 \text{ kg}}{2}$$

$$V_{CM} = 10\,794,72 \text{ kg} + 388,8 \text{ kg} = 11\,183,52 \text{ kg}$$

2.2.8.2.2. Empuje por sobrecarga

El esfuerzo cortante, debido a la sobrecarga en el elemento, se calcula encontrando la reacción en uno de los apoyos (equivalentes). Esta reacción es la máxima desarrollada en el elemento disminuyendo a cero al centro de este.

Figura 29. Posición de sobrecarga en mayor corte



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

- Determinación de reacción en A

$$\sum M_B = 0$$

$$R_a * (12 \text{ m}) - 10\,887 \text{ kg} * (12 \text{ m}) - 2\,722 \text{ kg} * (12 \text{ m} - 4,3 \text{ m}) = 0$$

$$R_a * (12 \text{ m}) - 109\,684,6 \text{ kg} * \text{m} = 0$$

$$R_a * (12 \text{ m}) = 109\,684,6 \text{ kg} * \text{m}$$

$$R_a = \frac{109\,684,6 \text{ kg} * \text{m}}{12 \text{ m}}$$

$$V_a = V_{CV} = 9\,140,38 \text{ kg}$$

- Aumento por fuerza de frenado

$$V_{CV} = 9\,140,38 \text{ kg} + (W_{\text{sobrecarga}}) (5\%)$$

$$V_{CV} = 9\,140,38 \text{ kg} + (13\,609 \text{ kg}) (5\%)$$

$$V_{CV} = 9\,140,38 \text{ kg} + 680,45 \text{ kg}$$

$$V_{CV} = 9\,820,83 \text{ kg}$$

2.2.8.2.3. Empuje por impacto

De acuerdo a sección 3.8 de AASHTO Standard. Se debe aplicar un factor de aumento, a las condiciones últimas con las que se diseñará. Se aplicará el factor de impacto determinado anteriormente de 3 por ciento.

$$V_{CVmax} = 9\,820,83 \text{ kg} * (1,03)$$

$$V_{CVmax} = 10\,115,45 \text{ kg}$$

2.2.8.2.4. Empuje cortante total

Se define como la integración o suma de todos los cortes (generados por las cargas perpendiculares) que intervienen en el elemento en cuestión. Por concepto de seguridad se mayor el resultado con factores de carga.

$$V_U = 1,3 [V_{CM} + 1,67 (V_{CVmax} * FD)]$$

$$V_U = 1,3 [11\,183,52 \text{ kg} + 1,67 (10\,115,45 * 0,91)]$$

$$V_U = 1,3 [11\,183,52 \text{ kg} + 15\,372,45 \text{ kg}]$$

$$V_U = 34\,522,76 \text{ kg}$$

2.2.8.2.5. Refuerzo para cortante

Se define como el área de acero, que cubrirá los esfuerzos de corte provocados en los apoyos del elemento. El área de acero disminuirá hasta cero al centro del elemento, siendo proporcional al esfuerzo.

$$V_C = \emptyset * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_C = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * 40 * 62,5$$

$$V_C = 18\,879,4 \text{ kg}$$

Límite de requerimiento para refuerzo:

$$X_{As} = 6 \text{ m} * \left(\frac{34\,522,76 \text{ kg} - 18\,879,4 \text{ kg}}{34\,522,76 \text{ kg}} \right) = 2,72 \text{ m}$$

- Limite recomendado por ACI

Se requiere refuerzo mínimo donde la fuerza cortante supere: $\phi \frac{V_c}{2}$

$$\phi \frac{V_c}{2} = 0,85 * \frac{18\,879,4 \text{ kg}}{2} = 8\,023,7 \text{ kg}$$

Esto corresponde a una distancia de:

$$X_{As \text{ recomendado}} = 6 \text{ m} * \left(\frac{34\,522,76 \text{ kg} - 8\,023,7 \text{ kg}}{34\,522,76 \text{ kg}} \right) = 4,6 \text{ m}$$

- Espaciamiento máximo

Con estribos núm. 4 tentativamente

$$S_{\max} = \frac{A_s * f_y}{3,5 * b}$$

$$S_{\max} = \frac{2,54 * 2810}{3,5 * 40} = 50,98 \text{ cm} \approx 50 \text{ cm}$$

- Espaciamiento necesario en apoyos

$$S = \frac{\phi A_v f_y d}{V_u - \phi V_c}$$

$$S = \frac{0,85 * 2,54 * 2\ 810 * 62,5}{34\ 522,76 - 0,85 * 18\ 879,4}$$

$$S = \frac{379\ 174,4 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}}{18\ 475,3 \text{ kg}} = 20,5 \approx 20 \text{ cm}$$

Cortante en exceso para el cual se puede utilizar el máximo espaciado:

$$V_s = \left(\frac{\phi A_v f_y d}{S} \right)$$

$$V_s = \left(\frac{0,85 * 2,54 * 2\ 810 * 62,5}{50} \right) = 7\ 583,5 \text{ kg}$$

- Espaciado máximo

$$X_{As} = \frac{4,6 \text{ m} * 7\ 583,5 \text{ kg}}{34\ 522,76 \text{ kg} - 18\ 879,4 \text{ kg}} = 2,12 \text{ m} \approx 2 \text{ m}$$

(a partir del punto de cero cortante en exceso)

- Cortante en exceso para espaciado intermedio

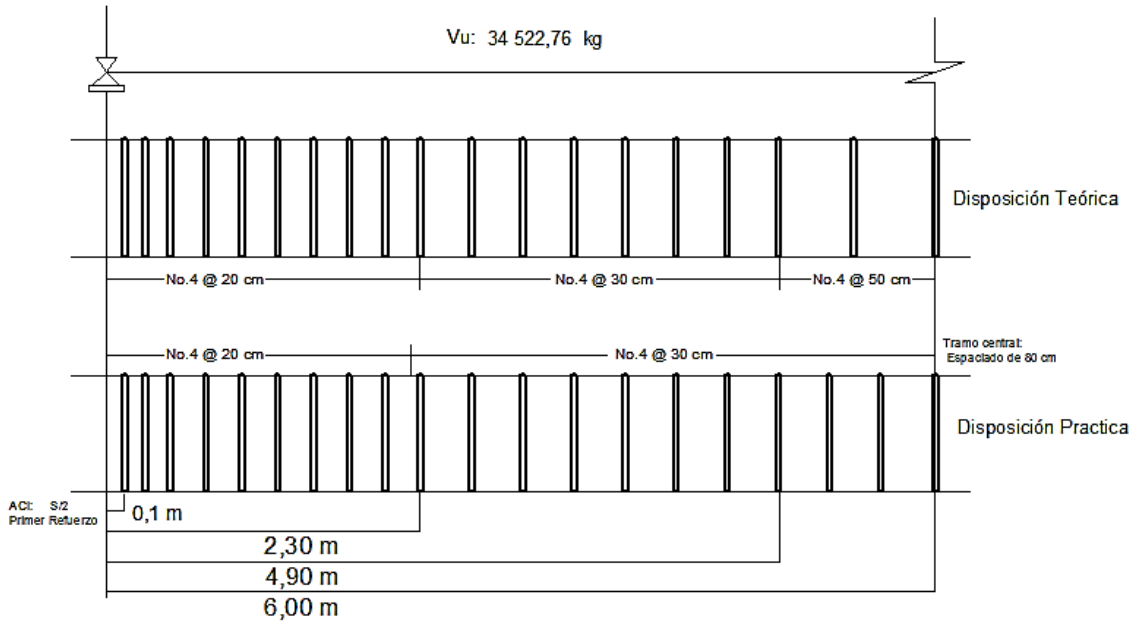
$$V_s = \left(\frac{0,85 * 2,54 * 2\ 810 * 62,5}{30} \right) = 12\ 639,15 \text{ kg}$$

- Espaciado intermedio

$$X_{As} = \frac{4,6 \text{ m} * 12\ 639,15 \text{ kg}}{34\ 522,76 \text{ kg} - 18\ 879,4 \text{ kg}} = 3,7 \text{ m}$$

(a partir del punto de cero cortante en exceso)

Figura 30. Disposición de refuerzo a corte en viga



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

2.2.9. Diseño de diafragmas

Según especificación AASHTO Standard, Sección 8.12, deberán colocarse diafragmas en los extremos de las vigas principales de sección rectangular y T, además, se recomienda un diafragma intermedio en el punto de máximo momento positivo para luces mayores de 40 pies (12,19 metros); la dimensión mínima para su base es 0,30 metros.

- Dimensionando diafragma
 - Altura

$$h = \frac{3}{4} H_{\text{viga}} = \frac{3}{4} (0,75 \text{ m}) = 0,5625 \text{ m} \approx 0,6 \text{ m}$$

- Peralte

$b = 0,30 \text{ m}$ (mínimo recomendado)

AASHTO 5.14.1.3.1. c, 5.14.2.3.10. b

- Peso del diafragma interior

$$P = 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,6 \text{ m} * 0,30 \text{ m} * 1,8 \text{ m}$$

$$P = 777,6 \text{ kg}$$

2.2.9.1. Diseño a corte

Se define como el área de acero, que cubrirá los esfuerzos de corte provocados en los apoyos del elemento. El área de acero disminuirá hasta cero al centro del elemento, siendo proporcional al esfuerzo.

- Refuerzo transversal por armado (se utilizara separación máxima)
 - La separación de los estribos no debe ser mayor a $d/2$

$$S = \frac{d}{2} = \frac{0,60}{2} = 30 \text{ cm}$$

$$S = 30 \text{ cm}$$

Varilla No. 2 @ 30 cm

2.2.9.2. Diseño a flexión

La función del diafragma es aumentar la rigidez entre los elementos: losa y viga. Por lo tanto las cargas flectoras son mínimas y por ello el refuerzo se diseña con la disposición de acero mínimo.

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{F_y} * b * d \text{ (refuerzo para extremo inferior)}$$

Valuando datos:

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2810} * 30 * 60 = 9,03 \text{ cm}^2$$

8 varillas núm. 4

Refuerzo para restante sección transversal (refuerzo por temperatura):

$$A_{s_t} = 0,002 * b * d$$

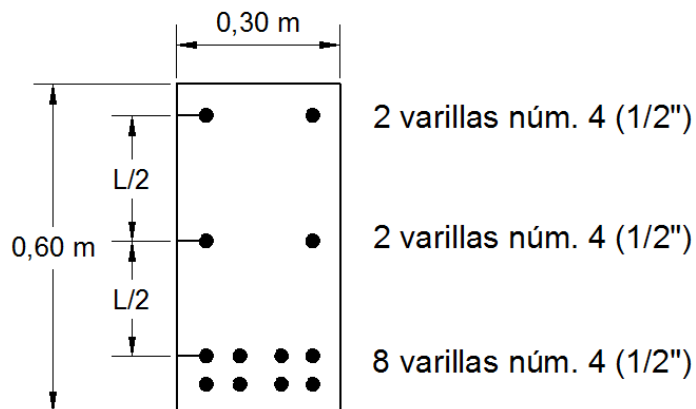
$$A_{s_t} = 0,002 * 30 * 60$$

$$A_{s_t} = 3,6 \text{ cm}^2$$

2 varillas núm. 4 (extremo superior)

2 varillas núm. 4 (tramo intermedio entre refuerzos)

Figura 31. **Disposición de refuerzo en diafragma**



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

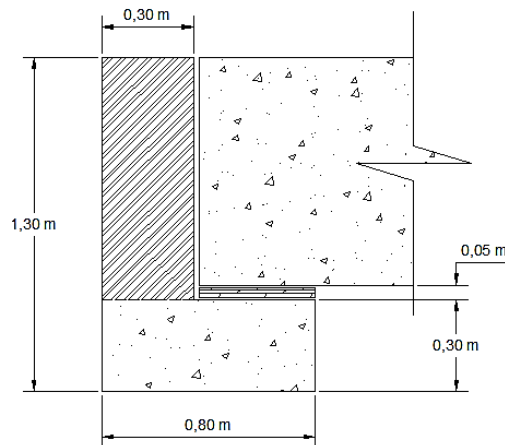
2.2.10. Diseño de subestructura

Infraestructura o subestructura es la parte del puente que se encarga de transmitir las solicitaciones al suelo de cimentación, en este caso la subestructura se constituye por: cortina, viga de apoyo y estribo.

2.2.10.1. Diseño de cortina

Se prevé que la cortina está empotrada sobre la viga de apoyo; se diseña a flexión y corte, como viga en voladizo. Fuerzas que intervienen: empuje de tierra (E), fuerza longitudinal (FL) y fuerza de sismo (EQ).

Figura 32. Geometría de viga de apoyo

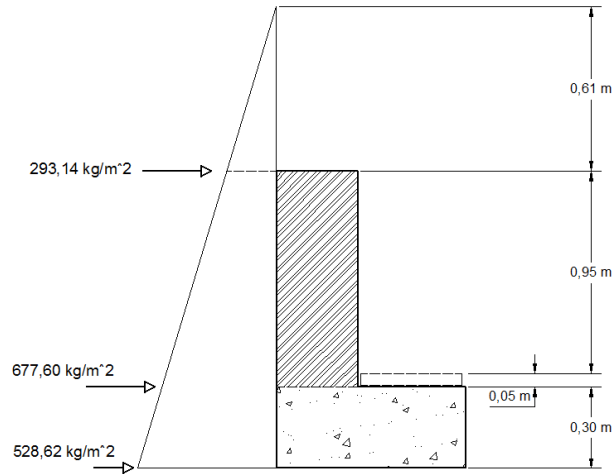


Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

Según AASHTO 3.20.1, para estructuras de retención de suelo, se deberá considerar una sobrecarga provocada por un equivalente líquido de: 30 libras por pulgada cúbica ($480,56 \text{ kg/m}^3$).

Relacionado a inciso anterior, según AASHTO 3.20.3, se deberá considerar una sobrecarga del equivalente líquido de 2 pies (0,61 m) de alto.

Figura 33. Esquema de presiones en cortina



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

2.2.10.1.1. Fuerza por empuje de tierra

Refiriéndose a sección AASHTO 5.5.2 la fuerza de empuje será la sumatoria de $P_o + P_s$ y este se deberá calcular como el empuje de la sobrecarga calculado a una profundidad de 0,61 metros a lo largo de la altura del elemento.

$$E = P_o + P_s * H_c$$

$$E = \left(\gamma * \frac{H_c^2}{2} * K_o \right) + (\gamma * H * K) * H_c$$

Donde:

H = altura de equivalente líquido

H_c = altura efectiva de elemento

K y K_o = 1 (coeficiente de suelo)

γ = altura de equivalente líquido

$$E = \left(480,56 * \frac{1,0^2}{2} \right) + [(480,56 * 0,61) * 1,0]$$

$$E = (240,28) + (293,14)$$

$$E = 533,42 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Brazo = 1,0 m (longitud mas critica para momento)

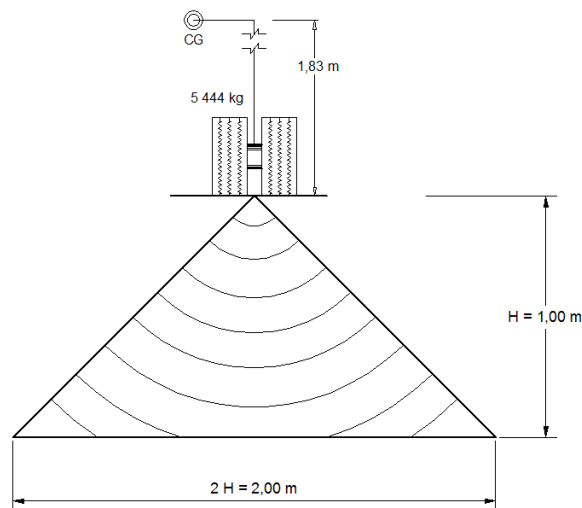
2.2.10.1.2. Fuerza longitudinal

Refiriéndose a AASTHO 3.9, deberá considerarse el efecto de una fuerza longitudinal del 5 por ciento de la carga viva en carril destinado al tránsito. Se empleara la carga viva sin aumento de impacto y el centro de gravedad se supondrá a 1,83 metros arriba de la losa de piso.

$$CV = 0,05 * 5\,444 \text{ kg}$$

$$CV = 272,20 \text{ kg}$$

Figura 34. **Distribución de carga a profundidad H**



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

$$FL = CV / 2 H$$

$$FL = 272,20 \text{ kg} / 2 (1,0 \text{ m})$$

$$FL = \frac{272,20 \text{ kg}}{1,0 \text{ m}}$$

$$FL = 136,10 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\text{Brazo} = 1,83 \text{ m} + 1,0 \text{ m} = 2,83 \text{ m}$$

2.2.10.1.3. Fuerza por sismo

El inicio AASHTO 3.20 indica que debe aplicarse un diseño sísmico en las áreas geográficas que ameriten esta actividad (sección I-A, diseño sísmico).

En este caso se dará un aumento teórico de masa con un valor de 10 por ciento a elemento, y así cubrir el requerimiento.

$$EQ = S = 0,1 * W$$

Peso de elemento:

$$W = (0,3 \text{ m})(1,0 \text{ m})(2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})$$

$$W = 720,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Sustituyendo:

$$S = 0,1 * 720,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$S = 72,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\text{Brazo} = 1,0 \text{ m (longitud mas crítica para momento)}$$

2.2.10.1.4. Grupos de cargas

De acuerdo a las cargas a aplicar, deberá compararse los modelos III y VII referente a tabla 3.22.1 A de AASHTO. Los grupos III y VII han sido electos por coincidir con aplicar la fuerza longitudinal, de sismo y empuje de tierra.

Diseño por factores de carga:

$$\gamma = 1,3$$

$$\text{Grupo (III)} = \gamma [\beta_E * E + \beta_L * LF]$$

$$\text{Grupo (VII)} = \gamma [\beta_E * E + \beta_{EQ} * EQ]$$

Restantes cargas han sido anuladas por no aplicar en este caso.

$$(D, (L + I)_n, CF, B, SF, W, WL)$$

Se compararan los resultados de ambos grupos y se tomara el resultado con mayor valor para aplicar a diseño.

Grupo III (momento):

$$\text{Grupo (III) } M = 1,3 [1 * 533,42 \text{ kg} * 1,0 \text{ m} + 1 * 136,10 \text{ kg} * 2,83 \text{ m}]$$

$$\text{Grupo (III) } M = 1\,194,16 \text{ kg} * \text{m (por metro de longitu transversal)}$$

Grupo VII (momento):

$$\text{Grupo (VII) } M = 1,3 [1 * 533,42 \text{ kg} * 1,0 \text{ m} + 1 * 72,00 \text{ kg} * 1,0 \text{ m}]$$

$$\text{Grupo (VII) } M = 787,05 \text{ kg} * \text{m (por metro de longitud transversal)}$$

2.2.10.1.5. Refuerzo para flexión

Se define como el área de acero, que cubrirá los esfuerzos de tensión provocados por la flexión en la fibra extrema inferior del elemento. El área de acero deberá distribuirse lo más cercana posible al extremo de la fibra.

Datos:

$$M_U = 1\,194,4 \text{ kg}\cdot\text{m} \text{ (grupo III, por mayor valor)}$$

$$d = 25 \text{ cm}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$f'_c = 280 \text{ kg}/\text{m}^2$$

$$f_y = 2810 \text{ kg}/\text{m}^2$$

- Área de acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = \frac{14.1}{2\,810} * 100 * 25$$

$$A_{s_{\min}} = 12,54 \text{ cm}^2$$

- Área de acero máximo

$$\rho_{\max} = 0,75 * \rho_b = 0,75 * 0,0494 = 0,0371$$

$$A_{s_{\max}} = \rho_{\max} * b * d$$

$$A_{s_{\max}} = 0,0371 * 100 * 25$$

$$A_{s_{\max}} = 92,75 \text{ cm}^2$$

- Área de acero necesario

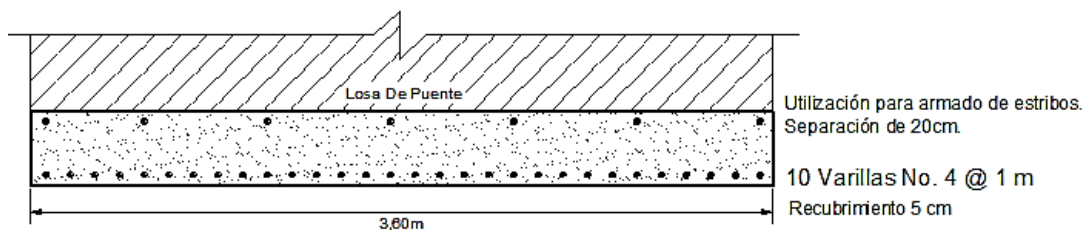
$$A_s = \left(bd - \sqrt{bd^2 - \frac{M_u b}{0,003825 f'_c}} \right) \frac{0,85 f'_c}{f_y} \quad [b, d \text{ en cm}]$$

$$A_s = \left(100 * 25 - \sqrt{(100 * 25)^2 - \frac{1\,194,16 * 100}{0,003825 * 281}} \right) \frac{0,85 * 281}{2\,810}$$

$$A_s = 1,90 \text{ cm}^2$$

El área de acero necesaria (A_s) es menor a acero mínimo (A_{\min}), por tanto se utilizara el área de acero mínimo (A_{\min}).

Figura 35. **Refuerzo a flexión en cortina**



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

2.2.10.1.6. Diseño a corte

Se define como el área de acero, que cubrirá los esfuerzos de corte provocados en los apoyos del elemento. El área de acero disminuirá hasta cero al centro del elemento, siendo proporcional al esfuerzo.

Tabla 3.22.1 A AASHTO, comparación entre: grupo III y grupo VII.

Diseño por factores de carga:

$$\gamma = 1,3$$

$$\text{Grupo (III)} = \gamma [\beta_E * E + \beta_L * LF]$$

$$\text{Grupo (VII)} = \gamma [\beta_E * E + \beta_{EQ} * EQ]$$

Grupo III (corte):

$$\text{Grupo (III)} V = 1,3 [1 * 533,42 \text{ kg} + 1 * 136,10 \text{ kg}]$$

$$\text{Grupo (III)} V = 870,38 \text{ kg (por metro de longitud transversal)}$$

Grupo VII (momento):

$$\text{Grupo (VII)} V = 1,3 [1 * 533,42 \text{ kg} + 1 * 72,00 \text{ kg}]$$

$$\text{Grupo (VII)} V = 787,05 \text{ kg (por metro de longitud transversal)}$$

Datos:

$$V_U = 870,38 \text{ kg (grupo III, por mayor valor)}$$

$$d = 25 \text{ cm}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$f'_c = 281 \text{ kg/m}^2$$

$$f_y = 2810 \text{ kg/m}^2$$

- Corte que resiste el concreto

$$V_C = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_C = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * 100 * 25$$

$$V_C = 18\,879,4 \text{ kg}$$

$$V_C > V_U$$

El corte que resiste el concreto (V_C) es mucho mayor que el aplicado (V_U) por lo tanto el refuerzo a corte será por fines de armado y retracción.

$$\text{Espaciamiento máximo de sección (ACI)} = \frac{d}{2} = \frac{\text{Peralte efectivo}}{2}$$

$$\text{Espaciamiento} = \frac{25}{2} = 12,5 \text{ cm}$$

Distancia de primer refuerzo:

$\text{Espaciamiento} / 2 = 6.25 \text{ cm} \approx 6 \text{ cm}$ desde apoyo (como máximo).

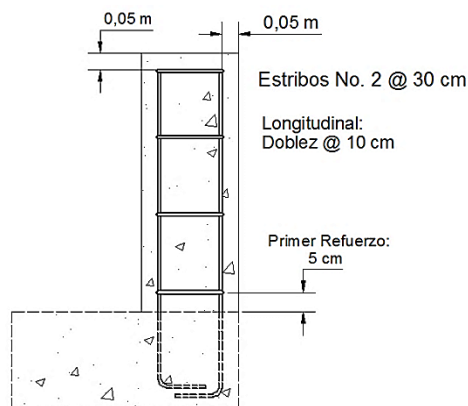
$$\text{Acero por temperatura} = A_{s_t} = \rho_t * b * d$$

$$A_{s_t} = 0,002 * b * d$$

$$A_{s_t} = 0,002 * 20 * 100$$

$$A_{s_t} = 4 \text{ cm}^2$$

Figura 36. **Refuerzo a corte en cortina**



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

2.2.10.2. **Diseño de viga de apoyo**

Elemento transversal a las vigas principales e inferior a estas. En este elemento se contactan y se contienen las fuerzas en forma de apoyo para luego transmitir las hacia la infraestructura.

2.2.10.2.1. Empuje por carga muerta

Se medirá la carga muerta que se desarrollará en el contacto de una viga con el apoyo, en este caso se cuenta con dos vigas lo que significa que la carga se verá distribuida en un 25 por ciento de peso muerto total, en cada contacto.

Este elemento está apoyado en toda la superficie longitudinal, por lo que las cargas no generan flexión sobre el elemento. Basado en lo anterior el elemento se reforzará por comportamiento de retracción y se verificará por aplastamiento.

$$W_{\text{losa viga}} = 1\,799,12 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 12 \text{ m} = 21\,589,44 \text{ kg}$$

$$W_{\text{diafragma}} = 777,6 \text{ kg} * 3 = 2\,332,8 \text{ kg}$$

$$W_{\text{total}} = 23\,922,24 \text{ kg}$$

$$W_{\text{apoyo CM}} = \text{CM} = 23\,922,24 \text{ kg} * 25\% = 5\,980,56 \text{ kg}$$

2.2.10.2.2. Empuje por carga viva

La carga viva es generada por el peso del vehículo de diseño y se transmitirá hacia el apoyo por medio de la superestructura, la cual distribuye las cargas en los cuatro puntos de contacto.

$$\text{Sobrecarga: } 13\,609,00 \text{ kg (HS 15 – 44)}$$

$$\text{Impacto: } 3\% * W_{\text{sobrecarga}}$$

$$\text{Frenado: } 5\% * W_{\text{sobrecarga}}$$

$$W_{\text{apoyo CV}} = \text{CV} = 13\,609,00 \text{ kg} * 1,03 * 1,05 = 14\,718,13 \text{ kg}$$

2.2.10.2.3. Carga total

Se define como la integración de la carga viva y muerta generada en la superestructura (cargas perpendiculares de vehículo y peso propio de elemento). Por seguridad se mayor el resultado con factores de carga.

$$PT = 1,7 * W_{\text{apoyo CV}} + 1,4 * W_{\text{apoyo CM}}$$

$$PT = 1,7 * 14\,718,13 \text{ kg} + 1,4 * 5\,980,56 \text{ kg}$$

$$PT = 25\,020,82 \text{ kg} + 8\,372,78 \text{ kg}$$

$$PT = 33\,393,6 \text{ kg}$$

2.2.10.2.4. Cálculo de refuerzo

Se define como el área de acero, que cubrirá los esfuerzos de compresión o aplastamiento provocados por las cargas transmitidas desde la súper estructurar. El área acero confinara el concreto evitando el agrietamiento.

$$\text{Acero por temperatura} = A_{s_t} = \rho_t * b * d$$

$$A_{s_t} = 0,002 * b * d$$

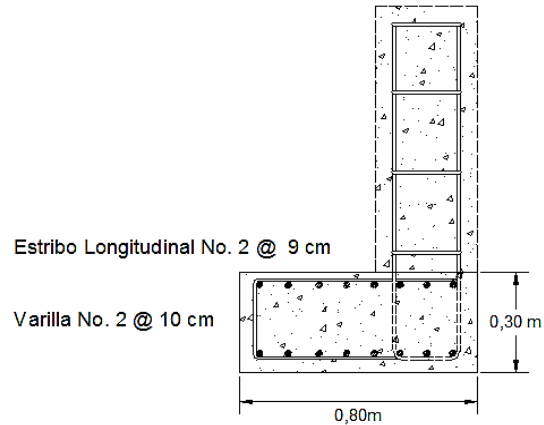
$$A_{s_t}(80 * 30) = 0,002 * 80 * 30 \text{ (sección } 80 \times 30)$$

$$A_{s_t} = 4,8 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_t}(360 * 30) = 0,002 * 360 * 30 \text{ (sección } 360 \times 30)$$

$$A_{s_t} = 21,6 \text{ cm}^2$$

Figura 37. Refuerzo en viga de apoyo



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

2.2.10.2.5. Verificación de aplastamiento

Las cargas de la superestructura se concentrarán en cuatro puntos sobre este elemento, por lo que se hace necesario, verificar si la carga por unidad de área (apoyos) no generar fractura sobre este.

En referencia a ACI 318S-05 10.17.1 La resistencia de diseño al aplastamiento del concreto no debe exceder:

$$\phi (0,85 f'_c A_1)$$

Excepto cuando la superficie de soporte sea más ancha en todos los lados, que el área cargada, en cuyo caso se permite que la resistencia de diseño al aplastamiento en el área cargada sea multiplicada por:

$$\sqrt{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)} \geq 2$$

Sustituyendo:

$$0,9 [0,85 * 281 \text{ kg/cm}^2 * (40 \text{ cm} * 35 \text{ cm})]$$

$$0,9 [0,85 * 281 * (1\ 600)]$$

$$300\ 951 \text{ kg} > 33\ 393,6 \text{ kg} \quad (\text{por lo tanto si resiste aplastamiento})$$

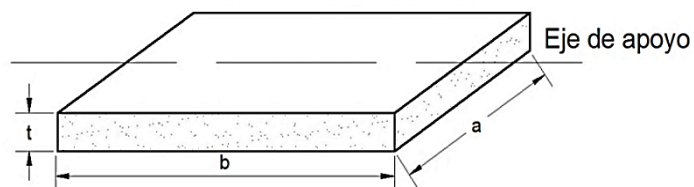
2.2.10.3. Diseño de elastómero

Deberá colocarse en los apoyos una base elastómera (material sintético con gran capacidad plástica), el cual permite cierto grado de homogeneidad en la unión de la viga principal con la viga de apoyo, logrando así, un equilibrio de esfuerzos. El material elastómero electo es el neopreno que tendrá características de dureza SHORE 60.

El diseño se refiere a la sección 14.4.1 AASHTO método A (apoyo simple con refuerzo de acero o fibra). En aplicación al caso se evaluarán las secciones marcadas a continuación:

- AASHTO 14.4.1.1. Esfuerzo compresivo o deformación de espesor
- AASHTO 14.4.1.2. Deflexión o corrimiento
- AASHTO 14.4.1.3. Deslizamiento
- AASHTO 14.4.1.6. Refuerzo

Figura 38. Geometría de elastómero



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

Parámetros:

$$Q = P_g + P_q \quad V = \frac{Q}{n_v} \quad (1 \text{ cm} < t \leq \frac{a}{5})$$

Donde:

Q = carga total

P_g = peso propio

P_q = peso sobrecarga

V = carga en apoyo

n_v = número de apoyos

t = espesor de elastómero

$$\sigma_e = \frac{V}{a * b} \text{ (Esfuerzo en elastomero)}$$

Esfuerzo admisible de neopreno: $70 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ a $120 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

Se proponen las dimensiones planas: a = 35 cm y b = 40 cm.

$$t \leq a/5$$

$$t \leq 35 \text{ cm} / 5$$

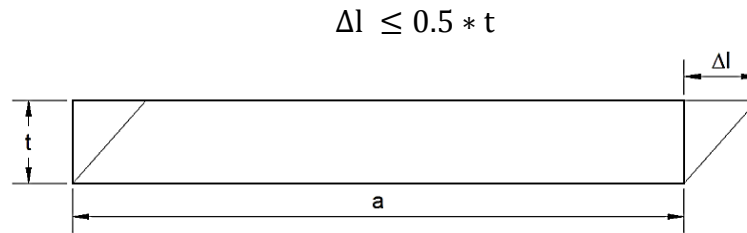
$$t \leq 7 \text{ cm}$$

- Verificación de corrimiento

Es el comportamiento mecánico con más relevancia para la integridad del elastómero, en este la deformación longitudinal es producida por:

- Variación de temperatura
- Fuerza de frenado

Figura 39. Esquema de corrimiento en elastómero



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

(Deformación por temperatura) $\Delta l_1 = L \text{ (m)} * \alpha \text{ (}^\circ\text{C}^{-1}\text{)} * \Delta T \text{ (}^\circ\text{C)}$

Donde: L = Longitud elemento, α = Coef. dilatación de Concreto

(Deformación por frenado) $\Delta l_2 = \frac{F * t}{G_o * b * a}$

Donde: $F = 5\% * W_{CV}$, $G_o = 11 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ (Shore 60)

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2$$

$$\Delta l = (1\,200 \text{ cm} * 2,0 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} * 35 \text{ }^\circ\text{C}) + \left(\frac{0,05 * 13\,609 \text{ kg} * 7 \text{ cm}}{11 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 40 * 35} \right)$$

$$\Delta l = (0,84 \text{ cm}) + (0,31 \text{ cm})$$

$$\Delta l = 1,15 \text{ cm} \leq 3,5 \text{ cm}$$

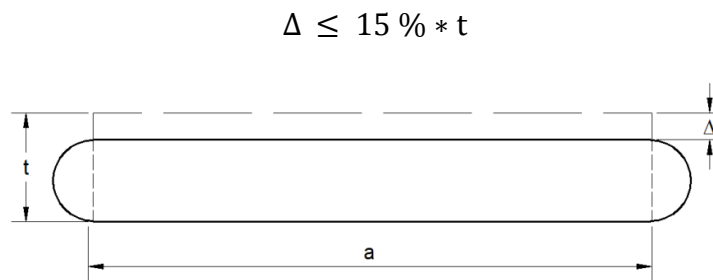
Si cumple verificación

- Verificación para deformación de espesor

Deformación en función de:

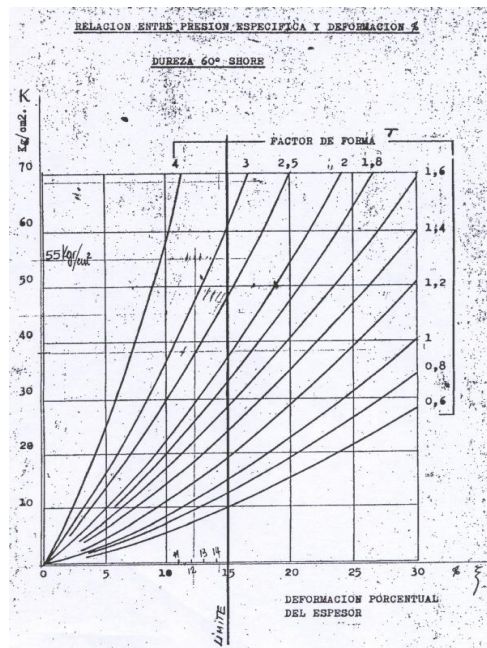
- Dureza de material
- Carga unitaria
- Factor de forma

Figura 40. **Esquema de aplastamiento en elastómero**



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

Figura 41. **Relación presión versus deformación, Shore 60**



Fuente: UBA Facultad Ingeniería. Apuntes Concreto II.

$$\sigma_e = \frac{V}{a * b} \quad T = \frac{a * b}{2 * (a + b) * t}$$

$$T = \frac{35 * 40}{2 * (35 + 40) * 7} = 1,33$$

$$\sigma_e = \frac{19\,589,56 \text{ kg}}{35 \text{ cm} * 40 \text{ cm}} = 13,99 \text{ kg/cm}^2$$

Deformación: 10% < 15% admisible

Si cumple verificación

Verificación a deslizamiento:

(deslizamiento) $\delta > \Delta l$

$$\delta = 0,2 * \frac{P_g * t}{a * b} * \frac{X}{G_0}$$

Tabla XII. **Factor en relación a temperatura**

Temperatura Mínima (°C)	Factor: "X"
-7	1,90
-10	1,88
-15	1,85
-20	1,75
-25	1,67
-30	1,50

Fuente: UBA Facultad de Ingeniería. Apuntes Concreto II.

$$\delta = 0,2 * \frac{5\,980,56 \text{ kg} * 7 \text{ cm}}{35 \text{ cm} * 40 \text{ cm}} * \frac{1,9}{11 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\delta = 1,03 \text{ cm} < 1,15 \text{ cm}$$

Si cumple verificación

Verificación de refuerzo:

$$1,700 h_{ri} \text{ para acero}$$

h_{ri} = promedio de espesores de elastomero en sección total

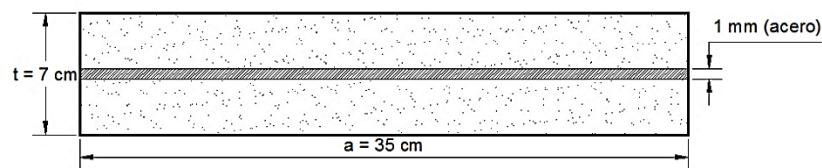
Estado límite de servicio:

$$h_s \geq \frac{3 h_{ri} \sigma_{\text{compresión}}}{F_y}$$

$$h_s = \frac{3 (3,5 \text{ cm})(13,99 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2})}{2\,812 \text{ kg/cm}^2} = 0,052 \text{ cm} \approx 1 \text{ mm}$$

Propuesta: placa de 1 mm de espesor.

Figura 42. Disposición de placa de refuerzo en elastómero



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

2.2.10.4. Diseño de estribo

Estribo es el elemento transmisor de las cargas superiores hacia el suelo, distribuyéndolas en su base, además funciona como contención de volumen de suelo circundante. En este caso el estribo funcionara por gravedad.

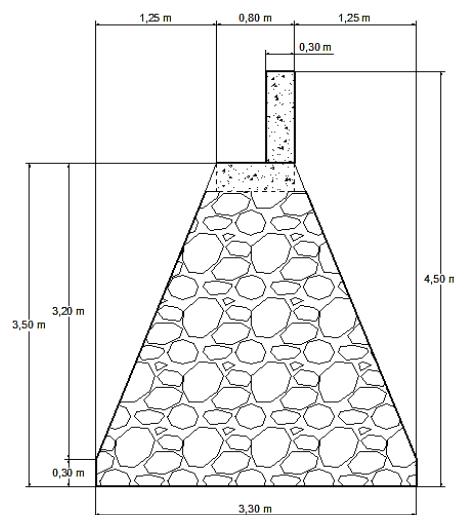
Verificación: grupo de cargas I y VII (AASHTO Tabla 3.22.1 A).

Datos:

- Suelo
Angulo fricción interna: $\phi = 35,63^\circ$
Cohesión: $C_u = 3540 \text{ kg/ m}^2$
Densidad húmeda: $\gamma_s = 1850 \text{ kg/ m}^2$
- Elemento
Densidad concreto: $\gamma_c = 2400 \text{ kg/ m}^2$
Densidad concreto ciclópeo: $\gamma_{cc} = 2700 \text{ kg/ m}^2$

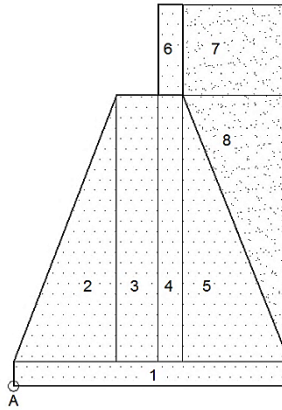
La geometría de estribo ha sido dimensionada en referencia a la profundidad de extracción de la muestra de suelo (altura), siendo la longitud de ancho el 70 por ciento de esta, luego aproximando las dimensiones.

Figura 43. Dimensiones de estribo



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

Figura 44. Disposición de estribo



Fuente: elaboración propia, con software AutoCAD 2011.

Fuerza activa de Rankine por unidad de longitud de muro:

K_a (Coeficiente activo de Rankine, tabla 6.5, Braja M. Das 4a. Edición)

$$K_a = 0,4267$$

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma_s H^2 K_a$$

$$P_a = \frac{1}{2} 1850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} (4,50 \text{ m})^2 0,4267$$

$$P_a = 7,99 \frac{\text{T}}{\text{m}} * \text{m}$$

2.2.10.4.1. Verificación de carga I

Respecto a las condiciones del elemento en cuestión, el código constructivo AASHTO estándar, recomienda evaluar dicho elemento ante los factores característicos a cada grupo de carga, en este caso el grupo I aplica.

Tabla XIII. Momentos en elemento

Sección	Peso (kg/m)	X _A (m)	M _A (kg - m)
1	2673	1,65	4 410,45
2	5400	0,83	4 482,00
3	4320	1,50	6 480,00
4	2592	1,90	4 924,80
5	5400	2,47	13 338,00
6	792	1,90	1 504,80
7	2543,75	2,68	6 817,25
8	3700	2,88	10 656,00
	∑ 27,42 T		∑ 52,61 T-m

Carga	Peso (kg/m)	X _A (m)	M _A (kg - m)
CM	11961,12	1,50	17 941,68
(CV+I)	14017,27	1,50	21 025,91
Total(R)	∑ 53,40 T		∑ 91,58 T-m

En tabla anterior : CM = 23 922,24 kg * 50% CV = 13 609 kg * 1,03

Fuente: elaboración propia.

- Factor de seguridad contra volteo

$$P_a = P_h$$

$$M_o = P_h \left(\frac{H}{3} \right) = 7,99 \frac{T}{m} * m * \left(\frac{4,50 \text{ m}}{3} \right) = 11,98 \text{ T - m}$$

$$FS_{(\text{volteo})} = \frac{\sum M_R}{M_o} = \frac{91,58 \text{ kg - m}}{11,98 \text{ kg - m}} = 7,6 > 2$$

Si cumple contra volteo

- Factor de seguridad contra deslizamiento

$$k_1 = k_2 = \frac{2}{3}, \quad P_p = 0 \quad \sum V: (-)CV \text{ (en este caso)}$$

$$FS_{(\text{deslizamiento})} = \frac{(\Sigma V) \tan(k_1 \phi) + B k_2 C_u + P_p}{P_a}$$

$$FS_{(\text{deslizamiento})} = \frac{(39,4 \text{ T}) \tan\left(\frac{2}{3} * 35,63\right) + (3,3)\left(\frac{2}{3}\right)(3,54 \text{ T})}{7,99 \text{ T}}$$

$$FS_{(\text{deslizamiento})} = 3,1 > 1,5$$

Si cumple contra deslizamiento

- Factor de seguridad contra falla por capacidad de carga

Excentricidad:

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\Sigma M_R - \Sigma M_O}{\Sigma V}$$

$$e = \frac{3,3 \text{ m}}{2} - \frac{(91,58 \text{ T} - \text{m}) - (11,98 \text{ T} - \text{m})}{53,40 \text{ T}}$$

$$e = 0,16 \text{ m}$$

- Presiones máxima y mínima

$$q_{\text{max}, \text{min}} = \frac{\Sigma V}{B} * \left(1 \pm \frac{6 * e}{B}\right)$$

$$q_{\text{punta}} = \frac{53,4 \text{ T}}{3,3 \text{ m}} * \left(1 + \frac{6 * 0,16}{3,3}\right) = 20,9 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{talon}} = \frac{53,4 \text{ T}}{3,3 \text{ m}} * \left(1 - \frac{6 * 0,16}{3,3}\right) = 11,5 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

- Ecuación capacidad de carga última

$$q_u = C N_c F_{Cd} F_{Ci} + q N_q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B' N_\gamma F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Para $\phi = 35,63$ (Tabla 3.4, Baraja M. Das – P. Ingeniería Cimentaciones - 4ª. Edición)

$$N_c = 46,12 \quad N_q = 33,30 \quad N_\gamma = 48,03$$

$$q = \gamma * D = 1850 (0) = 0$$

$$B' = B - 2e = 3,30 - 2(0,16) = 2,98 \text{ m}$$

$$F_{Cd} = 1 + 0,4 \left(\frac{D}{B'} \right) = 1 + 0,4 \left(\frac{0}{3,13} \right) = 1$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \left(\frac{D}{B'} \right)$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan 35,63 (1 - \sin 35,63)^2 \left(\frac{0}{2,98} \right) = 1$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left(\frac{P_a \cos \alpha}{\Sigma V} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{7,99 \cos(0)}{53,40} \right) = 8,5^\circ$$

$$F_{Ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\Psi^\circ}{90^\circ} \right)^2 = \left(1 - \frac{8,5^\circ}{90^\circ} \right)^2 = 0,82$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\Psi^\circ}{\phi} \right)^2 = \left(1 - \frac{8,5^\circ}{35,63^\circ} \right)^2 = 0,58$$

Por lo tanto:

$$q_u = (3,54)(46,12)(1)(0,82) + 0 + \frac{1}{2} (1,85)(2,98)(48,03) (1)(0,58)$$

$$q_u = 143,67 + 0 + 2,06 = 145,73 \text{ T/m}^2$$

$$FS_{(\text{capacidad de carga})} = \frac{q_u}{q_{\text{punta}}} = \frac{145,73 \text{ T/m}^2}{20,09 \text{ T/m}^2} = 7,25 > 3$$

Si cumple capacidad de carga

2.2.10.4.2. Verificación de carga VII

Respecto a las condiciones del elemento en cuestión, el código constructivo AASHTO estándar, recomienda evaluar dicho elemento ante los factores característicos a cada grupo de carga, en este caso el grupo VII al igual que el grupo I (anterior) aplica.

