



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

**LOCALIZACIÓN DE PREDIOS EN RIESGO EN LA ZONA 1 UTILIZANDO QGIS Y DISEÑO  
DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL RÍO LAS MINAS, SANTA  
CATARINA PINULA, GUATEMALA**

**José Diego Manuel Cayax Castillo**

Asesorado por el Ing. Juan Carlos Garrido López

Guatemala, agosto de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**LOCALIZACIÓN DE PREDIOS EN RIESGO EN LA ZONA 1 UTILIZANDO  
QGIS Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL  
RÍO LAS MINAS, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**JOSÉ DIEGO MANUEL CAYAX CASTILLO**

ASESORADO POR EL ING. JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ  
SUPERVISADO POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**LOCALIZACIÓN DE PREDIOS EN RIESGO EN LA ZONA 1 UTILIZANDO QGIS Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL RÍO LAS MINAS, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 19 de septiembre de 2016.

**José Diego Manuel Cayax Castillo**

Guatemala, 30 de octubre de 2017

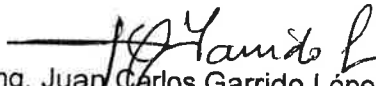
Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora  
Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

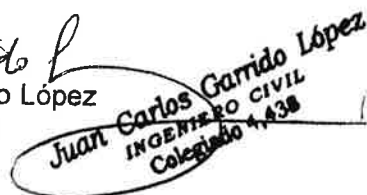
Reciba usted un cordial saludo esperando que todas sus actividades sean exitosas.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Diego Manuel Cayax Castillo** quien se identifica con CUI **2308 81661 0101** y registro académico **2012 12647**, de la carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final cuyo título es: **LOCALIZACIÓN DE PREDIOS EN RIESGO EN LA ZONA 1 UTILIZANDO QGIS Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL RIO LAS MINAS, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA.**

En tal virtud, considero que el mismo cumple con los requisitos necesarios para su aprobación, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, atentamente:

  
Ing. Juan Carlos Garrido López  
Colegiado 4,438

  
Juan Carlos Garrido López  
INGENIERO CIVIL  
Colegiado 4,438



Guatemala, 14 de noviembre de 2017  
Ref.EPS.DOC.783.11.17

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

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

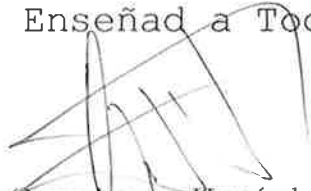
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Diego Manuel Cayax Castillo, Registro Académico 201212647 y CUI 2308 81661 0101**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **LOCALIZACIÓN DE PREDIOS EN RIESGO EN LA ZONA 1 UTILIZANDO QGIS Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL RÍO LAS MINAS, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA.**

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. Oscar Argueta Hernández  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
OAH/ra



Guatemala,  
07 de mayo de 2018

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

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **LOCALIZACIÓN DE PREDIOS EN RIESGO EN LA ZONA 1 UTILIZANDO QGIS Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL RÍO LAS MINAS, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Diego Manuel Cayax castillo , quien contó con la asesoría del Ing. Juan Carlos Garrido López.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la ingeniería nacional 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. civil, Guillermo Francisco Melini Salazar  
Jefe Del Departamento de Planeamiento



**FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
PLANEAMIENTO  
USAC**

/mrrm.





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
30 de mayo de 2018

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 **LOCALIZACIÓN DE PREDIOS EN RIESGO EN LA ZONA 1 UTILIZANDO QGIS Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL RÍO LAS MINAS, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Diego Manuel Cayax, con CUI 2308816610101 Registro Académico No. 201212647, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Carlos Garrido López.

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

/mrrm.



*Mas de 137 años de Trabajo y Mejora Continua*





Guatemala, 06 de julio de 2018  
REF.EPS.D.230.07.18

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

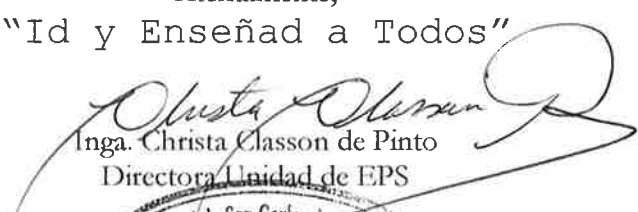
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **LOCALIZACIÓN DE PREDIOS EN RIESGO EN LA ZONA 1 UTILIZANDO QGIS Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL RÍO LAS MINAS, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Diego Manuel Cayax Castillo, Registro Académico 201212647 y CUI 2308 81661 0101**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Carlos Garrido López y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante José Diego Manuel Cayax Castillo titulado **LOCALIZACIÓN DE PREDIOS EN RIESGO EN LA ZONA 1 UTILIZANDO QGIS Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL RÍO LAS MINAS, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, agosto 2018  
/mrrm.



*Mas de 137 años de Trabajo y Mejora Continua*

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref.DTG.D.276.2018

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: **LOCALIZACIÓN DE PREDIOS EN RIESGO EN LA ZONA 1 UTILIZANDO QGIS Y DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL RÍO LAS MINAS, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **José Diego Manuel Cayax Castillo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, agosto de 2018



/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme la vida, llenarme de tantas bendiciones y poner en mi camino gente que me ha demostrado su cariño y comprensión.
- Mis padres** Pedro Cayax y Violeta Castillo por su apoyo y cariño incondicional, y ser un ejemplo de vida.
- Mis hermanos** Gema y Junior Cayax Castillo por ser parte importante de mi vida y buscar siempre lo mejor para mí.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser parte importante de mi formación como profesional y personal.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
<b>Mi hermana</b>	Por su motivación y apoyo.
<b>Mi hermano</b>	Por ser un ejemplo de vida.
<b>Mis amigos de la facultad</b>	Por compartir conmigo estos hermosos años.
<b>Mis amigos del colegio</b>	Por creer en mí, y por su amistad todo este tiempo.
<b>Compañeros de la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur</b>	Por ser parte de esta experiencia enriquecedora.
<b>Mancomunidad Gran Ciudad del Sur</b>	Por darme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado.
<b>Familia en general</b>	Por animarme en todo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. MONOGRAFÍA DE SANTA CATARINA PINULA .....	1
1.1.    Aspecto histórico .....	1
1.1.1.    Historia .....	1
1.1.2.    Cultura e identidad.....	1
1.1.3.    Etimología.....	2
1.1.4.    Costumbres y tradiciones .....	2
1.1.5.    Fiesta patronal.....	2
1.1.6.    Idioma oficial.....	3
1.2.    Aspecto físico .....	3
1.2.1.    Vías de acceso al municipio de Santa Catarina Pinula.....	3
1.2.2.    Geografía.....	3
1.2.2.1.    Colindancias .....	4
1.2.2.2.    Estructura espacial o distribucional .....	4
1.2.3.    Clima .....	5
1.2.4.    Orografía.....	5
1.2.5.    Demografía.....	5
1.2.5.1.    Población según grupo étnico.....	6

	1.2.5.2.	Población por edad .....	6
	1.2.5.3.	Flujos migratorios .....	6
	1.2.5.4.	Condiciones de vida .....	7
	1.2.5.5.	Calidad de vida.....	7
2.	LOCALIZACIÓN DE PREDIOS EN RIESGO EN LA ZONA 1 UTILIZANDO QGIS, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA.....		9
2.1.	Planteamiento del problema.....		9
2.2.	Justificación del proyecto .....		9
2.3.	Marco teórico .....		9
	2.3.1.	Amenaza .....	10
	2.3.2.	Vulnerabilidad.....	11
	2.3.3.	Riesgo .....	12
	2.3.4.	Desastres .....	13
	2.3.5.	Gestión de riesgo .....	14
	2.3.6.	Medidas para reducir el riesgo .....	14
	2.3.7.	Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	14
		2.3.7.1. Quantum GIS (QGIS) .....	15
		2.3.7.2. SIG en la gestión municipal.....	15
		2.3.7.3. Información y características de los datos espaciales.....	16
2.4.	Metodología de la localización de predios en riesgo en la zona 1 .....		17
	2.4.1.	Trabajo de gabinete .....	17
	2.4.2.	Boleta de evaluación para el levantamiento de información.....	18
		2.4.2.1. Datos personales .....	18
		2.4.2.2. Ubicación de la vivienda.....	19
		2.4.2.3. Evento .....	21

2.4.2.4.	Propiedad de la vivienda .....	23
2.4.2.5.	Descripción de la estructura .....	24
2.4.2.6.	Condiciones de la estructura con relación al terreno .....	34
2.4.2.7.	En caso de inundación .....	36
2.4.2.8.	Condiciones del sitio .....	37
2.4.2.9.	Descripción del daño estructural.....	39
2.4.2.10.	Condiciones de seguridad .....	42
2.4.2.11.	Criterios para estimar una nueva edificación en el sitio.....	43
2.4.2.12.	Aspectos sociales .....	45
2.4.3.	Trabajo de campo.....	46
2.4.4.	Generación de la capa SIG.....	46
3.	DISEÑO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL RÍO LAS MINAS, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA.....	55
3.1.	Descripción del proyecto .....	55
3.2.	Fuente de captación .....	55
3.3.	Línea de conducción .....	56
3.4.	Parámetros de diseño.....	56
3.4.1.	Levantamiento topográfico .....	57
3.4.2.	Aforo .....	57
3.4.3.	Periodo de diseño.....	58
3.4.4.	Demanda del agua .....	59
3.4.4.1.	Población actual .....	59
3.4.4.2.	Población futura.....	59
3.4.4.3.	Dotación .....	60
3.4.4.4.	Consumo de agua .....	61
3.4.4.4.1.	Consumo medio diario..	62



	3.4.4.4.2.	Caudal máximo diario ...	62
	3.4.4.4.3.	Caudal máximo horario .....	63
3.5.		Calculo hidráulico .....	64
	3.5.1.	Línea piezométrica .....	73
3.6.		Obras de arte y otros detalles .....	74
	3.6.1.	Caja rompepresión .....	75
	3.6.2.	Válvula de limpieza .....	75
	3.6.3.	Válvula de aire.....	75
	3.6.4.	Válvulas de compuerta .....	76
3.7.		Presupuesto .....	76
	3.7.1.	Costo del proyecto .....	76
3.8.		Cronograma de ejecución .....	78
CONCLUSIONES.....			79
RECOMENDACIONES.....			81
BIBLIOGRAFÍA.....			83
APÉNDICE A.....			85
APÉNDICE B.....			87

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación y localización del municipio de Santa Catarina Pinula.....	4
2.	Amenazas .....	10
3.	Vulnerabilidad .....	11
4.	Riesgo .....	13
5.	Datos personales .....	19
6.	Ubicación de la vivienda.....	21
7.	Evento .....	23
8.	Propiedad de la vivienda .....	23
9.	Descripción de la estructura.....	34
10.	Condiciones de la estructura con relación al terreno .....	36
11.	En caso de inundación .....	36
12.	Condiciones del sitio .....	38
13.	Daño estructural .....	40
14.	Porcentaje de daño global.....	40
15.	Visita especializada.....	41
16.	Habitable .....	41
17.	Uso restringido .....	42
18.	Inhabitable.....	42
19.	Ubicación de la vivienda.....	43
20.	Medidas de seguridad .....	43
21.	Criterios para estimar una nueva edificación en el sitio .....	45
22.	Aspectos sociales.....	46
23.	Perfil tramo 1 .....	65

24.	Perfil tramo 2 .....	69
25.	Perfil tramo 3 .....	71
26.	Línea piezométrica.....	74

## TABLAS

I.	Datos meteorológicos .....	5
II.	Metadatos .....	47
III.	Dotaciones.....	61
IV.	Presupuesto.....	77
V.	Cronograma.....	78

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Área en sección de tubo
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>D</b>	Diámetro
<b>Dot</b>	Dotación
<b>f<sub>d max</sub></b>	Factor de día máximo
<b>gal/min</b>	Galones por minuto
<b>H<sub>f</sub></b>	Pérdidas por fricción
<b>k</b>	En estadística, tasa de crecimiento
<b>lts</b>	Litros
<b>lts/día</b>	Litros por día
<b>lts/hab</b>	Litros por habitante
<b>lts/hab/día</b>	Litros por habitante por día
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metros cuadrados
<b>m<sup>3</sup></b>	Metros cúbicos
<b>mca</b>	Metro columna de agua
<b>ml</b>	Mililitros
<b>mm</b>	Milímetro
<b>m/seg</b>	Metros por segundo
<b>m<sup>3</sup>/seg</b>	Metros cúbicos por segundo
<b>Msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>P<sub>f</sub></b>	Población futura
<b>P<sub>i</sub></b>	Población inicial

<b>pie</b>	Pies
<b>plg</b>	pulgadas
<b>PSI</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b>Q</b>	Caudal, quetzales
<b>Q<sub>b</sub></b>	Caudal de bombeo
<b>Q<sub>d max</sub></b>	Caudal de día máximo
<b>Q<sub>h max</sub></b>	Caudal hora máximo
<b>Q<sub>m</sub></b>	Caudal medio diario
<b>Seg</b>	Segundos

## GLOSARIO

<b>Aforo</b>	Es la acción de medir un flujo de agua para determinar su caudal.
<b>Altimetría</b>	Parte de la topografía que mide las diferencias de alturas existentes en un área determinada.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que pasa por determinado lugar en una unidad de tiempo.
<b>Centro poblado</b>	Es la identificación básica para determinar núcleos de población, los cuales difieren en nombre de acuerdo al entorno de hábitat, cantidad de familias, entre otros. Misma referencia a lugar poblado.
<b>COGUANOR</b>	Comisión Guatemalteca de Normas.
<b>Consumo</b>	Cantidad promedio de agua que utiliza una persona para sus necesidades básicas e higiene.
<b>Coordenadas GTM</b>	Sistema de coordenadas creado exclusivamente para Guatemala con base en el sistema de coordenadas UTM ( <i>Universal Transversal de Mercator</i> ).