Diseño sísmico AASHTO 3.21.1

Se aplicará el método de fuerza estática equivalente:

$$EQ = C F W$$

Para la región donde se construirá el puente se establece un valor del coeficiente de respuesta (C) igual a 0.10 que corresponde a condiciones de una máxima aceleración esperada (A) mayor que 0.3 gravedad.

El valor del factor de pórtico (F) se establece igual a 1.0 (elemento individual resiste las fuerzas horizontales).

$$EQ = 0,10 * 1,0 * W$$

Se tiene entonces, por acción de la infraestructura:

Tabla XIV. **Momentos por sismo en elemento**

Sección	EQ (kg/m)	X_A (m)	M_A (kg - m)
1	267,3	0,15	40,10
2	540	1,37	739,80
3	432	1,90	820,80
4	259,2	1,90	492,48
5	540	1,37	739,80
6	79,2	4,05	320,76
	Σ 2,12 T		Σ 3,15 T-m

Fuente: elaboración propia.

Por acción de la superestructura:

$$EQ_s = 0,10 * 11\,961,12 \text{ kg} = 1\,196,11 \text{ kg} = 1,2 \text{ T}$$

$$MA_s: 1\,196,11 \text{ kg} * (0,3 \text{ m} + 3,20 \text{ m}) = 4\,186,40 \text{ kg} - \text{m} = 4,19 \text{ T}$$

Se tiene pos sismo:

$$EQ: 1,20 \text{ T} + 2,12 \text{ T} = 3,32 \text{ T}$$

$$MA: 4,19 \text{ T} - \text{m} + 3,15 \text{ T} - \text{m} = 7,34 \text{ T} - \text{m}$$

- Factor de seguridad contra volteo:

$$P_a + EQ = P_h$$

$$M_O = P_h \left(\frac{H}{3} \right) = (7,99 \text{ T} + 3,32 \text{ T}) * \left(\frac{4,50 \text{ m}}{3} \right) = 16,96 \text{ T} - \text{m}$$

$$FS_{(\text{volteo})} = \frac{\sum M_R}{M_O} = \frac{70,55 \text{ kg} - \text{m}}{16,96 \text{ kg} - \text{m}} = 4,16 > 2$$

Si cumple contra volteo

- Factor de seguridad contra deslizamiento

$$k_1 = k_2 = \frac{2}{3}, \quad P_p = 0$$

$$FS_{(\text{deslizamiento})} = \frac{(\sum V) \tan(k_1 \phi) + B k_2 C_u + P_p}{P_a + EQ}$$

$$FS_{(\text{deslizamiento})} = \frac{(39,40 \text{ T}) \tan\left(\frac{2}{3} * 35,63\right) + (3,3)\left(\frac{2}{3}\right)(3,54 \text{ T})}{7,99 \text{ T} + 3,32 \text{ T}}$$

$$FS_{(\text{deslizamiento})} = 2,22 > 1,5$$

Si cumple contra deslizamiento

- Factor de seguridad contra falla por capacidad de carga

Excentricidad:

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\sum M_R - \sum M_O}{\sum V}$$

$$e = \frac{3,3 \text{ m}}{2} - \frac{(70,55 \text{ T} - \text{m}) - (16,96 \text{ T} - \text{m})}{39,40 \text{ T}}$$

$$e = 0,29 \text{ m}$$

Presiones máxima y mínima:

$$q_{\max, \min} = \frac{\sum V}{B} * \left(1 \pm \frac{6 * e}{B} \right)$$

$$q_{\text{punta}} = \frac{39,40 \text{ T}}{3,3 \text{ m}} * \left(1 + \frac{6 * 0,29}{3,3} \right) = 18,23 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{talon}} = \frac{39,40 \text{ T}}{3,3 \text{ m}} * \left(1 - \frac{6 * 0,29}{3,3} \right) = 5,64 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

Ecuación capacidad de carga última:

$$q_u = C N_c F_{Cd} F_{Ci} + q N_q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B' F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Para $\phi = 35,63$ (Tabla 3.4, Baraja M. Das – P. Ingeniería Cimentaciones - 4ª. Edición)

$$N_c = 46,12 \quad N_q = 33,30 \quad N_\gamma = 48,03$$

$$q = \gamma * D = 1850 (0) = 0$$

$$B' = B - 2e = 3,30 - 2(0,29) = 2,72 \text{ m}$$

$$F_{Cd} = 1 + 0,4 \left(\frac{D}{B'} \right) = 1 + 0,4 \left(\frac{0}{2,72} \right) = 1$$

$$\begin{aligned} F_{qd} &= 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \left(\frac{D}{B'} \right) \\ &= 1 + 2 \tan 35,63 (1 - \sin 35,63)^2 \left(\frac{0}{2,72} \right) = 1 \end{aligned}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

$$\Psi = \tan^{-1}\left(\frac{P_h}{\Sigma V}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{7,99 + 3,32}{39,40}\right) = 16,02^\circ$$

$$F_{Ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\Psi^\circ}{90^\circ}\right)^2 = \left(1 - \frac{16,02^\circ}{90^\circ}\right)^2 = 0,67$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\Psi^\circ}{\phi}\right)^2 = \left(1 - \frac{16,02^\circ}{35,63^\circ}\right)^2 = 0,30$$

Por lo tanto:

$$q_u = (3,54)(46,12)(1)(0,67) + 0 + \frac{1}{2} (1,85)(2,92) (1)(0,30)$$
$$q_u = 109,40 + 0 + 0,81 = 110,21 \text{ T/m}^2$$

$$FS_{(\text{capacidad de carga})} = \frac{q_u}{q_{\text{punta}}} = \frac{110,21 \text{ T/m}^2}{18,23 \text{ T/m}^2} = 6,04 > 3$$

Por lo tanto:

$$q_u = (3,54)(46,12)(1)(0,67) + 0 + \frac{1}{2} (1,85)(2,92) (1)(0,30)$$
$$q_u = 109,40 + 0 + 0,81 = 110,21 \text{ T/m}^2$$

$$FS_{(\text{capacidad de carga})} = \frac{q_u}{q_{\text{punta}}} = \frac{110,21 \text{ T/m}^2}{18,23 \text{ T/m}^2} = 6,04 > 3$$

Si cumple capacidad de carga

2.2.11. Presupuesto

Cálculo anticipado de los ingresos y gastos de las actividades constructivas a realizar para la concepción del proyecto, considerándolo de igual forma como un plan de acción dirigido a cumplir una meta prevista.

Tabla XV. **Presupuesto puente vehicular**

Proyecto: Diseño de puente vehicular Ubicación: Finca los Cebollines, Aldea Sansayo, Jalapa Departamento: Jalapa		
No.	Descripción	Cantidad
1	Renglón: Trabajos preliminares	
	Sub total	Q2,410.00
2	Renglón: Movimiento de suelo	
	Sub total	Q11,210.00
3	Renglón: Sub estructura	
	Sub total	Q91,123.65
3	Renglón: Súper estructura	
	Sub total	Q318,758.82
	Total proyecto	Q.425,198.61

COSTO TOTAL DE PROYECTO: Q. 425,198.61
CUATROCIENTOS VEINTICINCO MIL CIENTO NOVENTA Y OCHO CON 61/100

Fuente: elaboración propia.

2.2.12. Evaluación socioeconómica

La justificación del proyecto está relacionada al área agrícola, desarrollando un acceso vial para cubrir la movilidad y transporte de productos dando valor agregado a las propiedades (área) de uso y potencial agrícola.

Con esto se estima influenciar el área social y laboral provocando un beneficio económico que se proyectará de forma indirecta a la población por

ocupación y directa a la explotación agrícola. Por lo tanto el beneficio referido la unidad desarrolladora (municipalidad) retornará de forma indirecta y a largo plazo, esto en función del desarrollo comercial que se genere.

2.2.12.1. Valor Presente Neto (VPN)

Procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros. El valor puede tomar tres posibles índices, los cuales pueden ser:

$$VPN < 0; VPN = 0; VPN > 0$$

Si > 0 entonces habrán utilidades

Si = 0 entonces utilidades y gastos equilibrados

Si < 0 entonces déficit de utilidades

La Municipalidad invertirá Q. 425,198.61 en la ejecución del proyecto. El costo de mantenimiento se omite por la poca incidencia a mediano plazo y no se estima tener ingresos directos.

Tabla XVI. Flujos de caja de proyecto

Descripción	Operación	Resultado
Costo inicial	- - -	Q. 425,198.61
Mantenimiento	- - -	Q. 0.00

Fuente: elaboración propia.

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

$$VPN = Q. - 425,198.61$$

2.2.12.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR es la rentabilidad que proporcionando el proyecto. Se utiliza como indicador de rentabilidad del proyecto, a mayor TIR, mayor rentabilidad.

En este proyecto no se estima rentabilidad, debido a que se requiere de un valor de ingreso, y para este proyecto, por ser de carácter social, no se estima ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR mediante el uso de esta fórmula. Lo que procede para este caso, es tomar el valor de la TIR igual a 4,5 por ciento, la cual representa el costo que el Estado debe desembolsar para la ejecución de dicho proyecto.

Esta tasa fue calculada tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala que corresponde a la inversión en títulos públicos que actualmente pagan esa cantidad y es lo que le cuesta al Estado captar esos fondos para invertirlos en obra pública.

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1 + \text{TIR})^t} - I_0$$

Figura 45. Variación de VPN debido a TIR



Fuente: elaboración propia.

2.2.13. Evaluación de Impacto Ambiental inicial (EIA)

Es instrumento de análisis ambiental, al cual son sometidos cada uno de los proyectos dispuestos a ser evaluados con una infraestructura menor de 1 500 metros cuadrados de construcción, a la vez que cumplan con las características establecidas en el listado taxativo implementado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), se analizará el impacto al entorno que genera cada una de las fases que comprende el proyecto desde su concepción hasta su operación determinando el grado de impacto dando una clasificación al mismo de bajo, moderado y alto.

Tabla XVII. **Sección IV Cuadro del estudio de impacto ambiental**

Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, etc.)	Generación de partículas por consecuencia de la excavación y dispersión de cemento en forma de desperdicio.	1200 m2 alrededor de la construcción y conformación del puente.	El acopio de materiales y accesorios se establecerá en una bodega central la cual contendrá los elementos bajo cubierta y protección contra corrientes de viento.
	Ruido	Se generara ruido por parte de los motores de combustión en los vehículos de transporte, concretera y maquinaria en etapa de movilización de suelos.	1200 m2 alrededor de la construcción y conformación del puente.	La utilización de la mezcladora de concreto se utilizara el menor tiempo requerido y a una distancia prudente de la vivienda más cercana.
	Vibraciones	Se generara vibraciones en la tapa de compactado durante el final del proyecto.	350 m2 alrededor de la construcción y perímetro cercano a la vía.	Se informara a los vecinos de la fecha e intervalo de tiempo en la que se efectuaran estos tipos de trabajo para omitir malestares por imprevisión.
	Olores	La ejecución del proyecto no generara olores detectables por la sensibilidad humana.	3m alrededor de donde se genere la actividad de dosificación para concreto.	Se utilizara concretera de campana para evitar la propagación de partículas de cemento y cal.

Continuación de la tabla XVII.

	Abastecimiento de agua	La ejecución consumirá y almacenara en buena cantidad agua de utilidad potable, una parte para el consumo humano y otra para la dosificación de concreto.	El abastecimiento de agua para la ejecución se obtendrá por medio del bombeo del agua de escorrentía provocado por nacimiento de agua cercano.	El almacenaje del agua de utilidad constructiva se hará por media de toneles de acero con capacidad para 0.75 m ³ y se colocaran en un área cercana y de pendientes mínimas para evitar el derramamiento de esta.
	Aguas residuales Ordinarias.	Cantidad: 25 Litros por día.	Área dentro del perímetro constructivo del proyecto.	Se dispondrá de un servicio sanitario móvil para evitar la contaminación de la escorrentía superficial.
Agua	Aguas residuales Especiales.	Cantidad: En etapa de fundición se utilizara de 4 a 7 m ³ por día.	Descarga: La descarga se hará dentro del perímetro constructivo.	La utilización de estos volúmenes de agua se hará, en un área preparada para la conformación del concreto, con pendiente cero para evitar el flujo hacia la escorrentía superficial del río.
	Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: La actividad ejecutora del proyecto no generara mezclas de estas dos anteriores aguas.	Descarga: Las descargas de las dos aguas por separados se harán en sus respectivos artefactos de almacenamiento o en el área preparada.	En caso de producir aguas residuales especiales, estas deberán ser tratadas hasta eliminar los contenidos químicos y bacteriológicos hasta los índices mínimos necesarios para la salud humana. Para luego verterla a la cuenca tributaria.
	Agua de lluvia El sistema no está diseñado para la captación de agua de lluvia.	Captación: La proyección del sistema no utilizara agua de lluvia, este utilizara agua transportada.	Descarga: No se generara descarga.	No se prevé un mecanismo o estrategia por la omisión del fenómeno o actividad propuesta.
Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: 10 kg de desechos. En estado de construcción	Área circundante al proyecto 250 m ² aproximadamente.	Se hará una actividad de limpieza al finalizar la actividad constructiva y se dispondrá de recipientes para concentra la mayor cantidad de desechos que puedan generarse.
	Desechos Peligrosos	Cantidad: La ejecución del proyecto no generara ningún tipo de desecho peligroso.	Disposición: No se estima ningún tipo de contaminación por desechos en el área circundante.	No se prevé un mecanismo o estrategia por la omisión del fenómeno o actividad propuesta.
Biodiversidad	Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	Erosión leve, y dispersión de concreto mezclado y sus compuestos.	Área circundante a la construcción.	Extraer los excesos de desperdicios considerablemente elevados y dispersar el demás exceso de concreto en el área para mezclarlo con el suelo orgánico y reducir la impermeabilidad provocada al suelo.
	Modificación del relieve o topografía del área	Se modificaran los niveles de elevación de la vía en el punto de contacto con el elemento contractivo	La topografía se verá modificada únicamente en la sección de vía pública.	Una adecuada compactación y distribución del suelo en exceso para evitar la modificación de la escorrentía superficial.

Continuación de la tabla XVII.

	Flora (árboles, plantas)	No se afectara directamente la flora en la etapa de planificación y ejecución del proyecto.	La ubicación del proyecto no genera ningún tipo de interacción hacia la flora actual en el punto.	No se prevé un mecanismo o estrategia por la omisión del fenómeno o actividad propuesta.
	Fauna (animales)	La fauna será afectada debido al ruido efectuado por la maquinaria en estado de construcción.	Área circundante al proyecto, aproximadamente 400 m ² .	Se utilizara al mínimo la maquinaria automotriz y se compactara el suelo con mecanismos manuales e ser necesario se utilizara otra herramienta.
	Ecosistema	Tránsito de vehículos que provocara el estado de funcionamiento del sistema.	Perímetro paralelo a la vía de acceso y área circundante al proyecto.	Promover la cultura de conservación y mitigación referente al ecosistema.
Visual	Modificación del paisaje	Generación de polvo por el tránsito de vehículos en temporada seca y modificación del paisaje natural del cauce por la construcción.	Perímetro paralelo a la vía de acceso y área circundante al proyecto.	No se prevé un mecanismo o estrategia por la omisión del fenómeno o actividad propuesta.
Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos.	La sociedad observaría un ambiente más transitado por vehículos y en consecuencias al potencial agrícola, se crearían fuentes de trabajo y la actividad económica se elevaría.	Área potencialmente agrícola al este del proyecto.	No se prevé un mecanismo o estrategia por la omisión del fenómeno o actividad propuesta.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

CONCLUSIONES

1. La ejecución del sistema de abastecimiento hidráulico mejorará la calidad de vida, esto en función del potencial que provee el vital líquido en las viviendas, justificando así el beneficio para la aldea Sashico.
2. El sistema hidráulico en la aldea Sashico contendrá una tarifa por conexión de Q.35,00 mensual; monto que cubrirá un 30 por ciento de los costos mensuales del sistema; la cantidad restante (70 %) será cubierta en forma de subsidio por la Municipalidad.
3. La finca Los Cebollines se beneficiará con la ejecución del puente vehicular, facilitando la movilidad personal, el transporte de productos agrícolas y en consecuencia potenciando la generación de empleo.
4. La profundidad de cimentación, para la subestructura (estribos) se estableció a 2 metros bajo la superficie; la capacidad última (110.21 T/m^2) y la distribución granulométrica (grava 16,25 %, arena 82,58 %, finos 1,18 %) aseguran una buena estabilidad a esta profundidad.
5. El riesgo de socavación en los estribos está en función del caudal extremo, el arrastre de sedimento y las secciones de contacto con el flujo. En este caso la sección original del río no se modificará en su área, y el contacto de los elementos no generará turbulencia por el impacto del flujo, debido a su poca área expuesta al flujo.

RECOMENDACIONES

1. El sistema hidráulico de la aldea Sashico, debe ser asistido periódicamente y así mantener las condiciones de funcionamiento asegurando la vida útil prevista. Crear un contrato con el proveedor para brindar mantenimiento durante un período acordado.
2. Hacer observaciones sistemáticas durante el primer año, del sistema hidráulico en la aldea Sashico, tabulando datos de caudales y consumo energético de la bomba, con el propósito de estimar si el consumo predial está siendo excedido (probable uso en riego); de ser así habrá que informar a la población sobre la instalación obligatoria de contadores prediales, explicando las razones de la decisión.
3. Para evitar la acumulación de desechos sólidos alrededor del elemento es necesaria la instalación de rótulos legibles, indicando la prohibición de esta actividad, si esto fuese insuficiente se deberá crear una barrera perimetral con alambre espigado y un solo acceso, alrededor de la cuenca cercana al puente.
4. Durante la época de estiaje (temporada seca anual) debe hacerse la excavación y construcción de la subestructura del puente vehicular.
5. La fundición de los bordillos (acera) del puente vehicular debe realizarse luego de desencofrar las vigas principales (defección libre), esto para evitar agrietamientos en el elemento provocados por la defección permisible de las vigas.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Association of State Highways and Transportation Officials
Standard Specifications for Highways and Bridges. Estados Unidos:
AASHTO 16a. ed. 1996. 412 p.
2. BRAJA M, Das, *Principios de ingeniería de cimentaciones*, Mexico:
Thomson 5a. ed. 2006. 768 p.
3. ECHEVERRÍA SOLÍS, Antonio de Jesús, *Perforación de pozo mecánico
cálculo e instalación del sistema de bombeo, para la aldea Buena
Vista Chinautla*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de
San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 263 p.
4. FUENTES DE LEÓN, Hamilton Manuel, *Diseño del sistema de
abastecimiento de agua potable para la aldea San Sebastián,
municipio de San Marcos, departamento de San Marcos*. Trabajo de
graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala,
Facultad de Ingeniería, 2007. 150 p.
5. NILSON, Arthur H, *Diseño de estructuras de concreto*. Colombia: McGraw
Hill Interamericana, 12a. ed. 2001. 722 p.
6. OCHOA ESPINOZA VALDIVIA, Cristian Andrés, *Diseño de
superestructuras de puentes de hormigón armado. Comparación
entre diseño según norma AASHTO Standard (método ASD) y norma
AASHTO LRFD*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad
Austral de Chile, Facultad de Ingeniería, 2008. 196 p.

ANEXOS

Tabla XVIII. Cálculo hidráulico computacional

No.	TRAMO De A	INFORMACIÓN TOMADA DE PLANOS			DATO DISEÑO			CÁLCULOS PROGRAMA			AJUSTE FINAL			HfL1	Vell1					
		Casa	Longitud (m)	Cálculo	Cterreno Inicial	Cterreno Final	PIEZOMÉTRICA H _{ni}	H _{fin}	Hdisp	Q simul	Q H _{max}	Coef C	Q adoptad			Vel (m/seg)	Hf (m)	Ø1	L1	Tubos L1
1	E-5	E-6	78	20,84	21,88	1097,19	1095,71	1,48	3,24	2,42	150	3,24	1,87	1,82	1,49	2	21,88	3,65	1,08	1,60
	E-6	E-7	78	132,45	139,07	1095,71	1086,97	8,74	3,24	2,42	150	3,24	1,50	1,77	8,81	2	139,07	23,18	6,88	1,60
	E-7	E-8	78	16,71	17,55	1086,97	1093,86	-6,89	3,24	2,42	150	3,24	1,90	1,77	1,11	2	17,55	2,90	0,87	1,60
	E-8	E-9	78	62,62	65,75	1093,86	1084,59	9,27	3,24	2,42	150	3,24	1,61	2,47	9,34	2	65,75	10,96	3,25	1,60
	E-9	E-10	78	175,98	184,78	1084,59	1070,94	13,65	3,24	2,42	150	3,24	1,81	3,88	13,76	2	184,78	30,80	9,15	1,60
	E-10	E-11	78	152,48	160,10	1060,94	1051,74	9,20	3,24	2,42	150	3,24	1,91	1,71	9,27	2	160,10	26,68	7,93	1,60
	E-11	E-12	78	62,23	65,34	1051,74	1044,90	6,84	3,24	2,42	150	3,24	1,71	2,18	6,80	2	65,34	10,89	3,23	1,60
	E-12	E-13	78	56,28	59,09	1044,90	1044,19	0,71	3,24	2,42	150	3,24	2,67	0,90	0,72	3	59,09	9,86	0,41	0,71
2	E-13	E-14 CRP	78	60,69	63,72	1044,19	1043,43	0,76	3,24	2,42	150	3,24	2,67	0,89	0,77	3	63,72	10,62	0,41	0,71
	E-14 CRP	E-15	8	18,82	19,76	1043,43	1039,03	4,40	1,08	0,25	150	1,03	0,95	2,26	4,41	1	19,76	3,29	3,42	2,08
	E-15	E-16	8	39,00	40,95	1039,03	1031,27	7,76	1,08	0,25	150	1,03	0,98	2,12	7,84	1	40,95	6,83	7,00	2,08
3	E-16	E-17	2	27,90	29,30	1031,27	1029,14	2,13	0,50	0,06	150	0,50	0,90	1,20	2,15	1	29,30	4,88	1,32	0,38
	E-17	E-18	2	62,35	65,47	1029,14	1022,60	6,54	0,50	0,06	150	0,50	0,85	1,37	6,62	1	65,47	10,91	2,96	0,98
4	E-18	E-19	6	55,81	58,60	1022,60	1020,19	2,41	0,89	0,19	150	0,89	1,08	0,78	1,09	11/2	58,60	9,77	1,07	0,78
	E-19	E-20	6	211,97	222,57	1020,19	990,07	30,12	0,89	0,19	150	0,89	1,08	1,51	20,33	11/4	222,57	37,09	9,89	1,12
	E-20	E-21 CRP	6	54,24	56,95	990,07	973,77	16,30	0,89	0,19	150	0,89	1,08	1,64	16,36	11/4	56,95	9,49	2,53	1,12
	E-21 CRP	E-22	6	93,57	98,25	973,77	877,39	96,38	0,89	0,19	150	0,89	0,66	4,01	97,37	3/4	98,25	16,37	52,55	3,11
	E-22	E-23	6	63,34	66,51	867,39	861,02	6,37	0,89	0,19	150	0,89	1,07	1,54	6,44	11/4	66,51	11,08	2,96	1,12
5	E-23	E-24	70	52,35	54,97	1043,43	1034,17	9,26	3,07	2,17	150	3,07	1,52	2,62	9,33	2	54,97	9,46	2,46	1,52
	E-24	E-25	70	595,68	625,46	1034,17	1004,43	29,74	3,07	2,17	150	3,07	1,97	1,56	29,97	2	625,46	104,24	28,00	1,52
6	E-25	E-26	23	39,00	40,95	994,43	995,13	-0,70	1,76	0,71	150	1,76	1,97	0,80	0,70	2	40,95	6,83	0,65	0,87
	E-26	E-27	23	71,92	75,52	995,13	992,85	2,28	1,76	0,71	150	1,76	1,75	1,13	2,30	2	75,52	12,59	1,20	0,87
	E-27	E-28	23	57,82	60,71	992,85	989,81	3,04	1,76	0,71	150	1,76	1,58	1,39	3,07	2	60,71	10,12	0,97	0,87
	E-28	E-29	23	59,00	61,95	989,81	990,48	-0,67	1,76	0,71	150	1,76	1,58	1,30	3,13	2	61,95	10,33	0,99	0,87
	E-29	E-30	23	52,69	55,32	990,48	986,64	3,84	1,76	0,71	150	1,76	1,48	1,59	3,87	11/2	55,32	9,22	3,58	1,54
	E-30	E-31	23	44,89	47,13	986,64	981,55	5,09	1,76	0,71	150	1,76	1,63	1,30	2,01	2	47,13	7,86	0,75	0,87
	E-31	E-32	23	176,95	185,80	984,65	981,33	3,32	1,76	0,71	150	1,76	1,95	0,91	3,35	2	185,80	30,97	2,96	0,87
	E-32	E-33	23	76,92	80,77	981,33	983,96	-2,63	1,76	0,71	150	1,76	1,95	0,91	1,46	2	80,77	13,46	1,29	0,87
	E-33	E-34	23	88,87	93,31	983,96	980,52	3,44	1,76	0,71	150	1,76	1,68	1,23	3,47	2	93,31	15,55	1,49	0,87
7	E-34	E-35	2	91,89	96,48	980,52	983,77	-3,25	0,50	0,06	150	0,50	1,68	0,35	0,35	2	96,48	16,08	0,15	0,25
8	E-35	E-36	5	36,99	38,84	983,77	980,12	3,65	0,81	0,16	150	0,81	1,63	0,60	0,40	2	38,84	6,47	0,15	0,40
	E-36	E-37	5	22,20	23,31	980,12	980,02	0,10	0,81	0,16	150	0,81	1,96	0,42	0,30	2	23,31	3,80	0,09	0,40
	E-37	E-38	5	14,78	15,52	980,02	980,11	-0,09	0,81	0,16	150	0,81	1,96	0,42	0,07	2	15,52	2,59	0,06	0,40
	E-38	E-39	5	37,93	39,83	980,11	980,30	-0,19	0,81	0,16	150	0,81	1,96	0,42	0,17	2	39,83	5,64	0,15	0,40
	E-39	E-40	5	28,42	29,84	980,30	979,49	0,81	0,81	0,16	150	0,81	1,33	0,90	0,82	11/2	29,84	4,97	0,46	0,71

Continuación de tabla XVIII.

E-40	E-41	5	20.68	21.71	979.49	978.21	979.49	978.21	979.49	978.21	1.28	0.81	0.16	150	0.81	1.14	1.24	1.29	11/4	21.71	3.62	0.83	1.02
E-41	E-42	5	57.27	60.13	978.17	976.17	978.17	976.17	978.17	976.17	2.04	0.81	0.16	150	0.81	1.27	0.99	2.06	1.1/2	60.13	30.02	0.92	0.71
E-42	E-43	5	37.23	39.09	976.17	975.22	976.17	975.22	976.17	975.22	-3.05	0.81	0.16	150	0.81	1.27	0.99	1.34	1.1/2	39.09	6.52	0.60	0.71
E-43	E-44	5	33.29	34.95	979.22	981.26	979.22	981.26	979.22	981.26	-2.04	0.81	0.16	150	0.81	1.27	0.99	1.20	1.1/2	34.95	5.83	0.54	0.71
E-44	E-45	5	46.81	49.15	981.26	983.67	981.26	983.67	981.26	983.67	-2.41	0.81	0.16	150	0.81	1.27	0.99	1.68	1.1/2	49.15	8.19	0.76	0.71
E-45	E-46	5	44.00	46.20	983.67	983.92	983.67	983.92	983.67	983.92	-0.25	0.81	0.16	150	0.81	1.27	0.99	1.58	1.1/2	46.20	7.70	0.73	0.71
E-46	E-47	9	66.34	69.66	983.67	983.92	983.67	983.92	983.67	983.92	6.53	1.09	0.28	150	1.09	1.16	1.61	6.59	1.1/4	69.66	11.61	4.54	1.38
E-47	E-48	9	75.75	79.54	987.90	983.60	987.90	983.60	987.90	983.60	4.30	1.09	0.28	150	1.09	1.30	1.28	4.34	1.1/2	79.54	13.26	2.14	0.96
E-48	E-49	2	61.92	65.02	983.60	985.99	983.60	985.99	983.60	985.99	-2.39	0.50	0.06	150	0.50	1.30	0.58	0.83	1.1/2	65.02	10.84	0.41	0.44
E-49	E-50	6	45.13	47.39	983.60	974.46	983.60	974.46	983.60	974.46	9.14	0.89	0.19	150	0.89	0.92	2.06	9.23	1	47.39	7.90	6.24	1.75
E-50	E-51	6	79.98	83.98	974.46	958.67	974.46	958.67	974.46	958.67	5.79	0.89	0.19	150	0.89	1.14	1.35	5.85	1.1/4	83.98	14.00	3.73	1.12
E-51	E-52	6	57.29	60.15	958.67	952.44	958.67	952.44	958.67	952.44	6.23	0.89	0.19	150	0.89	1.05	1.59	6.29	1.1/4	60.15	10.03	2.67	1.12
E-52	E-53	37	147.79	155.18	994.43	999.78	994.43	999.78	994.43	999.78	-5.35	2.23	1.15	150	2.23	1.97	1.13	4.11	2	155.18	25.86	3.84	1.10
E-53	E-54	37	44.24	46.45	999.78	1005.90	999.78	1005.90	999.78	1005.90	-6.12	2.23	1.15	150	2.23	1.97	1.13	1.13	2	46.45	7.74	1.15	1.10
E-54	E-55	37	25.71	27.00	1005.90	1003.50	1005.90	1003.50	1005.90	1003.50	2.40	2.23	1.15	150	2.23	1.54	1.87	2.42	2	27.00	4.50	0.67	1.10
E-55	E-56	37	87.71	92.10	1003.50	989.16	1003.50	989.16	1003.50	989.16	4.34	2.23	1.15	150	2.23	1.75	1.44	4.38	2	92.10	15.35	2.28	1.10
E-56	E-57	37	27.31	28.68	989.16	982.48	989.16	982.48	989.16	982.48	6.68	2.23	1.15	150	2.23	1.26	2.77	6.74	1.1/2	28.68	4.78	2.88	1.96
E-57	E-58	37	36.48	38.90	982.48	967.54	982.48	967.54	982.48	967.54	4.94	2.23	1.15	150	2.23	1.42	2.17	4.98	1.1/2	38.90	6.38	3.85	1.96
E-58	E-59	37	78.25	82.16	967.54	940.00	967.54	940.00	967.54	940.00	17.54	2.23	1.15	150	2.23	1.28	2.67	17.69	1.1/2	82.16	13.69	8.26	1.96
E-59	E-60	37	55.92	58.72	940.00	942.24	940.00	942.24	940.00	942.24	-2.24	2.23	1.15	150	2.23	1.28	2.67	12.64	1.1/2	58.72	9.79	5.91	1.96
E-60	E-61	37	23.58	24.76	942.24	945.73	942.24	945.73	942.24	945.73	-3.49	2.23	1.15	150	2.23	1.28	2.67	5.33	1.1/2	24.76	4.13	2.49	1.96
E-61	E-62	37	37.36	39.23	945.73	937.95	945.73	937.95	945.73	937.95	7.78	2.23	1.15	150	2.23	1.30	2.59	7.85	1.1/2	39.23	6.54	3.95	1.96
E-62	E-63	37	6.50	6.83	937.95	934.94	937.95	934.94	937.95	934.94	3.01	2.23	1.15	150	2.23	1.11	3.60	3.04	1.1/4	6.83	1.14	1.67	2.82
E-63	E-64	37	15.38	16.15	934.94	932.55	934.94	932.55	934.94	932.55	2.39	2.23	1.15	150	2.23	1.38	2.30	2.41	1.1/2	16.15	2.69	1.62	1.96
E-64	E-65	37	78.99	82.94	932.55	927.38	932.55	927.38	932.55	927.38	5.17	2.23	1.15	150	2.23	1.65	1.61	5.21	2	82.94	13.82	2.05	1.10
E-65	E-66	37	88.92	93.37	927.38	924.81	927.38	924.81	927.38	924.81	2.57	2.23	1.15	150	2.23	1.95	1.15	2.59	2	93.37	15.56	2.31	1.10
E-66	E-67	37	129.41	135.88	924.81	933.38	924.81	933.38	924.81	933.38	-8.57	2.23	1.15	150	2.23	1.95	1.15	3.77	2	135.88	22.65	3.37	1.10
E-67	E-68	4	51.82	54.41	933.38	930.51	933.38	930.51	933.38	930.51	2.87	0.72	0.12	150	0.72	1.11	1.15	2.90	1.1/4	54.41	9.07	1.64	0.91
E-68	E-69	17	41.00	43.05	933.38	933.56	933.38	933.56	933.38	933.56	-0.18	1.51	0.53	150	1.51	1.95	0.78	0.58	2	43.05	7.18	0.52	0.74
E-69	E-70	17	31.00	32.55	933.56	933.79	933.56	933.79	933.56	933.79	-0.23	1.51	0.53	150	1.51	1.95	0.78	0.44	2	32.55	5.43	0.39	0.74
E-70	E-71	17	62.56	65.69	933.79	928.67	933.79	928.67	933.79	928.67	5.12	1.51	0.53	150	1.51	1.36	1.61	5.17	1.1/2	65.69	10.95	3.20	1.32
E-71	E-72	17	48.37	50.79	928.67	922.36	928.67	922.36	928.67	922.36	6.31	1.51	0.53	150	1.51	1.24	1.95	6.37	1.1/4	50.79	8.46	6.02	1.90
E-72	E-73	17	62.85	65.99	922.36	905.80	922.36	905.80	922.36	905.80	6.56	1.51	0.53	150	1.51	1.29	1.78	6.62	1.1/2	65.99	11.00	3.22	1.32
E-73	E-74	17	152.99	160.64	905.80	906.42	905.80	906.42	905.80	906.42	-0.62	1.51	0.53	150	1.51	1.29	1.78	16.12	1.1/2	160.64	26.77	7.83	1.32
E-74	E-75	5	25.00	26.25	906.42	906.78	906.42	906.78	906.42	906.78	-0.36	0.81	0.16	150	0.81	1.29	0.95	0.83	1.1/2	26.25	4.38	0.40	0.71
E-75	E-76	5	63.68	66.86	906.78	911.43	906.78	911.43	906.78	911.43	-4.65	0.81	0.16	150	0.81	1.29	0.95	2.12	1.1/2	66.86	11.14	1.03	0.71
E-76	E-77	5	45.92	48.22	911.43	913.54	911.43	913.54	911.43	913.54	-2.11	0.81	0.16	150	0.81	1.29	0.95	1.53	1.1/2	48.22	8.04	0.74	0.71
E-77	E-78	7	143.69	150.87	906.42	912.49	906.42	912.49	906.42	912.49	-6.07	0.96	0.22	150	0.96	1.29	1.13	6.57	1.1/2	150.87	25.15	3.19	0.84
E-78	E-79	7	27.32	28.69	912.49	918.22	912.49	918.22	912.49	918.22	5.73	0.96	0.22	150	0.96	1.29	1.13	1.25	1.1/2	28.69	4.78	0.61	0.84
E-79	E-80	7	29.90	31.40	918.22	920.41	918.22	920.41	918.22	920.41	-2.49	0.96	0.22	150	0.96	1.29	1.13	1.37	1.1/2	31.40	5.23	0.66	0.84
E-80	E-81	7	47.97	50.37	920.41	921.45	920.41	921.45	920.41	921.45	-1.04	0.96	0.22	150	0.96	1.29	1.13	2.19	1.1/2	50.37	8.39	1.07	0.84
E-81	E-82	7	41.00	43.05	921.45	921.74	921.45	921.74	921.45	921.74	-0.29	0.96	0.22	150	0.96	1.29	1.13	1.88	1.1/2	43.05	7.18	0.91	0.84
E-82	E-83	7	31.72	33.31	921.74	919.00	921.74	919.00	921.74	919.00	2.74	0.96	0.22	150	0.96	1.13	1.48	2.77	1.1/4	33.31	5.55	1.71	1.21
E-83	E-84	7	39.22	41.18	919.01	910.60	919.01	910.60	919.01	910.60	8.41	0.96	0.22	150	0.96	0.94	2.15	8.50	1	41.18	6.86	6.28	1.90

Fuente: elaboración propia.



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



Nº 19936

O.T. No. 29 706 ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO INF. No. 24 772

INTERESADO: JOSÉ RODRIGO ORELLANA GUERRA (carné 2006 14947)	PROYECTO: EPS: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SASHICO MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA"
RECOLECTADA POR: <u>José Rodrigo Orellana Guerra</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Aldea Sashico</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2012-04-10; 14 h 30 min.</u>
FUENTE: <u>Pozo Hidráulico</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2012-04-11; 08 h 50 min.</u>
MUNICIPIO: <u>Jalapa</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO: <u>Jalapa</u>	

RESULTADOS					
1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Lig. a materia orgánica</u>	7. TEMPERATURA: <u>...° C</u> (En el momento de recolección)			
2. COLOR: <u>01.00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>62.50 µmhos/cm</u>			
3. TURBIEDAD: <u>01.60 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>05,50 unidades</u>				
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,01	6. CLORUROS (Cl ⁻)	11,00	11. SOLIDOS TOTALES	58,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,004	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,33	12. SOLIDOS VOLÁTILES	09,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	01,10	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	01,00	13. SOLIDOS FIJOS	49,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,007	10. DUREZA TOTAL	20,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	33,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	20,00	20,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de la vista físico: OLOR ligero a materia orgánica. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) ácido. El agua es Blanda. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29 001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21ST EDITION 2 005. NORMAS COGUANOR 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUSERVIVABAS) GUATEMALA.

Guatemala, 2012-05-03



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



Vo.Bo. Inga. Telma Mariela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>



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



Nº 19937

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 29706		INF. No. A – 313 195	
INTERESADO	<u>JORGE RODRIGO ORELLANA GUERRA</u> (Carné 2006 14947)	PROYECTO:	EPS: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SASHICO MUNICIPIO DE JALAPA, JALAPA"
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERIA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	ALDEA SASHICO	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2012-04-10; 14 h 30 min.
FUENTE:	Pozo Hidráulico	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2012-04-11; 08 h 50 min.
MUNICIPIO:	Jalapa	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeración
DEPARTAMENTO:	Jalapa		
SABOR:	-----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	No hay
ASPECTO:	Claro	CLORO RESIDUAL	-----
OLOR:	Lig. a materia orgánica		
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE. Según norma COGUANOR NGO 29 001.			
Guatemala, 2012-05-03			
Vo.Bo.	 Inga. Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC	 Zenón Mich Canios Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	 LABORATORIO UNIFICADO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA "DRA. ALBA TABARINI MOLINA" - USAC - GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA –USAC–
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

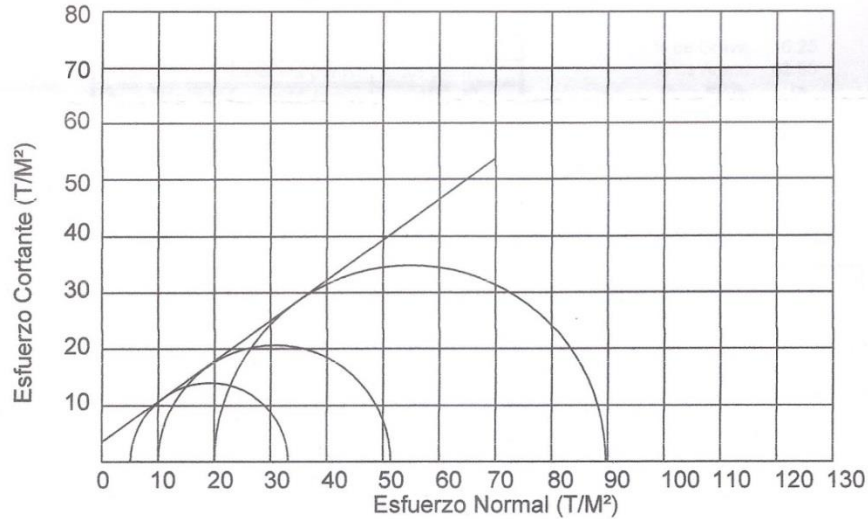


ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 0193 S.S. O.T.: 29,809

INTERESADO: José Rodrigo Orellana Guerra
PROYECTO: EPS- Diseño de Puente vehicular para la Finca los Cebollines
Ubicación: Jalapa, Jalapa
Fecha: 01 de Junio del 2012

pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 35.63$	COHESIÓN: $C_u = 3.54 \text{ T/m}^2$
---	--------------------------------------

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
DESCRIPCION DEL SUELO: Arena limosa con partículas de grava color café
DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q (T/m ²)	28.22	45.35	69.64
PRESION INTERSTICIAL u (T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA E_r (%)	1.0	2.5	3.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.41	1.41	1.41
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.85	1.85	1.85
HUMEDAD (%H)	24.0	24.0	24.0

Vo. Bo.

Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
DIRECTORA a.i. CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





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



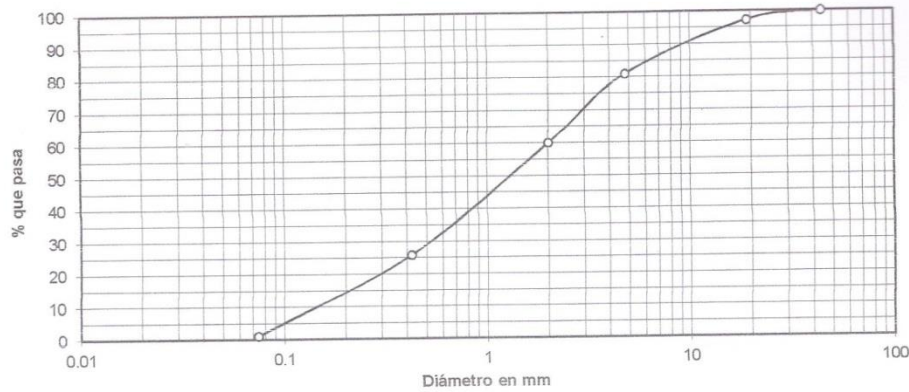
INFORME No.: 0194 S.S.

O.T.: 29,809

Interesado: José Rodrigo Orellana Guerra
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices.
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27,
 Proyecto: EPS- Diseño de Puente vehicular para la Finca los Cebollines
 Fecha: 11 de junio del 2012

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	44.1	100.00
3/4"	19.00	97.23
4	4.76	80.98
10	2.00	60.10
40	0.42	25.86
200	0.074	1.18

% de Grava: 16.25
 % de Arena: 82.58
 % de Finos: 1.18



Descripción del suelo: Arena limosa con partículas de grava color café
 Clasificación: S.C.U.: SW P.R.A.: A-1-b

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Vo. Bo.: *[Firma]* Atentamente,
 Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
 DIRECTORA a.i. CII/USAC

[Firma]
 Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos





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



INFORME No. 0195 S. S O.T.: 29,809

Interesado: José Rodrigo Orellana Guerra
Proyecto: EPS- Diseño de Puente vehicular para la Finca los Cebollines

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Jalapa, Jalapa

FECHA: 11 de junio del 2012

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	16.3	6.1	SW	Arena Limosa con particulas de grava color café

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

Observaciones:
Muestra tomada por el interesado.

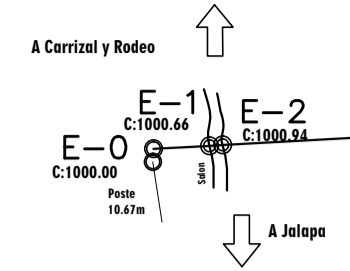
Atentamente,

Vo. Bo.