<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto del terreno haciendo referencia a un nivel determinado.
<b>Desinfección</b>	Eliminación de bacterias patógenos que existen en el agua mediante procesos químicos.
<b>DMP</b>	Dirección Municipal de Planificación.
<b>Dotación</b>	Cantidad de agua que se asigna teóricamente a una persona en un día. Esto dentro de un estudio para el diseño de un sistema de agua potable.
<b>EPS</b>	Ejercicio Profesional Supervisado.
<b>Georreferenciación</b>	Ligar y enlazar información geográfica a uno o varios puntos en común y colocar información a las coordenadas especificadas individualmente o compartidas.
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística de Guatemala.
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal de Guatemala.
<b>INSIVUMEH</b>	Instituto Nacional de Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
<b>Localización</b>	Determinación del lugar en el cual se encuentra una persona, cosa o lugar. Delimitación y ubicación de un lugar.

<b>Mapa</b>	Representación grafica de una porción de tierra, de proyección ortogonal con escala constante y exacta.
<b>Ordenamiento territorial</b>	Proyección a futuro de orden del territorio bajo para el mejoramiento del espacio habitable, espacio industrial y otros.
<b>Planimetría</b>	Parte de la topografía que enseña a proyectar un terreno sobre un plano horizontal imaginario y que toma puntos de referencia para su orientación.
<b>Predio</b>	Heredad, hacienda, tierra o posesión inmueble. Misma referencia a los términos lote y parcela.
<b>Presión dinámica</b>	Es la presión que ejerce el agua en movimiento.
<b>Presión estática</b>	Es la presión que ejerce el agua en reposo.
<b>QGIS</b>	Software libre sobre sistemas de información geográfica.
<b>Sistema de información geográfico</b>	Es la integración de hardware, software y datos geográficos para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información geográficamente referenciada con fin de proyectos.
<b>Software</b>	Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas que permiten ejecutar distintas tareas en un computadora.



<b>Tabla de atributos</b>	Tabla resumen de la caracterización de cada elemento o conjunto de elementos georreferenciados mediante un sistema de información geográfica.
<b>Topografía</b>	Es el arte de presentar un terreno en un plano con su forma, dimensiones y relieve.
<b>UNEPAR</b>	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales.
<b>USAC</b>	Universidad de San Carlos de Guatemala.

## RESUMEN

Los fenómenos naturales han estado presentes en toda la historia del planeta y hoy en día causan pérdidas de vidas humanas, económicas y alteraciones en el medio ambiente, lo cual ha sido agravado por el hombre, por la ubicación, y falta de obras de mitigación, de asesoría y supervisión en sus construcciones, además de una herramienta como lo es ordenamiento territorial, que regule el crecimiento acelerado de las comunidades.

Por lo tanto estudios y análisis sobre la vulnerabilidad frente a este tipo de fenómenos deben estar disponibles para mejorar el proceso de planificación y tomar en cuenta en la implementación de medidas de mitigación de acuerdo a las necesidades de cada comunidad.

En Santa Catarina Pinula fenómenos como el evento de deslizamiento en Cambray II en el pasado 2015 provocan la destrucción de viviendas, producto de la alta vulnerabilidad frente a estos fenómenos.

Ante la problemática que se observó, se desarrollo como proyecto de EPS la localización de los centros poblados en riesgo de la zona 1, dando a conocer la vulnerabilidad y la amenaza que afecta a las comunidades de la zona 1 del Municipio de Santa Catarina Pinula. Para tal fin se hizo uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como principal herramienta para la elaboración de mapas para ligar la información que se levantó en campo con ayuda de una boleta, por medio de las tablas de atributo. Con el propósito de tener insumos para la gestión de riesgos futuros en el municipio de Santa Catarina Pinula, en cuanto a facilitar la toma de decisiones y la futura planificación.

Así también se trabajó el diseño de la línea de conducción del río Las Minas, el cual suministra el agua a gran parte de la cabecera, ya que el servicio municipal no cubre la demanda en su totalidad porque la línea de conducción existente superó el periodo de diseño estimado, de esta manera fortalecer el actual sistema de abastecimiento de agua potable.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Crear una herramienta de consulta, práctica y objetiva, que sirva de parámetro para conocer la vulnerabilidad y amenazas que afectan a las comunidades en riesgo de la zona 1.

Diseñar la línea de conducción de agua potable del río Las Minas, para satisfacer la demanda de la población.

### **Específicos**

1. Actualizar base de datos de las comunidades en riesgo de la zona 1 de Santa Catarina Pinula.
2. Digitalizar la información recaudada del municipio de Santa Catarina Pinula, para crear una base de datos.
3. Diseñar la línea de conducción de agua potable de la cabecera municipal de Santa Catarina Pinula, satisfaciendo la demanda actual.



## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de graduación se detalla el resultado de las distintas actividades desarrolladas durante el periodo del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), realizado en el municipio de Santa Catarina Pinula, durante los meses de marzo a septiembre del 2016.

En el primer capítulo del presente se detalla la monografía del municipio de Santa Catarina Pinula, donde se describen temas generales e importantes, presentando algunos indicadores sociales, económicos, entre otros, para tener un pequeño diagnóstico del municipio.

En el segundo capítulo se presenta la metodología utilizada para el levantamiento de información para la elaboración del proyecto denominado localización de predios en riesgo en la zona 1 utilizando QGIS, para ello se utilizó una boleta de evaluación con personal capacitado. La información fue trasladada al software libre de información geográfica QGIS, programa que sirve para almacenar, analizar y mostrar información geográfica de un punto o área de interés.

En el tercer capítulo se detalla el diseño de la línea de conducción del río Las Minas del municipio de Santa Catarina Pinula, ya que el actual sistema ya superó el periodo de diseño estimado. Este sistema de la línea de conducción que se diseña es por gravedad, con una tubería PVC 160 PSI, con una caja reguladora que libera la sobrepresión del sistema causada por la diferencia de alturas.



# **1. MONOGRAFÍA DE SANTA CATARINA PINULA**

## **1.1. Aspecto histórico**

En cuanto al origen del municipio se describe como un poblado fundado previo a la llegada del conquistador Pedro de Alvarado, y se conoció sólo como Pinula.

### **1.1.1. Historia**

Pasados los enfrentamientos de la conquista de Guatemala y al estar ubicada la capital de la colonia en el Valle de Panchoy, hoy Antigua Guatemala, lo que actualmente es Santa Catarina Pinula pertenecía al corregimiento del valle (hoy la ciudad de Guatemala o Nueva Guatemala de la Asunción, en el valle de la Ermita).

### **1.1.2. Cultura e identidad**

Una de las expresiones más populares y valiosas de Santa Catarina Pinula es su cultura gastronómica, efecto sociológico que no puede quedar al margen de las costumbres e idiosincrasia de cada uno de sus moradores, ya que es un fuerte factor de identidad. Ante todo en el origen o procedencia de quienes le dieron prioridad al buen gusto de la comida y al paladar exigente, como sucedió con los primeros colonizadores. Efectivamente, de España fue traído todo el ganado al servicio del hombre, desde el vacuno hasta el porcino, este último que tuvo una relevancia y posición trascendental, tanto en el desarrollo de la costumbre culinaria, como en el asentamiento de una tradición



económica que ha sido el sostén de cientos de familias de la cabecera municipal.

### **1.1.3. Etimología**

El significado etimológico de la palabra Pinula es harina de agua, de pinul que significa harina y ha o a agua, en el lenguaje pipil. Nombrada como Panakaj o Pinula por los indígenas de ese entonces, en la época prehispánica.

### **1.1.4. Costumbres y tradiciones**

Entre las principales festividades se encuentran: las fiestas patronales en honor al santo de cada comunidad, Semana Santa, día de todos los Santos, el día de la cruz, fiestas patrias, fiestas de fin de año.

Las fiestas patronales se celebran con procesiones o con la visita del santo o virgen a la iglesia del lugar. Muchas personas, año con año viajan a la aldea del que son originarios dentro del municipio para celebrar con su familia la fiesta patronal, ya que son momentos para compartir en familia y disfrutar de las costumbres y tradiciones de la localidad.

### **1.1.5. Fiesta patronal**

La feria titular se realiza en honor a la patrona Santa Catarina de Alejandría, y se celebra el 25 de noviembre. Tiene como preludeo un desfile bufo, donde se critican y se mofan de los personajes principales del poblado, realizándolo ocho días antes de que inicie la feria.

### **1.1.6. Idioma oficial**

La mayoría de sus habitantes hablan el idioma castellano pero también se habla el Pocomam, debido los primeros pobladores indígenas lo hablaban, como se menciona en población según grupo étnico.

## **1.2. Aspecto físico**

La cabecera está al sureste de la capital y tiene varias vías de acceso. También tiene caminos, roderas y veredas que enlazan a sus poblados y propiedades rurales entre sí y con los municipios vecinos.

### **1.2.1. Vías de acceso al municipio de Santa Catarina Pinula**

El municipio de Santa Catarina Pinula, cuenta con cuatro vías de acceso principales que son:

- Acceso 1: ruta departamental RD GUA 53, 20 calle de la zona 10.
- Acceso 2: ruta departamental RD GUA 01, avenida hincapié, Boca del Monte.
- Acceso 3: ruta interamericana CA-1 oriente, carretera a El Salvador.
- Acceso 4: ruta departamental RD GUA 40, Piedra Parada - El Rosario, por zona 16.

### **1.2.2. Geografía**

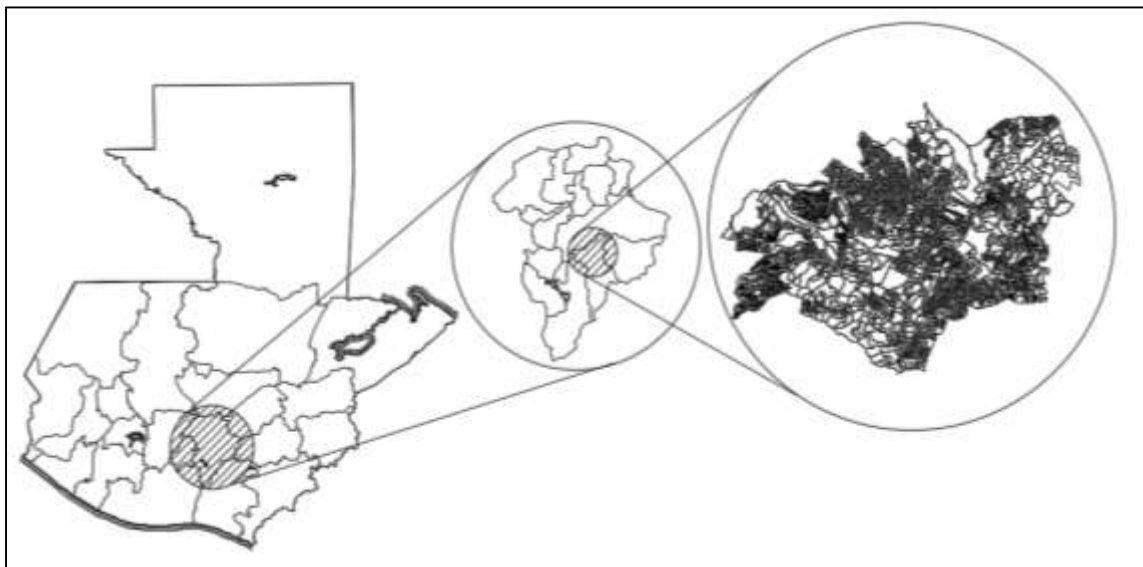
Santa Catarina Pinula se ubica al este de la ciudad de Guatemala a tan solo 9,5 km de la misma, el casco urbano se ubica en las coordenadas

geográficas latitud 14° 34' 13" N y longitud 90° 29' 45" W, a una altitud sobre el nivel del mar 1 550 msnm, el área superficial del municipio es de 50 km<sup>2</sup>.

### 1.2.2.1. Colindancias

Limita al este con el municipio de San José Pínula, al sur con los municipios de Fraijanes y Villa Canales y al oeste y norte con el municipio de Guatemala.

Figura 1. **Ubicación y localización del municipio de Santa Catarina Pinula**



Fuente: elaboración propia, empleando AUTOCAD 2014.

### 1.2.2.2. Estructura espacial o distribucional

El territorio está organizado de la siguiente forma: 20 aldeas, 90 caseríos, 3 colonias, 25 fincas, 99 residenciales, 11 lotificaciones.

### 1.2.3. Clima

Según datos proporcionados por el Instituto Nacional de Vulcanología, Meteorología e Hidrología –INSIVUMEH-, son los siguientes:

Tabla I. **Datos meteorológicos**

<b>Estación INSIVUMEH</b>	
Elevación	366 m.s.s.m.
Temperatura máxima	25.5 ° C/año
Temperatura mínima	15.4° C/año
Temperatura abs máxima	31.4° C/año
Temperatura abs mínima	8° C/año
Punto de rocío	17.41° C/año
Humedad relativa	79.23 %/mes
Dirección de viento	9.73° /mes
Velocidad de viento	7.60 Km/h/año
Nubosidad	6 octas/año
Evaporación	-4 mm/año

Fuente: INSIVUMEH, *Estación meteorológica*.

### 1.2.4. Orografía

Cuenta con la sierra de Canales y los cerros de Guachisote, Santa Rosalía y Tabacal.

### 1.2.5. Demografía

La población del municipio según el censo del Instituto Nacional de Estadística (INE), en el 2002 era de 67 698 habitantes. Con esto se realizó una proyección para el 2015, dando un aproximado de 96 656 habitantes.

### **1.2.5.1. Población según grupo étnico**

Según datos del censo INE 2002, el 70,53 % vivía en el área urbana y el 29,47 % vivía en el área rural. Su población estaba constituida por un 4,1 % indígena y un 95,9 % no indígena. Es uno de los municipios con más población por kilómetro cuadrado del departamento con una densidad de 1 294 habitantes/km<sup>2</sup>, que conforman aproximadamente el 2,8 % de la población del departamento de Guatemala.

### **1.2.5.2. Población por edad**

La población en el municipio está comprendido en un porcentaje en los intervalos de edad más joven, ya que se encuentra que el 43,21 % está comprendido en las edades entre los 0 y 19 años; un 42,83 % de 20 a 49 años, un 3,52 % de 50-55 años y el porcentaje de la población mayor de 65 años es del 4,91 % (INE 2002).

### **1.2.5.3. Flujos migratorios**

En cuanto a los flujos migratorios y según los resultados del mapeo participativo, se puede indicar que el flujo es del municipio de Santa Catarina Pinula a la ciudad capital en forma constante, debido a la cercanía y en busca de las fuentes de trabajo y estudio. Además, la población se moviliza a otros lugares poblados como San José Pinula y Fraijanes se realiza un proceso de circulación en busca de comercios y servicios ubicados en estos municipios.

#### **1.2.5.4. Condiciones de vida**

En relación a la calidad de vida de los habitantes de Santa Catarina Pinula, el municipio está en el puesto 314 a nivel nacional, y se encuentra dentro de un rango catalogado como muy alto. A lo anterior se puede agregar que la pobreza (12,69 % de la población) y la extrema pobreza (0,63 % de la población), en el municipio son consideradas en un rango catalogado como muy bajo y muy bajo, respectivamente.

#### **1.2.5.5. Calidad de vida**

Como medición de la calidad de vida se tomó como referencia la esperanza de vida y la educación.

La esperanza de vida del habitante guatemalteco promedio ha presentado una leve mejoría subiendo a un promedio de vida de setenta y uno punto cuatro años (71,4 años).

En cuanto a la educación, en todo municipio se cuenta con una escuela de educación preprimaria y primaria por cada aldea del municipio; así como también institutos; ubicados en distintas aldeas, estos cubriendo la educación básica y diversificada en los cuales se cuentan con jornadas matutinas, vespertinas y nocturnas.

- Cincuenta y tres nivel preprimaria.
- Cuarenta y seis nivel primaria.
- Veintinueve nivel básico.
- Veinte nivel diversificado
- Dos extensiones universitarias.



## **2. LOCALIZACIÓN DE PREDIOS EN RIESGO EN LA ZONA 1 UTILIZANDO QGIS, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA**

### **2.1. Planteamiento del problema**

En el transcurso del Ejercicio Profesional Supervisado se conocieron las comunidades en riesgo de la zona 1 del municipio de Santa Catarina Pinula, el objetivo principal del proyecto es proporcionar una base de datos con la información completa sobre los temas a tratar.

Para ello se recopiló la información por medio de entrevistas con ayuda de una boleta, realizadas por una mesa técnica conformada por personas con conocimientos en gestión de riesgo.

### **2.2. Justificación del proyecto**

Para darle solución a los problemas que el municipio de Santa Catarina Pinula atraviesa es necesario crear una base de datos en los que se identifique las fortalezas y debilidades de las comunidades en riesgo de una manera digitalizada y georreferenciada, y así crear un plan de resiliencia territorial enfocado en las necesidades de cada comunidad.

### **2.3. Marco teórico**

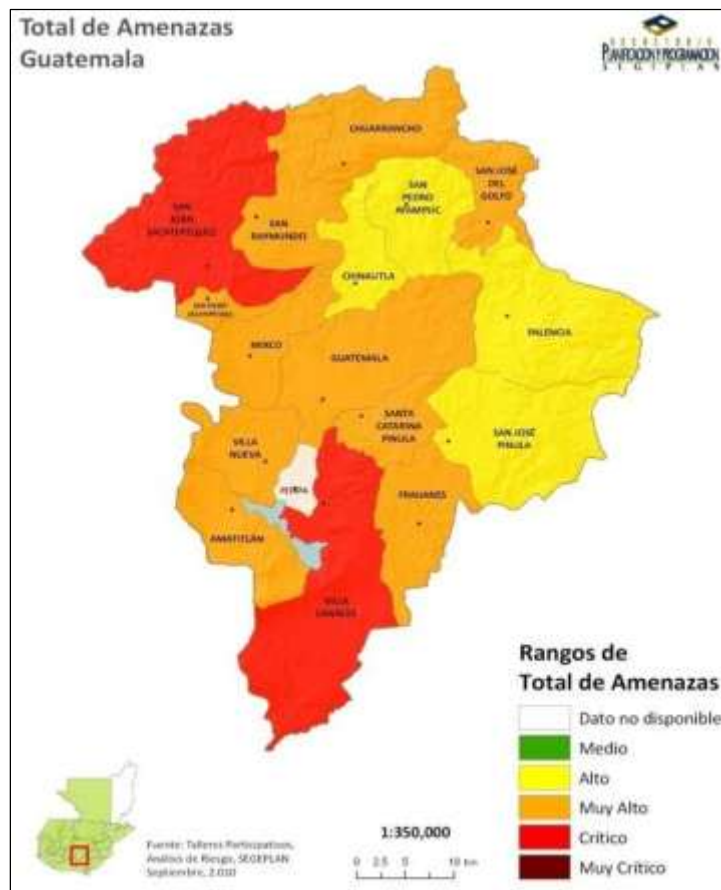
A continuación se describen algunos conceptos que ayudarán a entender el contexto del proyecto.



### 2.3.1. Amenaza

La amenaza o peligro o factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural o tecnológico que puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes o el ambiente. Matemáticamente se expresa como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un sitio específico y en un determinado período de tiempo.

Figura 2. Amenazas

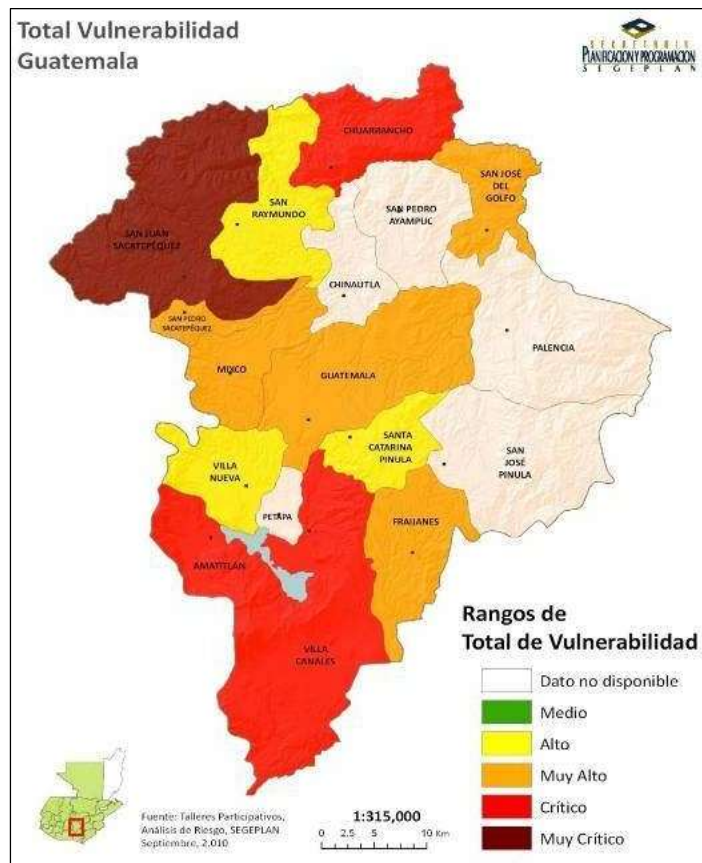


Fuente: SEGEPLAN. Unidad de Gestión de Riesgo.

### 2.3.2. Vulnerabilidad

Son las características y circunstancias variables de una comunidad construida a través del tiempo y reforzada por sus prácticas sociales, culturales y ambientales, asociadas al grado de exposición y a su nivel de desarrollo, que los hacen susceptibles a sufrir daños por el impacto de una amenaza, afectando su capacidad de recuperación.

Figura 3. Vulnerabilidad



Fuente: SEGEPLAN. *Unidad de Gestión de Riesgo.*

Según los datos de SEGEPLAN muestran que el municipio tiene un nivel de vulnerabilidad alto, que de acuerdo a la ponderación, refleja la baja capacidad de la población de reponerse ante cualquier desastre

### **2.3.3. Riesgo**

Es la probabilidad de exceder un valor específico de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado. Se obtiene de relacionar la amenaza o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno con una intensidad específica, con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, es decir, el producto de la amenaza por la vulnerabilidad, por lo que el conceptual de riesgo se puede expresar de la siguiente forma:

$$R = f(A, V)$$

Donde:

R=riesgo

A= amenaza

V= vulnerabilidad

El riesgo puede tener origen natural, geológico, hidrológico o atmosférico o, también origen tecnológico o provocado por el hombre. Para que exista un riesgo, debe haber una amenaza como una población vulnerable a sus impactos.

De los datos de la amenaza y la vulnerabilidad permiten conformar la percepción de riesgo en la que el municipio de Santa Catarina Pinula puede ser ubicado en una categoría de alta que permite destacar el nivel de pérdidas económicas y humanas al momento de producirse la unión de las amenazas y las vulnerabilidades.

Figura 4. Riesgo



Fuente: SEGEPLAN. *Unidad de Gestión de Riesgo.*

#### 2.3.4. Desastres

Los desastres son situaciones o procesos sociales que se desencadenan como resultado de la ocurrencia de un fenómeno de origen natural, socio-natural o antrópico, que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en una comunidad produce alteraciones graves.

### **2.3.5. Gestión de riesgo**

Se puede definir como el proceso estratégico idóneo para que los actores sociales insertos en la dinámica de un territorio determinado, puedan concertar el contexto y la lógica de los esfuerzos, las capacidades y los recursos que se dispondrán de forma correctiva y prospectiva, para llegar a niveles aceptables de seguridad humana.

La gestión del riesgo es el arte de unir fuerzas en función de la vida y el desarrollo humano sostenible actúa sobre las causas y mecanismos que facilitan y estructuran el riesgo de perder la vida y el patrimonio, ver dañados o destruidos los recursos materiales.