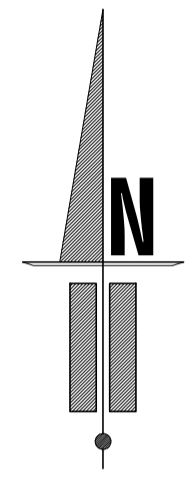
[Firma]
Inga. Dilma Yansel Mejicanos Jol
DIRECTORA a.i. CII/USAC

[Firma]
Ing. Omar Enrique Megriano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
0	1	86°51'6"	25.99
1	2	86°51'6"	6
2	3	86°51'6"	110.46
3	4	100°7'30"	58.33
4	5	105°39'30"	305.11



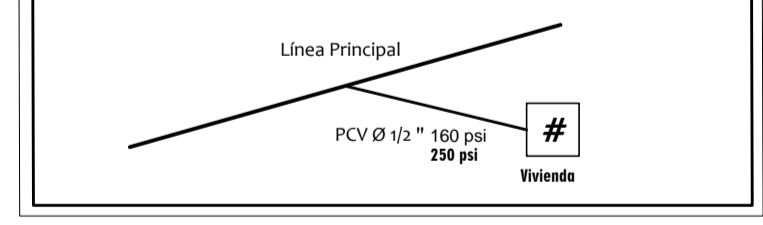
Legenda

	Indicador de Estación
	Indicador de Válvula
	Caja Rompe Presión
	Vivienda
	Salón Comunal
	Iglesia
	Destino de Vía
	T. Almacenamiento y/o Distribución
	Vía pavimentada
	Vía de trastería

La calidad del agua se verificara por medio de la norma: COGUANOR NGO 29 001

El diseño hidráulico del sistema se refiere para su elaboración a las normas nacionales: INFOM - UNEPAR 1997

- La conexión domiciliar se extenderá de la línea principal hacia vivienda con tubería: Ø 1/2 Pulgada.
- El detalle de conexión se mostrara en las correspondientes plantas (planos continuos).



PLANTA GENERAL

SIN ESCALA

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
5	6	105°43'18"	20.84
6	7	106°21'12"	132.45
7	8	32°21'12"	16.71
8	9	27°38'30"	62.62
9	10	121°48'6"	175.98
10	11	119°51'30"	152.48
11	12	97°15'48"	62.23
12	13	139°41'23"	56.2792
13	14	145°7'3"	60.6689

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
14	15	240°27'45"	18.8198
15	16	216°37'55"	305.144

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
16	17	248°7'18"	27.9
17	18	246°52'6"	62.35

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
16	19	195°24'12"	55.61
19	20	182°2'24"	211.97
20	21	187°58'24"	54.24
21	22	182°10'54"	93.57
22	23	179°42'30"	63.34

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
48	49	207°55'6"	61.92

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
25	53	268°43'48"	147.79
53	54	270°22'24"	44.24
54	55	276°32'48"	25.71
55	56	252°4'48"	87.71
56	57	255°0'42"	27.31
57	58	252°42'12"	36.48
58	59	223°16'36"	78.25
59	60	202°57'48"	55.92
60	61	233°15'0"	23.58
61	62	217°15'36"	37.36
62	63	166°3'54"	6.5
63	64	150°14'44"	15.3824
64	65	166°38'41"	78.9922
65	66	154°3'36"	88.92
66	67	196°35'30"	129.41

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
67	69	120°32'48"	241
69	70	119°29'24"	31.003
70	71	125°58'42"	62.56
71	72	111°31'18"	48.37
72	73	125°46'24"	62.85
73	74	131°31'12"	152.99

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
67	68	211°10'36"	51.82

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
74	78	38°54'0"	143.8992
78	79	35°52'30"	27.32
79	80	339°39'27"	29.896
80	81	350°40'8"	47.9697
81	82	318°29'36"	41
82	83	311°23'18"	31.72
83	84	298°29'48"	39.22

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
74	75	215°41'54"	25
75	76	230°45'30"	63.68
76	77	242°0'42"	45.92

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
34	36	311°45'0"	36.99
36	37	321°24'35"	22.197
37	38	336°10'54"	14.7854
38	39	345°56'42"	37.9294
39	40	357°54'52"	28.4147
40	41	2°27'22"	20.6818
41	42	9°22'22"	57.2743
42	43	11°54'40"	37.2279
43	44	12°42'55"	33.2899
44	45	23°22'7"	46.8061
45	46	44°41'38"	44

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
34	35	121°53'54"	91.89

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
25	26	51°2'6"	39
26	27	49°58'48"	71.92
27	28	33°18'42"	57.82
28	29	27°23'30"	59
29	30	33°21'6"	52.69
30	31	67°26'24"	44.89
31	32	38°46'6"	176.95
32	33	34°29'0"	76.92
33	34	25°52'48"	88.87

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
25	47	204°46'42"	66.34
47	48	181°51'12"	75.75

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
48	50	128°31'42"	45.13
50	51	114°43'6"	79.98
51	52	91°42'24"	57.29

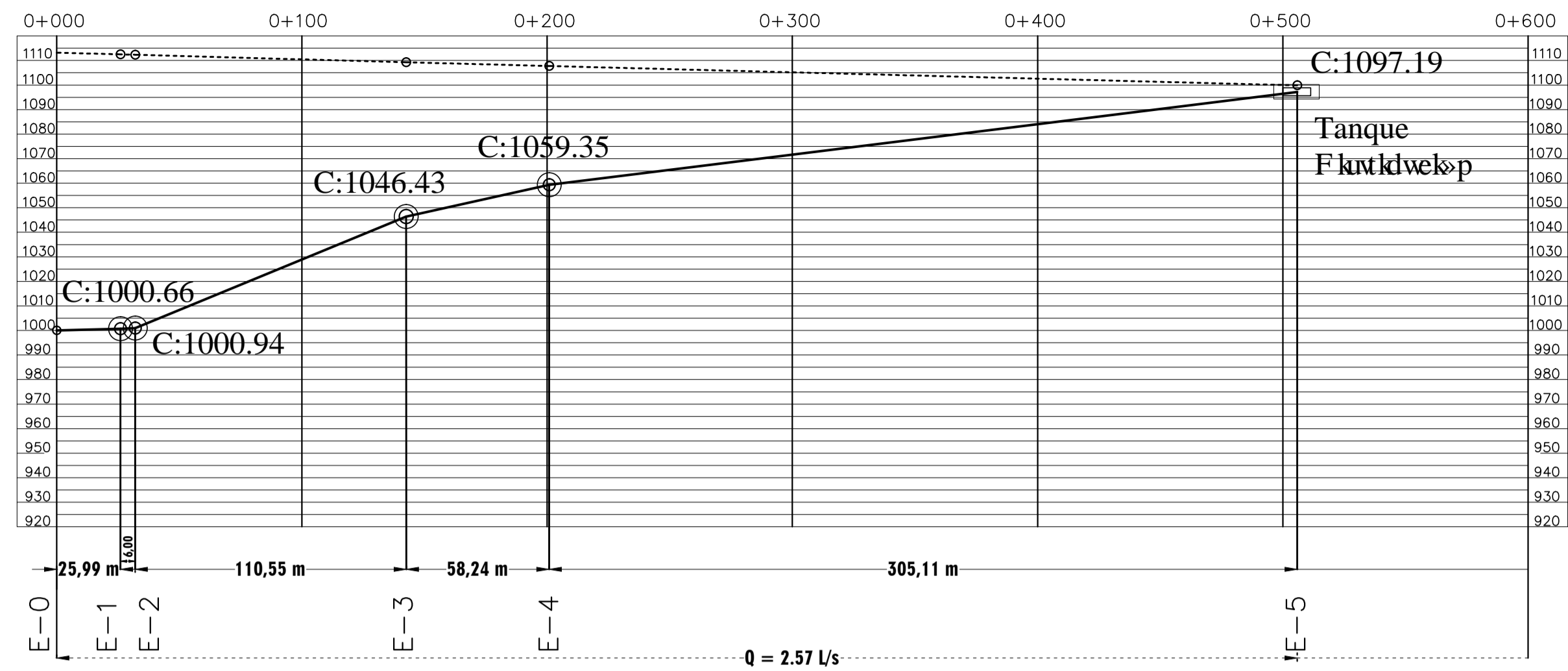
USAC TRICENTENARIA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE JALAPA JALAPA Fecha: ABRIL DE 2,013

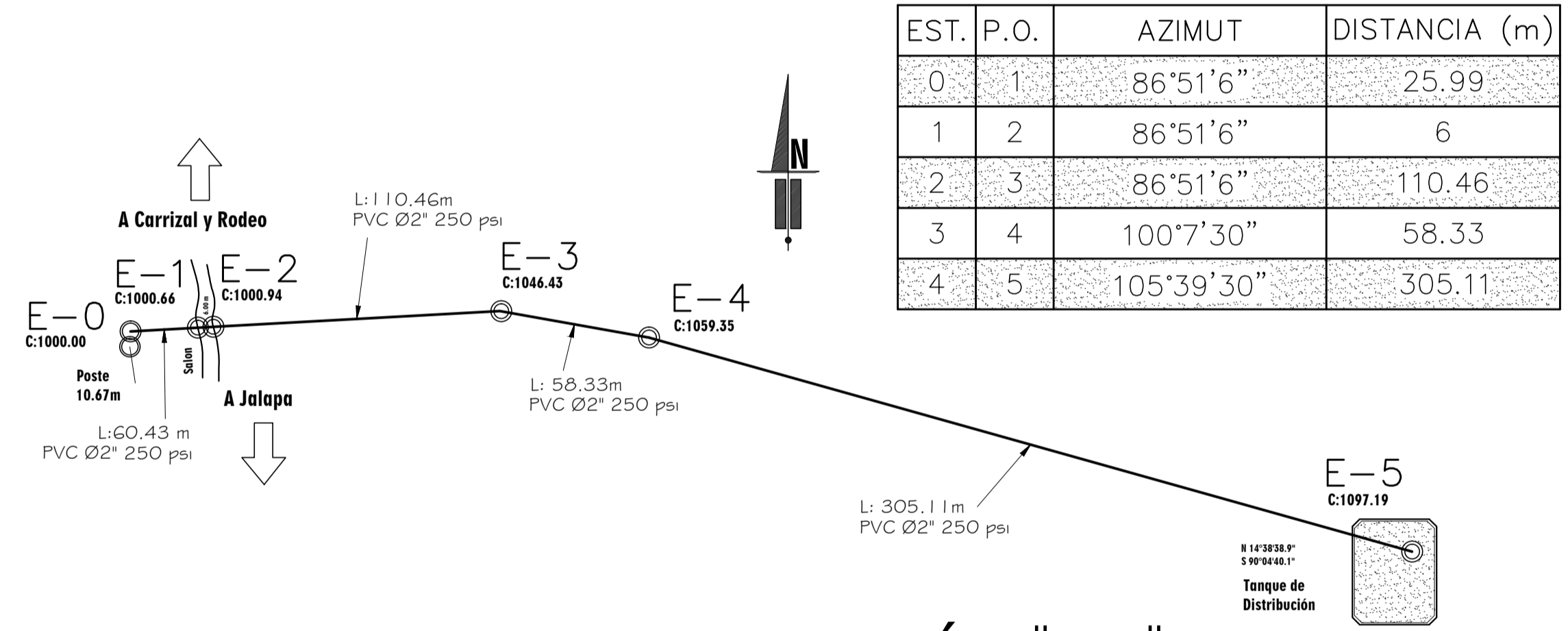
Proyecto: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA SASHICO

Contenido: PLANTA GENERAL Escala: INDICADA

Coculó, Diseño y Dibujo: f. José Rodrigo Orellana Guerra EFESISTA f. Ing. Manuel Alfredo Arriaga Ochoaeta Asesor de E.P.S. Hoja: 1/9

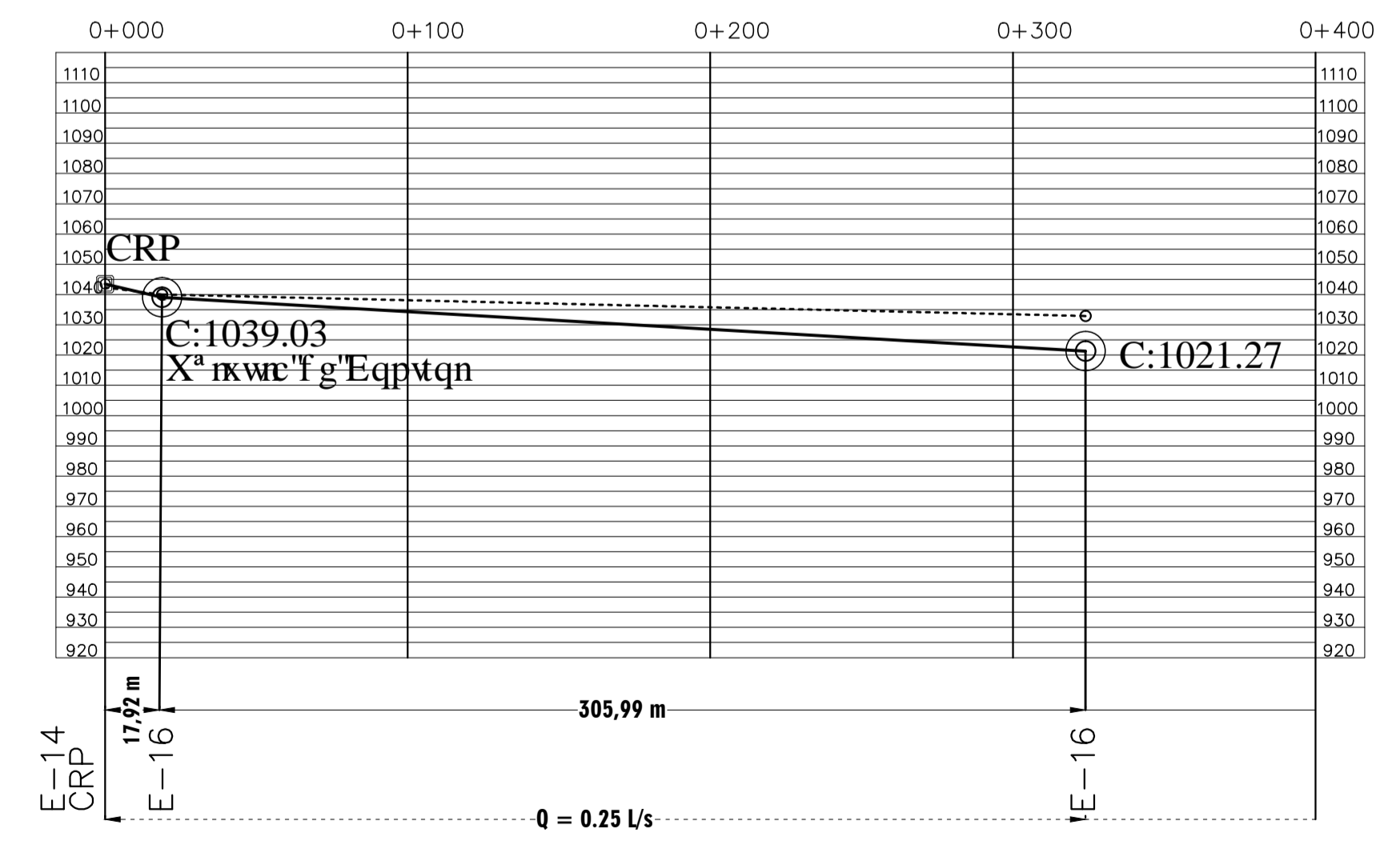


PERFIL DE CONDUCCIÓN "01"
ESCALA 1:2000

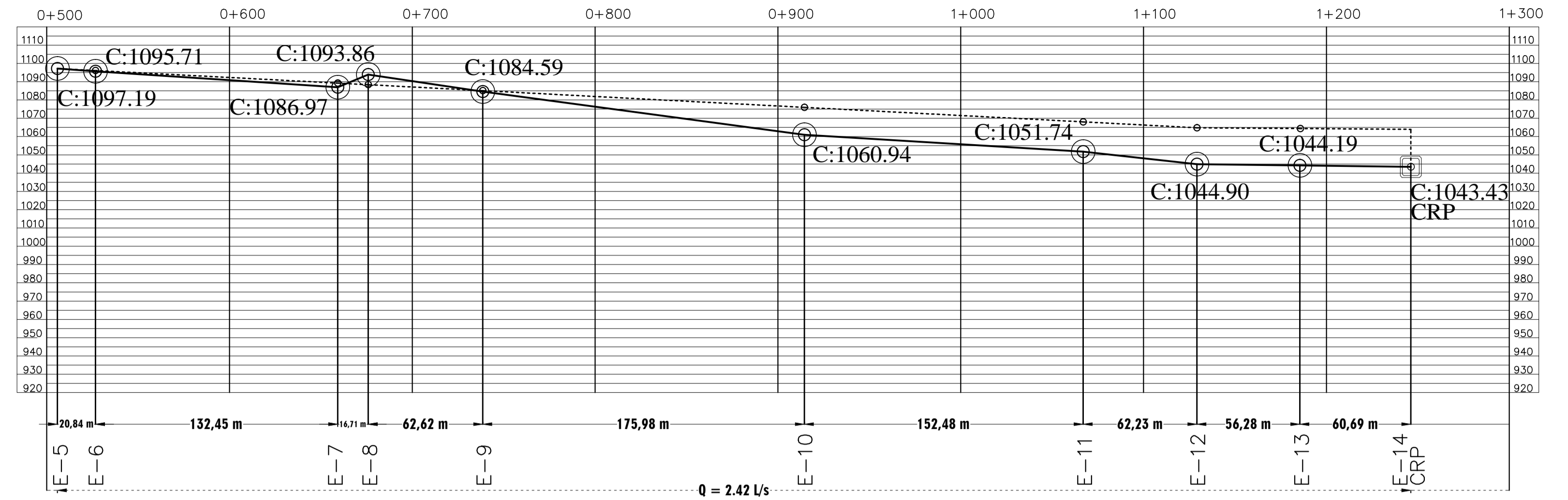


EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
0	1	86°51'6"	25.99
1	2	86°51'6"	6
2	3	86°51'6"	110.46
3	4	100°7'30"	58.33
4	5	105°39'30"	305.11

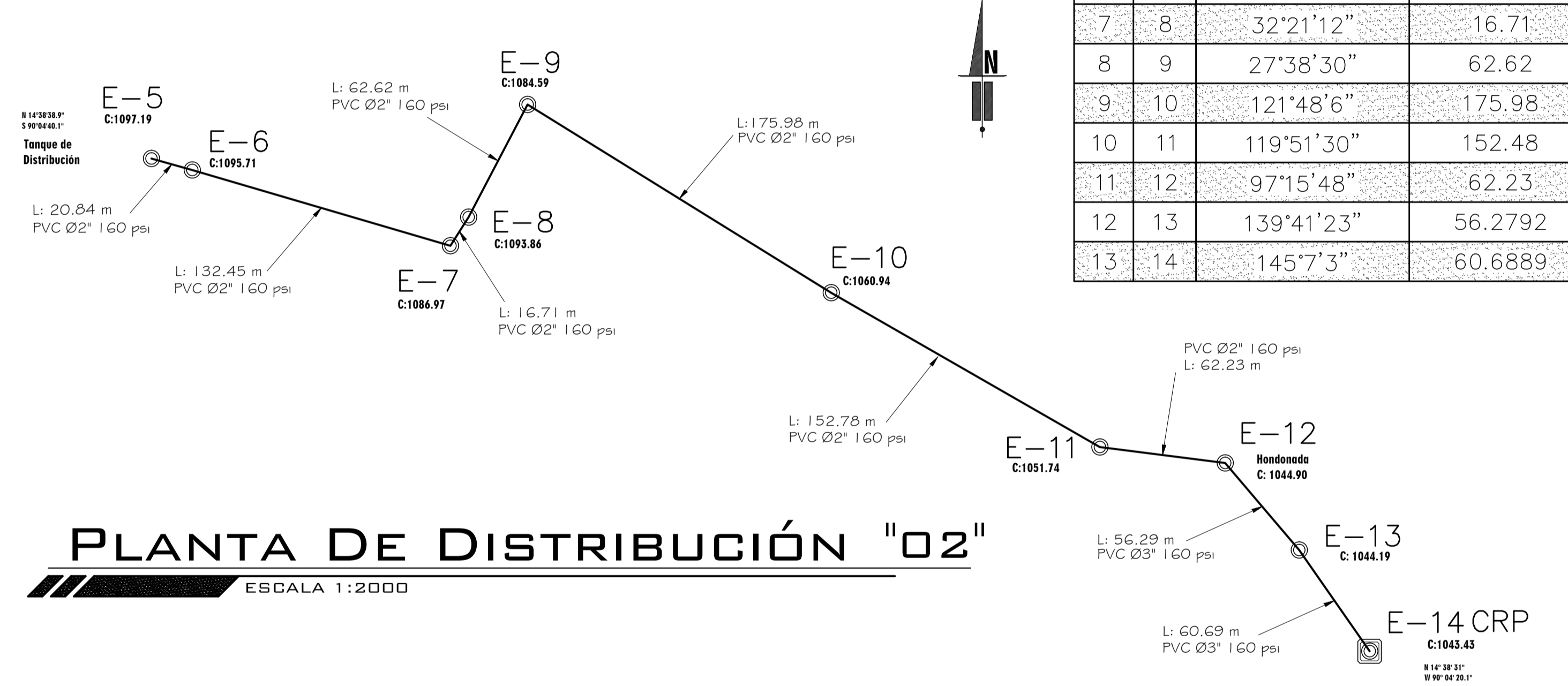
PLANTA DE CONDUCCIÓN "01"
ESCALA 1:2000



PERFIL DE DISTRIBUCIÓN "03"
ESCALA 1:2000

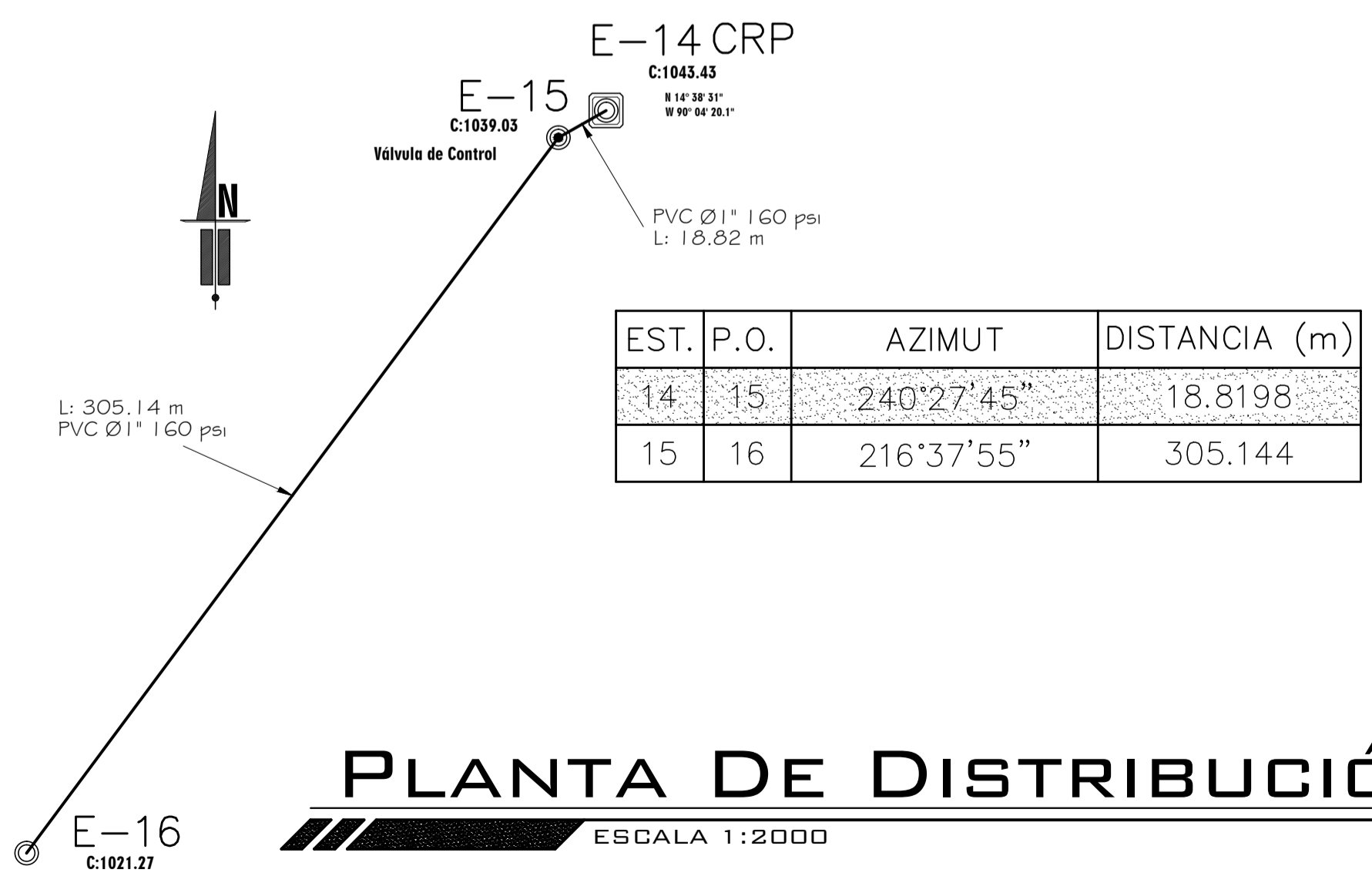


PERFIL DE DISTRIBUCIÓN "02"
ESCALA 1:2000



EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
5	6	105°43'18"	20.84
6	7	106°21'12"	132.45
7	8	32°21'12"	16.71
8	9	27°38'30"	62.62
9	10	121°48'6"	175.98
10	11	119°51'30"	152.48
11	12	97°15'48"	62.23
12	13	139°41'23"	56.2792
13	14	145°7'3"	60.6889

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN "02"
ESCALA 1:2000



EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
14	15	240°27'45"	18.8198
15	16	216°37'55"	305.144

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN "03"
ESCALA 1:2000

USAC TRIDENTENARIA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE JALAPA JALAPA

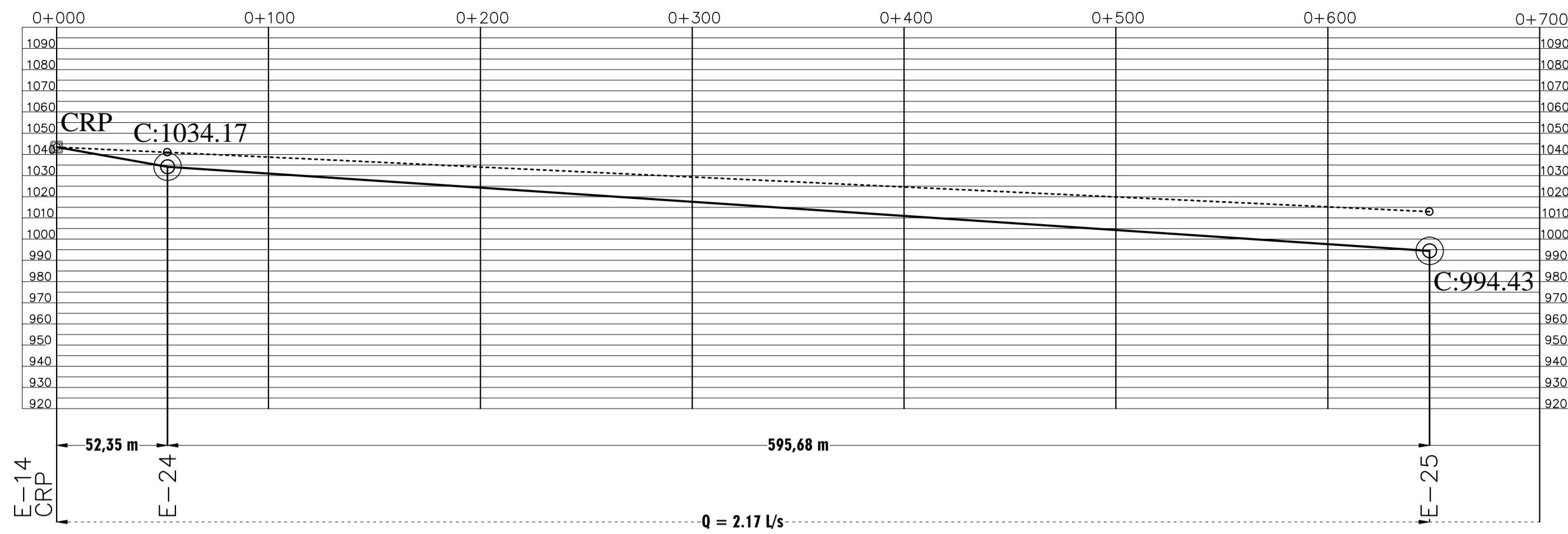
Fecha: ABRIL DE 2,013

Proyecto: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA SASHICO

Contenido: PERFIL Y PLANTA SECCIONADA Escala: INDICADA

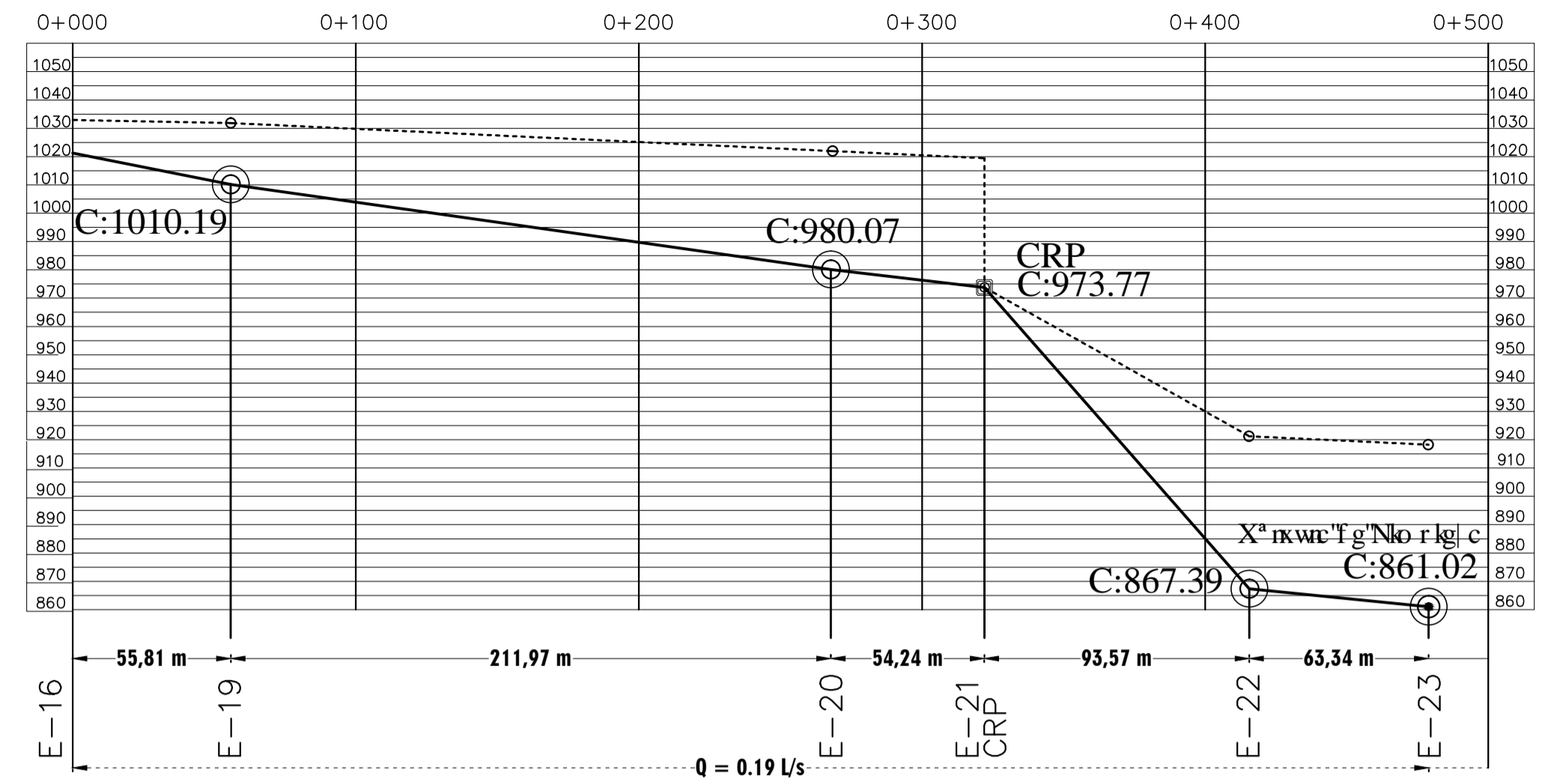
Coculó, Diseño y Dibujo: José Rodrigo Orellana Guerra EFESISTA

Hoja: 2/9



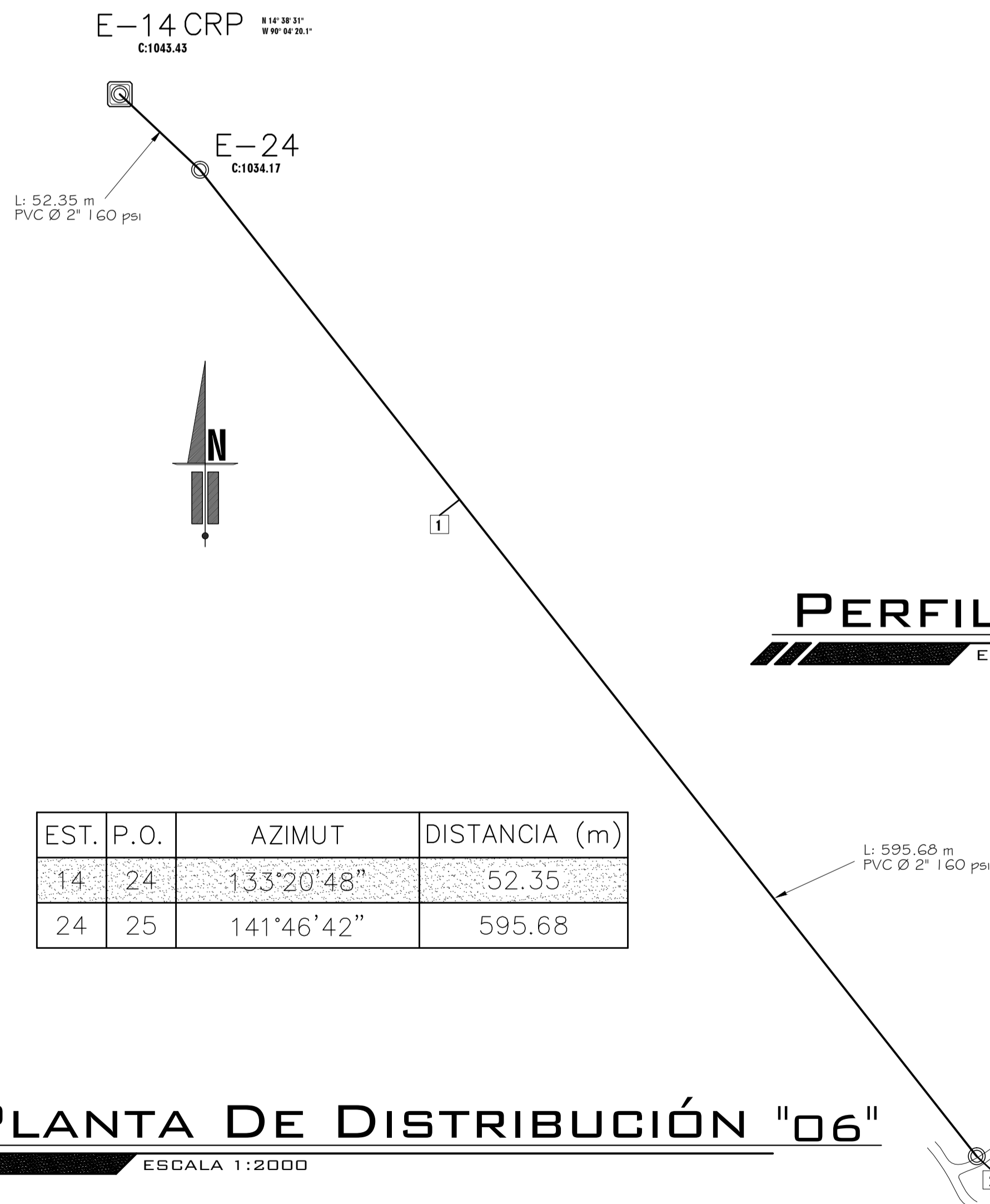
PERFIL DE DISTRIBUCIÓN "06"

ESCALA 1:2000



PERFIL DE DISTRIBUCIÓN "05"

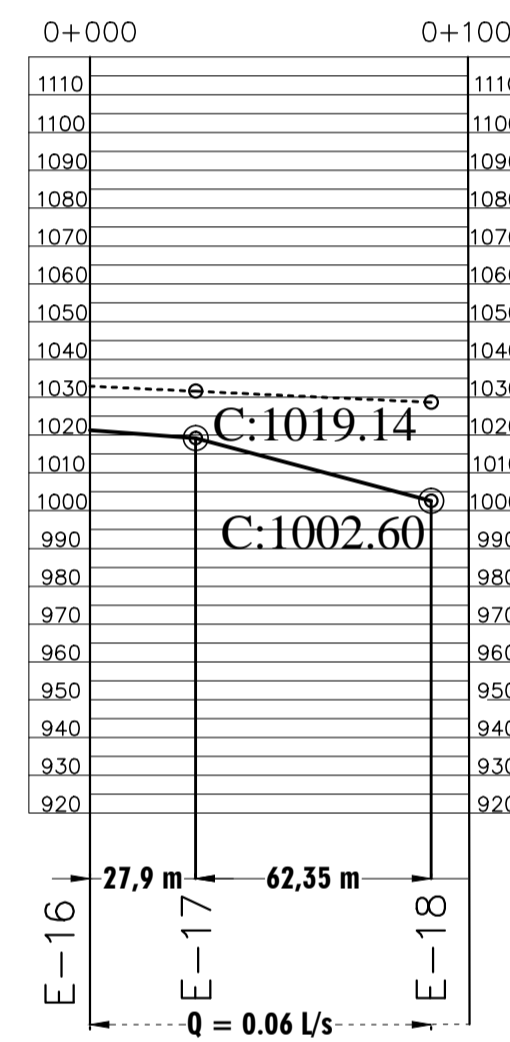
ESCALA 1:2000



EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
14	24	133°20'48"	52.35
24	25	141°46'42"	595.68

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN "06"

ESCALA 1:2000



PERFIL DE DISTRIBUCIÓN "04"

ESCALA 1:2000

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
16	17	248°7'18"	27.9
17	18	246°52'6"	62.35

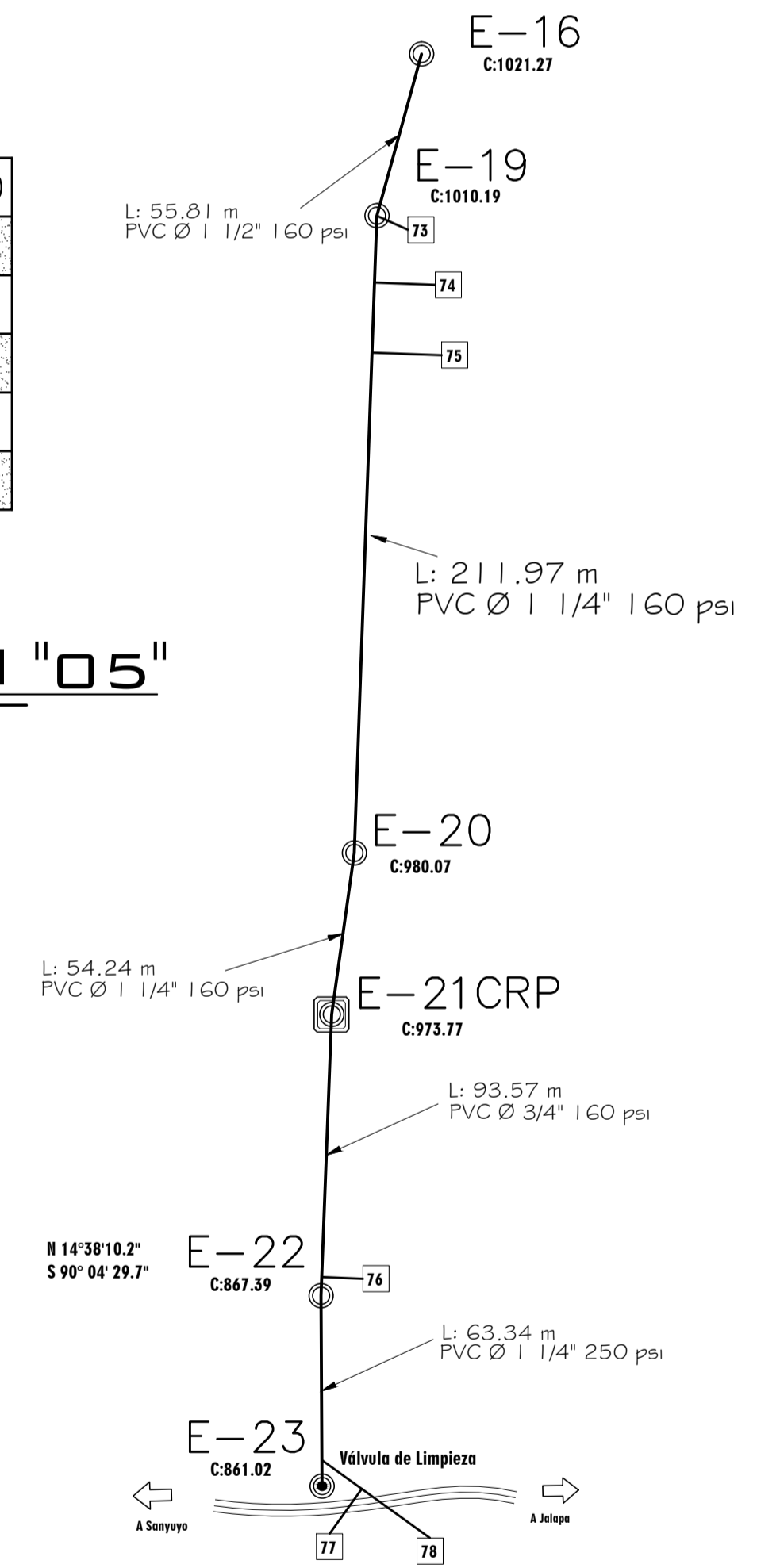
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN "04"

ESCALA 1:2000

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
16	19	195°24'12"	55.81
19	20	182°2'24"	211.97
20	21	187°58'24"	54.24
21	22	182°10'54"	93.57
22	23	179°42'30"	63.34

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN "05"

ESCALA 1:2000



USAC TRIDENTENARIA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE JALAPA
 JALAPA