### **2.3.6. Medidas para reducir el riesgo**

En la mayoría de los riesgos asociados con amenazas naturales, existen limitadas oportunidades para reducir la amenaza. En estos casos, el objetivo de las políticas de mitigación debe ser la reducción de la vulnerabilidad de los elementos y actividades en riesgo.

### **2.3.7. Sistemas de Información Geográfico (SIG)**

Es la integración de forma organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión.

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a

los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e inversamente preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

#### **2.3.7.1. Quantum GIS (QGIS)**

Es un sistema de información geográfica que posee código libre, es uno de los primeros proyectos de fundación OSGeo. Permite la manipulación de formatos raster y vectoriales, a través de las bibliotecas GDAL y OGR, así como bases de datos. Algunas de sus características:

- Soporte para la extensión espacial PostGis
- Manejo de archivos espaciales shape files
- Soporte para una importante cantidad de números de tipos de archivos raster.

#### **2.3.7.2. SIG en la gestión municipal**

La herramienta de los SIG puede ser utilizada para responder a una serie de interrogantes, por ejemplo: los servicios básicos que provee la municipalidad a la población (agua, energía eléctrica, drenajes, recolección de desechos) o la carencia de los mismos. También se pueden obtener datos estadísticos como: la población total del municipio, cuánta población esta dentro de territorios vulnerables a diversas amenazas.

Estas son algunas de la mucha información que se puede manejar con los SIG, cuando están implementados de forma correcta en el municipio.

### **2.3.7.3. Información y características de los datos espaciales**

La información geográfica no es más que la integración organizada de hardware, software y datos espaciales –geográficos- diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada, con el fin de resolver problemas complejos de planificación y de gestión.

Los datos espaciales conocidos también como geodatos, presentan dos tipos de propiedades: las geométricas y las descriptivas. Estas propiedades son las que les proporcionan su utilidad, constituyendo así el núcleo de los Sistemas de Información Geográfica. Las características de estas propiedades son las siguientes:

Propiedades geométricas: todos los geodatos están estrechamente vinculados con un lugar, lo que se reconoce con el término de georreferenciación. Esta vinculación se realiza mediante coordenadas que definen la localización de puntos (que pueden representar empresas, edificios, entre otros), líneas (carreteras, líneas férreas, ríos, canales, entre otros) o áreas (polígonos industriales, espacios naturales, municipios, entre otros), realizándose la referencia a un lugar mediante el uso del nombre de lo que se representa. Así pues, el lugar, la forma y la extensión forman uno de los pilares de la información que proporcionan los geodatos.

Propiedades descriptivas: los geodatos, además de sus propiedades geométricas, contienen las características de lo que representan (número de trabajadores o productividad de una empresa, distribución de la población de un municipio, tipo y extensión de los usos del suelo de un territorio, capacidad de

un canal, entre otros), constituyendo el segundo pilar de la información asociada a los mismos. Estas características pueden ser muy diversas, y van desde simples valores numéricos, a documentos gráficos en formatos multimedia.

## **2.4. Metodología de la localización de predios en riesgo en la zona 1**

Para el desarrollo de este proyecto fue necesario llevar a cabo trabajo de gabinete y trabajo de campo, para la obtención y digitalización de la información en el software QGIS, que como ya se mencionó sirve para almacenar, analizar y mostrar información geográfica, con la que se crearon mapas de la caracterización de las comunidades.

### **2.4.1. Trabajo de gabinete**

El trabajo de gabinete previo a salir a campo, se desarrollo por la, delimitación del área piloto con base a:

- Datos a ser levantados, en este caso es la identificación de posibles vulnerabilidades.
- Recurso humano disponible para levantar la información en función del número de lotes y del promedio de boletas levantadas por día en campo.
- Alcance requerido por la municipalidad, para este proyecto era abarcar las comunidades en riego de la zona 1, identificando a las comunidades de Santa Bárbara, Los Patios, La Vía Exclusiva, Shalom y parte del centro zona 1, como las más vulnerables con base en su ubicación geográfica y registro de eventos. También es preciso mencionar que



dentro de estas 5 comunidades se ha obtenido un número total de 164 predios visitados.

- Además de elaborar una boleta para el levantamiento de información en la cual se incluyó aspectos que junto con el departamento de ambiente, planificación y CONRED se determinaron importantes para analizar el nivel de riesgo y estado de cada uno de los predios.

#### **2.4.2. Boleta de evaluación para el levantamiento de información**

La boleta de campo es una herramienta que permite evaluar los aspectos más importantes sobre los daños causados o provocados por diversos fenómenos naturales, información necesaria para analizar el nivel de riesgo y estado de cada uno de los predios en las que se recopila información sobre los siguientes aspectos:

##### **2.4.2.1. Datos personales**

En esta sección se identifica a las personas que son cabeza de familia (padre y madre) que habitan la vivienda, en caso de no tener acceso a esta información, se anotaba los datos que la persona que se entrevista.

Estos datos sirven para vincular la información y tener un medio de enlace entre la municipalidad y una persona en concreto.

Los datos que se anotaban en esta sección eran:

- Nombre completo de la persona.

- Número personal de identificación (DPI).
- Número de teléfono de la persona.

Figura 5. Datos personales

Hombre:	<input type="text"/>	DPI	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Tel.:	<input type="text"/>	-	<input type="text"/>
Mujer:	<input type="text"/>	DPI	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Tel.:	<input type="text"/>	-	<input type="text"/>

Fuente: CONRED.

#### 2.4.2.2. Ubicación de la vivienda

En esta sección se deberá indicar todo lo relacionado a la ubicación del inmueble, por lo que es necesario ser lo más específico posible tomando en cuenta el desglose de categorías que posee la boleta.

La ubicación de la vivienda es un factor importante, ya que cada una cuenta con una numeración determinada que permita vincular la información a un punto o polígono.

Para esto se solicitaban los siguientes datos:

- Departamento:

Para este caso es Guatemala.

- Municipio:

En este caso trabajo en Santa Catarina Pinula.

- Lugar poblado

En este caso se trabajo con las comunidades: Los Patios, El Centro, Shalom y la Vía Exclusiva, ya que estas áreas fueron designadas al estudio.

- Dirección

Nomenclatura utilizada por catastro para identificar un predio, correspondiente al número de casa, calle o avenida, barrio y zona, que le hace tener un código único.

- Coordenadas

En esta sección se tomó en el sistema de coordenadas geográficas, utilizando las coordenadas GTM.

- Tipo de área

Los asentamientos humanos se pueden clasificar en urbanos o rurales, para este caso las comunidades evaluadas se encontraban clasificadas como áreas urbanas por encontrarse dentro de la cabecera municipal.

- Año de construcción

Se indica el año que tiene la construcción, para establecer los años de vida útil que pueda tener y la respuesta que esta pueda tener frente a futuros desastres.

De acuerdo a las entrevistas realizadas de las 164 predios entrevistados 30 atendieron esta parte, de las cuales oscilaron entre 1970 a 2012, 7 entre 1970-1980, 4 entre 1981-1990, 5 entre 1991-2000, 11 entre 2001- 2010 y 3 del 2010

en adelante, ya que son comunidades relativamente nuevas, por la cercanía que existe con el municipio de Guatemala y el crecimiento exponencial que esta tiene, debido a las fuentes de trabajo y estudio.

Figura 6. **Ubicación de la vivienda**

Departamento:	_____	Municipio:	_____
Dirección:	_____		
Latitud:	<input type="text"/> ° <input type="text"/> ′ <input type="text"/> ″	Longitud:	<input type="text"/> ° <input type="text"/> ′ <input type="text"/> ″
		Área Urbana <input type="checkbox"/>	Área Rural <input type="checkbox"/>
		Año de Construcción _____	

Fuente: CONRED.

### 2.4.2.3. **Evento**

En esta sección de la entrevista se reporta la información del evento que causó daños a la vivienda, solicitando los siguientes datos:

- Nombre del evento

Se indica el nombre oficial del evento. Ejemplo: Tormenta Tropical Ágatha.

- Fecha del evento

Esta fecha se refiere al momento aproximado en que el evento reportó mayores daños.

- Tipo de evento

En esta sección se selecciona el tipo de evento que ocurrió, se muestra de forma gráfica para facilitar su selección, dentro de las opciones que se encuentra esta:

- Deslizamiento: son movimientos de rocas, suelos, materiales artificiales o una combinación de los mismos, que se producen a lo largo de una superficie a favor de la pendiente.
- Inundación: es un fenómeno natural que se presenta cuando el agua sube mucho su nivel en los ríos, lagunas, lagos y mar; entonces, cubre o llena zonas de tierra que normalmente se encuentran secas.
- Sismo: estos se presentan con movimientos vibratorios, rápidos y violentos de la superficie terrestre, provocados por perturbaciones en el interior de la Tierra (choque de placas tectónicas). La diferencia entre temblores y terremotos está dada por la intensidad del movimiento sísmico, siendo el más peligroso este último pues su efecto destructivo puede ser fatal.
- Volcánico: es una emisión violenta en la superficie terrestre de materias procedentes del interior de un volcán, las cuales son consecuencia del aumento de la temperatura en el magma que se encuentra en el interior del manto terrestre.
- Viento fuerte: ocurren a causa de una perturbación atmosférica que genera vientos fuertes y destructivos, que pueden estar acompañados por lluvias o no. Pueden ser vientos sostenidos que muchas veces alcanzan velocidades de 50 a 62,4 km/h durante al menos una hora.
- Otros: en esta sección se indicaba algún evento que no se encontraba como opción entre las graficas de la boleta.

Figura 7. **Evento**

Nombre del evento: _____				
Fecha del evento: _____				
				
Deslizamiento	Inundación	Sismo	Volcanico	Viento fuerte
otros _____				

Fuente: CONRED.

Se ha identificado que la mayoría de los predios evaluados han sido afectados por deslizamientos, con un total de 156 afectados por deslizamientos, esto debido a la ubicación de los predios.

#### 2.4.2.4. **Propiedad de la vivienda**

En esta sección se identifica el estado de la vivienda, indicando si las personas que habitan el lugar son propietarios o se encuentran alquilando la vivienda. También se da la opción otros en caso de que sea diferente a las dos opciones presentadas.

Figura 8. **Propiedad de la vivienda**

Alquilada <input type="checkbox"/>	Propia <input type="checkbox"/>	Otros <input type="text"/>
------------------------------------	---------------------------------	----------------------------

Fuente: CONRED.

De acuerdo a las entrevistas realizadas se ha identificado que la mayoría de los inmuebles son propios con un total de 153 y alquilados con 11.

#### **2.4.2.5. Descripción de la estructura**

En esta sección se describen las características de la tipología constructiva de la vivienda y, todo lo relacionado con los servicios básicos y el uso del inmueble. Necesario para estimar las vulnerabilidades de cada vivienda. Para ello se solicitaban los siguientes datos:

- Número de niveles

Es la cantidad de niveles con la que cuenta la estructura del predio, este factor es necesario para saber si esta dentro de los parámetros permisibles según la configuración estructural utilizada, ya que repercute directamente en el peso de la estructura. En esta parte de la entrevista predominó los inmuebles con 1 nivel y 2 niveles.

- Número de ambientes

Es la cantidad de espacios de uso diferente con los que puede contar una casa. Cada uno de ellos puede contar con una diferente decoración, fuente de iluminación, distribución espacial y uso. En esta parte de la encuesta la respuesta era muy variante desde 1 hasta 8 ambientes por predio, esto da una idea de la calidad de vida en la que viven.

De las personas que atendieron esta parte de la entrevista, 6 contaban con 1 ambiente, 6 con 2 ambientes, 11 con 3 ambientes, 10 con 4 ambientes, 13 con 5 ambientes, 5 con 6 ambientes y 1 con 8 ambientes. Por lo que se puede observar que el número de ambientes predominantes es pequeño, debido a que este municipio es considerado como ciudad dormitorio.

- Uso del inmueble

Es la forma en que se utiliza el inmueble ayuda a priorizar medidas en caso de un desastre natural, poniendo como prioridad los predios utilizadas como viviendas, también sirve para conocer que infraestructura urbana cuenta la comunidad. Existen muchas clasificaciones, pero en la evaluación se tomaron en cuenta las siguientes:

- Vivienda unifamiliar: hace referencia a los lugares donde solo está habitado por un núcleo familiar.
- Comercio: estructura empleada únicamente para las actividades socioeconómicas, como la compra o venta de bienes o servicios.
- Vivienda/comercio: estructura utilizada tanto para actividades comerciales como para la vivir.
- Vivienda multifamiliar: estructura donde habitan dos o mas núcleos familiares en el mismo lugar, en Guatemala son llamados como palomares.

El uso del inmueble que predomina en el área de estudio fue de vivienda tanto unifamiliar como multifamiliar, y algunos comercios y vivienda/comercio. Se contabilizaron 76 viviendas unifamiliares, 75 viviendas multifamiliares, 5 comercios, 5 vivienda/ comercio, y 2 predios abandonados por los daños que se han presentado.



- Servicios básicos

En esta sección de la encuesta se especifican los servicios con los que cuenta el predio, factor que indica e incide de vulnerabilidad en que se encuentran, ya que esto repercute en la seguridad y saneamiento.

Para ello se tomaron en cuenta los siguientes servicios básicos:

- Energía eléctrica: ayuda a realizar con mayor facilidad las actividades cotidianas de la familia transformado en distintos tipos de energía y generando una mejor calidad de vida para las personas. Un hogar tiene acceso inadecuado al servicio de energía eléctrica si no cuenta con una conexión directa a la red de electricidad, a través de un contador.

La energía eléctrica dentro de los municipios de Guatemala, el único proveedor de este servicio es la empresa eléctrica (EEGSA), dentro del área de estudio se encontró que el 100 % cuentan con el servicio.

- Agua entubada: es una de las necesidades fundamentales para la vida humana. El suministro de agua potable es absolutamente necesario para la vida y la salud. Mejorar el acceso al agua potable, implica disminuir la mortalidad de las enfermedades relacionadas con el agua y mejorar la calidad de vida.

Esta información que se obtuvo con la boleta fue cruzada con información obtenida de información específicamente de agua potable, obtenida por parte de la municipalidad. Se ha encontrado

que la mayoría cuenta con este servicio, contabilizando 149 con el servicio y 15 sin el servicio.

- Pozo: es un agujero excavado que perfora la tierra con una profundidad suficiente para alcanzar la reserva de agua subterránea de una capa freática para abastecer del líquido vital a un grupo de personas.

Como el servicio de agua potable lo provee la municipalidad a estas comunidades, la cantidad con pozos propios fue pequeña, contabilizando 8 que si poseen pozo y 156 que no poseen pozo.

- Drenaje sanitario: la carencia de drenaje sanitario es uno de los principales problemas de salud pública, pues causa enfermedades, afecciones y muerte. Más allá de las anteriores también la falta de drenaje sanitario en algunos lugares poblados obliga a las personas a optar por diferentes formas de deshacerse de las aguas negras que muchas veces son vertidas a barrancos, estas terminan contribuyendo a la erosión y aumento de riesgo en estas zonas.

Esta información que se obtuvo fue cruzada con información de la municipalidad, encontrando que la comunidad que no posee drenajes sanitarios es la comunidad de Santa Barbará, ya que esta comunidad en su gran mayoría la tira a campo abierto, haciendo más vulnerables a los deslizamientos.

- Letrina: es un espacio fuera de la vivienda destinado a defecar y que no se encuentra conectado a ninguna alcantarilla, siendo una

solución técnica y económicamente más viable ante la ausencia de drenaje sanitario.

- Configuración estructural

Se refiere a la disposición interrelacionada y coherente de las partes de una estructura para soportarla.

Existen varios tipos de configuraciones estructurales, cada una de ellas tiene sus propios reglamentos, debiendo de cumplir con una serie de requisitos para su construcción, ya que cada una de ellas trabaja de forma diferente.

Muchas veces se abusa de las configuraciones estructurales, no cumpliendo con los requisitos mínimos o superando los límites admisibles, haciendo que la vulnerabilidad del predio crezca.

Las configuraciones que se incluyeron dentro de la boleta de evaluación fueron las siguientes:

- Concreto reforzado: las cargas se transmiten hasta el suelo directamente a través de marcos estructurales (vigas y columnas que trabajan monolíticamente). Reforzando el concreto con acero estructural, lo cual lo hace muy resistente y una de las configuraciones aptas para cargas mayores.
- Mampostería: es uno de los sistemas tradicionales de construcción en Guatemala, en el cual las cargas se transfieren a través de muros de elementos mampuestos; en su mayoría block,

ladrillo, piedra; que transfieren las cargas a los cimientos de la estructura para luego trasladarla al suelo.

- Madera: este sistema estructural está formado por marcos hecho de madera lo que permite trasladar cargas livianas.
- Adobe o bajareque: está hecho de barro mezclada con paja que forman bloques que se colocan como elementos mampuestos, suele ser un material que tiende a agrietarse demasiado, sin embargo, su costo es bajo comparado con otros, aunque no pueda transferir grandes cantidades de carga.
- Otro: si la configuración no estaba dentro de las mencionadas.

En el área de estudio se contabilizó que 22 con concreto reforzado, 137 con mampostería, 4 de madera y 2 en la categoría de otro. Como se puede observar la configuración predominante es la de mampostería, este tipo de configuraciones estructurales realiza un buen trabajo, sin embargo, cuenta con limitantes en cuanto a número de niveles y cargas a transferir.

- Indicis de daños por eventos anteriores

En esta sección se marca si o no, dependiendo si el predio muestra señales o signos (daños) de haber presentado algún evento, por ejemplo grietas en paredes o piso, desplome de paredes, entre otros.

En esta parte se encontró que 131 predios si tienen indicis de daños, y 33 predios no tienen indicis de daño.

- Material de techo predominante

El material de techo cumple las funciones de protección y aislamiento, factores que influyen en la vulnerabilidad de una estructura. Los materiales que se incluyeron dentro de la evaluación fueron los siguientes:

- Lamina: es una plancha de acero cubierta con una aleación de hierro y zinc o una capa de plomo, revestida con una capa de zinc.
- Losa (terraza): Es la combinación del concreto con el acero, pero la construcción de este tipo de techo es laboriosa, complicada y de costo elevado
- Madera: la madera es un valioso material de construcción utilizado, tanto como obra falsa, como en la fabricación de estructuras para soportar algún tipo de cubierta. Pero es poco utilizada como cubierta, ya que el comportamiento de la madera depende de su porcentaje de humedad.
- Teja: existen en el mercado una serie de tejas que, al utilizarse como cubierta, proporcionan techos decorados y vistosos. Este tipo de cubierta se fabrica de arcilla y cemento. La teja de cemento es contextura uniforme, compacta y ligera de peso comparada con la teja de arcilla.

En esta sección se identificaron los materiales más utilizados para construir techos, seleccionando el material que predominaba. Se identificó que el material de techo predominante dentro del área de estudio es la lámina con 136, el uso frecuente de lámina como material para techo, se basa en que, es

de fácil instalación, su peso es ligero, ofrece buena protección contra la lluvia y por ser un producto muy popularizado su precio es accesible para la mayoría de la población. Seguido de losa o terraza con 27, este tipo de cubierta es de las más recomendables de usar por su alta resistencia, protección y aislamiento.

- Material de muros predominante

Construcción lineal y vertical que forma parte de una estructura, que separa verticalmente los diferentes ambientes, dando seguridad y aislamiento a la estructura. Dentro de la encuesta de evaluación se incluyeron los siguientes materiales:

- Block: los bloques sean de concreto normal o de pómez, se elaboran con una mezcla relativamente seca de cemento, agregados, agua y en algunos casos pigmentos y aditivos.
- Lamina: es una plancha de acero cubierta con una aleación de hierro y zinc; o una capa de plomo, revestida con una capa de zinc. Estas características varían dependiendo del fabricante.
- Ladrillo: las dimensiones de los ladrillos puede variar, estos ladrillos se pegan entre sí con mortero de cal o cemento, y es un tipo de construcción muy seguro.
- Madera: este material ha sido utilizado tradicionalmente en muchas regiones del país, actualmente el precio de este material se ha incrementado, ya que por la tala inmoderada se han deforestado muchas regiones.

- Adobe: es un material de construcción en forma de ladrillo que está construido por masa de barro que se utiliza para construcciones rústicas y está constituida básicamente de barro, fibras de madera y agua. Es un material de fácil construcción y de costo bajo, necesita una técnica de construcción complicada, por lo que todos los que tengan a su alcance arcilla apropiada pueden elaborarlos. De lo anterior se puede notar que es un material muy utilizado en todo el país.
  
- Piedra: este tipo de construcción es el que se utiliza para el levantado de paredes de casa de algunos lugares rurales, estas rocas se pueden cortar con cisel y almádana, pudiendo generalmente cortar dos o más caras de una pieza regularmente planas, para luego unir las con mortero de cal. Este material es utilizado en pocas regiones del país, ya que para construir con piedra se requiere del conocimiento para cortarla, los lugares donde se encuentra este tipo de piedra de influencia volcánica.
  
- Concreto: es un material compuesto que utiliza el concreto para resistir los esfuerzos de compresión y varillas de acero para resistir los esfuerzos de tracción o tensión.
  
- Bajareque: es un sistema constructivo empleado en la edificación de viviendas cuya estructura se compone de: tronco de árboles que suple las funciones de viga, caña silvestre, utilizada con refuerzo y material de relleno que es mezcla de tierra con agua y fibras naturales paja, hojas secas, entre otros.

- Mixto: cuando no exista un material predominante dentro de las mencionadas.

Se encontró que el material que predominaba dentro del área de estudio era el block, con 155 predios, esto se debe en gran parte a la resistencia estructural que este presenta. También se encontró 6 con lámina, 1 ladrillo y 2 mixtos.

- Material de piso interior

Se denominan pisos a la superficie horizontal o suelos de una habitación, los cuales deben ser no solo resistentes, sino también rígidos. Dentro de la encuesta de evaluación se incluyeron los siguientes materiales:

- Tierra: es simplemente el propio suelo compactado, sin ningún tipo de recubrimiento, tales como madera, concreto o cerámico.
- Concreto: es la colocación de una torta de concreto sobre el suelo, sin ningún piso sobre el concreto.
- Piso: se refiere cuando se coloca algún cerámico o granito sobre la torta de cemento.
- Madera: los pisos de madera son excelente material para este uso en forma de duelas, son poco utilizados por su costo.

Se han encontrado que el material predominante dentro del área de estudio era el piso, con 104, esto le da estética y saneamiento a las casas, ya que su limpieza es fácil. También se encontró 54 concreto, 5 de tierra.



Figura 9. Descripción de la estructura

No. de niveles: \_\_\_\_\_ No. ambientes: \_\_\_\_\_

<b>Uso del Inmueble</b> Vivienda unifamiliar <input type="checkbox"/> Comercio <input type="checkbox"/> Vivienda/comercio <input type="checkbox"/> Vivienda multifamiliar (palomar) <input type="checkbox"/>	<b>Servicios Básicos</b> Energía Eléctrica <input type="checkbox"/> Agua entubada <input type="checkbox"/> Pozo <input type="checkbox"/> Drenaje Sanitario <input type="checkbox"/> Letrina <input type="checkbox"/>	<b>Configuración Estructural</b> Concreto Reforzado <input type="checkbox"/> Mampostería <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Adobe o Bajareque <input type="checkbox"/> Otro: _____	<b>Indicios de daños por eventos anteriores</b> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Observaciones _____
<b>Material de Techo Predominante</b> Lámina <input type="checkbox"/> Losa (terrace) <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Teja <input type="checkbox"/>	<b>Material de Muros Predominante</b> Block <input type="checkbox"/> Ladrillo <input type="checkbox"/> Adobe <input type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Mixto <input type="checkbox"/>	<b>Material de Piso Interior</b> Lámina <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Piedra <input type="checkbox"/> Bajareque <input type="checkbox"/>	Tierra <input type="checkbox"/> Concreto <input type="checkbox"/> Piso (cerámico o granito) <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/>

Fuente: CONRED.

En la descripción de la estructura se marco con una X todos los aspectos relevantes de la vivienda como se puede observar en la figura 7. En caso de que el inmueble presentara diversos tipos de materiales, se marco el material predominante, es decir el que exista en mayor cantidad.

#### 2.4.2.6. Condiciones de la estructura con relación al terreno

Se entiende por estructura del suelo el arreglo y la organización de las partículas constitutivas. En esta sección se identifica las degradaciones que hayan podido presentar, ya que esto significa el cambio de una o más propiedades a condiciones inferiores a las originales, aumentando la vulnerabilidad del predio. Marcando con una X si existe alguna de las siguientes afecciones:

- Asentamiento diferencial o hundimiento

Se refiere al desplazamiento vertical del suelo o cimentación de la vivienda, que puede ocasionar daños en la estructura.

- Corrimiento de suelo

Desplazamiento horizontal del suelo, que afecta la estructura de los inmuebles edificados en el lugar.