Fecha:
 ABRIL DE 2,013

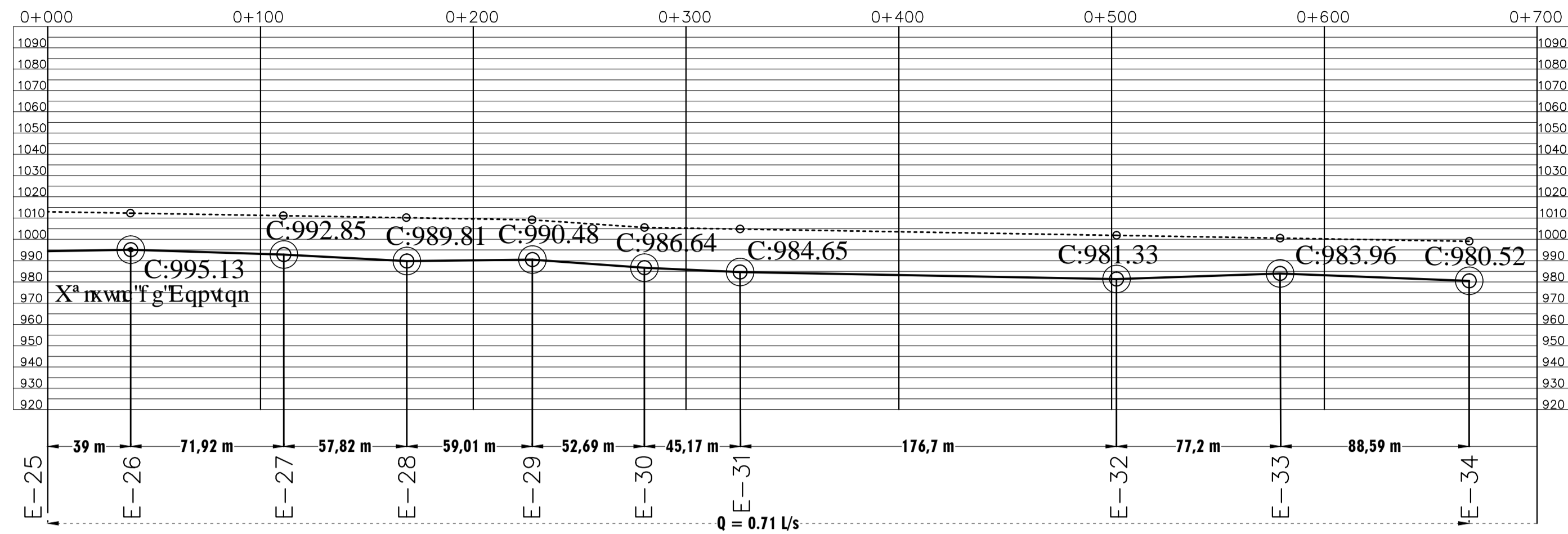
Proyecto:
 SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA SASHICO

Contenido:
 PERFIL Y PLANTA SECCIONADA

Escala:
 INDICADA

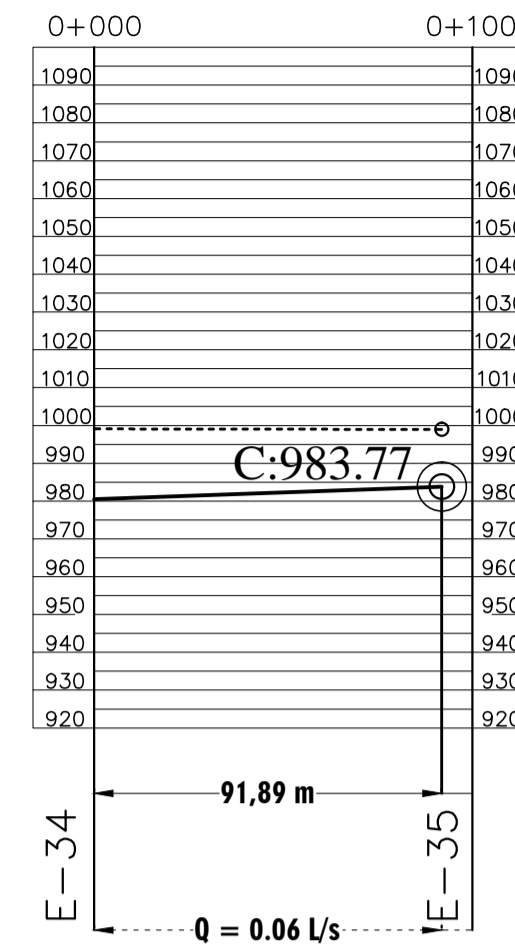
Coculó, Diseño y Dibujo:
 Ing. José Rodrigo Orellana Guerra
 EFESISTA

Hoja:
 3/9



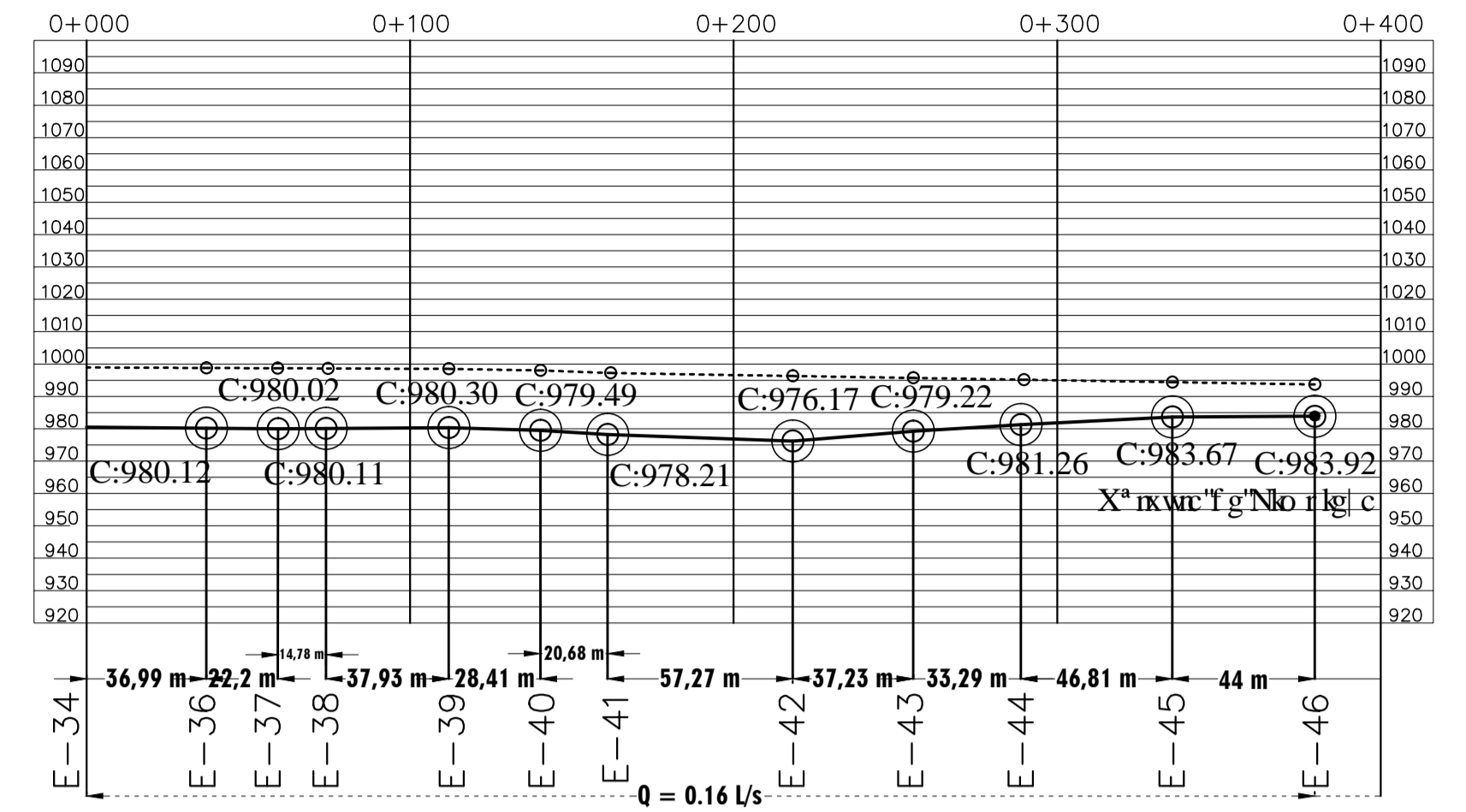
PERFIL DE DISTRIBUCIÓN "07"

ESCALA 1:2000



PERFIL DE DISTRIBUCIÓN "08"

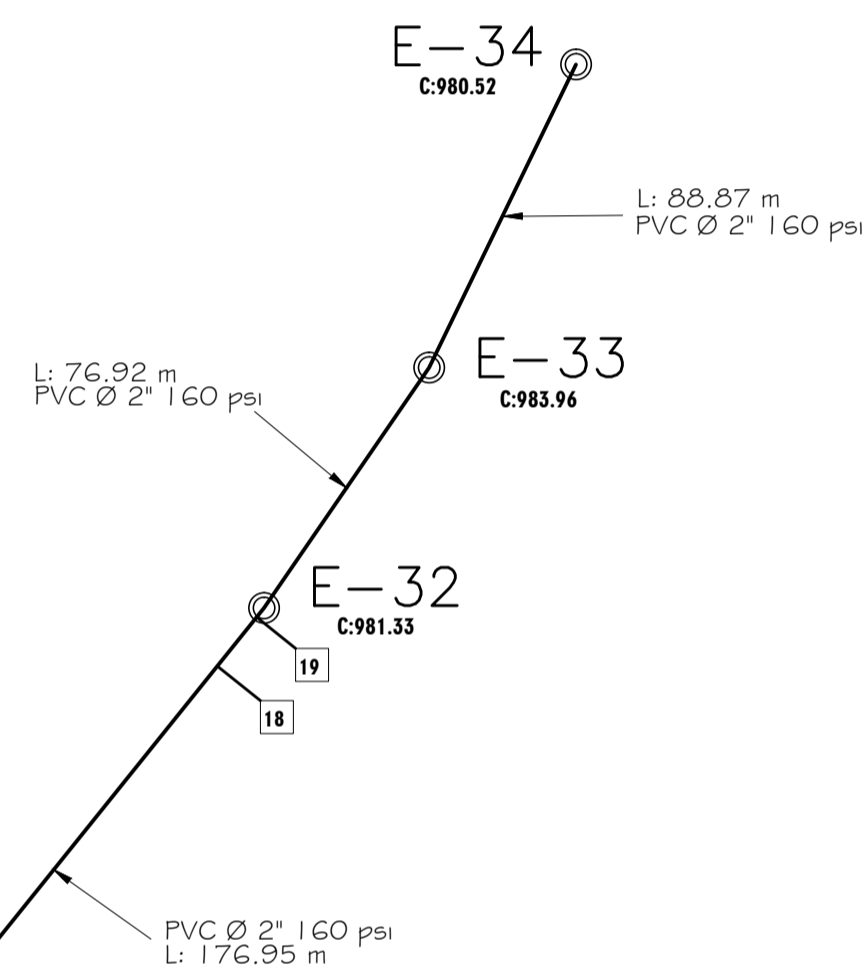
ESCALA 1:2000



PERFIL DE DISTRIBUCIÓN "09"

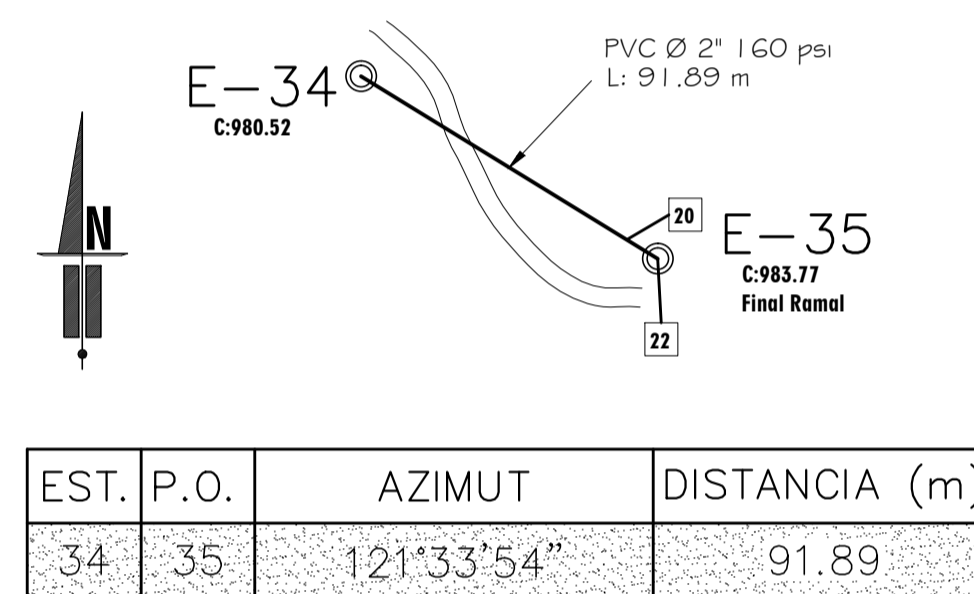
ESCALA 1:2000

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
25	26	51°2'6"	39
26	27	49°58'48"	71.92
27	28	33°18'42"	57.82
28	29	27°23'30"	59
29	30	33°21'6"	52.69
30	31	67°26'24"	44.89
31	32	38°46'6"	176.95
32	33	34°29'0"	76.92
33	34	25°52'48"	88.87



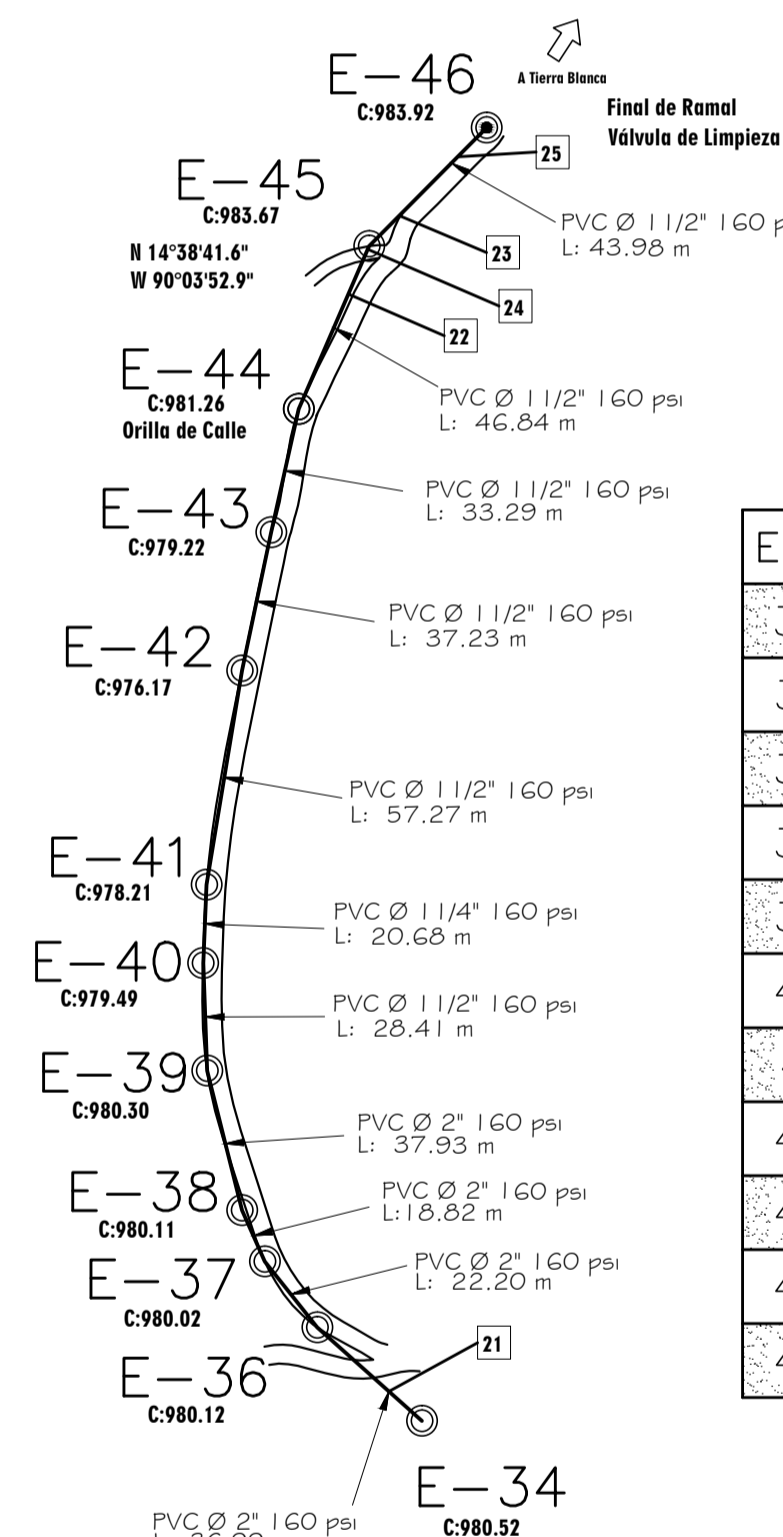
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN "07"

ESCALA 1:2000



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN "08"

ESCALA 1:2000



EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
34	36	311°45'0"	36.99
36	37	321°24'35"	22.197
37	38	336°10'54"	14.7854
38	39	345°56'42"	37.9294
39	40	357°54'52"	28.4147
40	41	2°27'22"	20.6818
41	42	9°22'22"	57.2743
42	43	11°54'40"	37.2279
43	44	12°42'55"	33.2899
44	45	23°22'7"	46.8061
45	46	44°41'38"	44

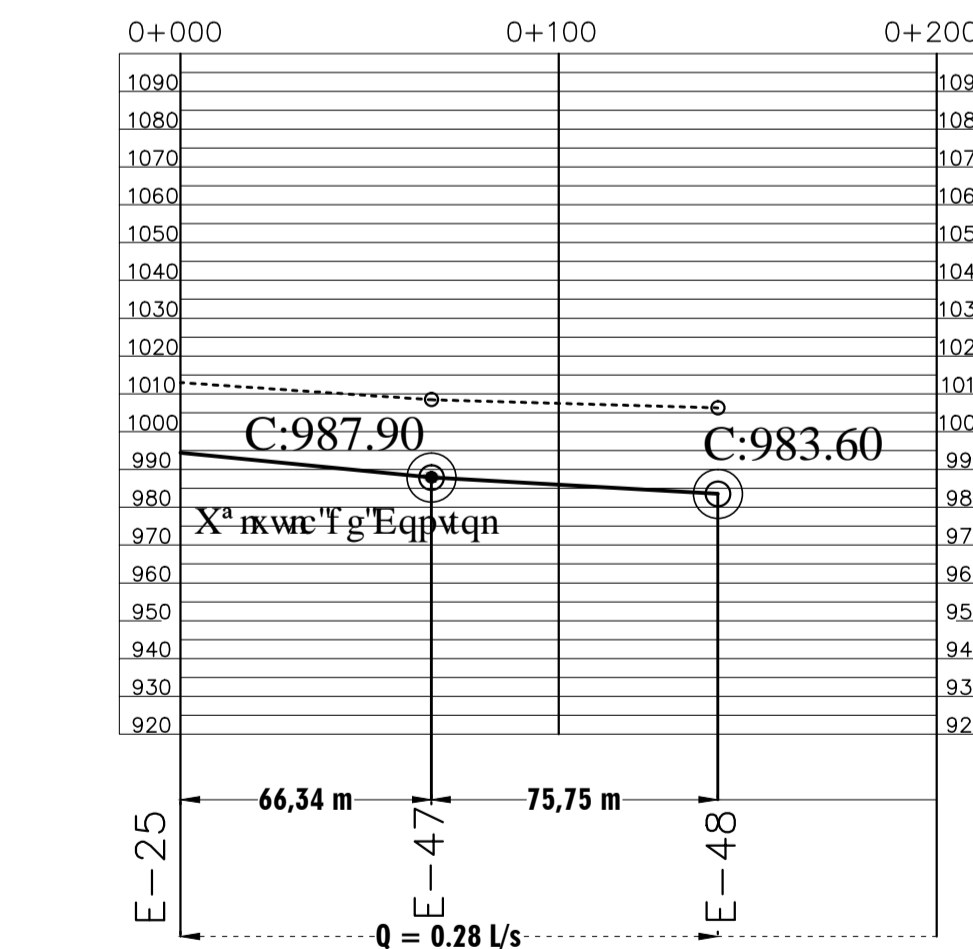
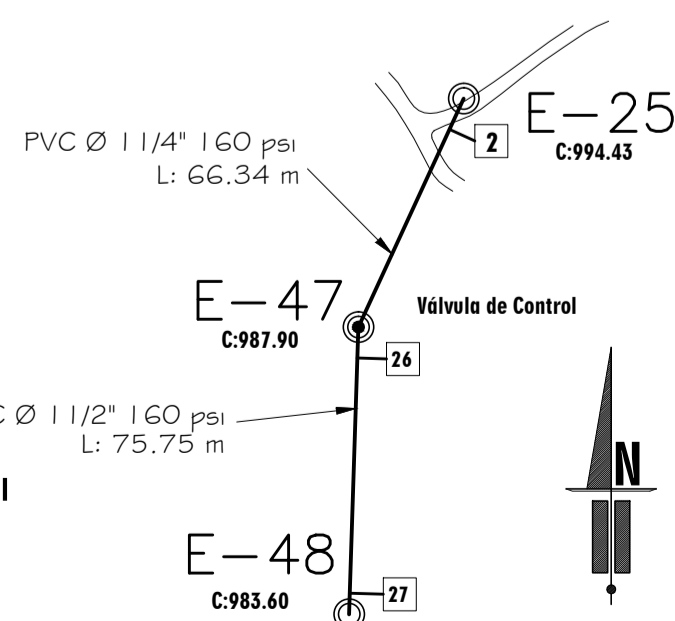
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN "09"

ESCALA 1:2000

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN "10"

ESCALA 1:2000

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
25	47	204°46'42"	66.34
47	48	181°51'12"	75.75



PERFIL DE DISTRIBUCIÓN "10"

ESCALA 1:2000

USAC TRICENTENARIA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE JALAPA JALAPA

Fecha: ABRIL DE 2,013

Proyecto: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA SASHICO

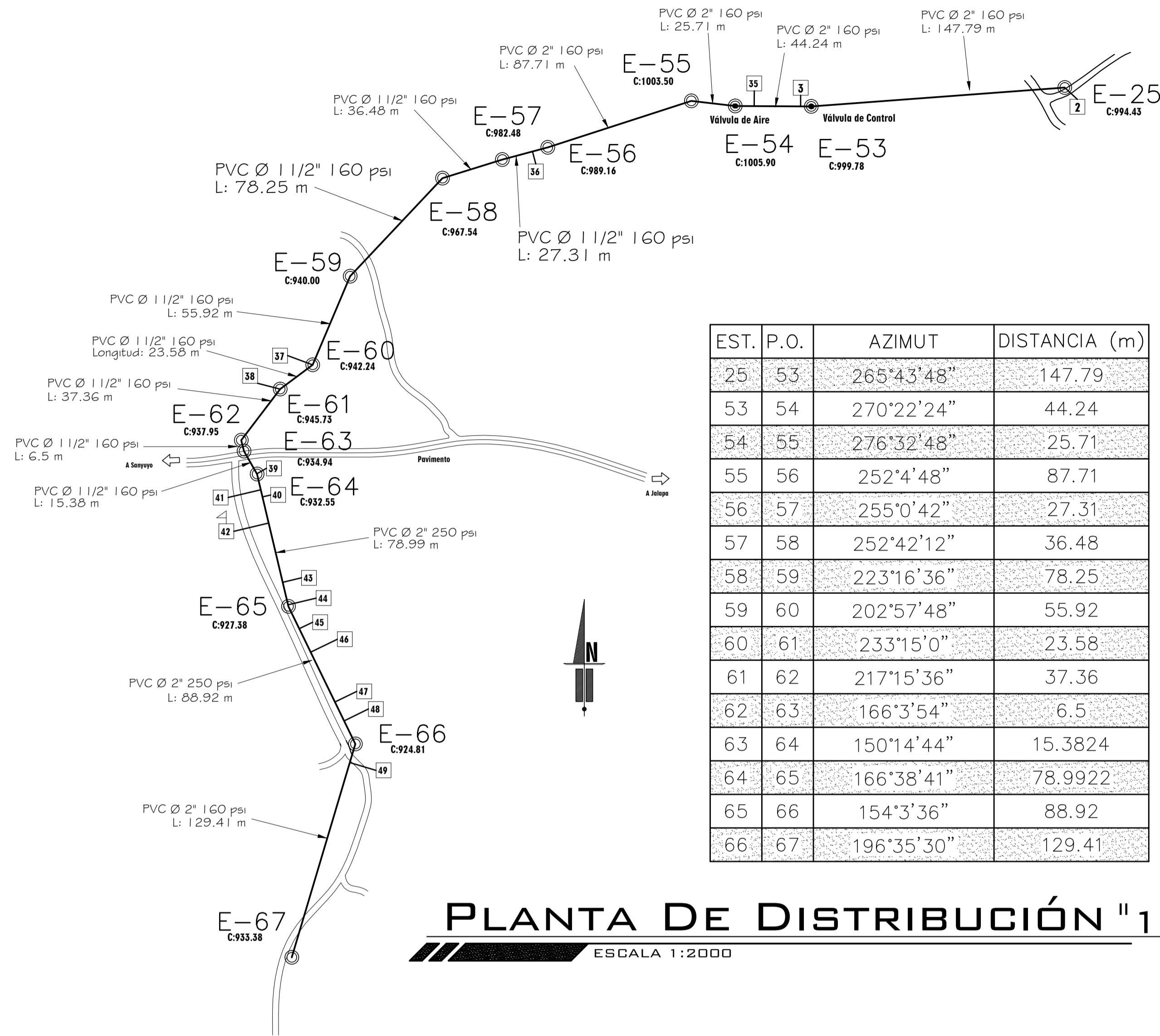
Contenido: PERFIL Y PLANTA SECCIONADA

Escala: INDICADA

Coculó, Diseño y Dibujo: José Rodrigo Orellana Guerra EFESISTA

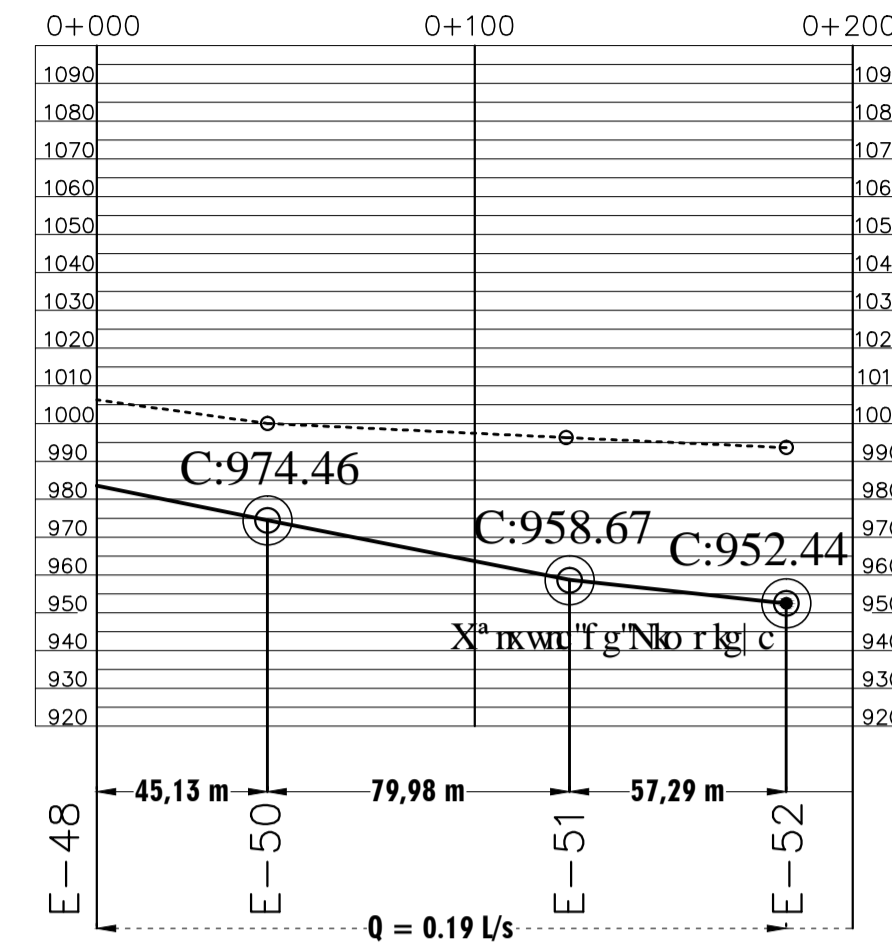
Hoja: 4/9

Ing. Manuel Alfredo Arriola Ochoaeta Asesor de E.P.S.

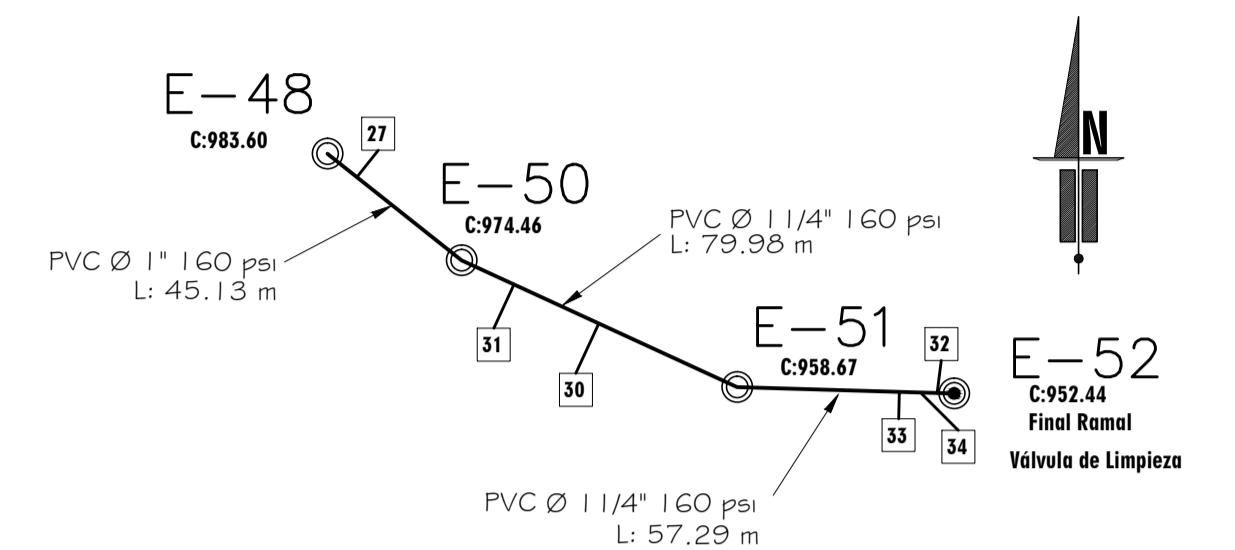


EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
25	53	265°43'48"	147.79
53	54	270°22'24"	44.24
54	55	276°32'48"	25.71
55	56	252°4'48"	87.71
56	57	255°0'42"	27.31
57	58	252°42'12"	36.48
58	59	223°16'36"	78.25
59	60	202°57'48"	55.92
60	61	233°15'0"	23.58
61	62	217°15'36"	37.36
62	63	166°3'54"	6.5
63	64	150°14'44"	15.3824
64	65	166°38'41"	78.9922
65	66	154°3'36"	88.92
66	67	196°35'30"	129.41

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN "13"
ESCALA 1:2000

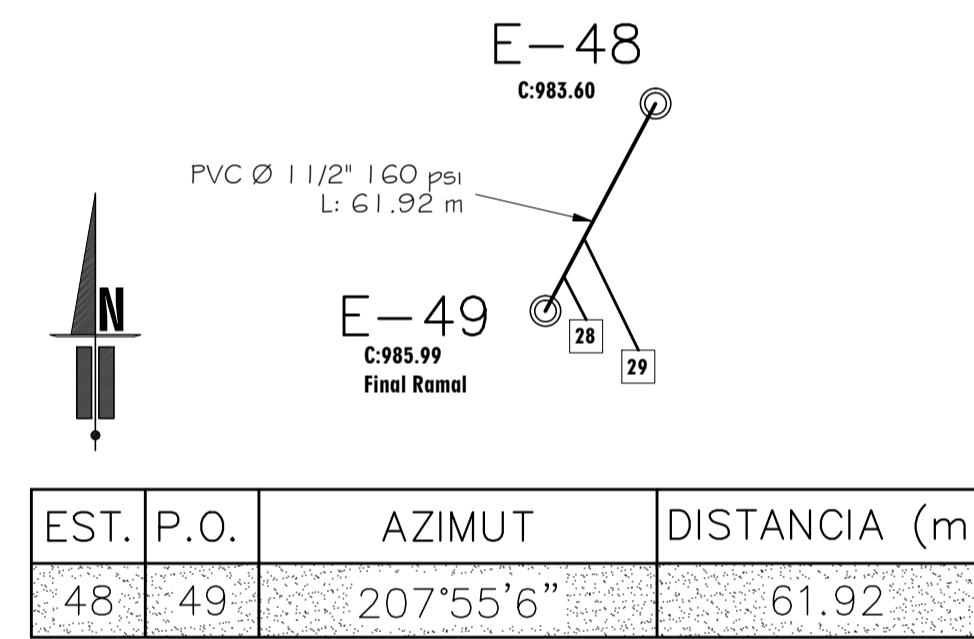


PERFIL DE DISTRIBUCIÓN "11"
ESCALA 1:2000



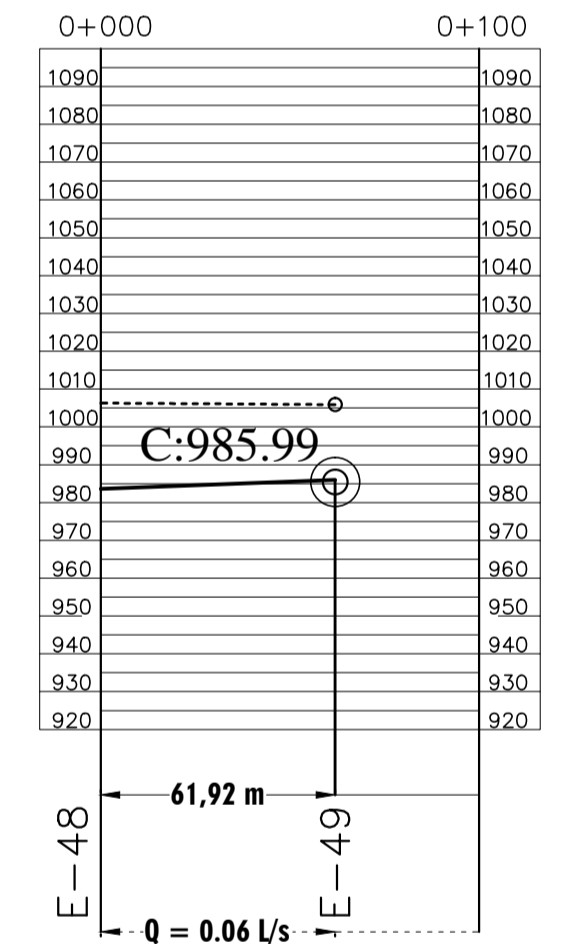
EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
48	50	128°31'42"	45.13
50	51	114°43'6"	79.98
51	52	91°42'24"	57.29

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN "12"
ESCALA 1:2000

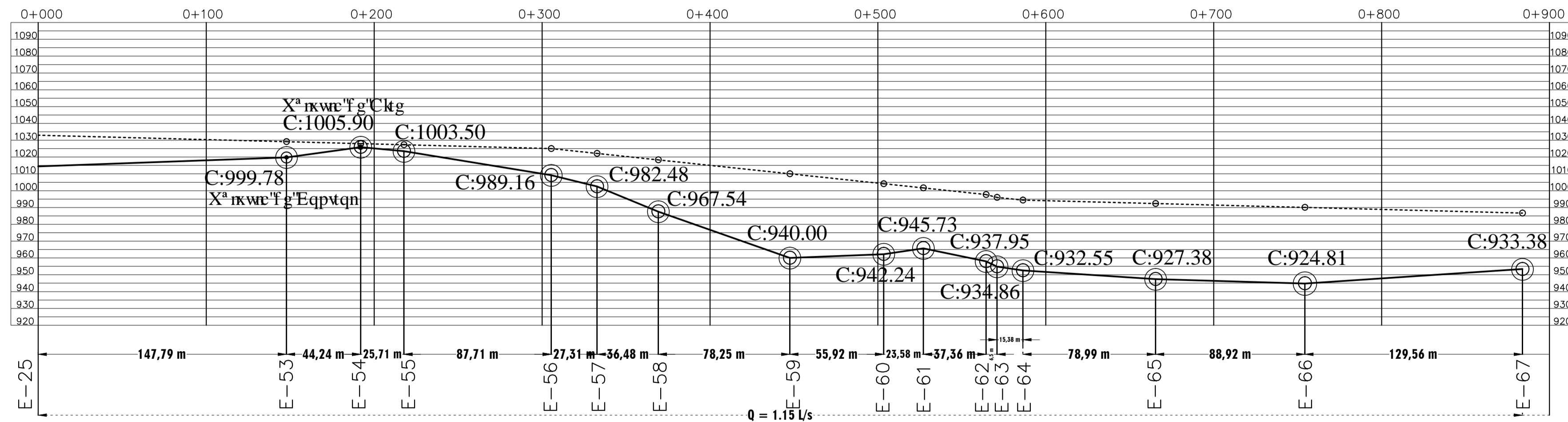


EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)
48	49	207°55'6"	61.92

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN "11"
ESCALA 1:2000



PERFIL DE DISTRIBUCIÓN "12"
ESCALA 1:2000



PERFIL DE DISTRIBUCIÓN "13"
ESCALA 1:2000

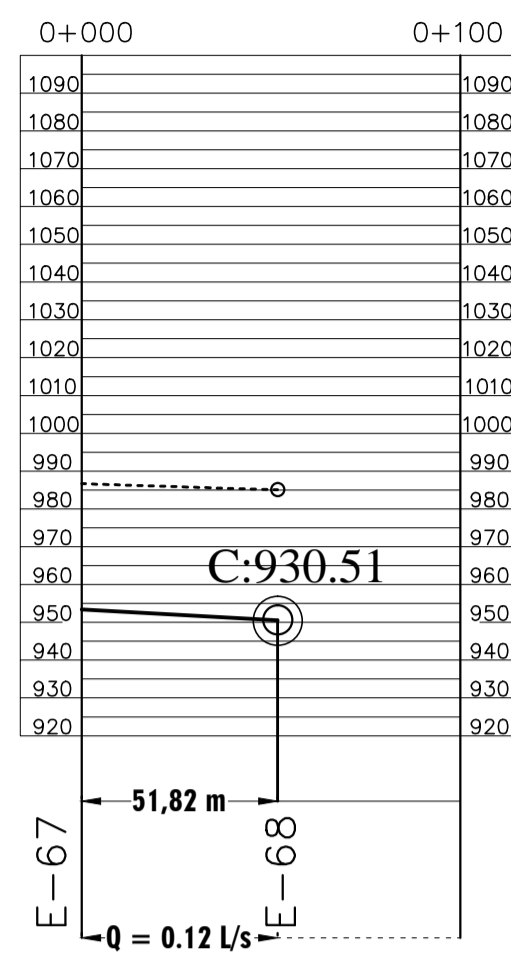
USAC TRICENTENARIA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE JALAPA JALAPA Fecha: ABRIL DE 2,013

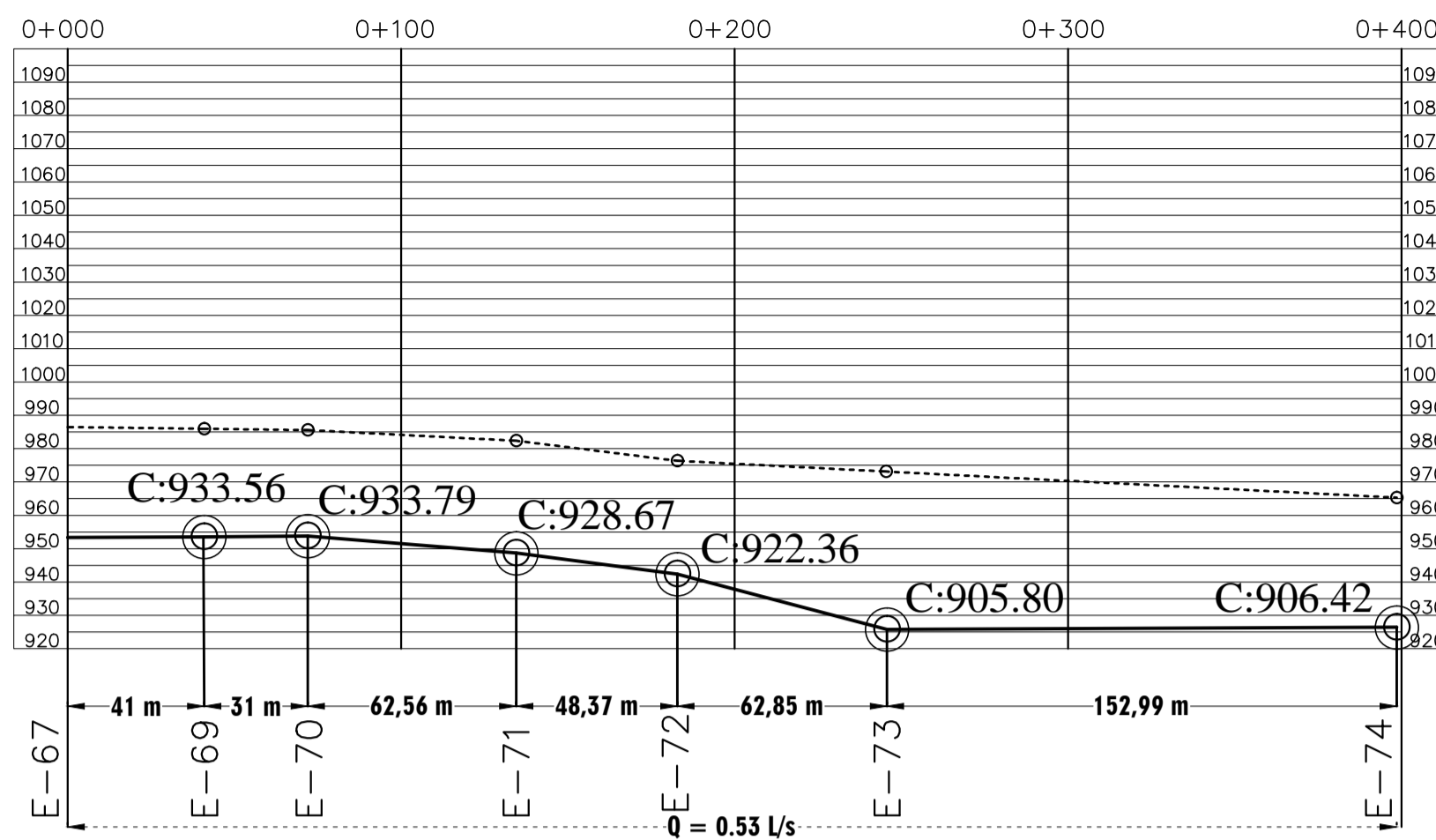
Proyecto: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA SASHICO

Contenido: PERFIL Y PLANTA SECCIONADA Escala: INDICADA

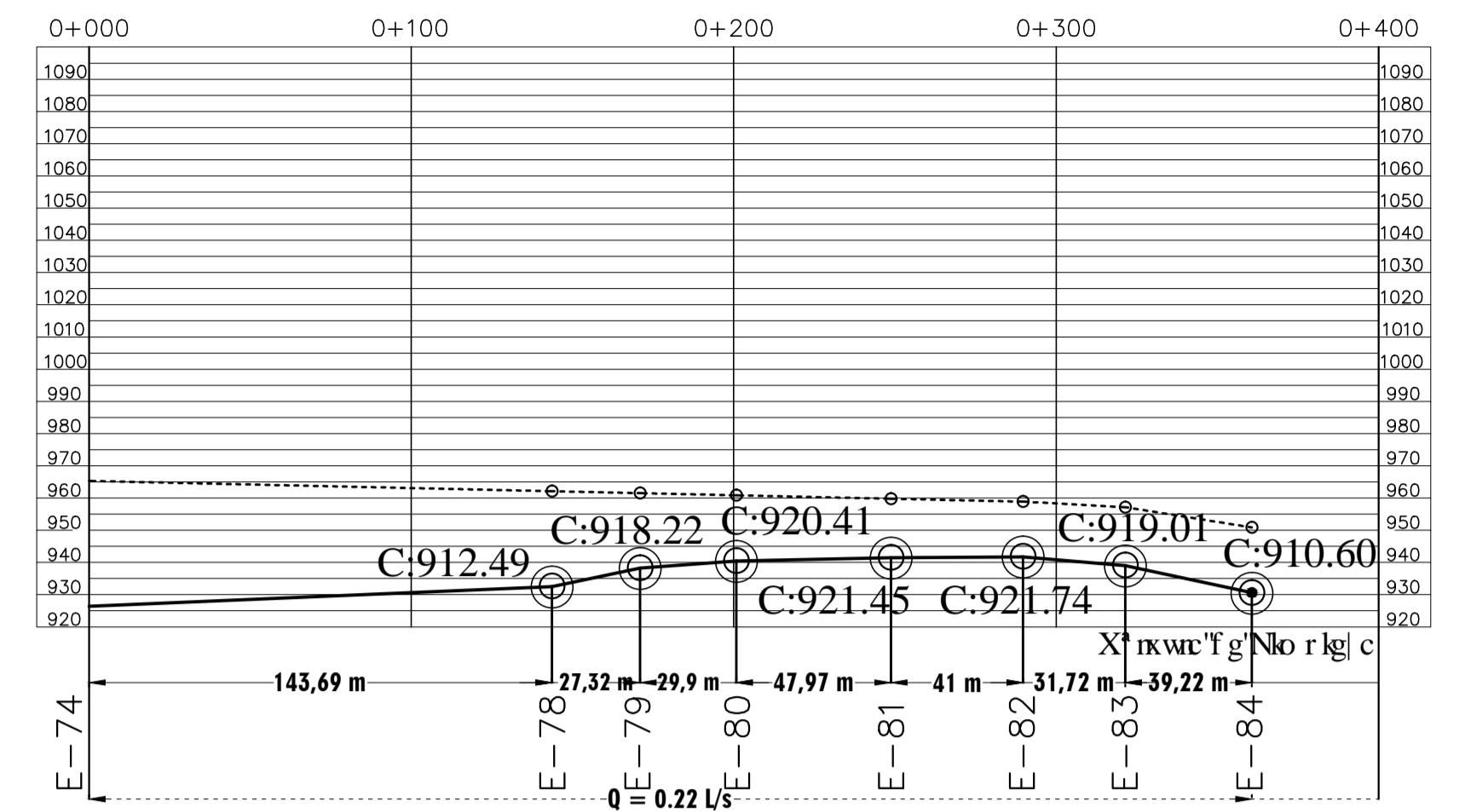
Cocué, Diseño y Dibujo: f. José Rodrigo Orellana Guerra EFESISTA f. Ing. Manuel Alfredo Arriviaga Ochaeta Asesor de E.P.S. Hoja: 5/9



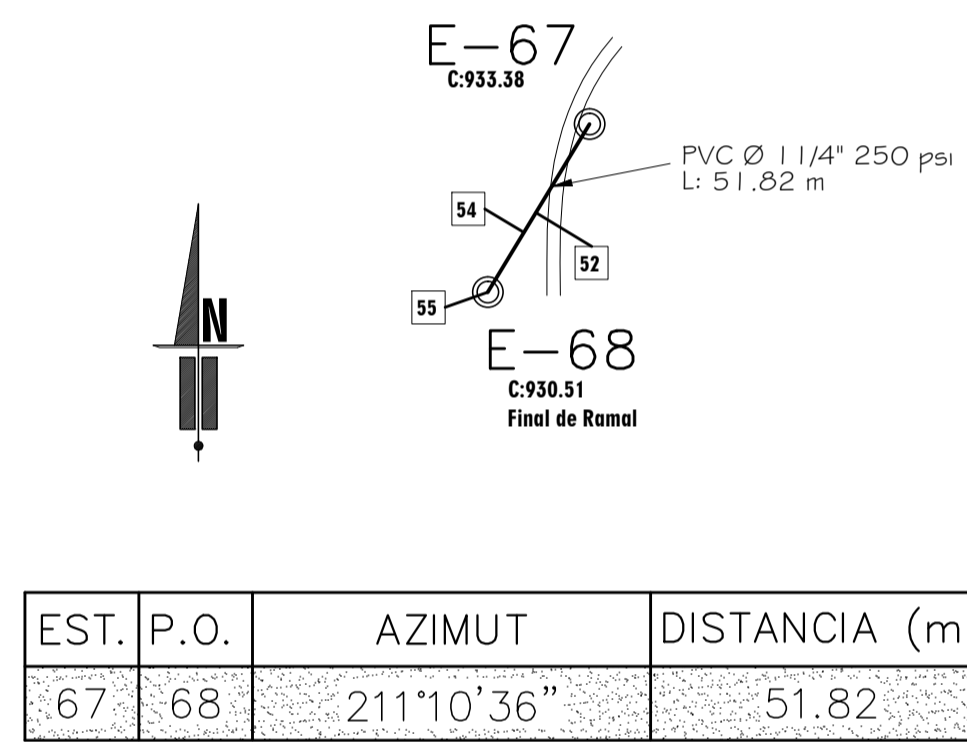
PERFIL DE DISTRIBUCIÓN "14"
ESCALA 1:2000



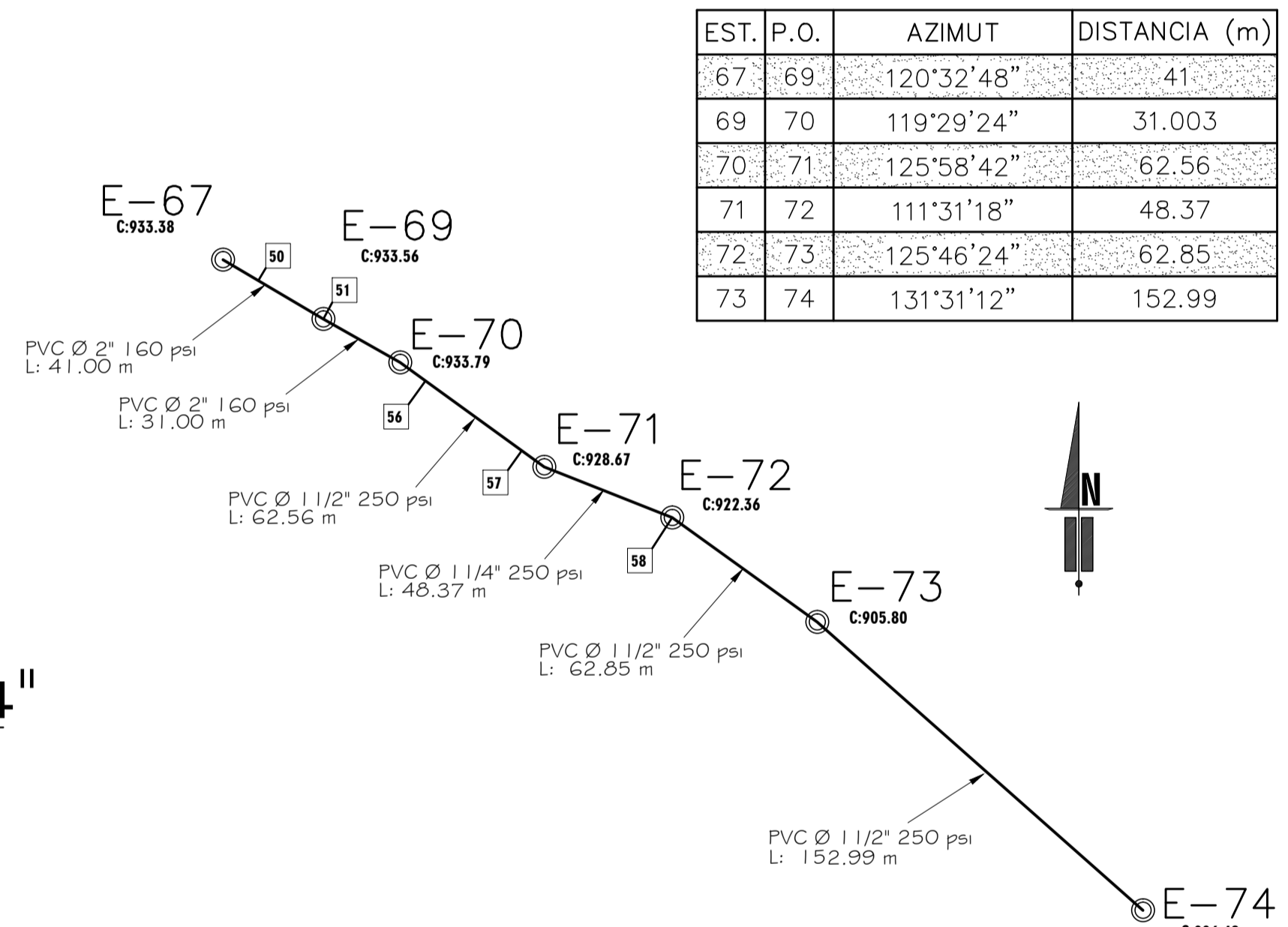
PERFIL DE DISTRIBUCIÓN "15"
ESCALA 1:2000



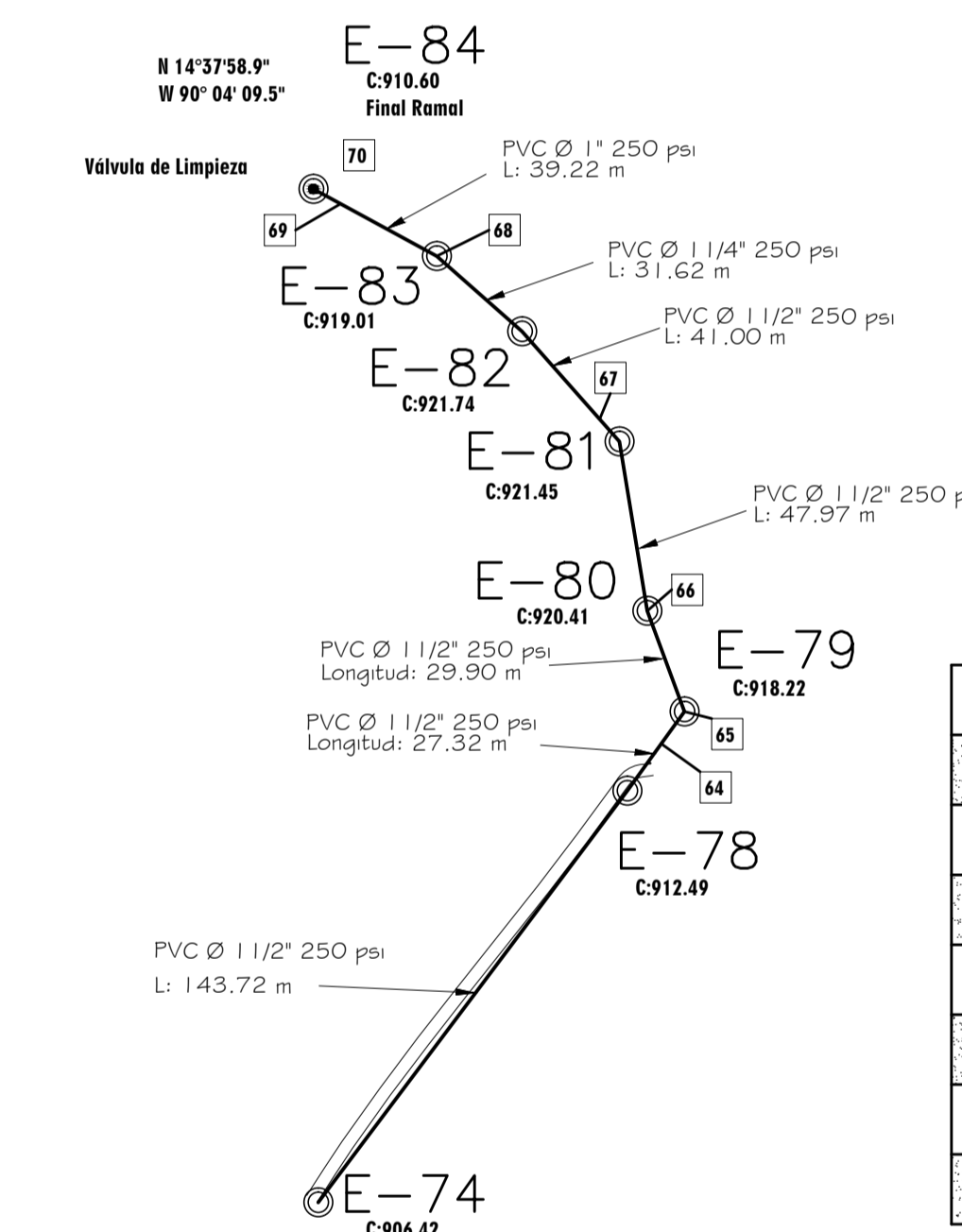
PERFIL DE DISTRIBUCIÓN "17"
ESCALA 1:2000



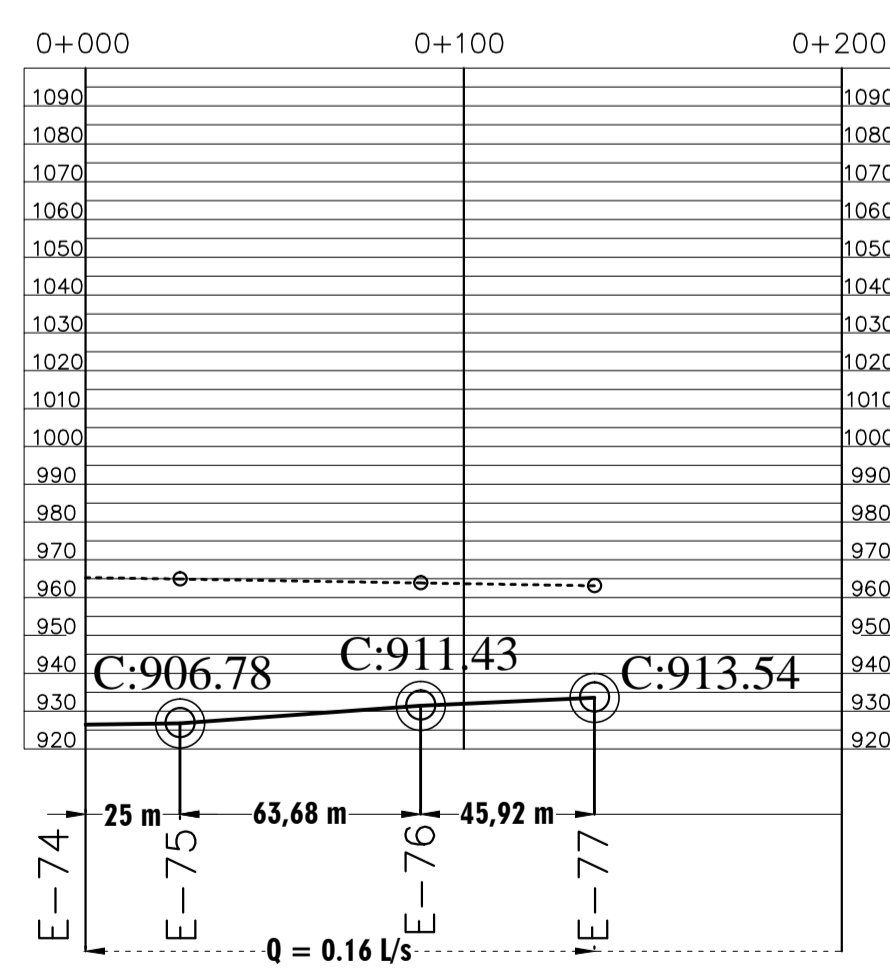
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN "14"
ESCALA 1:2000



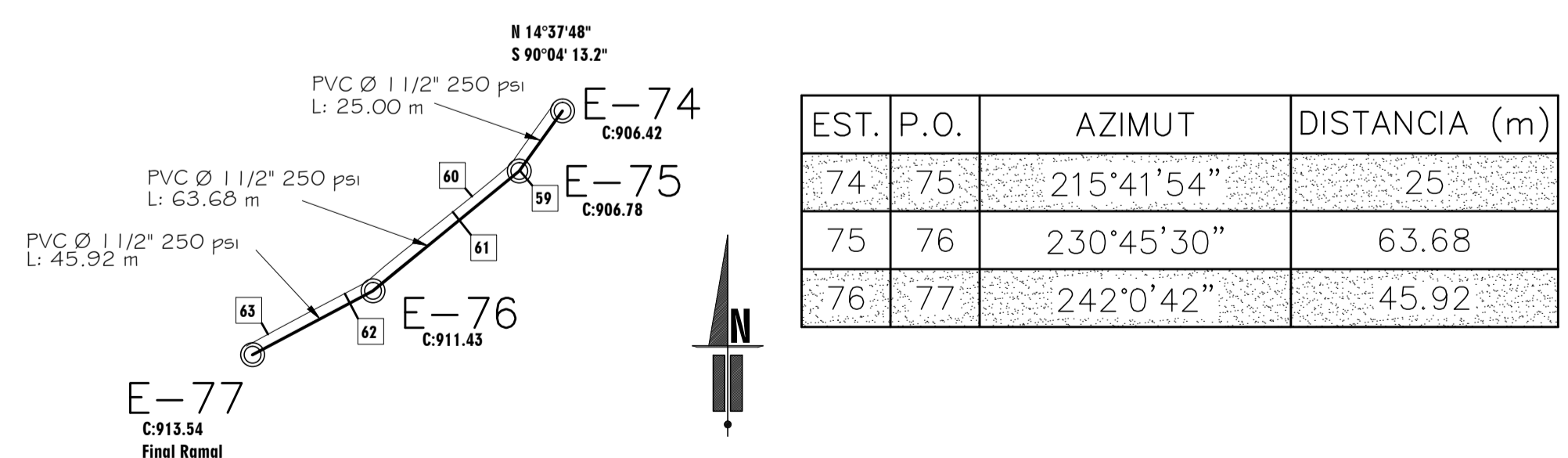
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN "15"
ESCALA 1:2000



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN "17"
ESCALA 1:2000



PERFIL DE DISTRIBUCIÓN "16"
ESCALA 1:2000



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN "16"
ESCALA 1:2000

USAC TRIDENTENARIA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE JALAPA JALAPA

Fecha: ABRIL DE 2,013

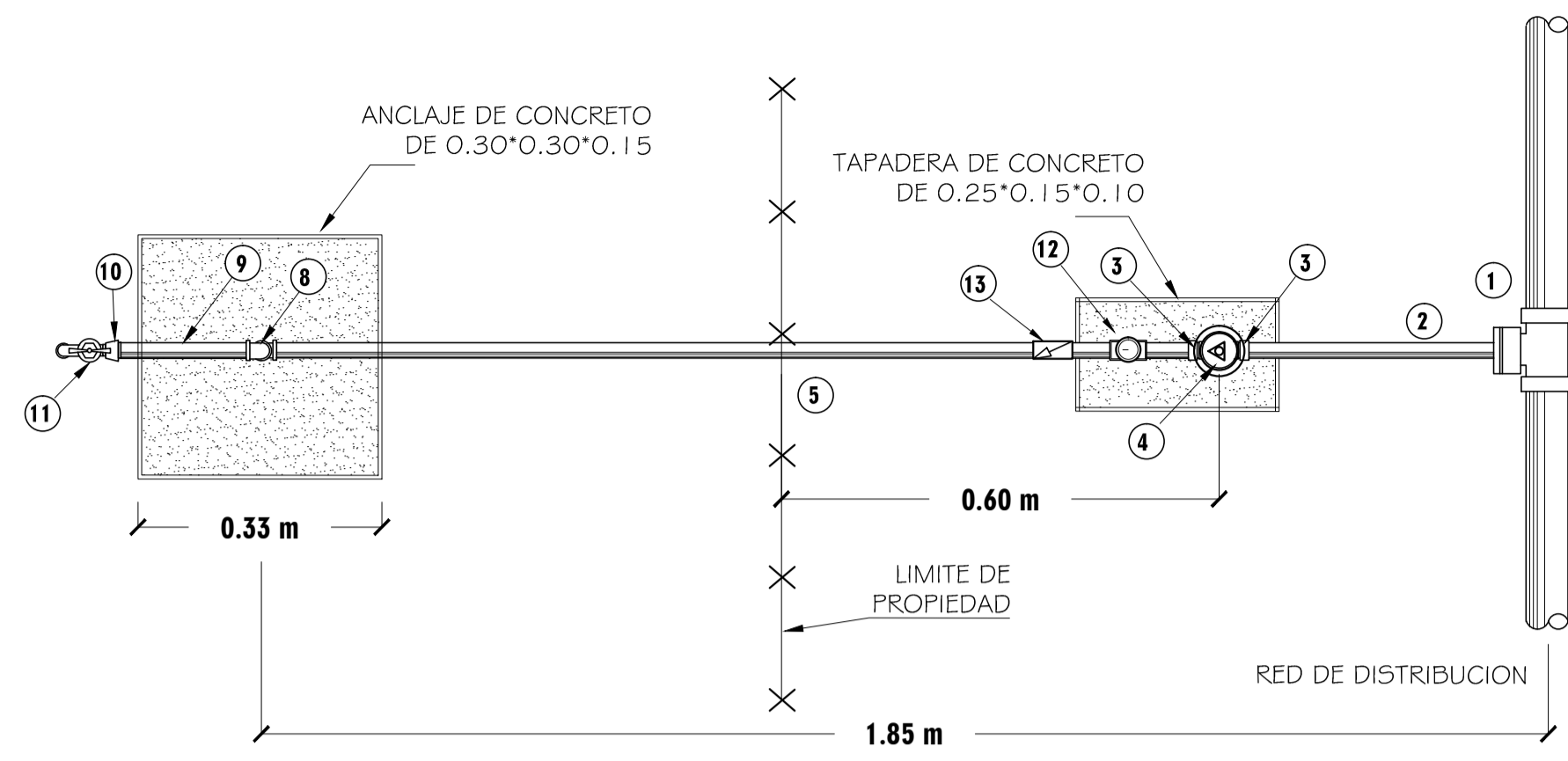
Proyecto: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA SASHICO

Contenido: PERFIL Y PLATA SECCIONADA

Escala: INDICADA

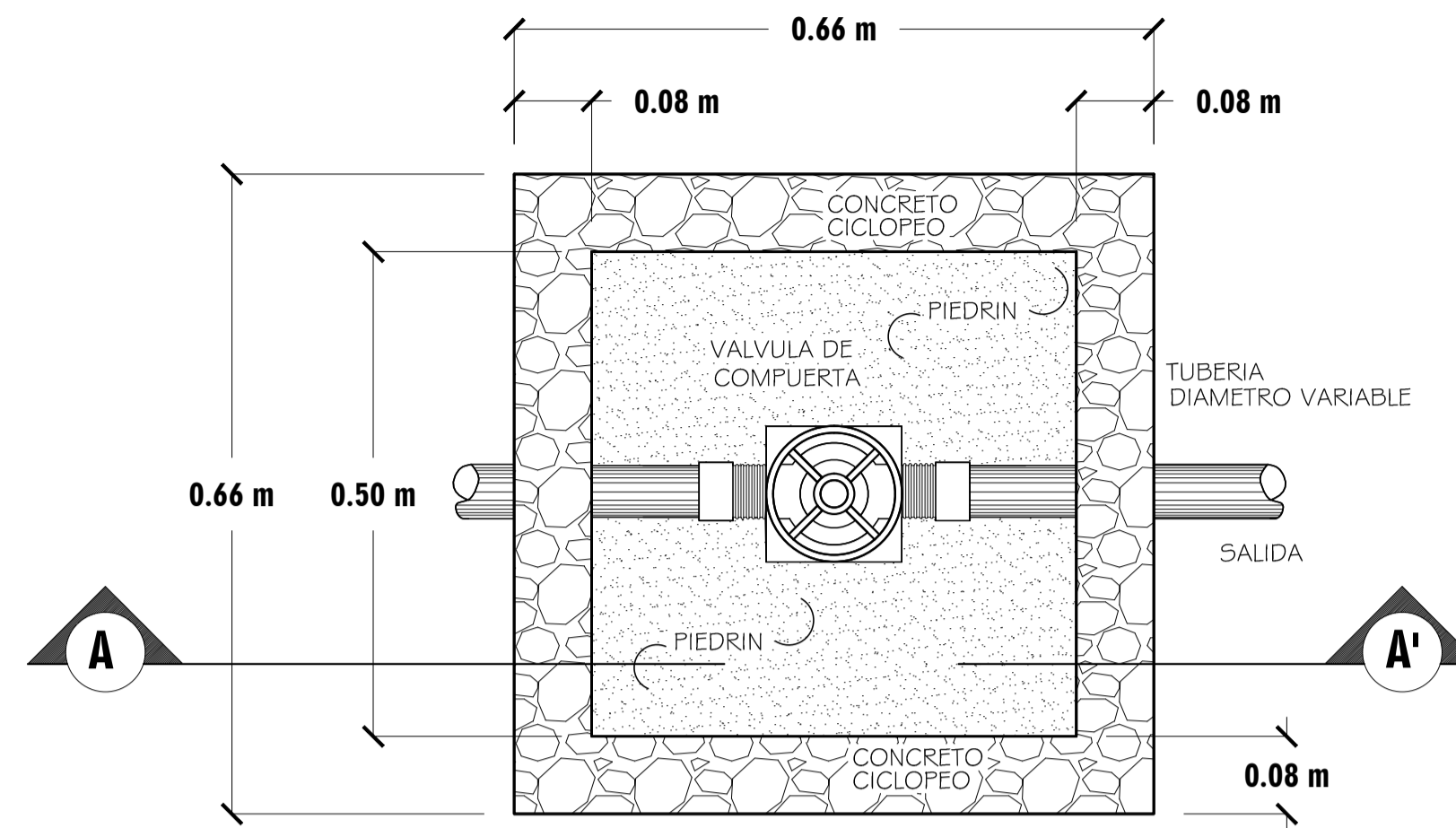
Cocubó, Diseño y Dibujo: José Rodrigo Orellana Guerra EFESISTA

Hoja: 6/9



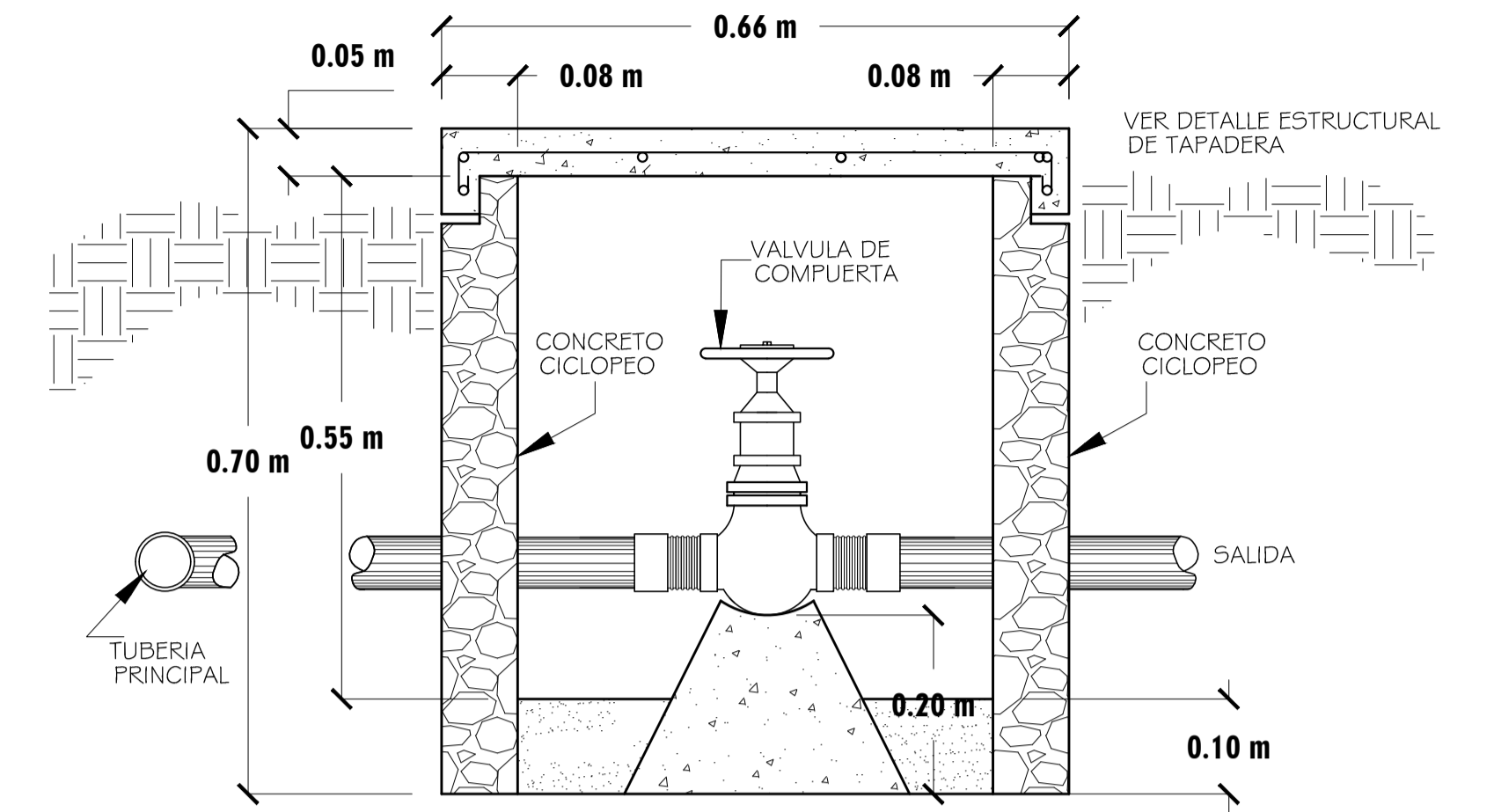
PLANTA DE CONEXIÓN DOMICILIAR

ESCALA 1:10



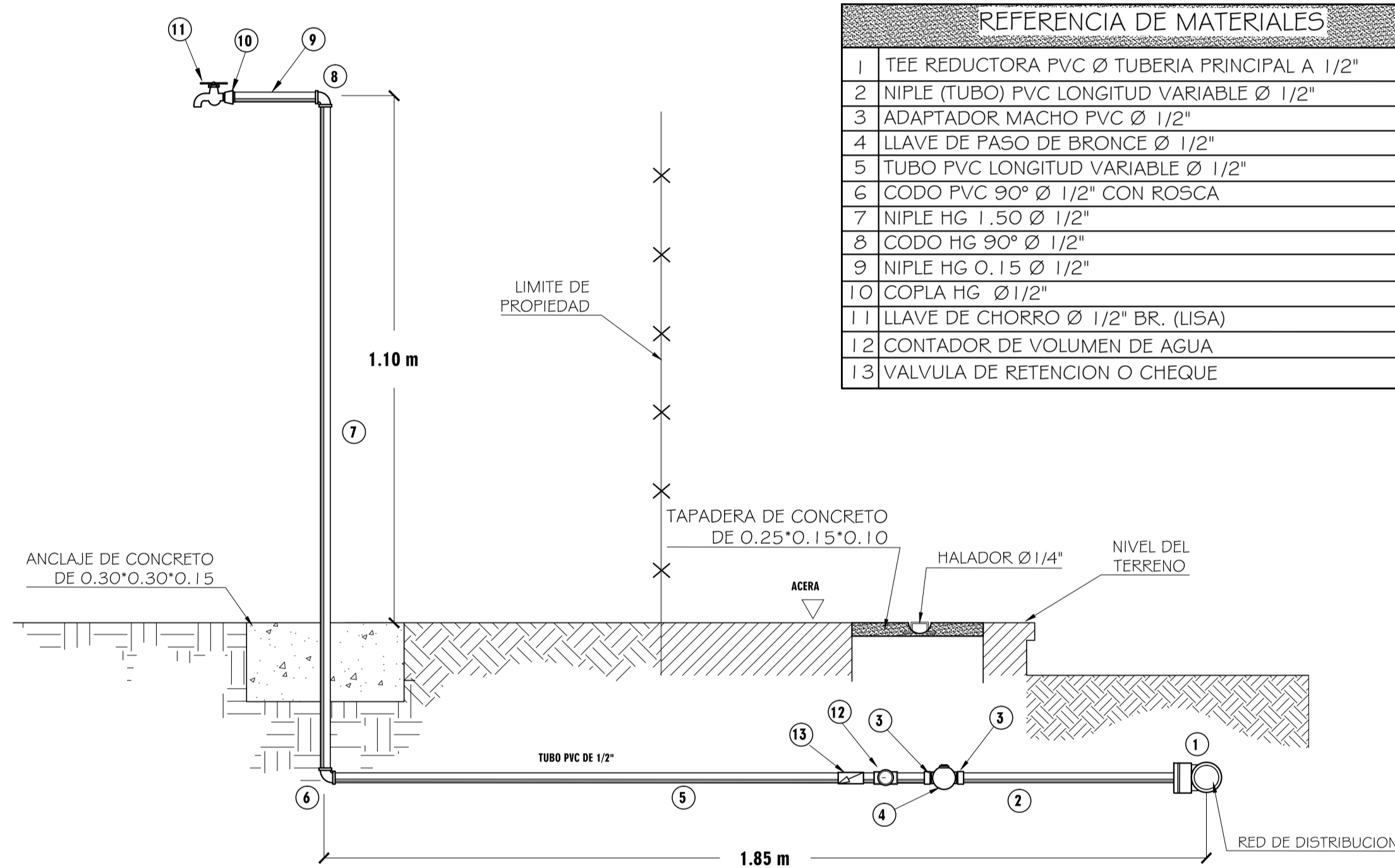
PLANTA VÁLVULA DE CONTROL

ESCALA 1:07



PERFIL VÁLVULA DE CONTROL

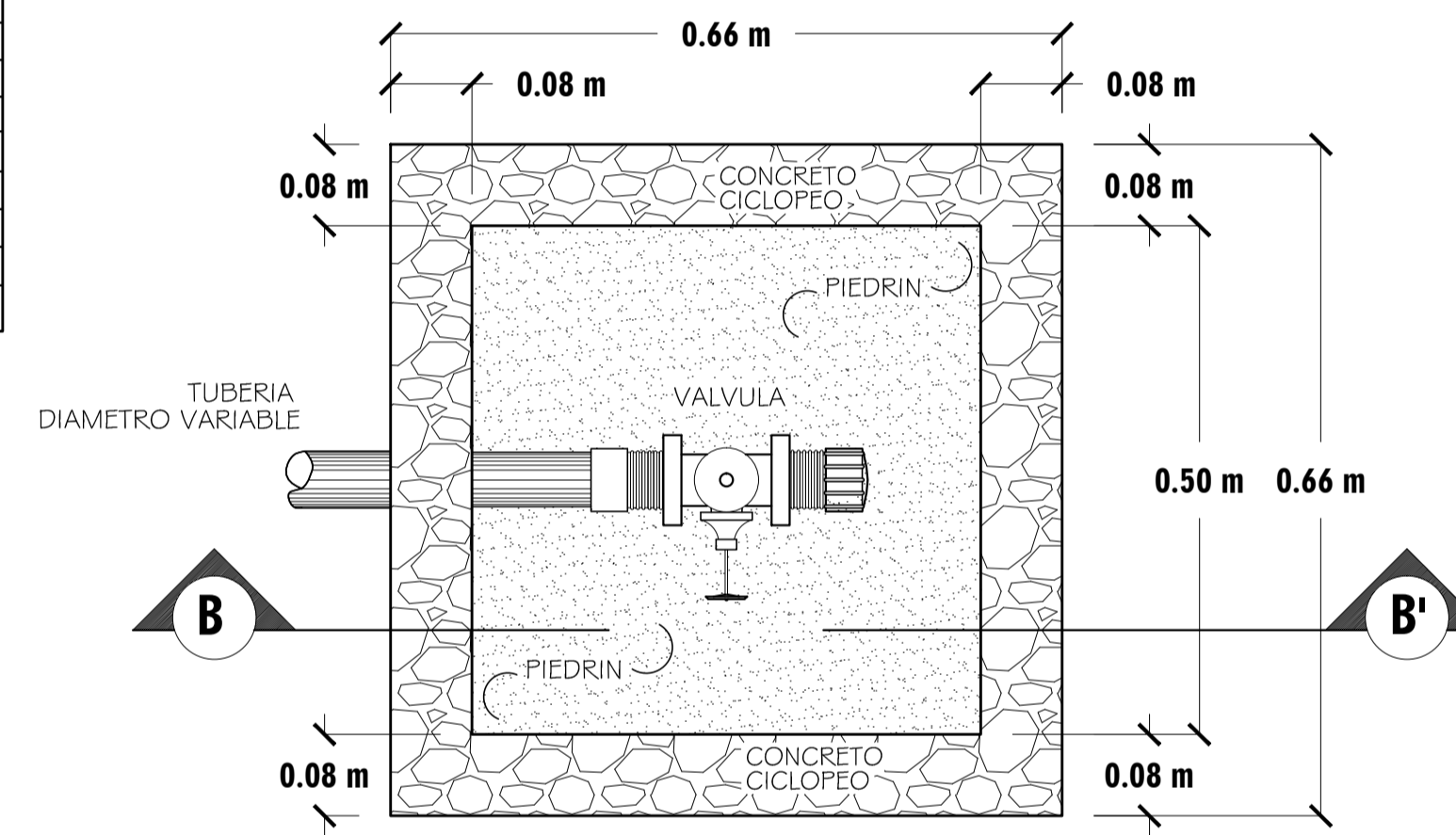
ESCALA 1:07



PERFIL DE CONEXIÓN DOMICILIAR

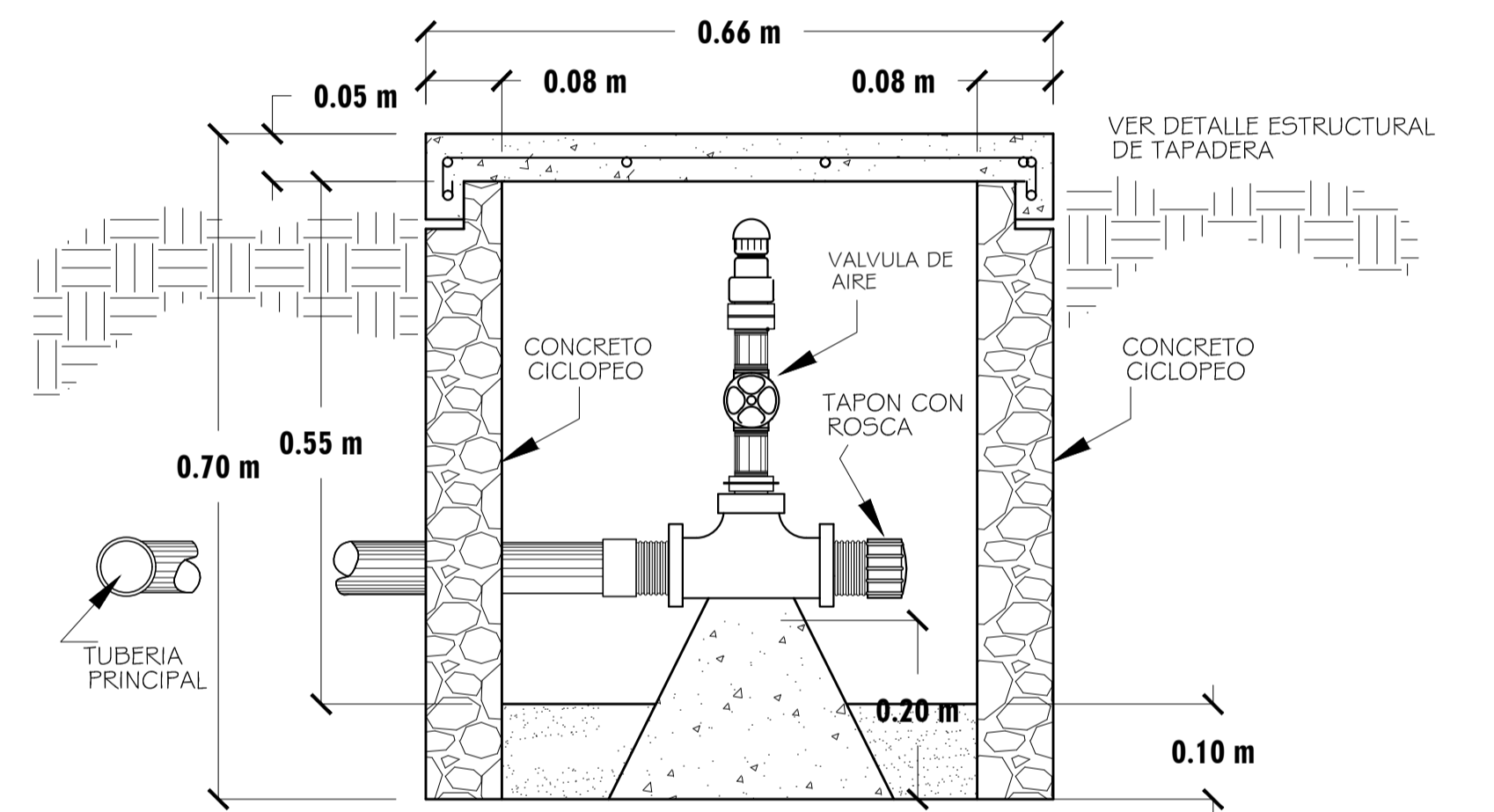
ESCALA 1:10

REFERENCIA DE MATERIALES	
1	TEE REDUCTORA PVC Ø TUBERIA PRINCIPAL A 1/2"
2	NIPLE (TUBO) PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
3	ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"
4	LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 1/2"
5	TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
6	CODO PVC 90° Ø 1/2" CON ROSCA
7	NIPLE HG 1.50 Ø 1/2"
8	CODO HG 90° Ø 1/2"
9	NIPLE HG 0.15 Ø 1/2"
10	COPLA HG Ø 1/2"
11	LLAVE DE CHORRO Ø 1/2" BR. (LISA)
12	CONTADOR DE VOLUMEN DE AGUA
13	VALVULA DE RETENCION O CHEQUE