- Agrietamiento de suelo

Son aberturas o fisuras largas y estrechas, producto de la separación del material del suelo, que afectan la estructura de la vivienda.

- Deslizamiento

Este fenómeno se produce cuando una masa de terreno o zona inestable se desliza con respecto a una zona estable, puede afectar varias viviendas.

- Fallo o colapso de talud

Este fenómeno se puede producir en aquellas viviendas que se encuentran al pie de un talud; se presenta cuando el material, afectan la estructura de la vivienda.

Se encontró que la condición de la estructura con relación al terreno que predominaba dentro del área de estudio era la deslizamiento o movimiento de

ladera, con 146. También se encontró 2 con asentamiento diferencial o hundimiento, 4 con corrimiento de suelo y 11 con fallo o colapso de talud.

Figura 10. **Condiciones de la estructura con relación al terreno**



Fuente: CONRED.

#### 2.4.2.7. En caso de inundación

Esta sección se llenará cuando se presente una inundación que haya afectado las viviendas evaluadas. Si en la sección evento se marco inundación. Indicando la altura (H) en metros y la fuerza, que alcanzó el nivel de agua en el momento más crítico. Para el área de estudio no fue afectada por una inundación, por lo que esta parte de la boleta no se utilizó.

Figura 11. **En caso de inundación**

El formulario para registrar datos de inundación incluye:

- Un icono de una casa inundada con una línea horizontal que indica el nivel del agua (H).
- Un campo de texto para registrar el nivel del agua H en metros.
- Un campo de texto para registrar la fuerza de la corriente, con opciones: No perceptible, Lento, Medio, Fuerte.

Fuente: CONRED.

#### **2.4.2.8. Condiciones del sitio**

Esta sección es utilizada para describir las características del inmueble evaluado y su ubicación, en función a las características del terreno. Haciendo un recorrido antes de llenar estas casillas para cerciorarse de la existencia y magnitud de la afectación. Encerrando en un círculo la ubicación de la vivienda, correspondiente a la figura que describía la situación de la misma, ver figura 10. Dentro de la encuesta de evaluación se incluyeron los siguientes:

- Corona

Sitio ubicado adyacente a la parte más alta del talud.

- Ladera

Correspondiente al sitio que no es plano sino que posee pendiente o cambios de altura significativos.

- Pie

Corresponde al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte inferior del talud.

- Área plana

Sitio que no presenta ningún cambio brusco de pendiente y que esta a una distancia prudente de algún talud.

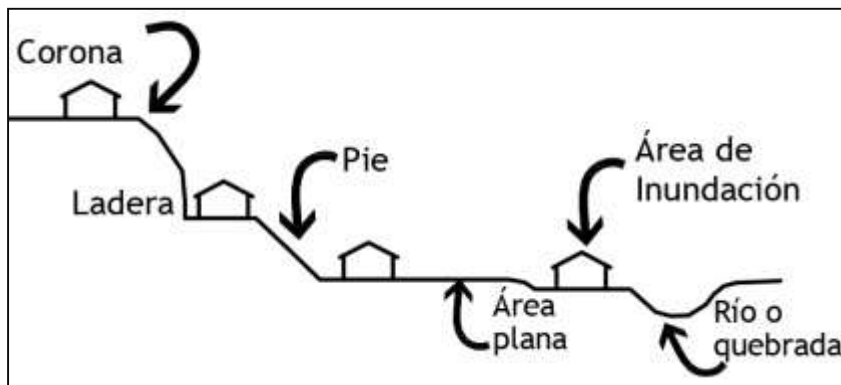
- Área de inundación

Áreas que por su ubicación en puntos bajos se encuentra total o parcialmente por encharcamientos o inundaciones.

- Río o quebrada

Son áreas de superficie adyacente a ríos o riachuelos, sujetos a inundaciones recurrentes.

Figura 12. Condiciones del sitio



Fuente: CONRED.

En esta parte de la evaluación se determinó que las comunidades de Santa Barbará, El Shalom, Los Patios y Centro zona 1 se ubican en la corona, también se determinó que la comunidad de la Vía Exclusiva se encuentra ubicado en ladera. Lo que los hace vulnerables si no se cumple con ciertos criterios de construcción y medidas de mitigación.

#### **2.4.2.9. Descripción del daño estructural**

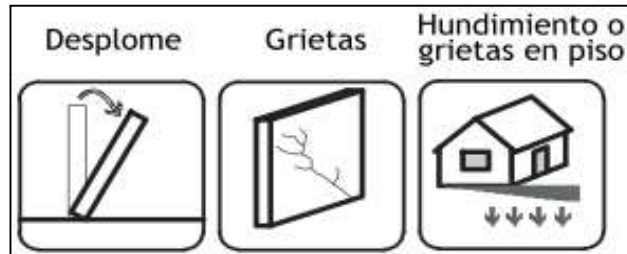
En esta sección se identifica el impacto que haya ocasionado sobre las estructuras dichos eventos anteriormente ocurridos. Necesarios para identificar las necesidades y prioridades inmediatas. Para ellos se recopila la siguiente información:

- Daño estructural

En esta parte de la evaluación se identifica el tipo de daño en los elementos estructurales. Dentro de esta evaluación fueron tomados en cuenta los siguientes:

- Desplome: esta afectación se refiere a cualquier muro de la estructura que se encuentra fuera de su eje vertical original.
- Grietas: se refiere al aparecimiento de fisuras o agrietamientos en cualquier muro o elementos estructurales que conforman la estructura.
- Hundimiento o grietas en piso: debe tenerse claro que esta sección se refiere al área que ocupa la estructura, puesto que las condiciones del sitio se analizan en otro apartado de la boleta de evaluación.

Figura 13. **Daño estructural**



Fuente: CONRED.

- Porcentaje de daño global

Esta sección se refiere al rango de clasificación de los daños, donde el elevado representa de 0 a 30 % del daño en la estructura de la vivienda; el moderado representa del 31 al 60 % del daño, y el severo representa del 61 al 100 % del daño, como se muestra a continuación:

Figura 14. **Porcentaje de daño global**

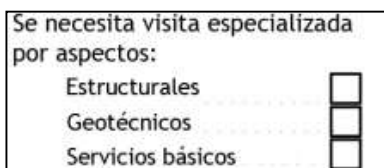
Rango	%	Clasificación de daño
0 - 30%		Leve
31 - 60%		Moderado
61 - 100%		Severo

Fuente: CONRED.

- Visita especializada

Se brinda una sección de opción múltiple para indicar la necesidad de una visita especializada para evaluación de aspectos estructurales, geotécnicos o de servicios básicos (agua entubada, energía eléctrica, drenajes).

Figura 15. **Visita especializada**



Fuente: CONRED.

- **Habitabilidad**

En este apartado se establecerá la habitabilidad de la vivienda, según el daño estructural que presente, las cuales pueden ser:

- **Habitable:** si la estructura no tiene daño o el daño es leve. Se presentan daños menores o techos que puedan ser reparados y no afectan la estructura de la vivienda.

Figura 16. **Habitable**



Fuente: CONRED.

- **Uso restringido:** si existe una parte de la vivienda en condición habitable. Se presenta cuando hay colapso parcial de elementos estructurales (columnas, vigas, muros, techos, entre otros), que con una intervención mayor pueden ser reparados.



Figura 17. **Uso restringido**



Fuente: CONRED.

- Inhabitable: si el daño en la estructura es severo. Se presenta cuando hay colapso total de elementos estructurales que afectan la estructura general de la vivienda.

Figura 18. **Inhabitable**



Fuente: CONRED.

#### 2.4.2.10. **Condiciones de seguridad**

- Ubicación de la vivienda

La importancia de esta sección radica en la información para determinar si es necesario reubicar la vivienda y si posee lote para el traslado, marcando con una X la respuesta.

Figura 19. **Ubicación de la vivienda**

En criterio del evaluador se requiere trasladar la vivienda de sitio: .....	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Posee lote para traslado: .....	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>

Fuente: CONRED.

- Medidas de seguridad

Por otro lado, también se recaudó la información para determinar si se necesitan medidas de seguridad a corto plazo con el fin de minimizar riesgos para los habitantes del inmueble. Marcando con una X alguna medida si se necesitaba realizar.

Figura 20. **Medidas de seguridad**

Restringir el paso .....	<input type="checkbox"/>
Evacuar parcialmente .....	<input type="checkbox"/>
Apuntalar .....	<input type="checkbox"/>
Demoler elemento peligroso .....	<input type="checkbox"/>
Evacuar edificación vecina .....	<input type="checkbox"/>

Fuente: CONRED.

#### 2.4.2.11. **Criterios para estimar una nueva edificación en el sitio**

En esta sección se identifica si el terreno evaluado refleja la existencia de alguna inestabilidad del suelo, la pendiente del terreno, área del terreno, y condiciones de no utilización del sitio.

- Indicios de inestabilidad del suelo dentro del terreno evaluado

Aquí se deberá indicar la existencia de agrietamientos en el suelo, nacimientos de agua dentro del sitio, árboles o cercos torcidos, grietas en viviendas por asentamiento diferencial y ruptura de tubería de drenaje o agua.

- Pendiente del sitio

En esta sección se indica el rango de inclinación en que se encuentra el terreno donde se ubica la estructura, solo debiendo indicarse el rango.

- Área del terreno

Se indicará en esta sección las dimensiones en metros del terreno donde se encuentra la estructura, brindando la siguiente información:

- Fondo y frente: dimensiones del terreno, en metros lineales.
- Área útil: esta medida se refiere a la diferencia entre el área total del terreno, menos el área ocupada. Debe expresarse en metros cuadrados.
- Área para servicios: esta medida se refiere al área donde actualmente existen módulos independientes de servicios en metros cuadrados.

- Condiciones de no utilización del sitio

Estas consideraciones en la boleta son importantes porque determinan las condicionantes que afectan el sitio y por las que el mismo puede ser apto o no para la construcción u obtención del subsidio de la vivienda.

Figura 21. **Criterios para estimar una nueva edificación en el sitio**

INDICIOS DE INESTABILIDAD DEL SUELO DENTRO DEL TERRENO EVALUADO		Si		No		PENDIENTE DEL SITIO (Inclinación del Terreno)		AREA DEL TERRENO (frente * fondo)	
Agrietamientos en el suelo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0 - 2 grados	<input type="checkbox"/>	Frente	<input type="text"/>			
Nacimiento de agua dentro del sitio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3 - 15 grados	<input type="checkbox"/>	Fondo	<input type="text"/>			
Árboles o cercos torcidos (reptación)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16 - 30 grados	<input type="checkbox"/>	Area Util	<input type="text"/>			
Grietas en viviendas por asentamiento diferencial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	31 - 45 grados	<input type="checkbox"/>	Area para servicios	<input type="text"/>			
Ruptura de tubería de drenaje o agua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mayor a 45 grados	<input type="checkbox"/>					

CONDICIONANTES DE NO UTILIZACIÓN DEL SITIO		Si	No
1.- El Terreno fue parcial o totalmente afectado por flujos de lodo y/o deslizamientos, tanto escarpes o depósitos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.-El sitio fue afectado por ríos que cambiaron su cauce, aún cuando se haya reestablecido el flujo del cauce original	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.- El Terreno se encuentra sobre abanicos aluviales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.- El lote se encuentra a menos de 5 veces la altura de taludes verticales que superan los 2 m de altura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.- El terreno está sobre o bajo la ladera que presenta grietas o gradas en el sitio (indicativo de deslizamiento)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.- El lugar ha presentado históricamente inundaciones con profundidades iguales o mayores de 1.50 m altura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.- El terreno se encuentra dentro de la planicie de inundación (área equivalente a 5 veces el ancho de cauce)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8.- El terreno se encuentra total o parcialmente sujeto a área de anegamiento, encharcamiento o pantanos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Fuente: CONRED.

#### 2.4.2.12. Aspectos sociales

Los datos del tema social deben tener congruencia entre si, es decir, que la cantidad del grupo por edades y sexo deberán coincidir con la cantidad total de personas que habitan la vivienda. Esta información sirve para tener un estimado de las personas a las que se debe de atender en caso de futuros eventos.

Figura 22. Aspectos sociales

No. de familias que habitan la vivienda: <input type="text"/>		
CANTIDAD TOTAL DE PERSONAS QUE HABITAN LA VIVIENDA	hombre	mujer
Menores de edad (0 a 17 años)		
Adultos (18 a 65 años)		
Adulto mayor (mayor de 65 años)		
TOTAL		

Fuente: CONRED.