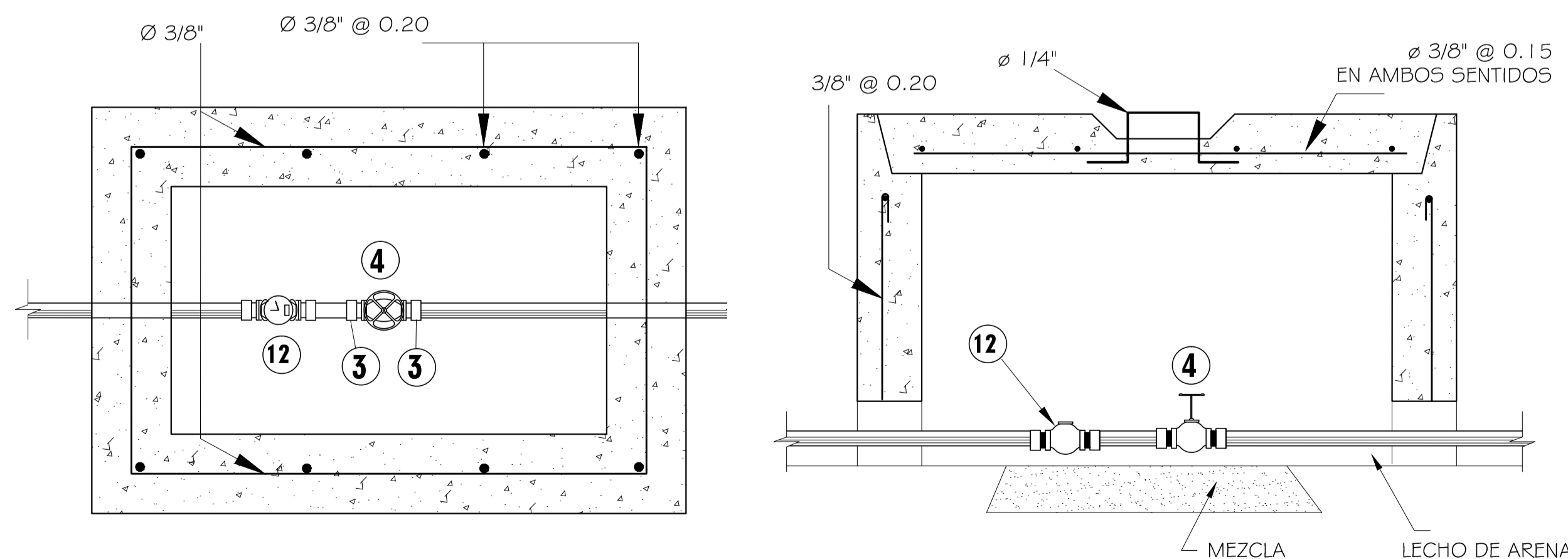
PLANTA VÁLVULA DE AIRE

ESCALA 1:07



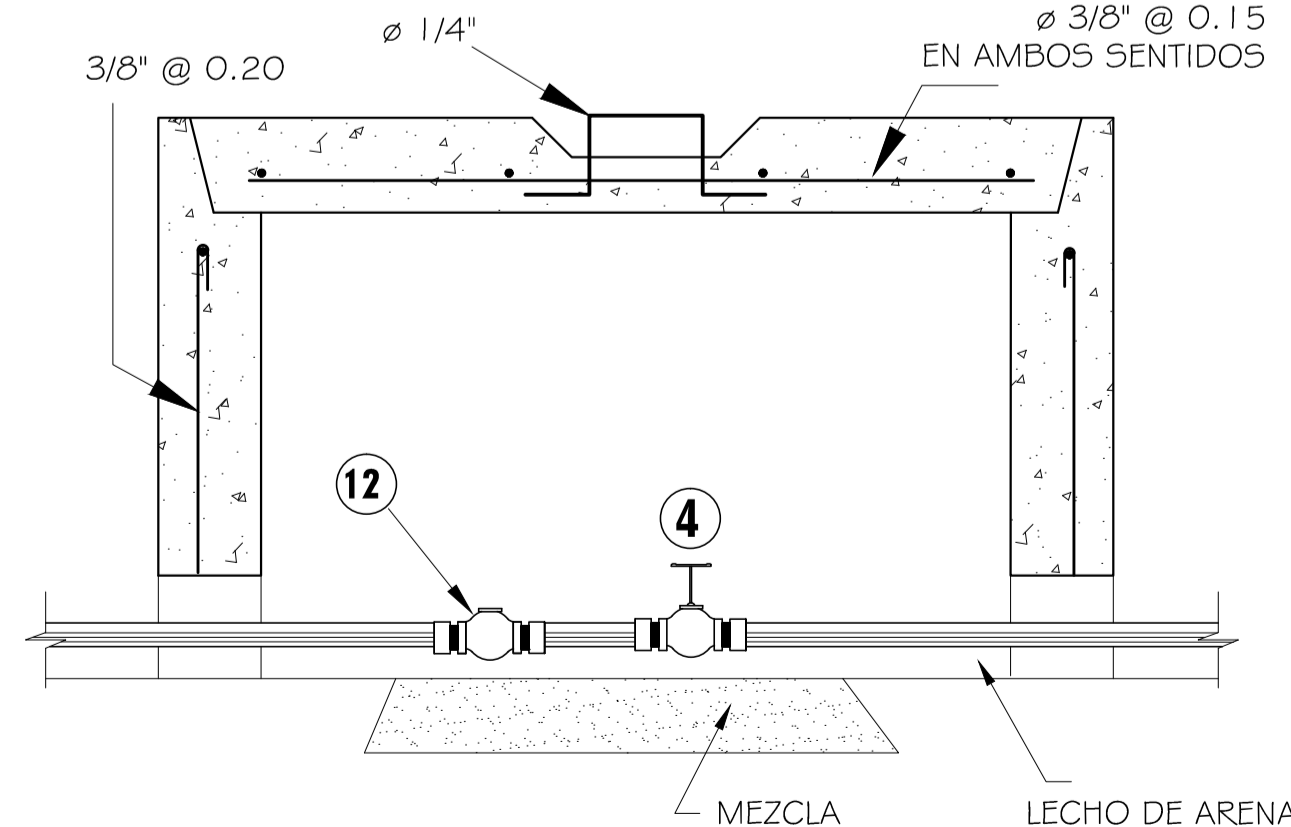
PERFIL VÁLVULA DE AIRE

ESCALA 1:07



PLANTA CAJA DE VISITA

ESCALA 1:06



PERFIL CAJA DE VISITA

ESCALA 1:06



DETALLE DE TAPADERA

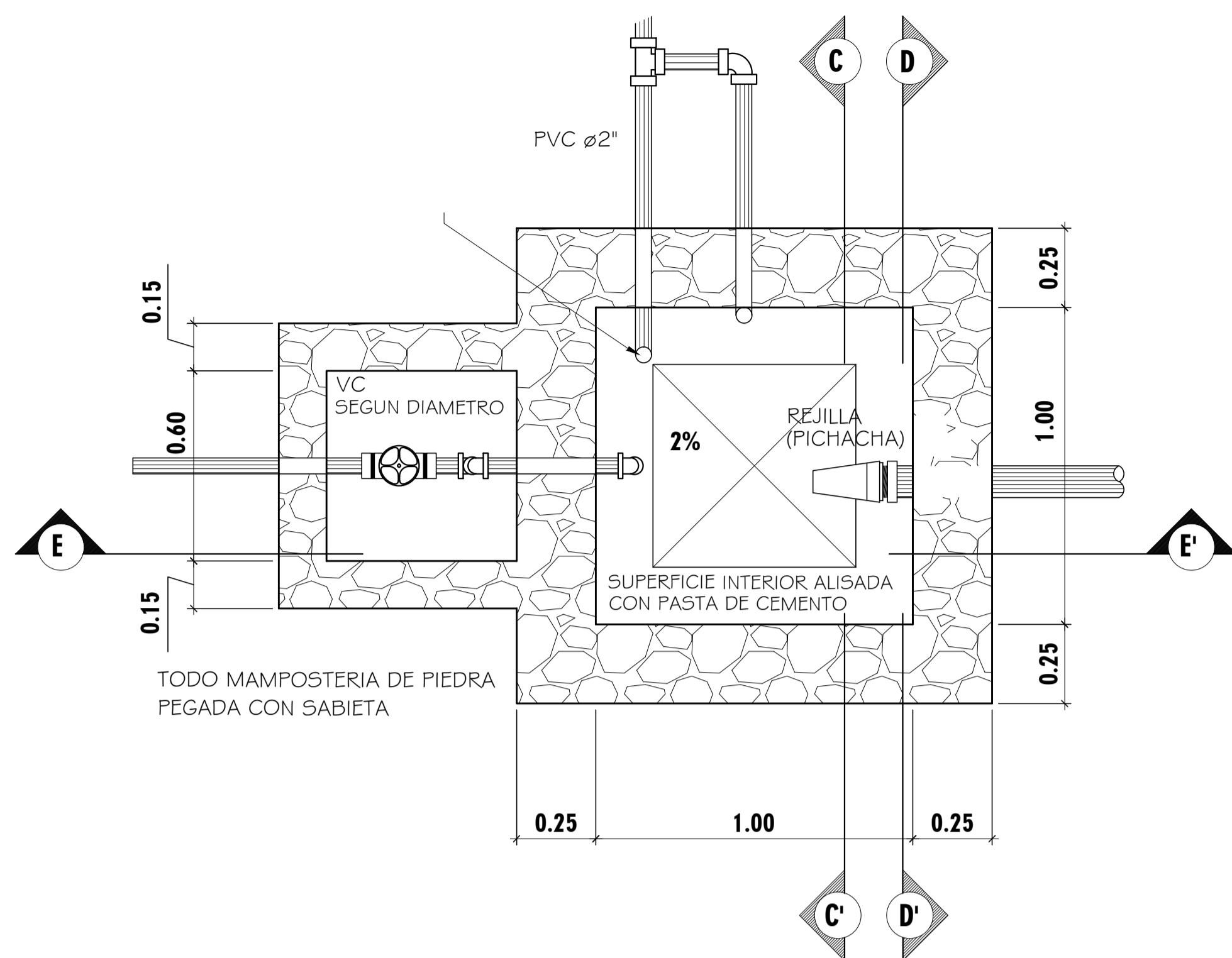
ESCALA 1:07

NOTA:

LA VÁLVULA DE LIMPIEZA ES IDÉNTICA A LA VÁLVULA DE CONTROL AGREGANDO EN LA TUBERÍA DE CONTINUIDAD EL DESFOGUE * EL DIBUJO SE OMITIÉ

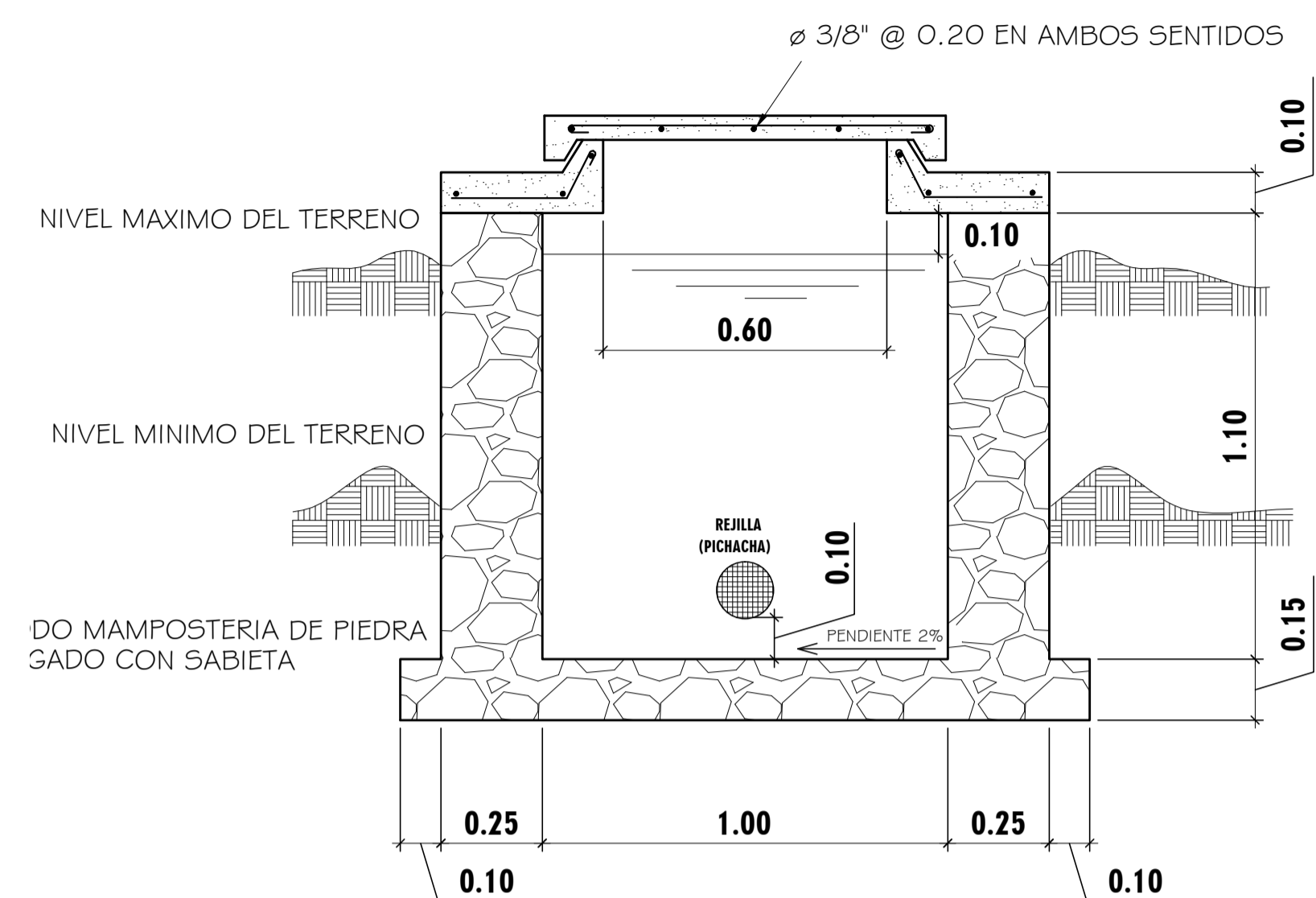
ESPECIFICACIONES	
- MAMPOSTERIA DE PIEDRA: PIEDRA BOLA 67 % MORTERO 33 % EL MORTERO A UTILIZAR SABIETA PROPORCIÓN DE MEZCLA - CEMENTO - ARENA (1:5)	* Mampostería de Piedra o Concreto Ciclopeo (1/2 m3): 1 1/2 Carretillas de piedra bola. 2 1/2 Carretillas de arena. 6 Sacos de Cemento.
- CONCRETO: F _{ck} = 140 kg/cm ² ≈ 2000 lbs/pig ² PROPORCIÓN DE MEZCLA - CEMENTO - ARENA - PIEDRIN (1:2:3)	
- MUROS: LOS MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA DEBEN IMPERMEABILIZARSE POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE PROPORCIÓN CEMENTO - ARENA (1:2) DEBIDAMENTE ALISADA.	

USAC TRICENTENARIA		FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
MUNICIPALIDAD DE JALAPA JALAPA		Fecha: ABRIL DE 2,013		
Proyecto: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA SASHICO		Contenido: DETALLE DE ELEMENTOS		Escala: INDICADA
Cocuó, Diseño y Dibujo: f. José Rodrigo Orellana Guerra EFESISTA		f. Ing. Manuel Alfredo Arriviaga Ochoaeta Asesor de E.P.S.		Hoja: 7/9



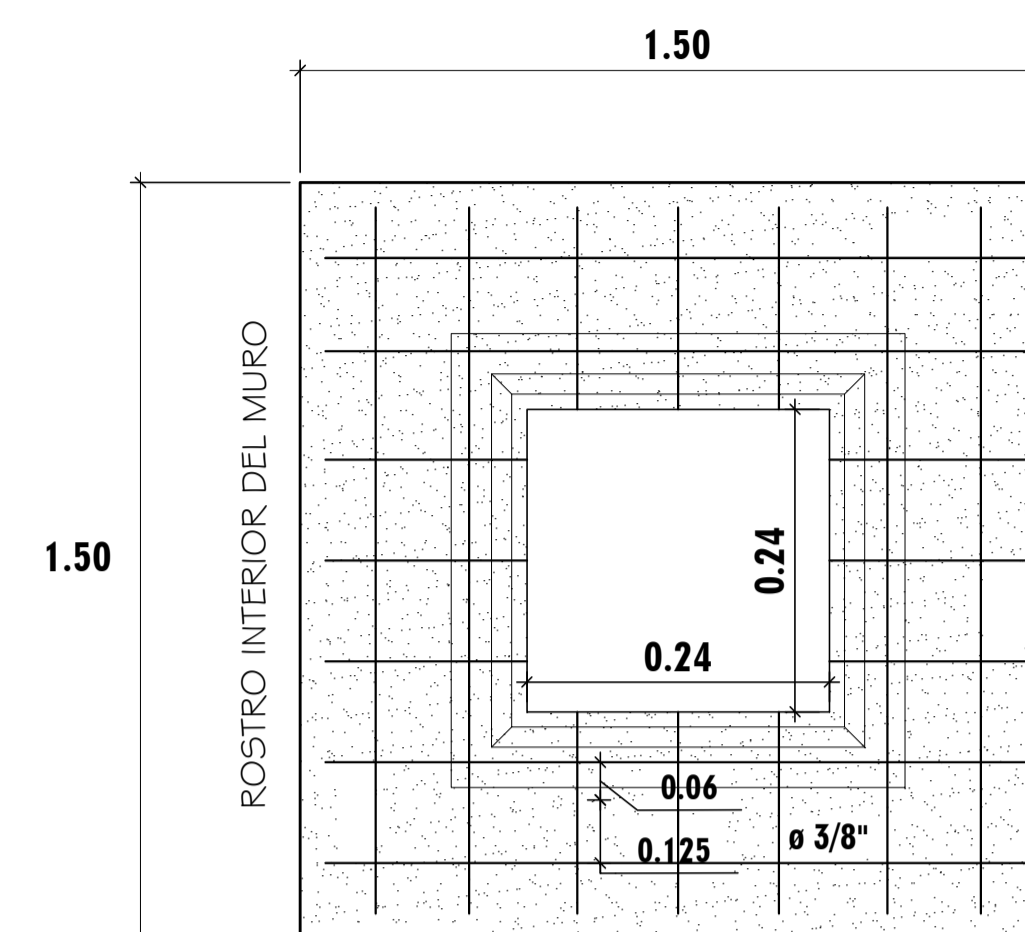
PLANTA CAJA ROMPE PRESIÓN

ESCALA 1:10



SECCIÓN D - D'

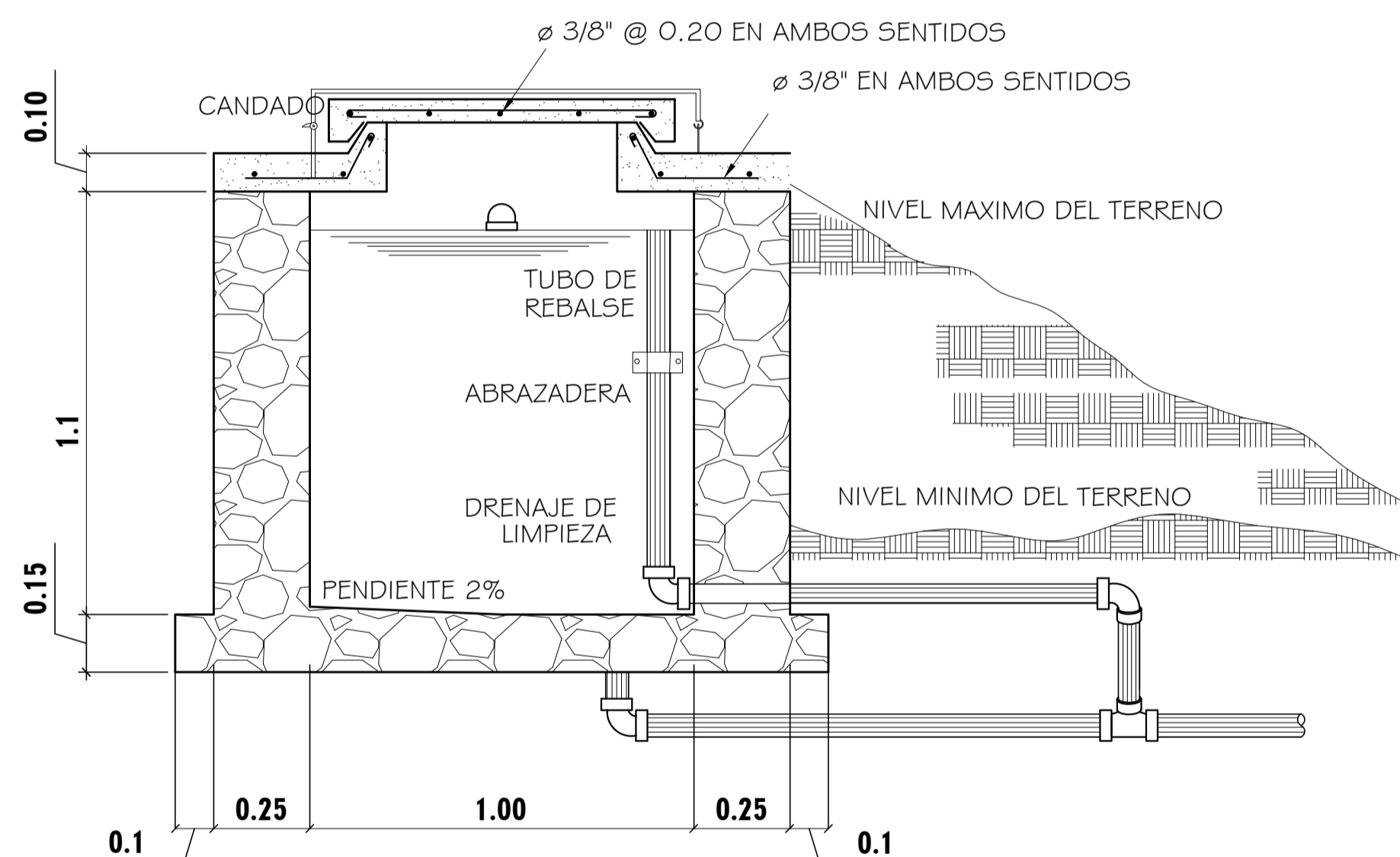
ESCALA 1:10



DETALLE DE LOSA

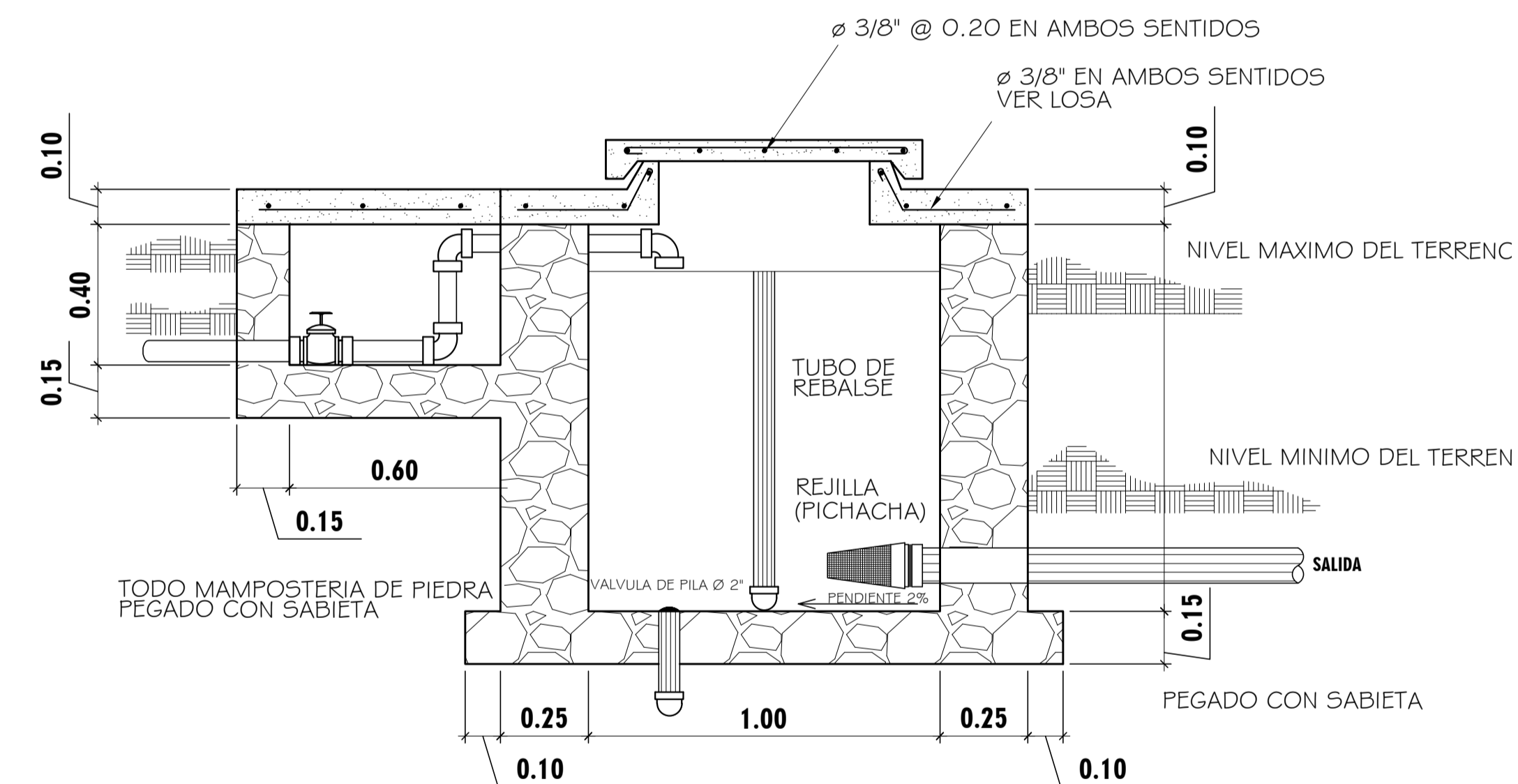
ESCALA 1:10

LISTA DE MATERIALES		
ACCESORIOS DE ENTRADA	CANTIDAD	UNIDAD
ADAPTADORES MACHO (PVC)	2	U
VALVULA DE COMPUERTA (Br)	1	U
CODOS DE 90° (PVC)	3	U
ACCESORIOS DE SALIDA		
PICHACHA (Br)	1	U
ADAPTADORES MACHO (PVC)	1	U
ACCESORIOS DE DRENAJE Y REBALSE		
TEE PVC (SEGUN CASO)	1	U
CODOS DE 90° PVC	3	U
VALVULA DE PILA Br Ø 2"	1	U
CEMENTO	11	sacos
PIEDRA	1.4	m ³
ARENA DE RIO	1.5	m ³
PARALES DE 3"x3"x10'	38	PT
TABLA DE PINO RUSTICA 1"x12"x10'	60	PT
CLAVO	2	lbs.
ALAMBRE DE AMARRE	1	lbs.
HIERRO 3/8"	6	var.
HIERRO 1/2"	2	m.



SECCIÓN C - C'

ESCALA 1:10



SECCIÓN E - E'

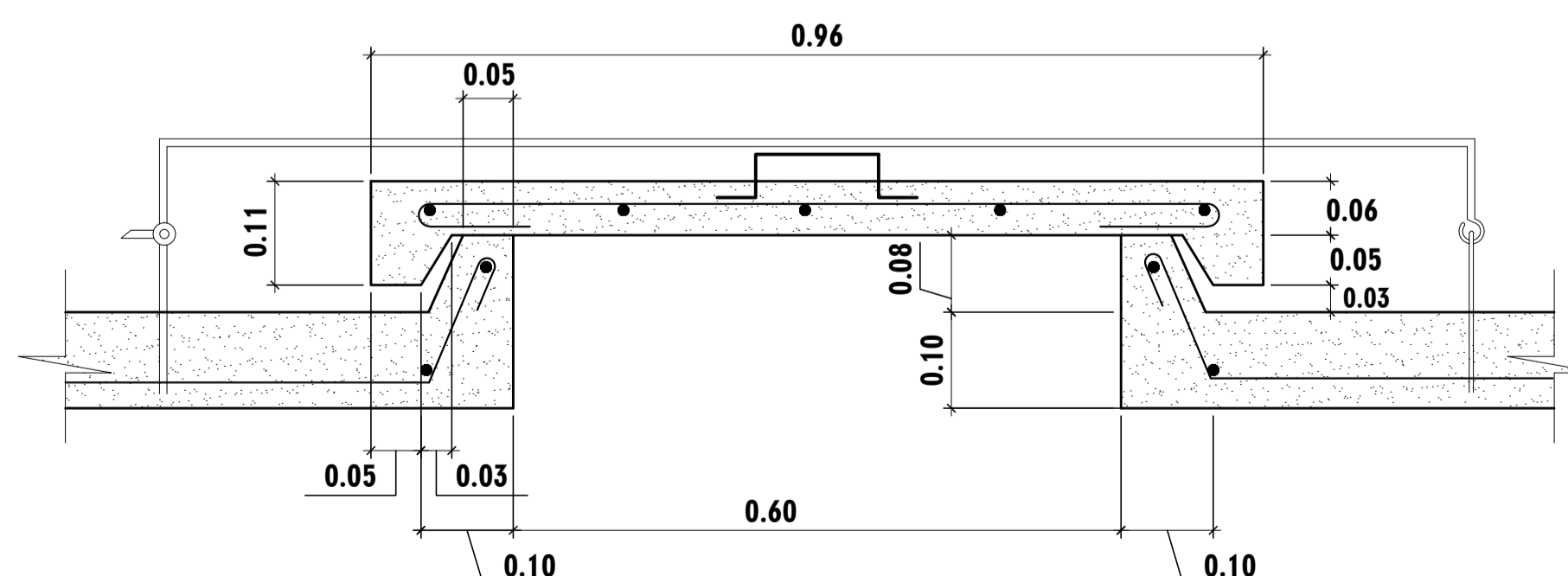
ESCALA 1:10

NOTAS:

EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE REBALSE
SERA MAYOR QUE EL DIAMETRO DE LA TUBERIA
DE ENTRADA Y EL MÍNIMO ES Ø 2"

NOTAS:

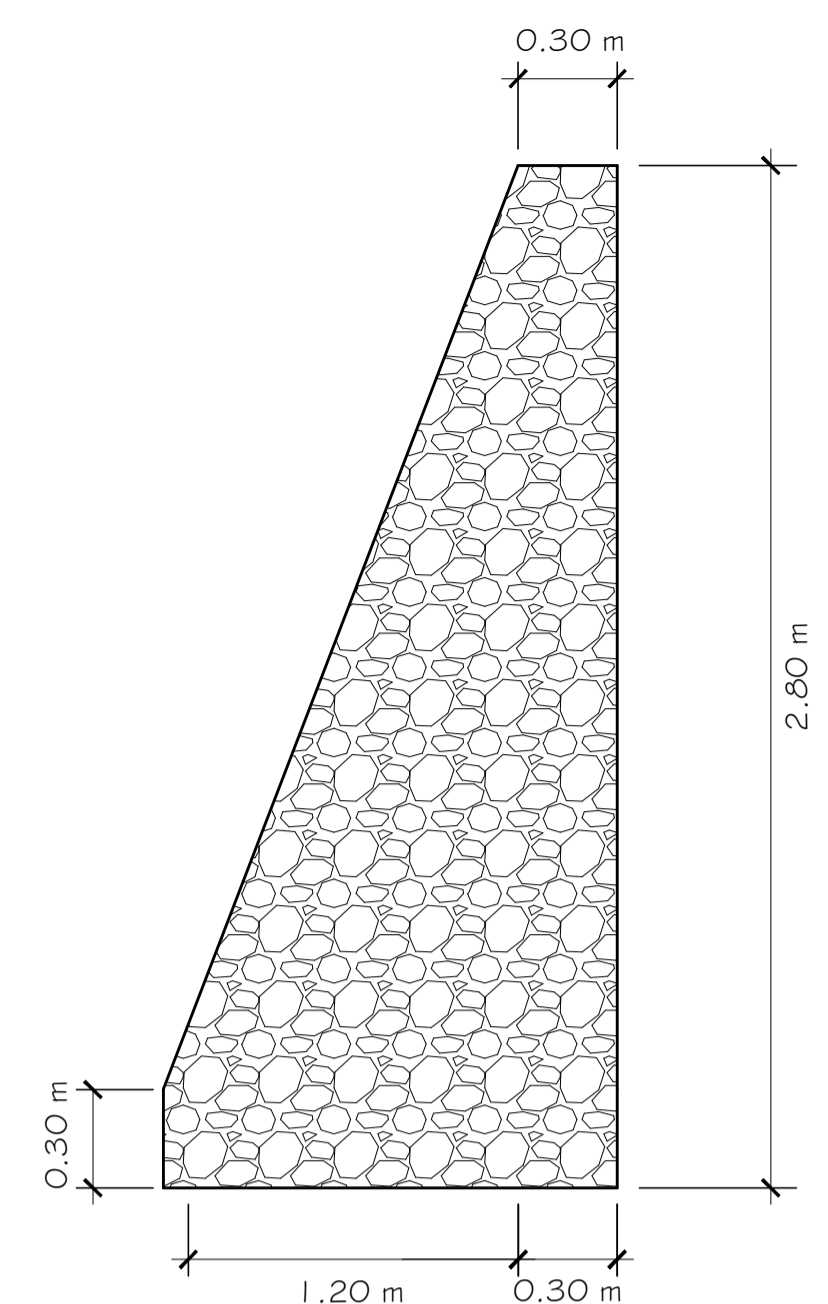
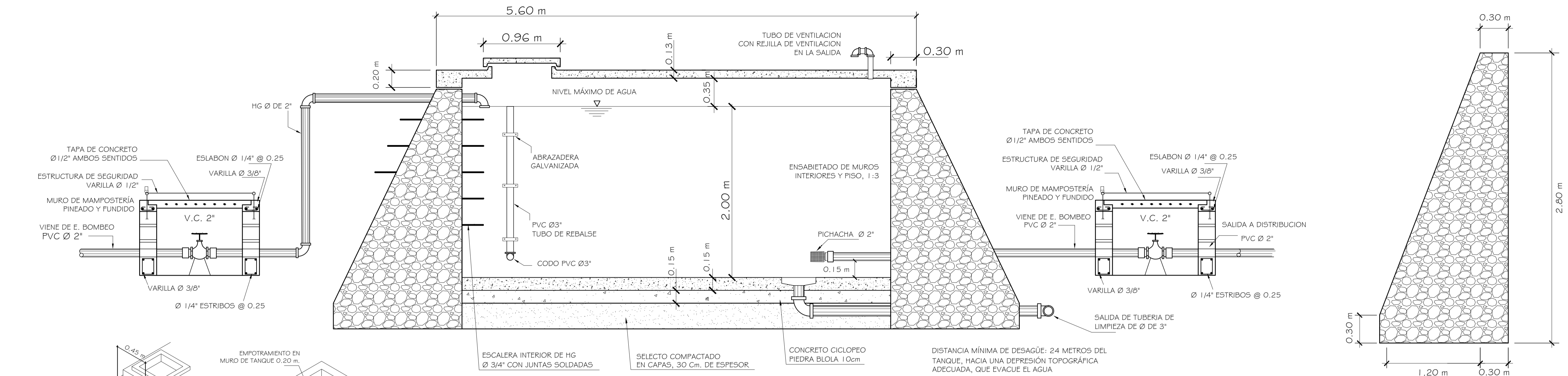
Concreto Ciclópeo (Para 1/2 m3):
1 1/2 Carretillas de piedra bola.
2 1/2 Carretillas de arena.
6 Sacos de Cemento.
Cemento: 4000 PSI
Acero de Refuerzo: Grado 40



DETALLE DE TAPADERA

SIN ESCALA

USAC TRICENTENARIA		FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
MUNICIPALIDAD DE JALAPA JALAPA				Fecha: ABRIL DE 2,013	
Proyecto: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA SASHICO					
Contenido: CAJA ROMPE PRESIÓN				Escala: INDICADA	
Coculó, Diseño y Dibujo: f. José Rodrigo Orellana Guerra EFESISTA		f. Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochoaeta Asesor de E.P.S.		Hoja: 8/9	

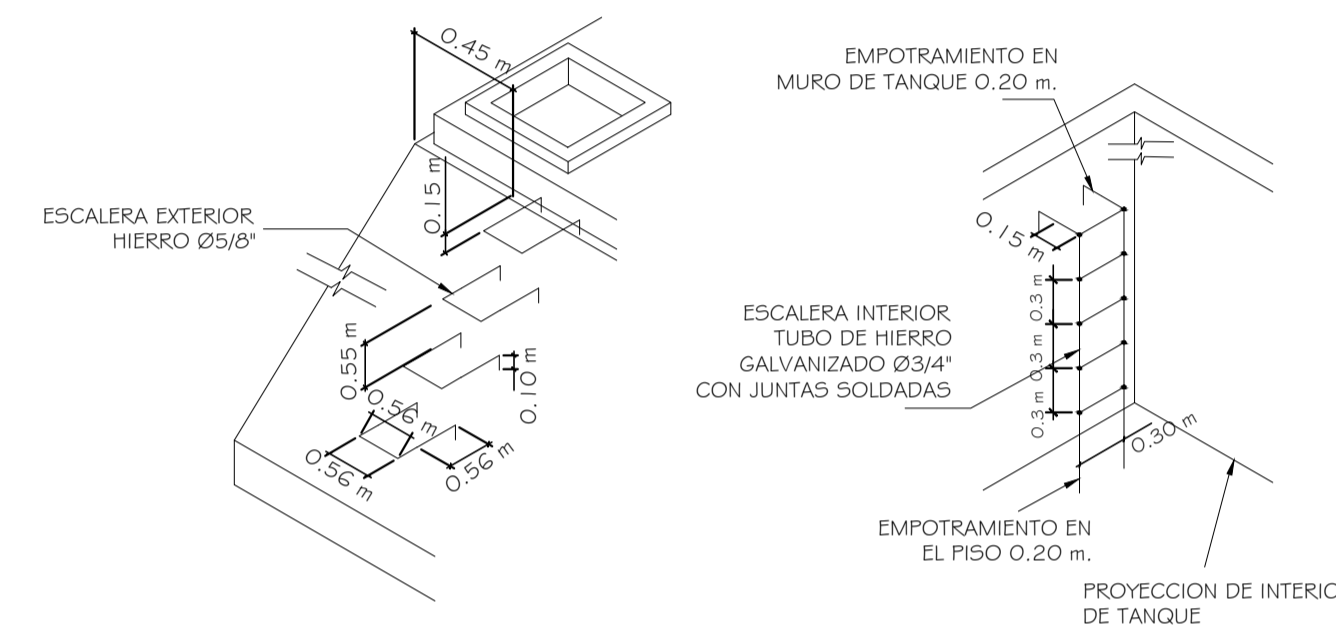


PERFIL DE TANQUE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1:25

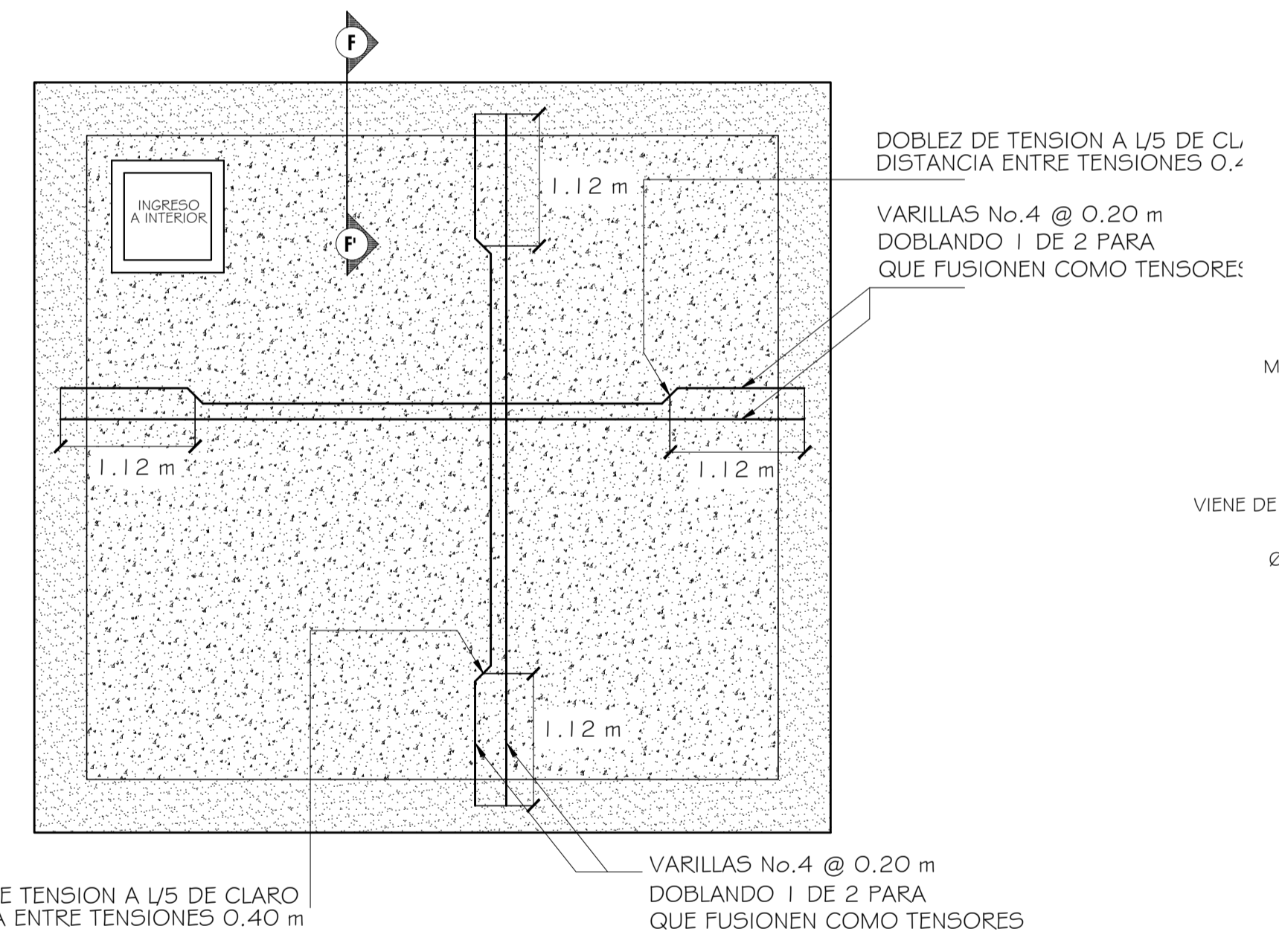
PERFIL DE MURO

ESCALA 1:20



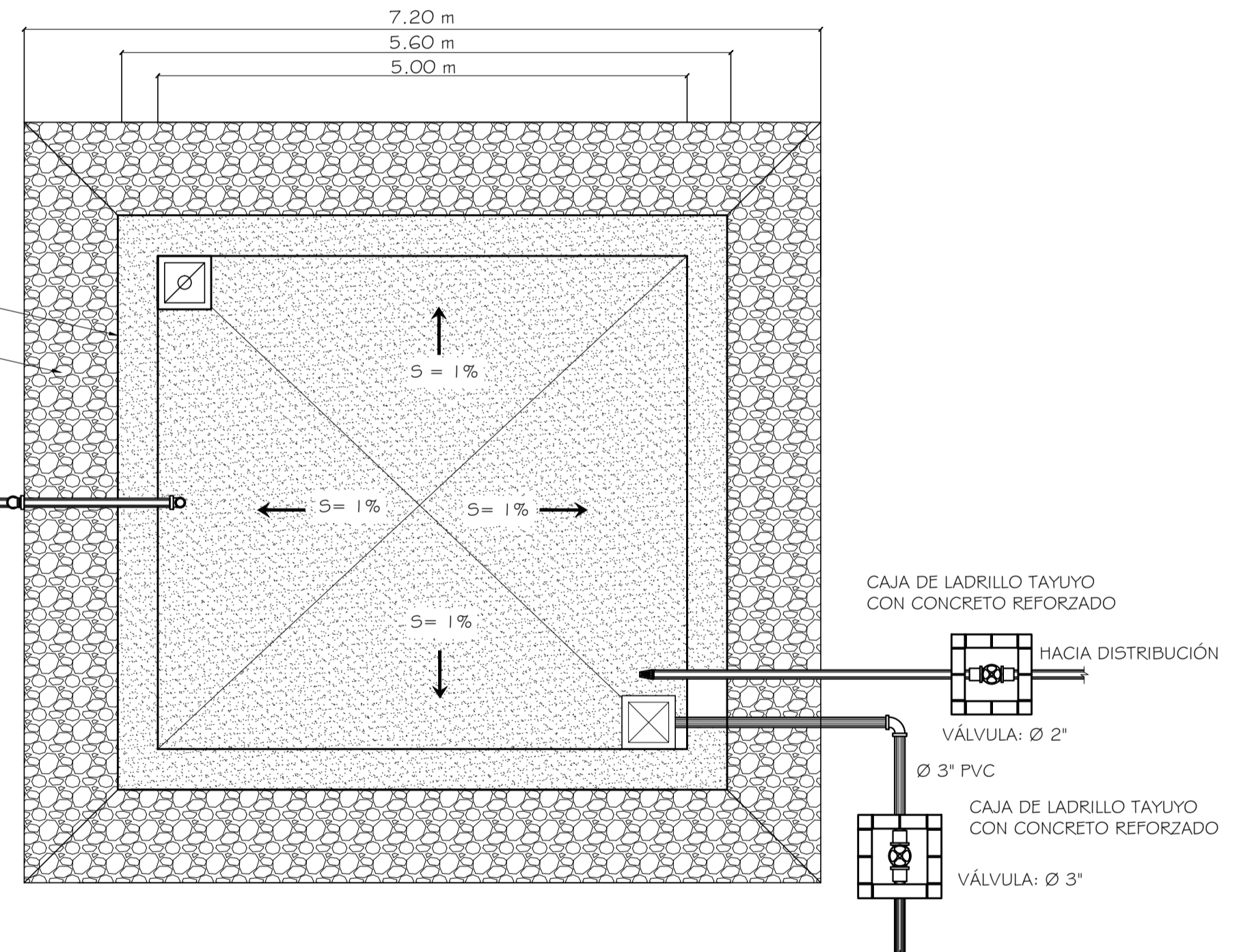
SIMÉTRICO DE ESCALERAS

SIN ESCALA



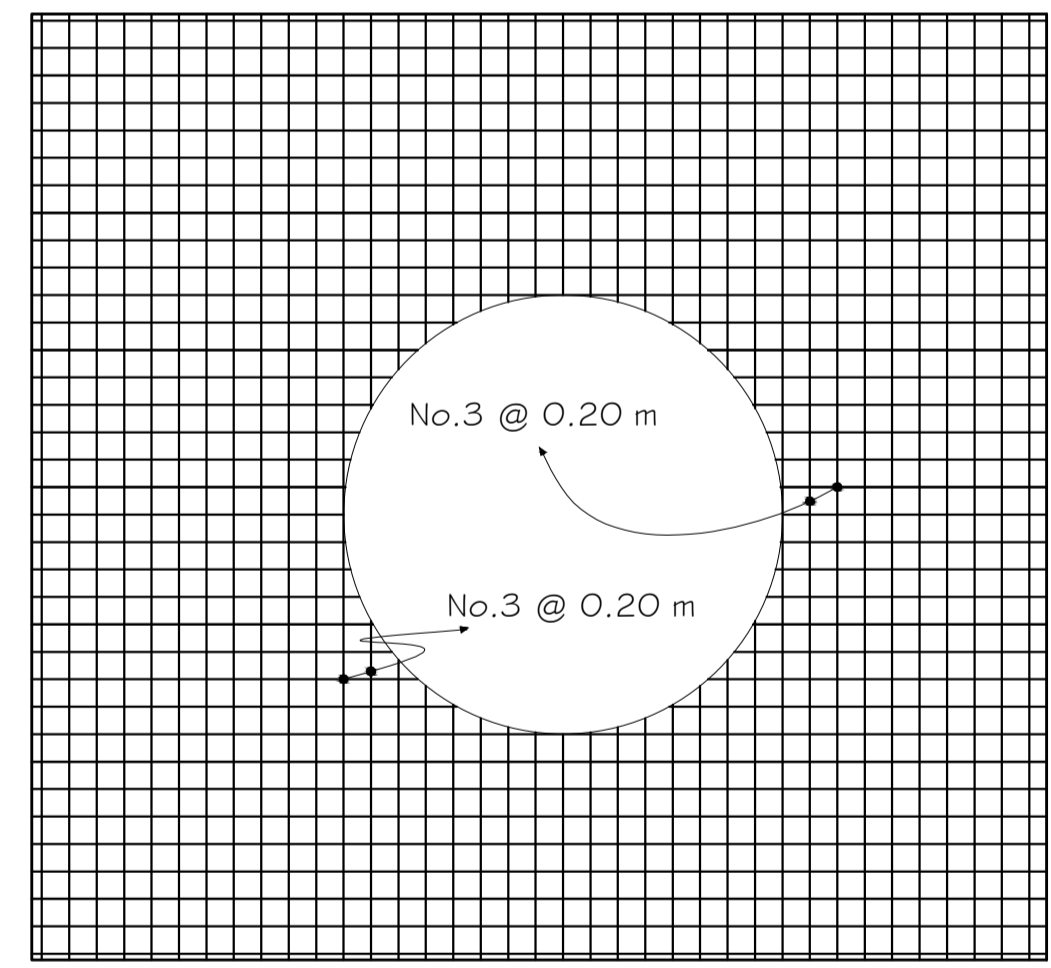
PERFIL DE TANQUE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1:15



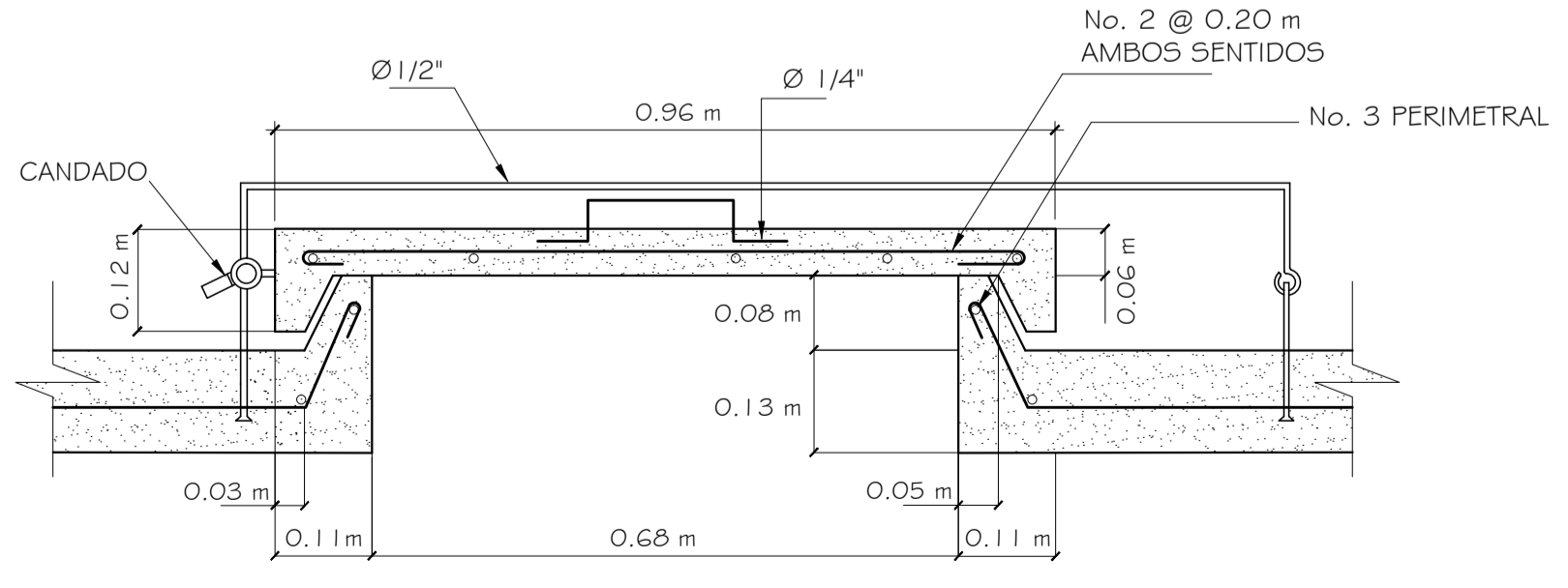
PLANTA DE TANQUE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1:30



ARMADO DE LOSA INFERIOR

SIN ESCALA



DETALLE DE TAPADERA

SIN ESCALA



SECCION F - F'

SIN ESCALA

NOTAS:

RESISTENCIA DEL CONCRETO: $f'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$
 PROPORCIÓN DEL CONCRETO: 1:2:3

RESISTENCIA DEL ACERO: $f_y = 2,810 \text{ Kg/Cm}^2$
 ACERO GRADO 40

RECUBRIMIENTO PARA VIGA CORONA:
 1. RECUBRIMIENTO INFERIOR = 2.54 cms. (1 pulg.)
 2. RECUBRIMIENTO SUPERIOR = 2.54 cms. (1 pulg.)

RECUBRIMIENTO PARA LOSA:
 1. RECUBRIMIENTO INFERIOR = 2.54 cms. (1 pulg.)
 2. RECUBRIMIENTO SUPERIOR = 2.54 cms. (1 pulg.)

CONCRETO CICLOPEO:
 33% DE PIEDRA BOLA
 67% DE CONCRETO

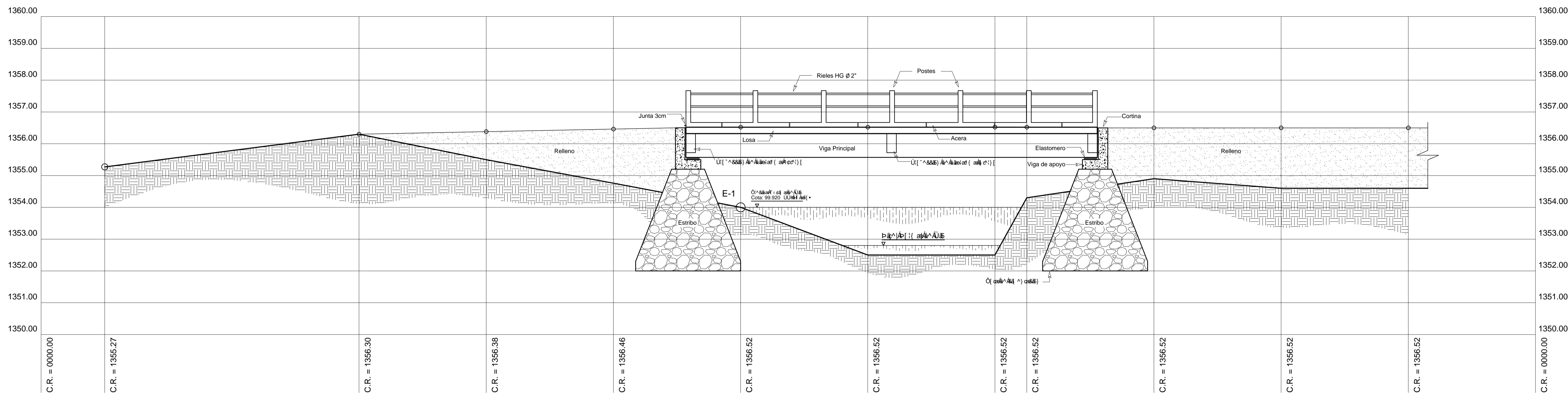
PROPORCIÓN PARA 1/2 m³:
 1 1/2 CARRETIILLAS DE PIEDRA BOLA
 2 1/2 CARRETIILLAS DE ARENA
 6 SACOS DE CEMENTO

REPELLÓ EN PAREDES INTERIORES PROPORCIÓN 1:3
 1 PARTE DE CEMENTO POR 3 DE ARENA
 CON ESPESOR DE 1.5 cm.

ALISADO POSTERIOR A REPELLÓ INTERIOR CON CEMENTO

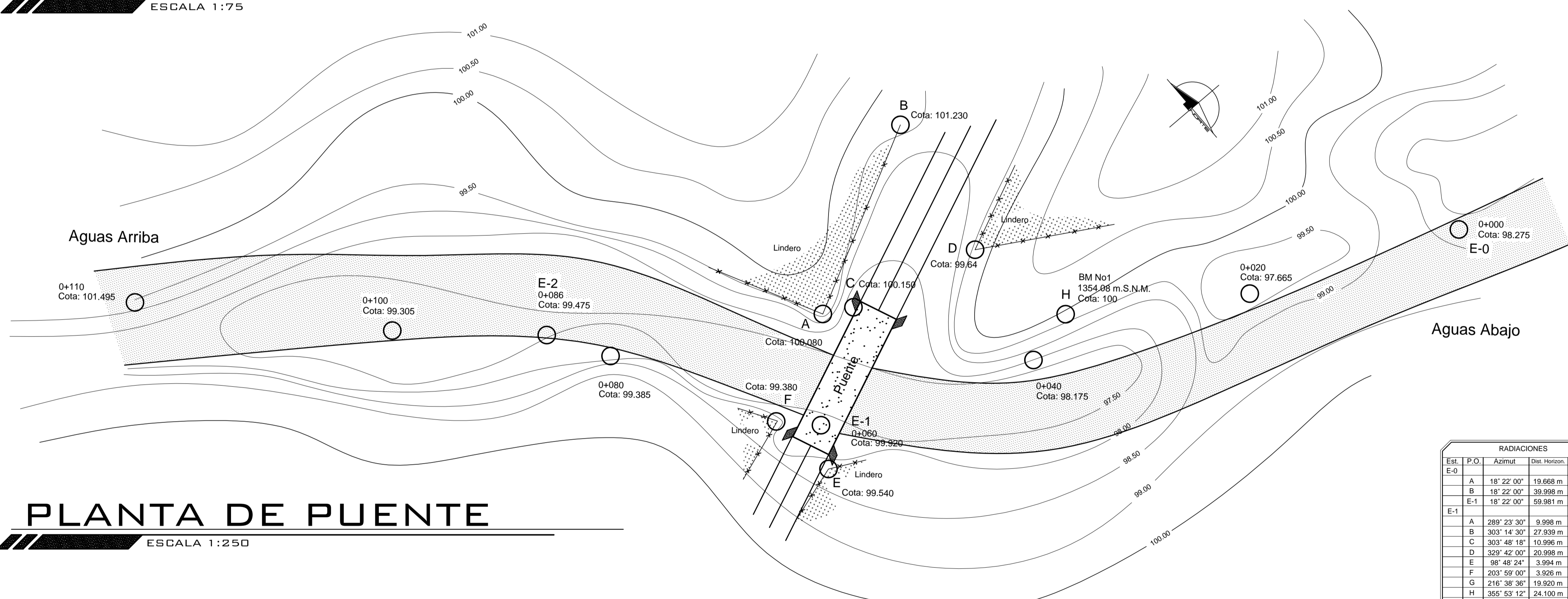
LAS DIMENSIONES DEL DIBUJO EN METRO, A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.

USAC TRICENTENARIA		FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		MUNICIPALIDAD DE JALAPA JALAPA	
Fecha: ABRIL DE 2,013		Proyecto: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA SASHICO	
Contenido: TANQUE DE DISTRIBUCIÓN		Escala: INDICADA	
Coculó, Diseño y Dibujo: Ing. José Rodrigo Orellana Guerra EFESISTA		Hoja: 9/9	



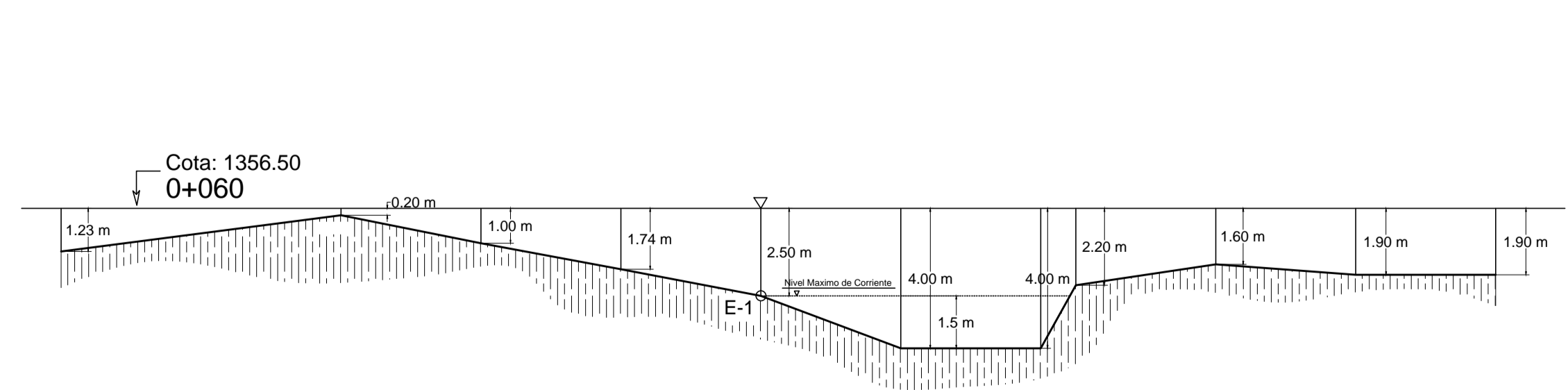
PERFIL DE PUENTE

ESCALA 1:75



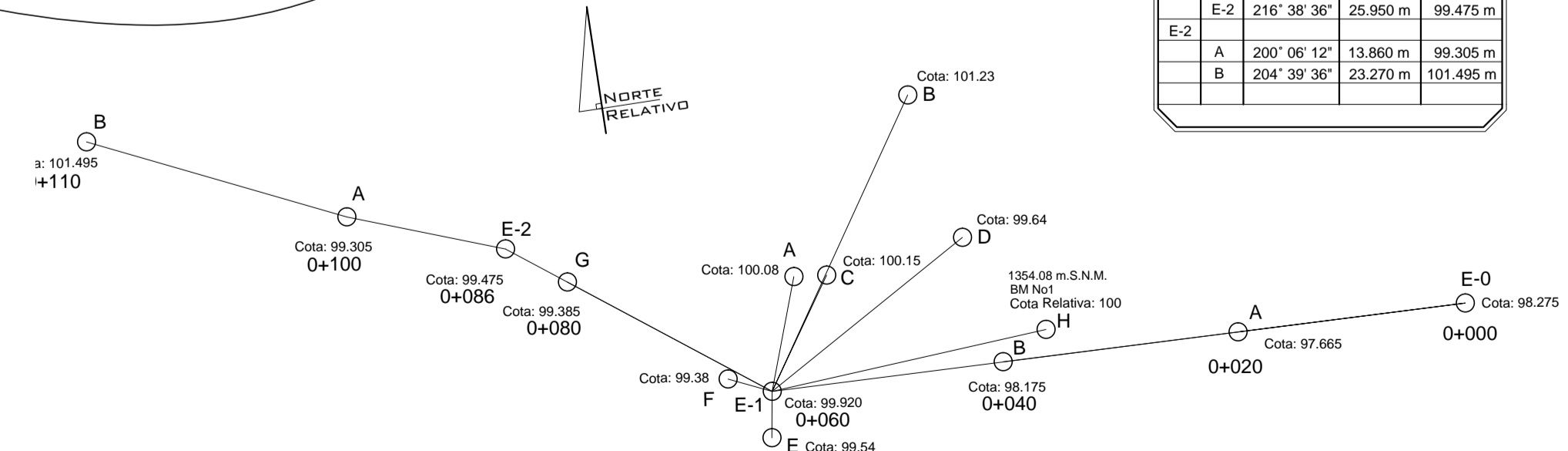
PLANTA DE PUENTE

ESCALA 1:250



SECCION DE RIO

ESCALA 1:175



RADIACIONES EN PLANTA

ESCALA 1:500

ESPECIFICACIONES AASHTO

RECUBRIMIENTO
 RECURRIMIENTO EN LAS BARRAS DE REFUERZO: 5 cm PARA LOSAS ARRIBA Y 2.5 cm ABAJO. PARA CORTINAS, VIGAS REFORZADAS Y OBRAS DE ACERCA A LOSAS ARRIBA Y ABAJO EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DEL CONCRETO.

LONGITUD DE DESARROLLO:
 LONGITUD DE DESARROLLO EN LAS BARRAS DE REFUERZO: 48 EN FORMA DE BARRAS CORRUGADAS, 60 EN FORMA DE BARRAS LISAS. EN EL EXTREMO LIBRE DE LA BARRA.

GANCHOS:
 PARA LA ARMADURA LONGITUDINAL: 7 EN EL EXTREMO LIBRE DE LA BARRA. PARA LA ARMADURA TRANSVERSAL: 3 EN EL EXTREMO LIBRE DE LA BARRA.

ARMADURA TRANSVERSAL:
 PARA LA ARMADURA TRANSVERSAL: 3 EN EL EXTREMO LIBRE DE LA BARRA. PARA LA ARMADURA LONGITUDINAL: 7 EN EL EXTREMO LIBRE DE LA BARRA.

ARMADURA LONGITUDINAL:
 PARA LA ARMADURA LONGITUDINAL: 7 EN EL EXTREMO LIBRE DE LA BARRA. PARA LA ARMADURA TRANSVERSAL: 3 EN EL EXTREMO LIBRE DE LA BARRA.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

DISEÑO:
 DISEÑO EN CONFORMIDAD CON LAS NORMAS DE LA A.S.T.M. Y A.C.I.

CONSTRUCCIÓN:
 CONSTRUCCIÓN EN CONFORMIDAD CON LAS NORMAS DE LA A.S.T.M. Y A.C.I. PARA LOS MATERIALES Y CON LOS PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE CONCRETO EN GUATEMALA (D.G.C. 2001).

MATERIALES:
CONCRETO:
 CONCRETO DE RESISTENCIA F'c = 28 MPa. AGREGADO DE GRADACIÓN Nº 4. CEMENTO PORTLAND TIPO I.

ACERO DE REFUERZO:
 ACERO DE REFUERZO DE GRADACIÓN Nº 48 EN FORMA DE BARRAS CORRUGADAS, Nº 60 EN FORMA DE BARRAS LISAS.

CONCRETO CICLOPEO:
 CONCRETO CICLOPEO DE RESISTENCIA F'c = 10 MPa. AGREGADO DE GRADACIÓN Nº 4. CEMENTO PORTLAND TIPO I.

OTROS:
 OTROS MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN EN CONFORMIDAD CON LAS NORMAS DE LA A.S.T.M. Y A.C.I.

RADIACIONES				
Est.	P.O.	Azimut	Dist. Horizontal	Cota
E-0	A	18° 22' 00"	19.668 m	97.665 m
E-0	B	18° 22' 00"	39.998 m	98.175 m
E-1	E-1	18° 22' 00"	59.981 m	99.920 m
E-1	A	289° 23' 30"	9.998 m	100.080 m
E-1	B	303° 14' 30"	27.939 m	101.230 m
E-1	C	303° 48' 18"	10.996 m	100.150 m
E-1	D	329° 42' 00"	20.998 m	99.640 m
E-1	E	98° 48' 24"	3.994 m	99.540 m
E-1	F	203° 59' 00"	3.926 m	99.380 m
E-1	G	216° 38' 36"	19.920 m	99.385 m
E-1	H	355° 53' 12"	24.100 m	100.000 m
E-2	E-2	216° 38' 36"	25.950 m	99.475 m
E-2	A	200° 06' 12"	13.860 m	99.305 m
E-2	B	204° 38' 36"	23.270 m	101.495 m

USAC
TRICENTENARIA

FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE JALAPA
JALAPA

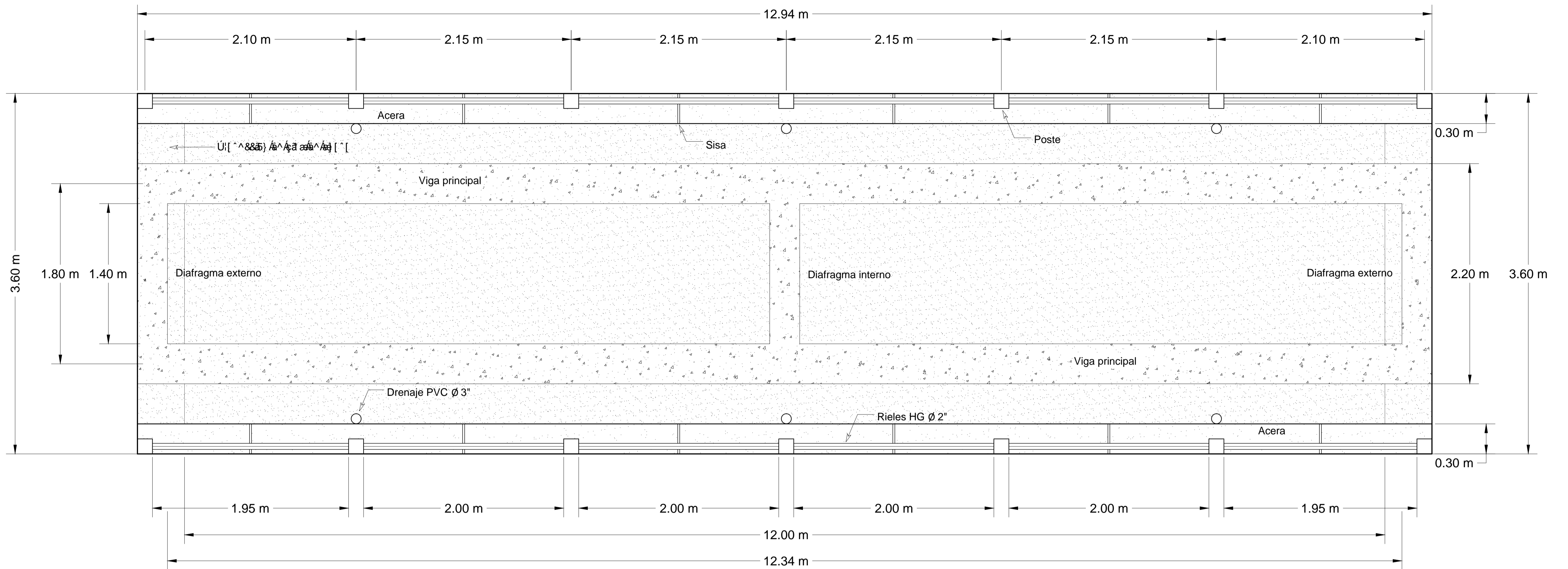
Fecha: JULIO DE 2,013

Proyecto: PUENTE VEHICULAR FINCA LOS CEBOLLINES, ALDEA SANSAYO

Contenido: PLANTA GENERAL Y PERFIL DEL PUENTE

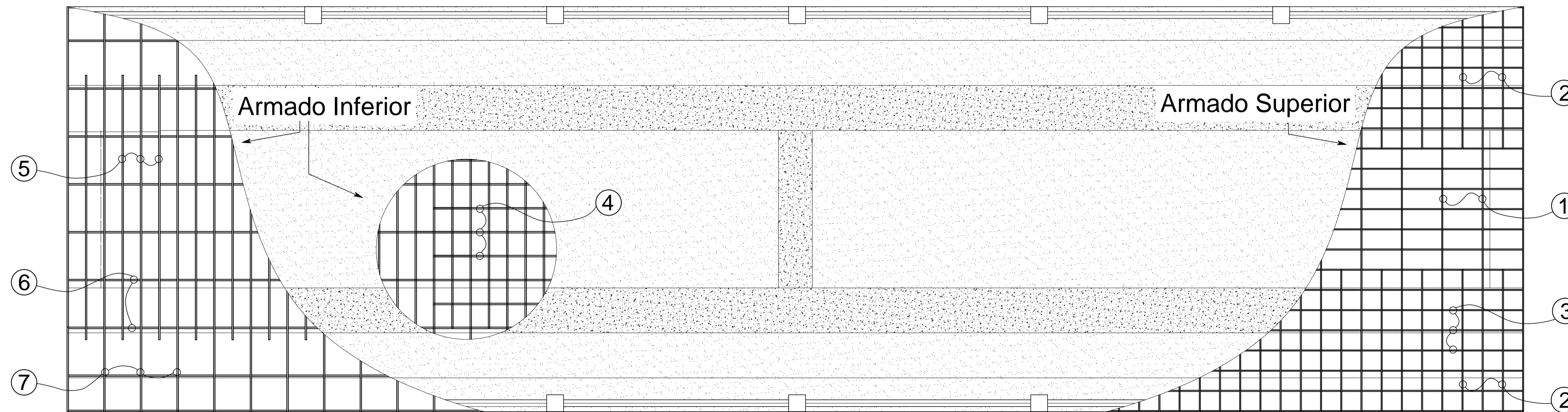
Cocuo, Diseño y Dibujo: Ing. José Rodrigo Orellana Guerra
E.F.E.S.T.A.

Hoja: 1/5



PLANTA ACOTADA

ESCALA 1:25



PLANTA DE ARMADO

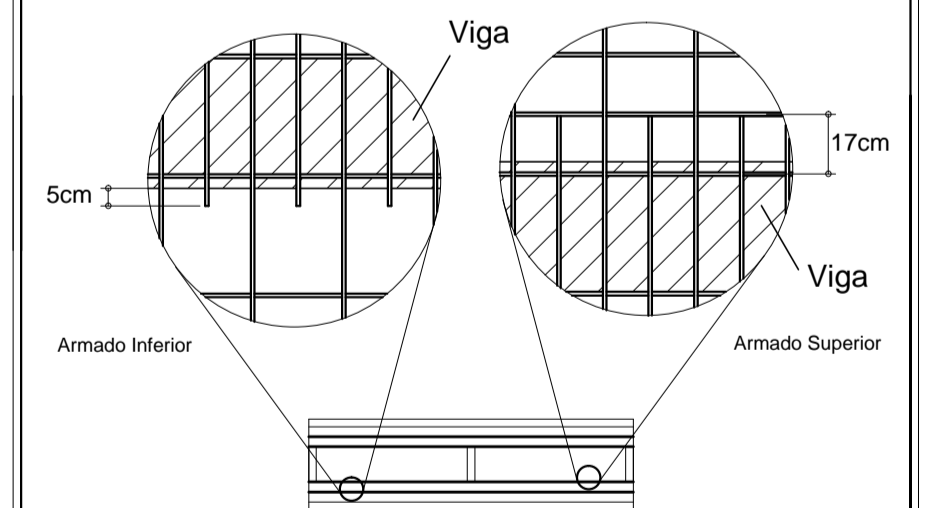
SIN ESCALA

- ① Refuerzo Transversal No. 4 @ 30 cm
- ② Refuerzo Transversal No. 4 @ 30 cm
- ③ Refuerzo Longitudinal No. 3 @ 17 cm
- ④ Refuerzo Longitudinal L/2 No. 4 @ 20 cm
- ⑤ Refuerzo Transversal No. 4 @ 15 cm
- ⑥ Refuerzo Longitudinal L/4 No. 4 @ 40 cm
- ⑦ Refuerzo Transversal No. 4 @ 30 cm

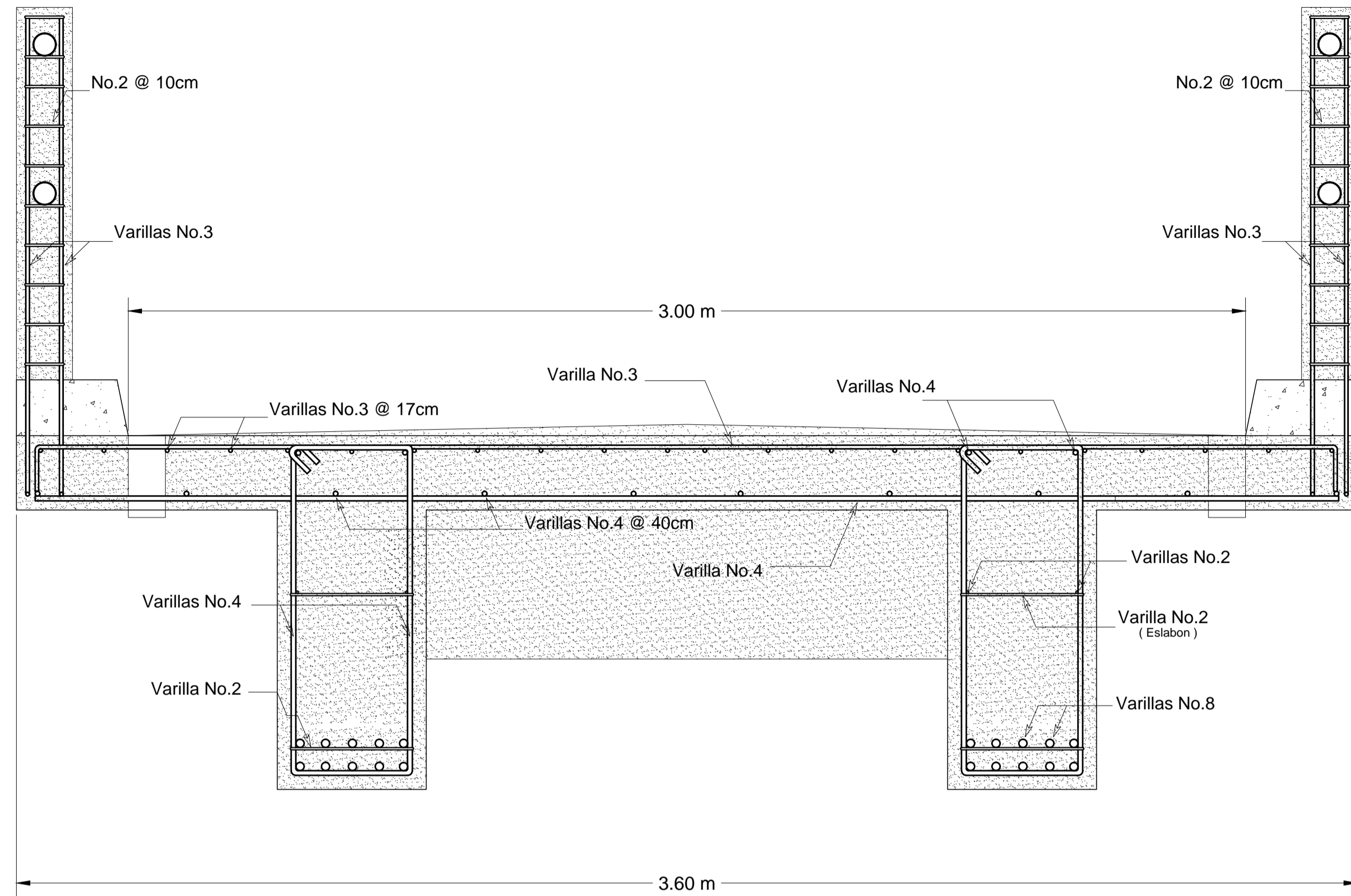
de Refuerzo

INDICACIONES

- El armado superior e inferior deberá tener un recubrimiento de 2.54 cm = 1 in
- En caso necesario, la longitud de desarrollo del refuerzo no deberá ser menor que la especificada en el código de construcción.
- El refuerzo longitudinal L/2 iniciará a 3.25 m del extremo
- El refuerzo longitudinal L/4 iniciará 5cm desde rostro externo de viga principal (ver figura).

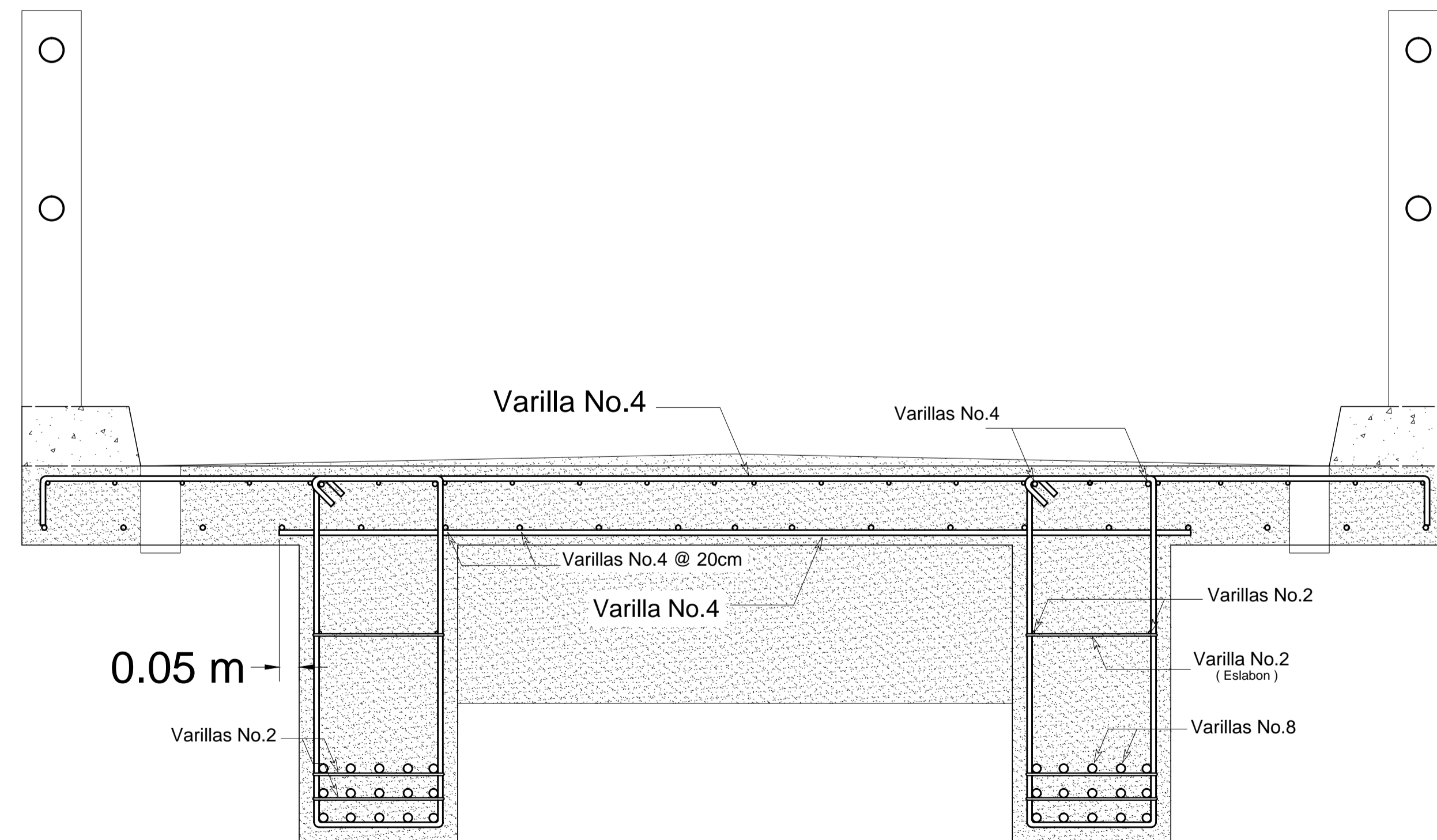


USAC TRICENTENARIA		FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
MUNICIPALIDAD DE JALAPA JALAPA				Fecha: JULIO DE 2,013	
Proyecto: PUENTE VEHICULAR FINCA LOS CEBOLLINES, ALDEA SANSAYO					
Contenido: PLANTA ACOTADA Y PLANTA DE ARMADO				Escala: INDICADA	
Coculó, Diseño y Dibujo: f. José Rodrigo Orellana Guerra EFESISTA		f. Ing. Manuel Alfredo Arriviaga Ochaeta Asesor de E.P.S.		Hoja: 2/5	



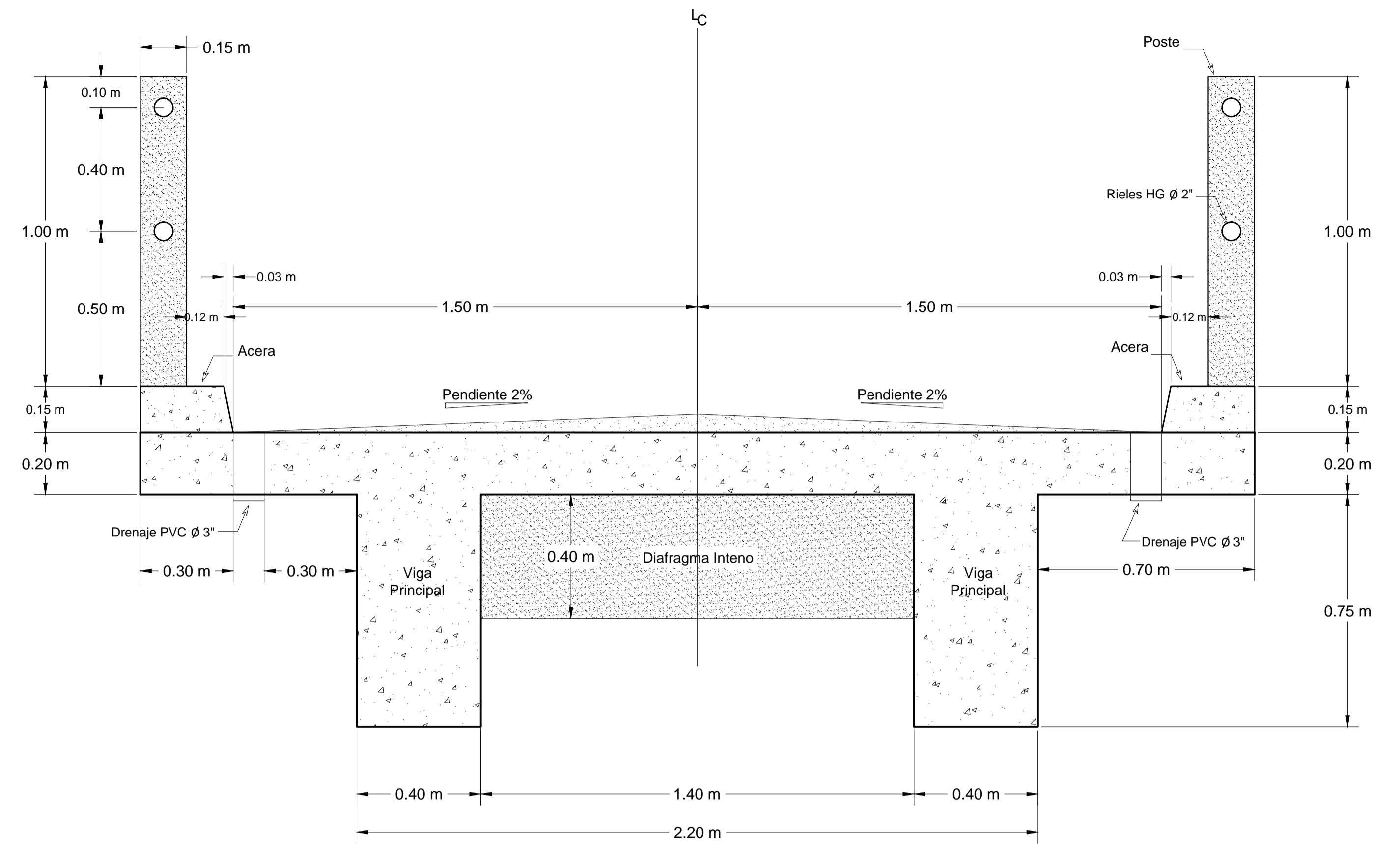
REFUERZO SECCION A-A'

SIN ESCALA



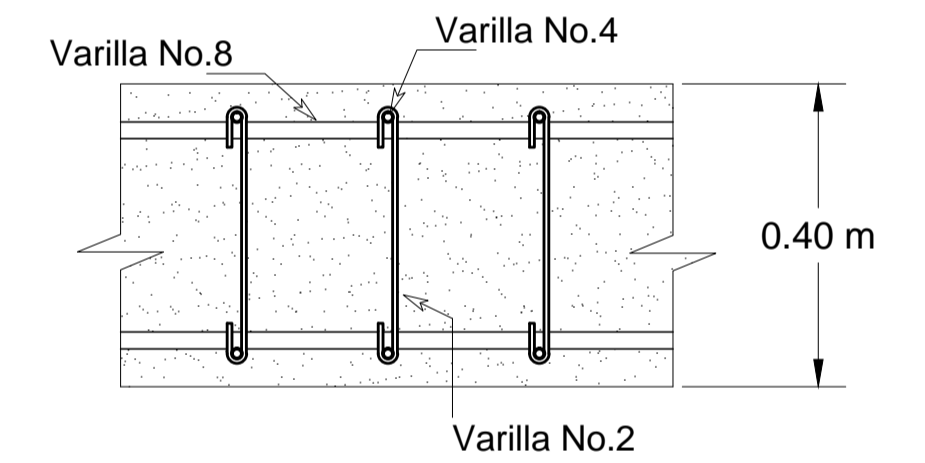
REFUERZO SECCION B-B'