### 2.4.3. Trabajo de campo

Esta etapa es la que comprende la evaluación en si, siempre con ayuda de la boleta, para esto se formaron dos equipos de 6 o 7 integrantes cada uno, dependiendo de la asistencia de los colaboradores expertos en la gestión de riesgo. A cada equipo se le asignó un número determinado de manzanas por día.

### 2.4.4. Generación de la capa SIG

La información levantada en campo por medio de las boletas, se digitalizó en el software geográfico QGIS.

La capa SIG se generó con base en la información de la boleta, cada atributo esta integrado por una codificación, se escribió las primeras letras. En este levantamiento de información se utilizó una boleta, la cual incluía diferentes aspectos que junto con el departamento de ambiente, planificación y CONRED se determinaron importantes para analizar el nivel de riesgo y estado de cada uno de los predios, los cuales ya fueron descritos en el apartado anterior. A continuación se presenta la tabla II de metadatos correspondiente a la boleta.

Tabla II. Metadatos

	Núm.	Descripción del atributo	Atributo	Tipo	Observaciones	
<b>1. DATOS PERSONALES</b>	1	Valor único de identificación	<b>ID</b>	Texto		
	2	Nombre del entrevistado	<b>NOM_ENT</b>	Texto		50
	3	Documento personal de Identificación	<b>DPI</b>	Número entero		13
	4	Número de teléfono	<b>TEL</b>	Número entero		8
	5	Nombre del dueño	<b>NOM_DUE</b>	Texto		50
<b>2. UBICACIÓN DE LA VIVIENDA</b>	6	Nombre del departamento	<b>NOM_DEP</b>	Texto		30
	7	Nombre del municipio	<b>NOM_MUN</b>	Texto		50
	8	Dirección	<b>DIR</b>	Texto		100
	9	Lugar poblado	<b>LUG_POB</b>	Texto		30
	10	Latitud	<b>LAT</b>	Texto		13
	11	Longitud	<b>LONG</b>	Texto		13
	12	Tipo de área	<b>TIP_AREA</b>	Texto	Urbana Rural	6
	13	Año de construcción	<b>ANO_CON</b>	Número entero		4
<b>3. EVENTO</b>	14	Evento	<b>EVENTO</b>	Texto	Deslizamiento	15
					Inundación	
					Sismo	
					Volcánico	
					Viento fuerte	
Otro						
<b>4. PROPIEDAD DE LA VIVIENDA</b>	15	Propiedad de la vivienda	<b>PROP_VIV</b>	Texto	Alquilada	9
					Propia	
					Otros	

Continuación de la tabla II.

5. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	16	Número de niveles	<b>NUM_NIV</b>	Número entero		1
	17	Número de ambientes	<b>NUM_AMB</b>	Número entero		1
	18	Uso del inmueble	<b>USO_INM</b>	Texto	Vivienda unifamiliar Comercio Vivienda / comercio Vivienda multifamiliar	30
	19	Energía eléctrica	<b>ENE_ELE</b>	Texto	Si posee energía eléctrica No posee energía eléctrica	2
	20	Agua potable	<b>AGU_POT</b>	Texto	Si posee agua potable No posee agua potable	2
	21	Pozo	<b>POZO</b>	Texto	Si posee pozo No posee pozo	2
	22	Drenaje sanitario	<b>DRE_SAN</b>	Texto	Si posee drenaje sanitario No posee drenaje sanitario	2
	23	Letrina	<b>LETRI</b>	Texto	Si posee letrina No posee letrina	2
	24	Configuración estructural	<b>CONF_EST</b>	Texto	Concreto reforzado Mampostería Madera Adobe o bajareque	18
	25	Indicios de daños por eventos anteriores	<b>IND_DAN</b>	Texto	Si tiene indicios de daños No tiene indicios de daños	2
	26	Material de techo predominante	<b>MAT_TEC</b>	Texto	Lámina Losa (terraza) Madera Teja	15

Continuación de la tabla II.

5. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	27	Material de muros predominante	MAT_MURO	Texto	Block	9
					Ladrillo	
					Adobe	
					Concreto	
					Mixto	
					Lámina	
					Madera	
					Piedra	
					Bajareque	
28	Material de piso interior	MAT_PIS	Texto	Tierra	25	
				Concreto		
				Piso (cerámico o granito)		
				Madera		
6. CONDICIONES DE LA VIVIENDA CON RELACIÓN AL TERRENO	29	Condiciones de la estructura con relación al terreno	CON_TER	Texto	Asentamiento diferencial o hundimiento	38
					Corrimiento de suelo	
					Agrietamiento de suelo	
					Deslizamiento o movimiento de ladera	
					Falla o colapso de talud	
7. EN CASO DE INUNDACIÓN	30	Nivel del agua H en metros	H_AGUA	Número entero		2
	31	Fuerza de la corriente	FUER_CORR	Texto	No perceptible	14
Lento						
Medio						
Fuerte						



Continuación de la tabla II.

8. CONDICIONES DEL SITIO	32	Condiciones del sitio	COND_SIT	Text o	Corona	20
					Ladera	
					Pie	
					Área plana	
					Área de inundación	
					Río o quebrada	
33	Riesgo	RIESG	Text o	Sin condiciones de riesgo	25	
				En condiciones de riesgo		
34	Condición especial	COND_ES P	Text o		10 0	
9. DESCRIPCIÓN DEL DAÑO ESTRUCTURAL	35	Daño	DANIO	Text o	Desplome	30
					Grietas	
					Hundimiento o grietas en piso	
	36	Porcentaje del daño global	POR_DAN IO	Text o	0 -30 %	8
					31-60 %	
					61 - 100 %	
	37	Se necesita visita especializada por aspectos	VIS_ASP	Text o	Estructurales	18
					Geotécnicos	
					Servicios básicos	
	38	Nivel de habitabilidad	NIV_HAB	Text o	Habitable	15
Uso restringido						
Inhabitable						
10. CONDICIÓN DE SEGURIDAD	39	En criterio del encuestador se requiere trasladar la vivienda de sitio	TRAS_VIV	Text o	Si requiere trasladar la vivienda del sitio	2
					No requiere trasladar la vivienda del sitio	
	40	Posee lote para traslado	POSE_LO T	Text o	Si posee lote para traslado	2
					No posee lote para traslado	
	41	Medidas de seguridad	MED_SEG	Text o	Restringir el paso	15
Evacuar parcialmente						
Apuntalar						
Demoler Elemento Peligroso						
					Evacuar edificación vecina	

Continuación de la tabla II.

<b>11. CRITERIOS PARA ESTIMAR UNA NUEVA EDIFICACIÓN EN EL SITIO</b>	42	Agrietamiento en el suelo	<b>AGRIE_SU E</b>	Texto	Agrietamiento en el suelo No presenta agrietamiento en el suelo	2
	43	Nacimiento de agua dentro del sitio	<b>NAC_AGU A</b>	Texto	Nacimiento de agua dentro del sitio No hay nacimiento de agua dentro del sitio	2
	44	Árboles o cercos torcidos (reptación)	<b>ARB_TOR</b>	Texto	Árboles o cercos torcidos No hay árboles o cercos torcidos	2
	45	Grietas en viviendas por asentamiento diferencial	<b>GRIE_ASE NT</b>	Texto	Grietas por asentamiento diferencial No presenta grietas por asentamiento diferencial	2
	46	Ruptura de tubería de drenaje o agua	<b>RUP_TUB</b>	Texto	Ruptura de tubería No ha existido ruptura de tubería	2
	47	Pendiente del sitio (inclinación del terreno)	<b>PEN_TER</b>	Texto	0-2 grados 3-15 grados 16- 30 grados 31-45 grados Mayor a 45 grados	1 5
	48	Área del terreno	<b>AREA_TER R</b>	Número entero		2
	49	El terreno fue parcial o totalmente afectado por flujos de lodo y/o deslizamientos, tanto escarpes o depósitos	<b>FLUJ_DES L</b>	Texto	Fue afectado por flujos o deslizamiento No fue afectado por flujos o deslizamiento	2
	50	El sitio fue afectado por ríos que cambiaron su cauce, aún cuando se haya restablecido el flujo original	<b>CAMB_CA U</b>	Texto	Fue afectado por cambios en el cauce del río No fue afectado por cambios en el cauce del río	2
	51	El terreno se encuentra sobre abanicos aluviales	<b>ABAN_ALU V</b>	Texto	Esta sobre abanicos aluviales No se encuentra sobre abanicos aluviales	2
	52	El lote se encuentra a menos de 5 veces la altura de taludes verticales que superan los 2 m	<b>CER_TALU D</b>	Texto	se encuentra cerca de taludes que superan los 2m No se encuentra cerca de taludes que superen los 2m	2

Continuación de la tabla II.

<b>11. CRITERIOS PARA ESTIMAR UNA NUEVA EDIFICACIÓN EN EL SITIO</b>	53	El terreno está sobre o bajo la ladera que presenta grietas o gradas en el sitio	<b>LADE_GRIE</b>	Texto	El terreno está cerca de laderas que presentan grietas El terreno NO está cerca de laderas que presentan grietas	2
	54	El lugar ha presentado históricamente inundaciones con profundidades iguales o mayores de 1,50 m altura	<b>INUND</b>	Texto	Se han presentado inundaciones mayores a 1,5m No se registra inundaciones mayores a 1,5 m	2
	55	El terreno se encuentra dentro de la planicie de inundación	<b>PLAN_INUN</b>	Texto	Se encuentra de la planicie de inundación No se encuentra dentro de la planicie de inundación	2
	56	El terreno se encuentra total o parcialmente sujeto a área de anegamiento, encharcamiento o pantanos	<b>ENCHA_PANT</b>	Texto	Se encuentra total o parcialmente sujeto de anegamiento, encharcamiento o pantanos No se encuentra total o parcialmente sujeto a área de anegamiento, encharcamiento o pantanos	
	56	Observaciones adicionales	<b>OBS</b>	Texto		100
	57	Condición para la utilización del lote	<b>COND_LOTE</b>	Texto	Apto para la construcción u obtención de subsidio No Apto para la construcción u obtención de subsidio Apto para la construcción u obtención de subsidio con medidas de mitigación	50

Continuación de la tabla II.

12. ASPECTOS SOCIALES	58	Número de familias que habitan la vivienda	<b>NUM_FAM</b>	Número entero		2
	59	Número de hombres menores de edad ( 0 a 17 años)	<b>H_MENORES</b>	Número entero		2
12. ASPECTOS SOCIALES	60	Número de mujeres menores de edad (0 a 17 años)	<b>M_MENORES</b>	Número entero		2
	61	Número de hombres adultos (18 a 65 años)	<b>H_ADULTOS</b>	Número entero		2
	62	Número de mujeres adultas (18 a 65 años)	<b>M_ADULTOS</b>	Número entero		2
	63	Número de hombres adultos mayor (mayor a 65 años)	<b>H_ADUM</b>	Número entero		2
	64	Número de mujeres adultas mayor (mayor a 65 años)	<b>M_ADUM</b>	Número entero		2

Fuente: elaboración propia.

La última columna indica el número de caracteres que se le asignó a cada atributo, se define cuando se crea la capa, esto sirve para que restringir ciertos campos.



### **3. DISEÑO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL RÍO LAS MINAS, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA.**

#### **3.1. Descripción del proyecto**

El proyecto está conformado por la línea de conducción que inicia en su fuente de abastecimiento, que es un tanque de captación ubicada en el río Las Minas, del cual abastece agua al tanque de distribución El Husital ubicado en el perímetro de la cabera municipal.

El sistema de línea de conducción es de 9,1 kilómetros aproximadamente, esta línea trabajará por gravedad por la topografía del lugar.

En esta línea de conducción por gravedad se tendrá que implementar una caja rompedora para liberar la sobrepresión en el sistema, además de fijar una altura, entre la caja rompedora y el tanque de distribución, para evitar que la piezométrica se entierre.

#### **3.2. Fuente de captación**

La fuente debe de proveer de agua en cantidad y calidad suficiente al sistema. Las aguas de las fuentes de abastecimiento pueden ser subterráneas y superficial. Para este proyecto es superficial, siendo la fuente cuatro manantiales, las cuales alimentan al tanque de captación ubicado en las montañas donde nace el río Las Minas.

Este río es de los municipios de Santa Catarina Pinula y de Villa Canales. Se origina al suroeste de la aldea Don Justo. Corre de sureste a noreste, recibe la quebrada El Anono y pasa al sur de la aldea La Salvadora. Atraviesa las aldeas El Porvenir y Boca del Monte. Toma rumbo sur, corre al oeste de la aldea Chichimecas y al norte de la cabecera de Villa Canales, así como la aldea Inés Petapa. Descarga en el río Villalobos. Su longitud es de 14 km.