SIN ESCALA



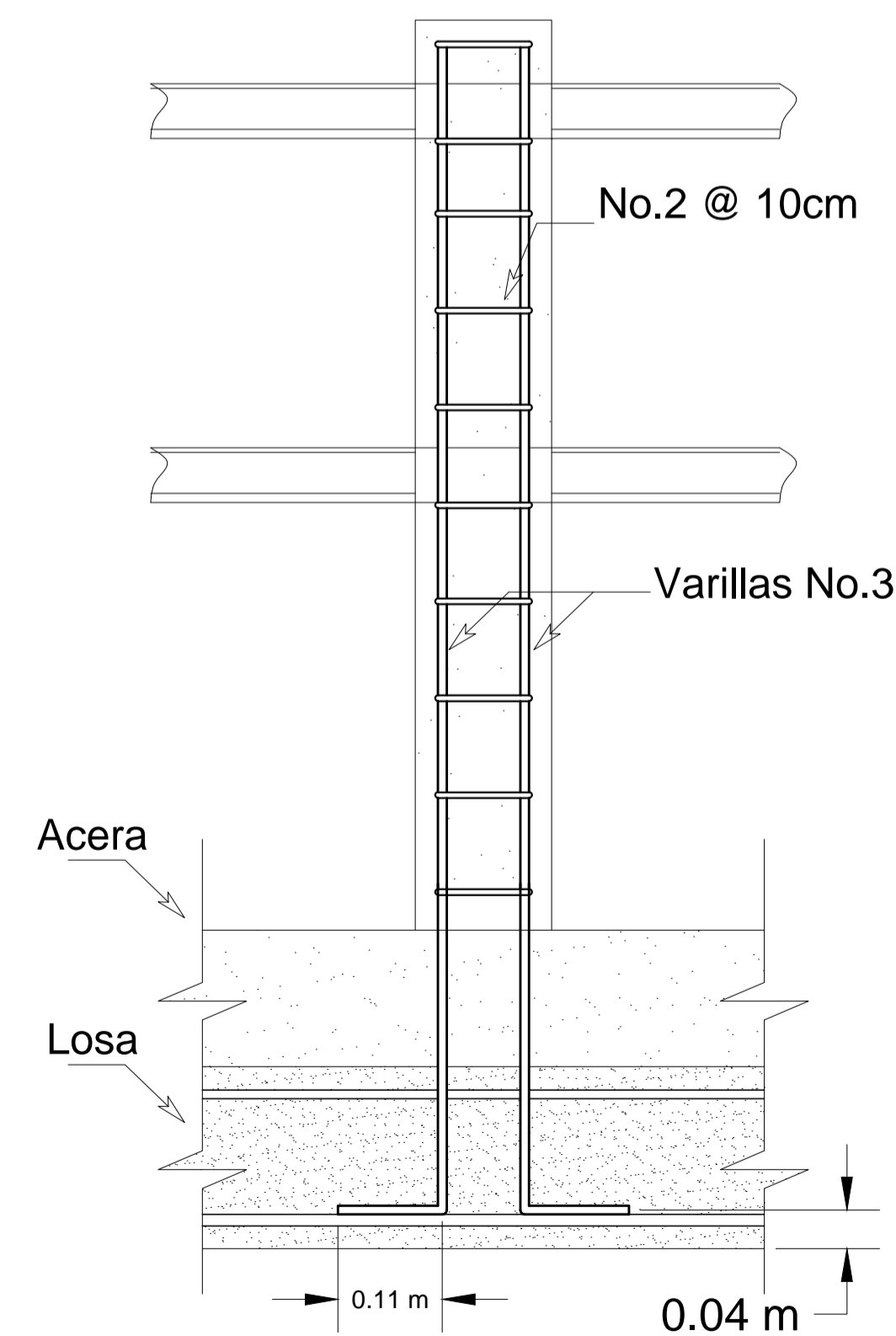
SECCION A-A' ACOTADA

SIN ESCALA



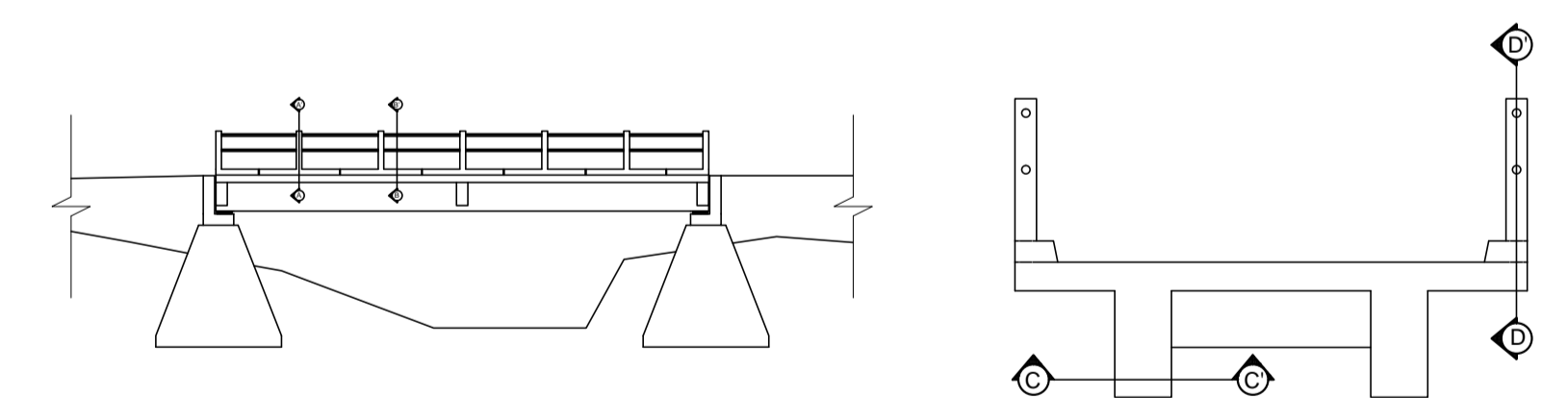
DETALLE DE REFUERZO G-G'

SIN ESCALA



DETALLE DE REFUERZO D-D'

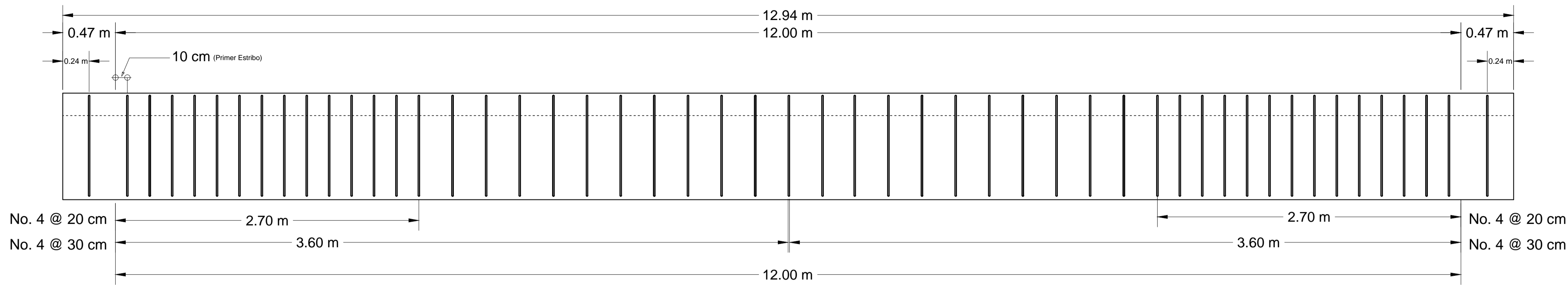
SIN ESCALA



INDICACION DE SECCIONES

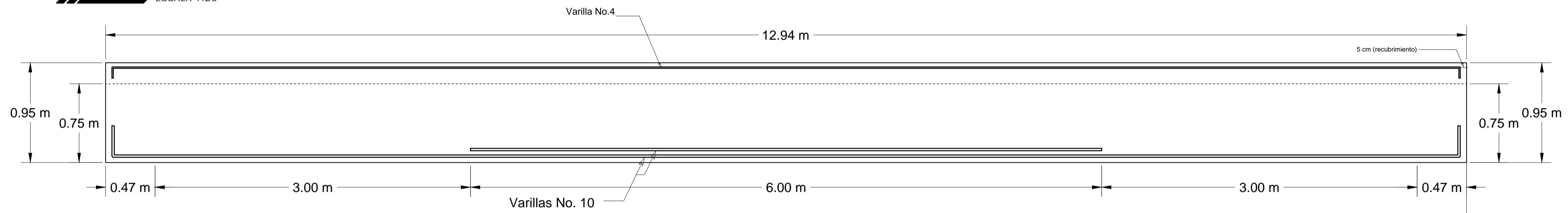
ESCALA 1:50

USAC TRICENTENARIA		FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
MUNICIPALIDAD DE JALAPA JALAPA		Fecha: JULIO DE 2,013		
Proyecto: PUENTE VEHICULAR FINCA LOS CEBOLLINES, ALDEA SANSAYO				
Contenido: SECCION DE SUPER ESTRUCTURA			Escala: INDICADA	
Cocuó, Diseño y Dibujo: f. José Rodrigo Orellana Guerra EFESISTA		f. Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochoaeta Asesor de E.P.S.		Hoja: 3 / 5



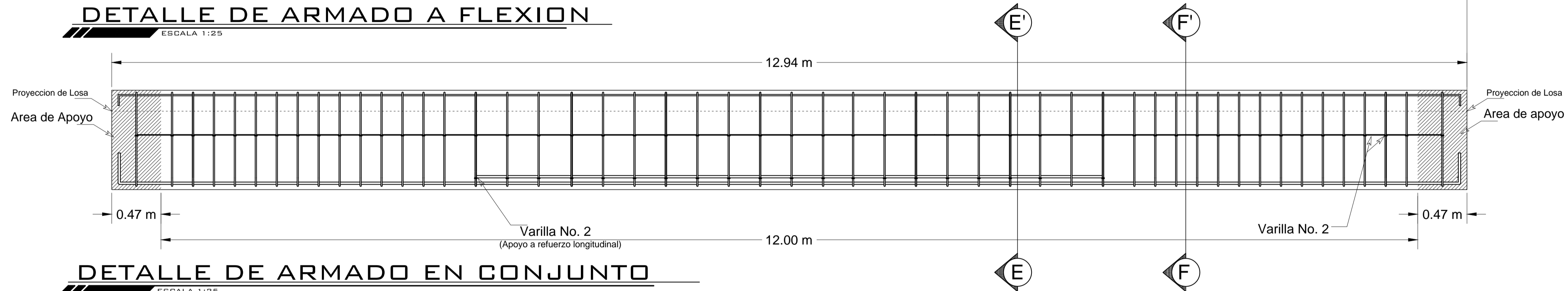
DETALLE DE ARMADO A CORTE

ESCALA 1:25



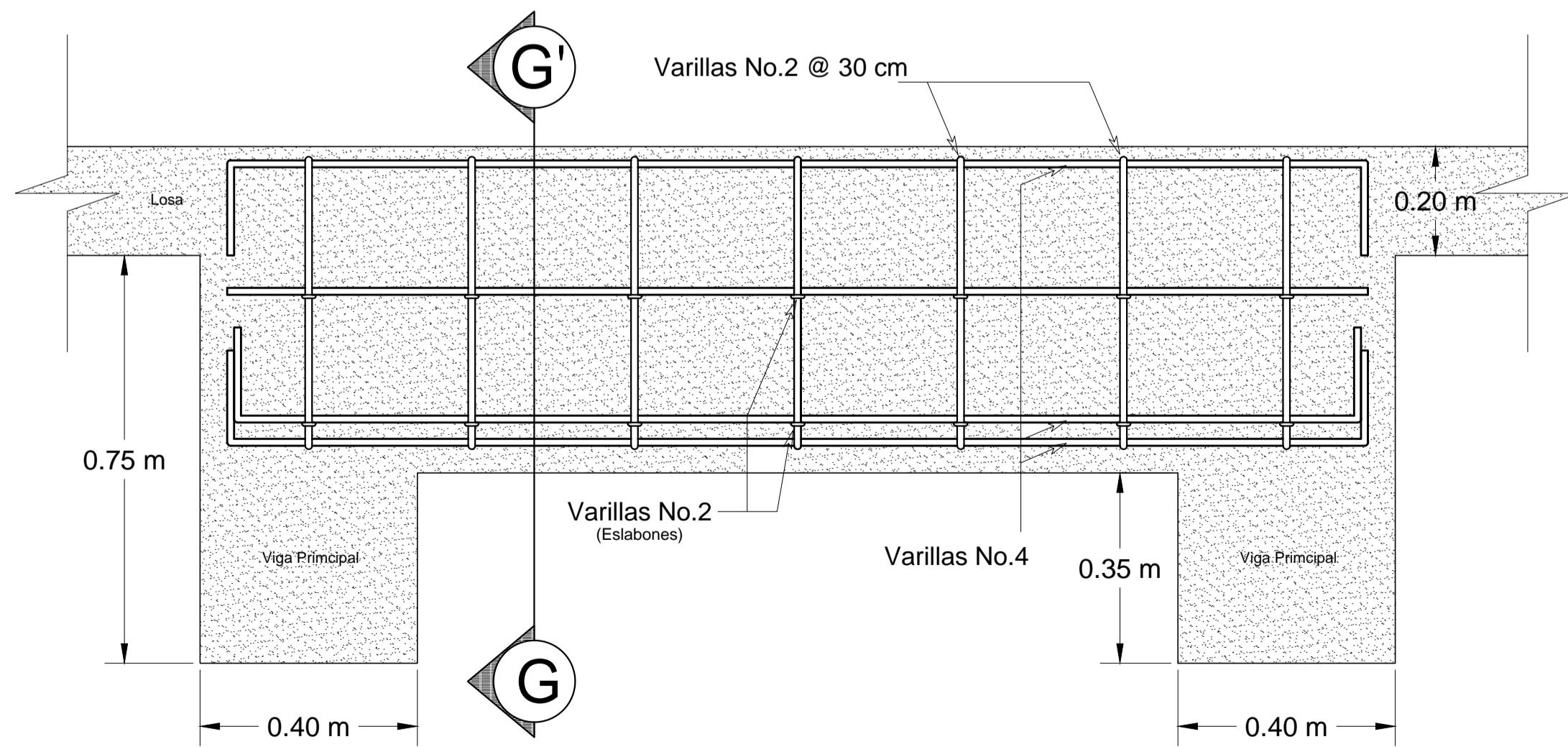
DETALLE DE ARMADO A FLEXION

ESCALA 1:25



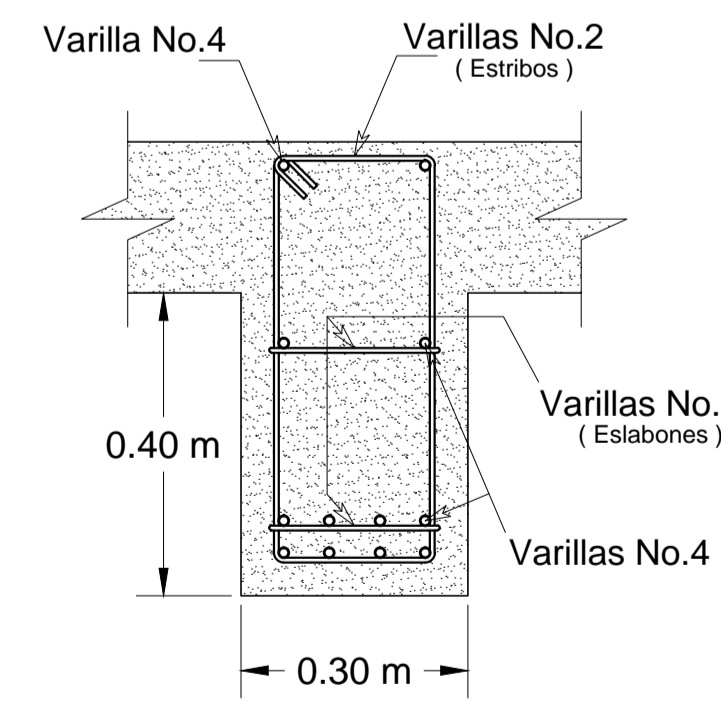
DETALLE DE ARMADO EN CONJUNTO

ESCALA 1:25



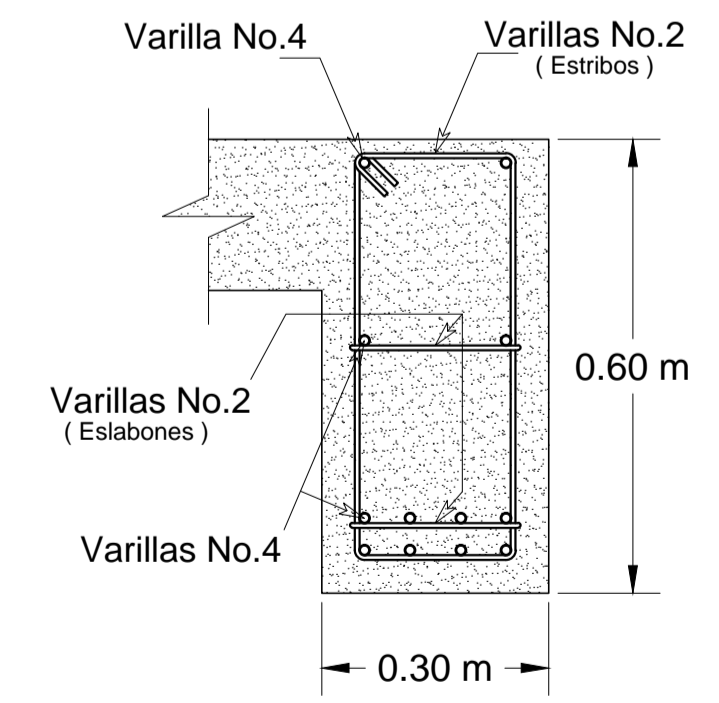
DETALLE DE DIAFRAGMA [INTERNO Y EXTERNO]

ESCALA 1:10



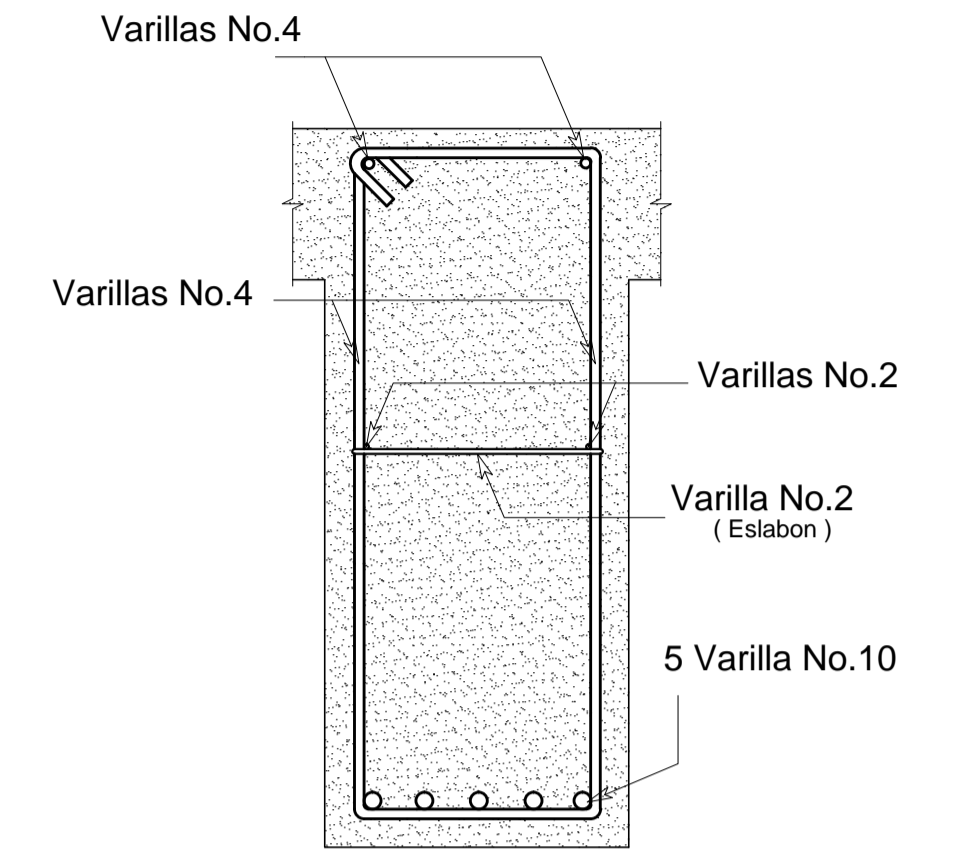
SECCION G-G' [INTERNO]

ESCALA 1:10



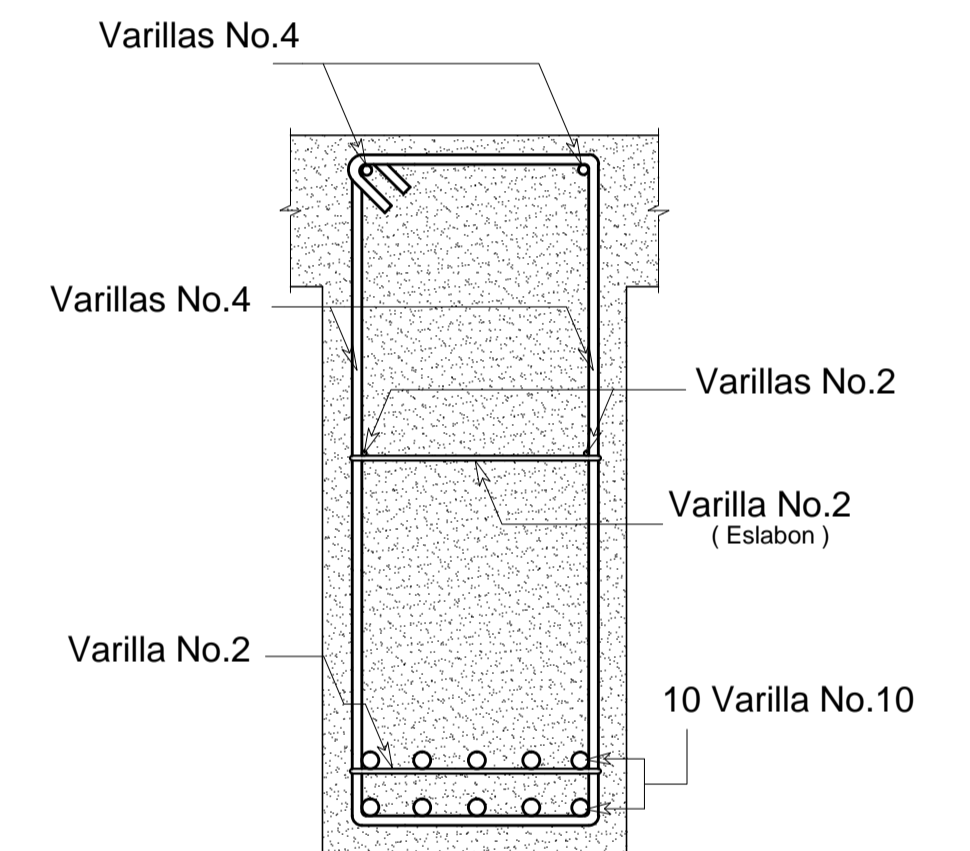
SECCION G-G' [EXTERNO]

ESCALA 1:10



SECCION F-F'

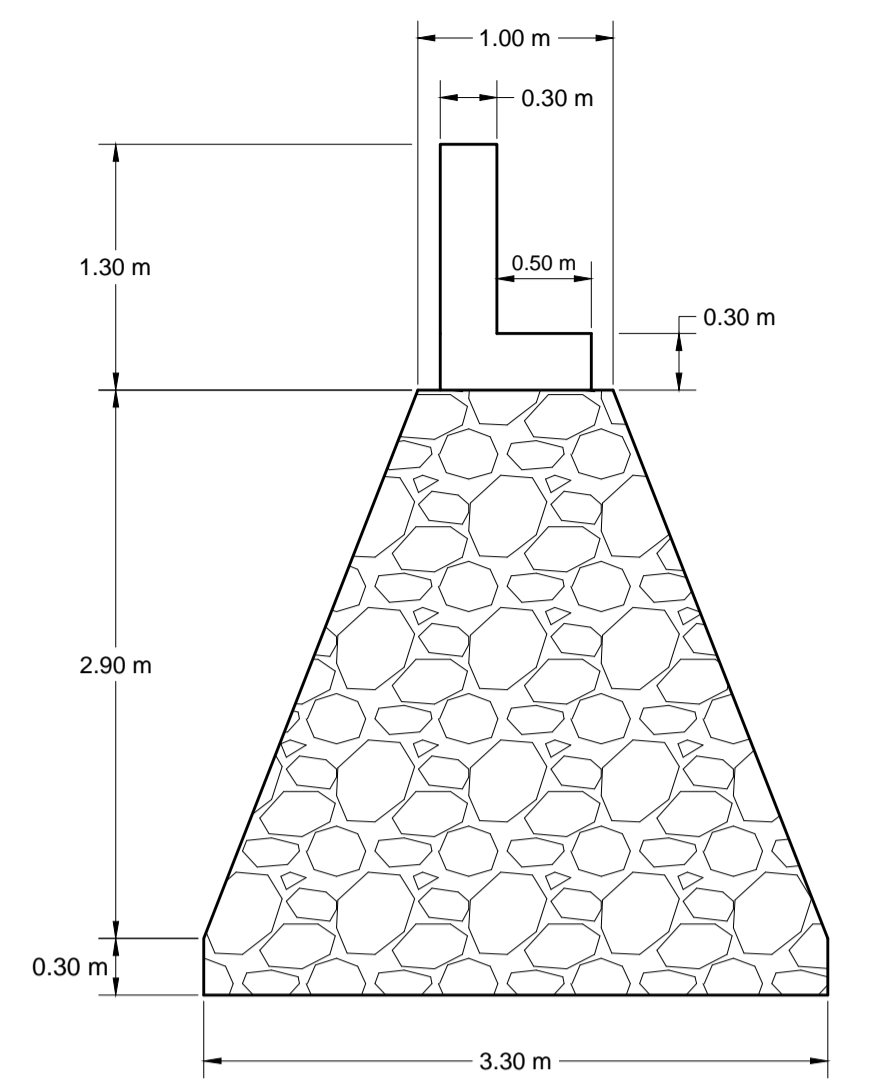
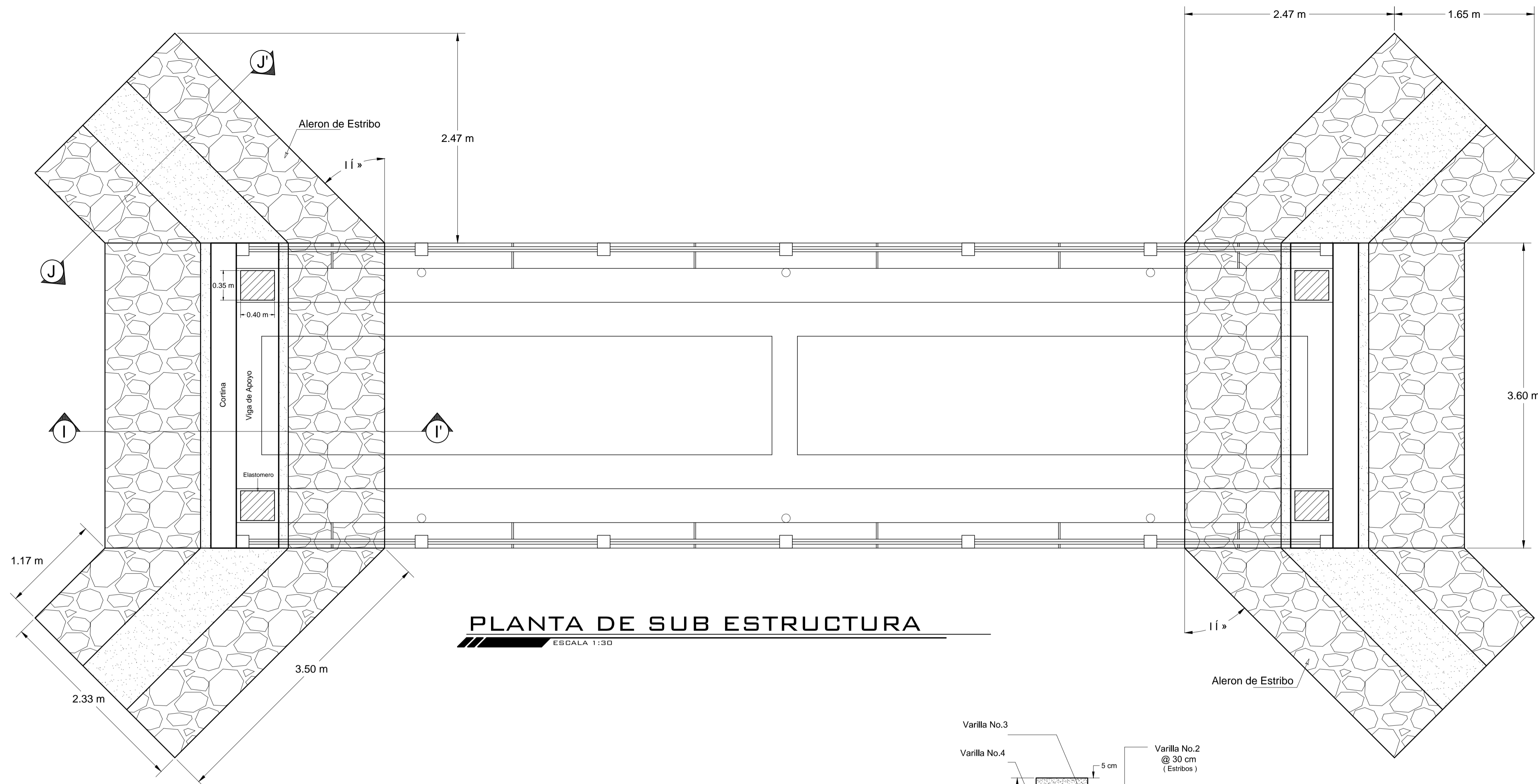
ESCALA 1:10



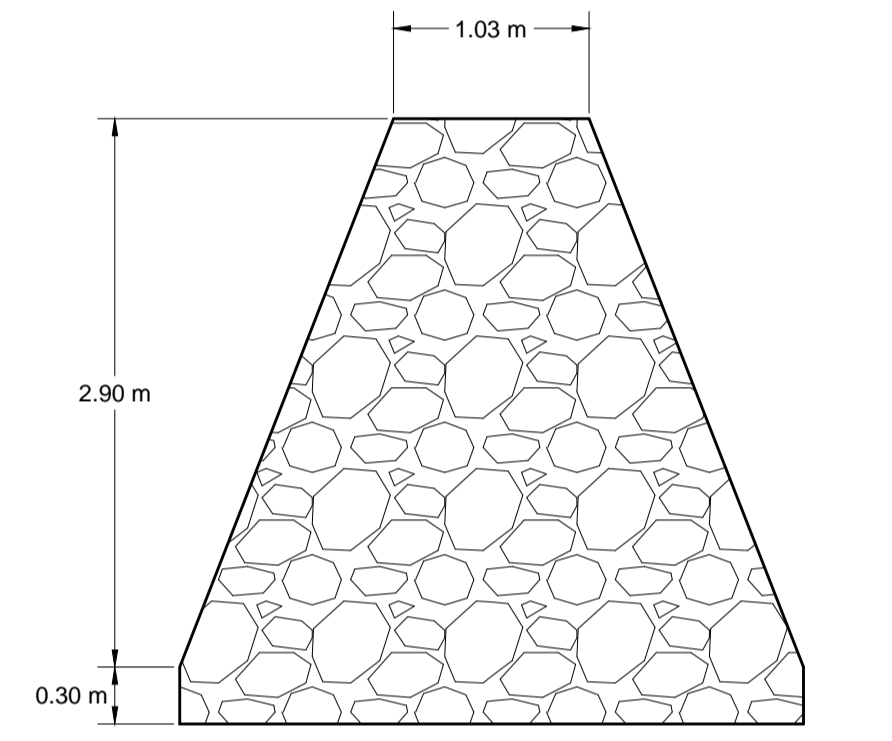
SECCION E-E'

ESCALA 1:10

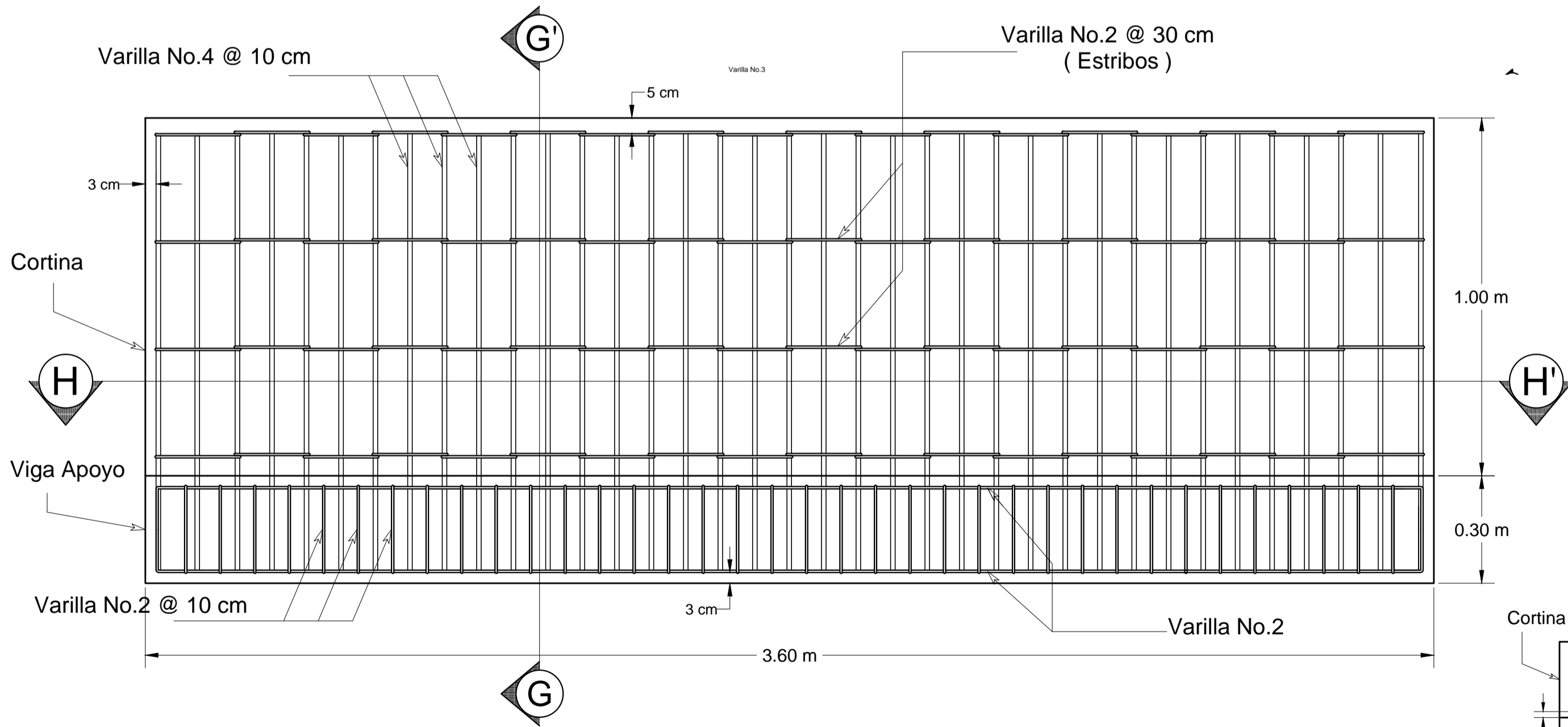
USAC TRIGENTENARIA		FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
MUNICIPALIDAD DE JALAPA JALAPA		Fecha: JULIO DE 2,013		
Proyecto: PUENTE VEHICULAR FINCA LOS CEBOLLINES, ALDEA SANSAYO				
Contenido: VIGA PRINCIPAL Y DIAFRAGMAS			Escala: INDICADA	
Coculo, Diseño y Dibujo: Ing. José Rodrigo Orellana Guerra EFESISTA		Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochoaeta Asesor de E.P.S.		Hoja: 4/5



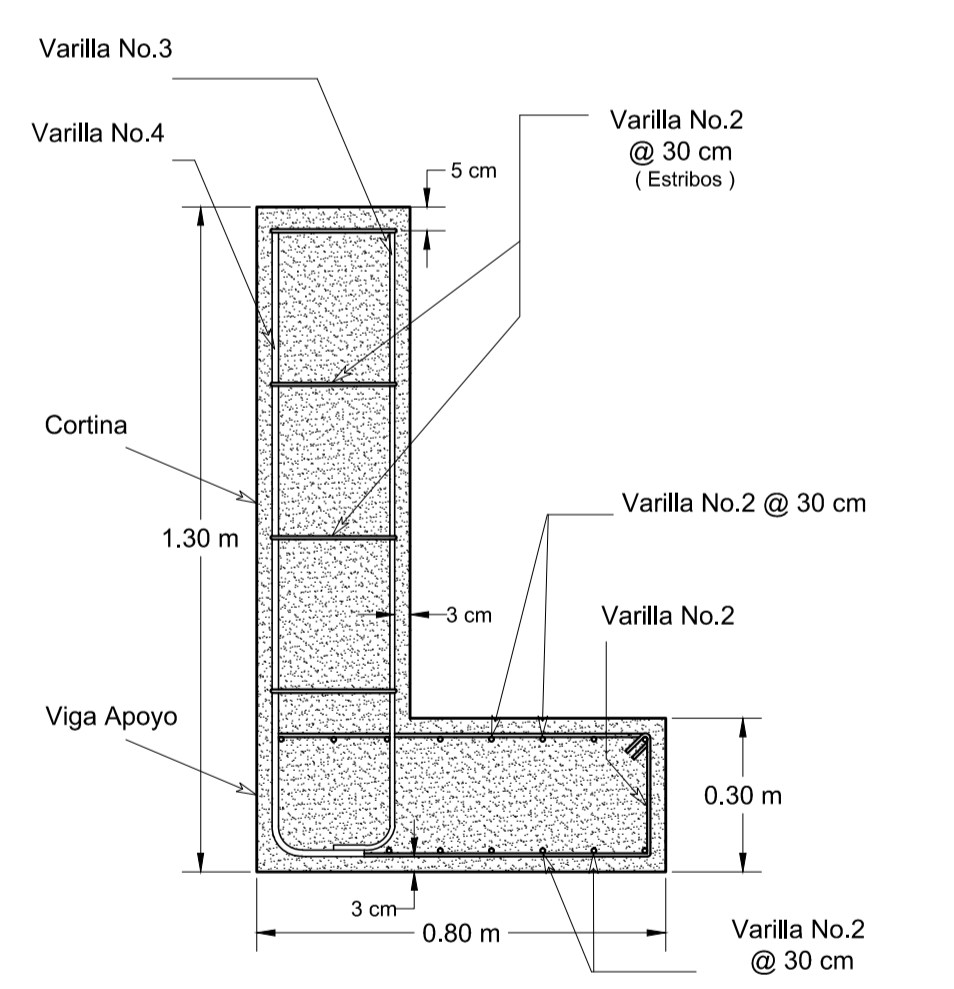
SECCIÓN I-I'
ESCALA 1:40



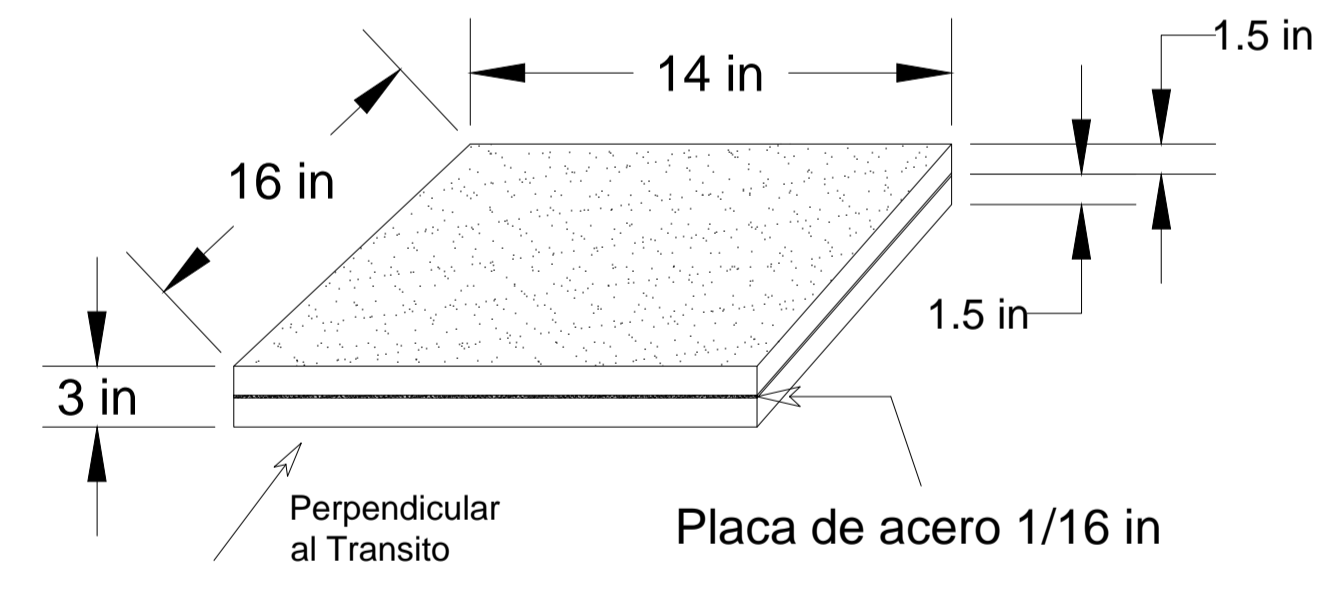
SECCIÓN J-J'
ESCALA 1:40



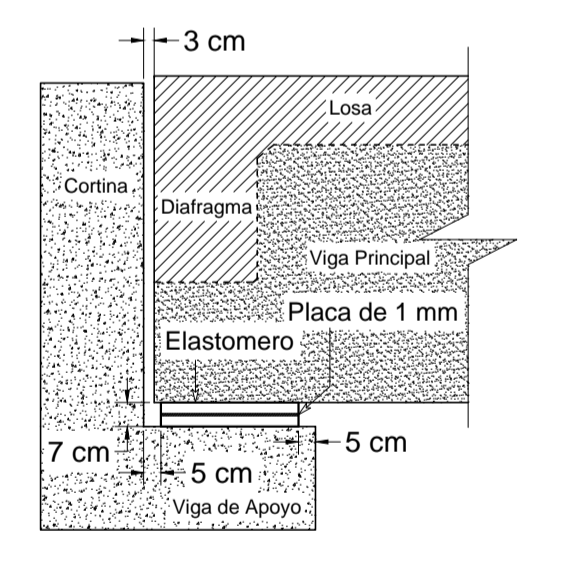
ARMADO DE CORTINA Y VIGA APOYO
ESCALA 1:15



SECCIÓN G-G'
ESCALA 1:15

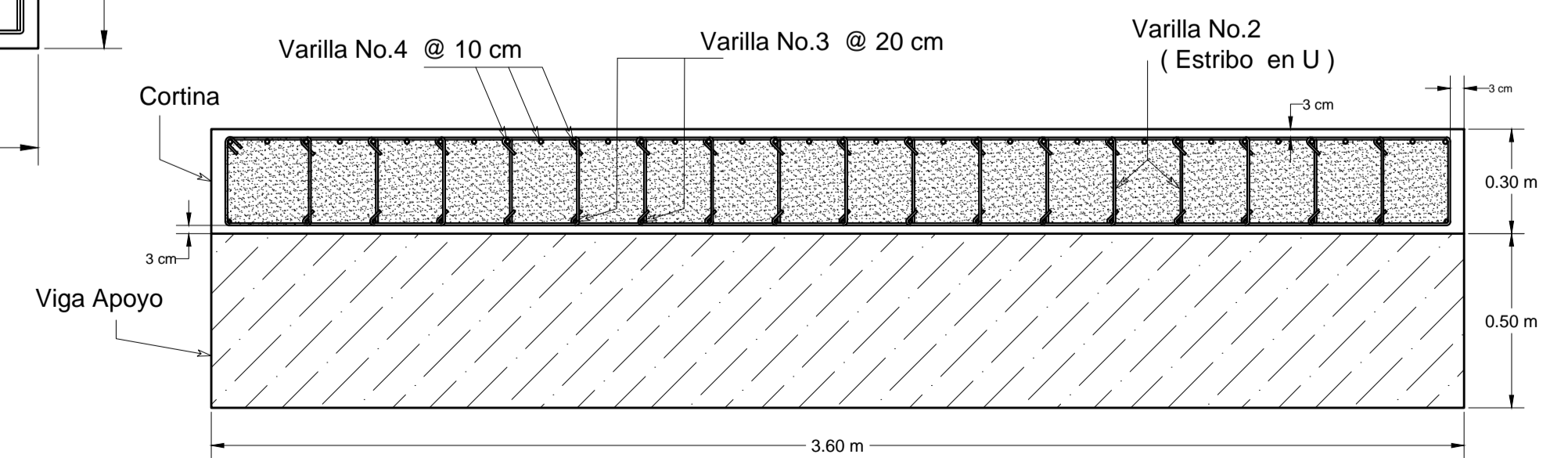


ISOMETRICO DE ELASTOMERO
SIN ESCALA



DETALLE DE APOYO
SIN ESCALA

Especificaciones de Elastomero:
Neopreno Shore Grado 60
Placa intermedia de 1/16 in
Espesor de 3 in (7 cm)
Dimensiones: 14 in * 16 in



SECCION H-H'
ESCALA 1:17

USAC TRIDENTENARIA		FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
MUNICIPALIDAD DE JALAPA JALAPA		Fecha: JULIO DE 2,013		
Proyecto: PUENTE VEHICULAR FINCA LOS CEBOLLINES, ALDEA SANSAYO				
Contenido: SUB ESTRUCTURA			Escala: INDICADA	
Cocué, Diseño y Dibujo: f. José Rodrigo Orellana Guerra EFESISTA		f. Ing. Manuel Alfredo Arriviaga Ochaeta Asesor de E.P.S.		Hoja: 5 / 5