Este río nace en las montañas, no tiene posibilidad de contaminarse con desechos de personas y animales, por lo que no está contaminado.

### **3.3. Línea de conducción**

Es un componente de un sistema de agua potable, y es el conjunto integrado por tuberías, y dispositivos de control, que permiten el transporte del agua, en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión, desde la captación hacia punto de distribución. Para este caso del tanque captación del río Las Minas al tanque de distribución El Husital.

La pérdida de presión es la principal consideración en el diseño de cualquier tubería. Aunque existen innumerables fuentes de pérdida de presión a lo largo de las tuberías, estas se pueden dividir para su estudio en pérdidas por fricción y en pérdidas localizadas.

### **3.4. Parámetros de diseño**

El proyecto se diseñará, según la guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales del Instituto de Fomento Municipal –INFOM-.

### **3.4.1. Levantamiento topográfico**

Para el diseño de una línea de conducción se requiere de un plano topográfico, mostrando plantas y elevaciones. Para lo que es necesario definir, mediante una selección de alternativas, la ruta sobre la que se efectuará el trazo de la línea. Para definir cotas, distancias y posibles afectaciones.

Para este levantamiento topográfico se realizó trazando una poligonal abierta, es decir, sin cerrar circuitos, la cual se forma con ángulos y tangentes entre estaciones con el fin de obtener los datos de las características topográficas del terreno.

Este conjunto de datos se procesa de forma gráfica de modo que proporcione una perspectiva de las variantes del relieve del terreno de interés, por lo que se necesita de mucha precisión y los errores deben ser casi imperceptibles

El levantamiento topográfico realizado en la ruta seleccionada se realizó con la ayuda de una estación total marca LeicaTc805 con prisma constante de 30 mm, la cual proporciona las distancias, ángulos horizontales y ángulos verticales mediante una onda electromagnética portadora con distintas frecuencias que rebotan en un prisma ubicado en el punto que se desea medir.

### **3.4.2. Aforo**

El aforo se realiza con objeto de conocer cual es el caudal de agua que una fuente, en este caso un manantial, es capaz de proporcionar, y con este dato se puede saber si dicha fuente logrará satisfacer la demanda de la población. El método utilizado para conocer el caudal fue el aforo



volumétrico utilizando una cubeta de 5 galones y tomando el tiempo que tardaba en llenarse, este procedimiento se efectuó tres veces y promediando los tiempos tomados se llegó al resultado de 8,5 lts/seg.

### **3.4.3. Período de diseño**

Se define como período de diseño al número de años para el cual el sistema va a proporcionar agua potable en las cantidades adecuadas para la población futura calculada al final del período de diseño.

El período de diseño de un sistema de agua potable está determinado por razones económicas o por el tiempo de funcionalidad de la fuente de ingreso natural. No se debe confundir el período de diseño con la vida útil de los elementos que la componen. Generalmente se considera un período de diseño de 20 años, al cual se le suman uno o dos años por trámite y diseño entre otros.

Para este sistema se tomaron en consideración los siguientes aspectos:

- Capacidad de la fuente.
- Vida útil de las tuberías y obras de arte.
- Costos y tasas de interés vigentes.
- Crecimiento de la población.
- Normas de diseño (INFOM /UNEPAR).

Para el sistema en cuestión se considera un tiempo de 22 años.

### **3.4.4. Demanda del agua**

Las obras de agua potable no se diseñan para satisfacer solo una necesidad del momento actual sino que deben prever el crecimiento de la población en un periodo de diseño prudencial, para este diseño se considero un tiempo de 22 años, siendo necesario determinar la demanda al final del periodo de diseño.

Cuando se habla de demanda de agua se sabe que esta no es constante, varía según hora, día o estación del tiempo y está relacionada con el tipo de comunidad, clima y calidad.

#### **3.4.4.1. Población actual**

Se le denomina de esta manera a la cantidad de personas que habitan en el lugar y que ejercen varias actividades para su subsistencia. Se calcula que se podrá extender el beneficio de agua potable a un sector de la población de 1 500 habitantes, tomando como base los registros de la dirección de Obras Publicas de la Municipalidad de Santa Catarina Pinula.

#### **3.4.4.2. Población futura**

La tasa de crecimiento de una población se determina para obtener la población que existirá al final del período de diseño y para calcular en función de la misma la demanda requerida. Para determinar la población se utilizó la fórmula de crecimiento poblacional geométrico.

Fórmula utilizada:

$$P_f = P_i \left( \frac{K}{100} + 1 \right)^t$$

Donde:

$P_f$  = población futura

$P_i$  = población inicial

$K$  = tasa de crecimiento

$t$  = tiempo en años (22 años)

Tasa de crecimiento del 2,45 %

Utilizando la fórmula anteriormente mencionada, se determina la población actual, por lo que la población proyectada es:

$$P_f = 1\ 500 \left( \frac{2,45}{100} + 1 \right)^{22} = 2\ 555 \text{ habitantes}$$

### **3.4.4.3. Dotación**

Se le denomina dotación a la cantidad de agua que se necesita para el servicio diario de una persona, de tal manera que pueda satisfacer sus necesidades básicas.

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

costumbres, existencia de abastecimientos privados, existencia de alcantarillado, entre otros.

Tabla III. **Dotaciones**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidades</b>
Llenacantaros	30 – 60 lts/hab
Llenacantaros y conexiones prediales	60 - 90lts/hab
Conexiones prediales fuera de vivienda	90 – 170 lts/hab
Servicios de pozo excavado, con bomba de mano	15 lts/hab
Detection Urbana	150 – 250 lts/hab

Fuente: INFOM.

Para fines del diseño de la línea de conducción de agua potable, se utilizó la dotación de 200 lts/hab / día.

#### **3.4.4.4. Consumo de agua**

Esta es la cantidad de agua que una persona necesita o usa diariamente para cubrir sus necesidades, la cual no es constante debido a que es afectada por varios factores como la temperatura, calidad del agua características socioeconómicas, entre otros, por lo que el sistema se debe diseñar para satisfacer en todo momento estas variaciones.

#### 3.4.4.4.1. Consumo medio diario

El consumo medio diario es el promedio de los consumos diarios registrados por una comunidad durante un año. Es el resultado de multiplicar la dotación por la población futura dividido por de segundos que contiene un día.

$$Q_m = \frac{\text{Dot} * P_f}{86\ 400}$$

Donde:

$Q_m$  = caudal medio diario

Dot = dotación de agua del sistema

$P_f$  = población futura

$$Q_m = \frac{200 * 2\ 555}{86\ 400}$$

$$Q_m = 5,91 \text{ lts/seg}$$

#### 3.4.4.4.2. Caudal máximo diario

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

Se calcula multiplicando el caudal medio por el factor de día máxima. Los factores proporcionados por la INFOM son:

Poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes = 1,5

Poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes = 1,2

El diseñador debe justificar el factor seleccionado.

$$Q_{d \max} = Q_m f_{d \max}$$

Donde:

$Q_{d \max}$  = caudal de día máximo

$f_{d \max}$  = factor día máximo

$Q_m$  = caudal medio diario

El caudal de día máximo es:

$$Q_{d \max} = 5,91 * 1,2$$

$$Q_{d \max} = 7,1 \text{ lts/seg}$$

Para realizar un diseño de una línea de conducción por gravedad es necesario tener el caudal de día máximo.

#### **3.4.4.4.3. Caudal máximo horario**

Es conocido también como caudal de distribución, debido a que este es utilizado para diseñar la línea y red de distribución. Este se calcula multiplicando el caudal medio por el factor de hora máxima.

Se calcula multiplicando el caudal medio por el factor de hora máxima. Los factores proporcionados por la INFOM son:

Poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes = 2 a 3

Poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes = 2

El diseñador debe justificar el factor seleccionado.

Por lo tanto:

$$Q_{h \max} = Q_m f_{h \max}$$

Donde:

$Q_{h \max}$  = caudal de hora máxima

$f_{h \max}$  = factor hora máxima

$Q_m$  = caudal medio diario

El caudal de hora máxima es:

$$Q_{h \max} = 5,9 * 2$$

$$Q_{h \max} = 11,8 \text{ lts/seg}$$

### **3.5. Cálculo hidráulico**

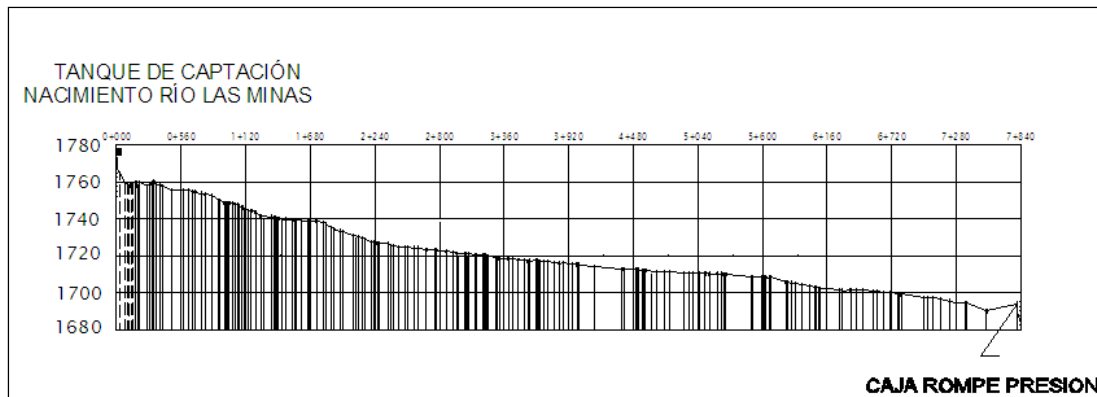
La línea de conducción de agua potable del río Las Minas inicia en el tanque de captación del río Las Minas y se dirige al tanque de distribución el Husital, teniendo una diferencia de cotas entre los tanques de 182 metros por lo que es necesario implementar una caja rompedora, evitando la sobrepresión en el sistema y que el caudal llegue al tanque de distribución con una presión y velocidad adecuada.

El caudal máximo diario es de 7,10 litros por segundo y se diseña para tubería PVC de 160 PSI.

Datos para el diseño de la línea de conducción por gravedad tramo 1:  
Tanque de captación a caja rompepresión.

Distancia entre tanque y caja	7365,71 m
Cota inferior	1694,25 m
Cota superior	1768,48 m
Longitud de la tubería	7365,71 m
Longitud con factor de inclinación (1.06)	7807,65 m
Diferencia de altura entre tanque y caja	74,23 m
Caudal de conducción	7,10 lts/seg
Velocidad mínima de diseño	0,40 m/seg
Velocidad máxima de diseño	3,00 m/seg
Coeficiente de fricción (C)	150

Figura 23. Perfil tramo 1



Fuente: elaboración propia, empleando AUTOCAD 2014.

Con los estos datos se procede a realizar el cálculo hidráulico de la línea de conducción por gravedad:



Cálculo del diámetro de la tubería por medio de la fórmula de Hazen & Williams:

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

Donde:

L = longitud de tubería [m]

Q = caudal de líquido en tubería [lts/seg]

C = constante que depende del tipo de tubería

$\phi$  = diámetro de tubería [plg]

Despejando el diámetro de esta fórmula se obtiene la siguiente expresión:

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

Sustituyendo los datos tenemos que:

$$\phi = \left( \frac{1\,743,811 * 7\,807,65 * 7,10^{1,85}}{150^{1,85} 74,23} \right)^{1/4,87} = 3,78 \text{ plg}$$

Se aproxima a los dos diámetros comerciales más próximos para combinar dos diámetros, uno grande y otro pequeño para hacer que las pérdidas sean iguales a las alturas disponibles.

Determinar las pérdidas usando los diámetros encontrados anteriormente, con la fórmula de Hazen & Williams:

$$H_{f_4"} = \frac{1\,743,811 * 7\,807,65 * 7,10^{1,85}}{150^{1,85} * 4^{4,87}} = 56,37 \text{ m}$$

$$H_{f_3"} = \frac{1\,743,811 * 7\,807,65 * 7,10^{1,85}}{150^{1,85} * 3^{4,87}} = 228,82 \text{ m}$$

Por medio de la una relación de triangulo se determina la longitud que se usará para cada tubería:

$$L_2 = \frac{L(H - H_1)}{H_2 - H_1} \quad ; \quad L_1 = L - L_2$$

Donde:

L = longitud total del tramo

L<sub>1</sub> = longitud de tubería con el diámetro más grande

L<sub>2</sub> = longitud de tubería con el diámetro más pequeño

H = diferencia total de altura entre el inicio y el final del tramo

H<sub>1</sub> = pérdida por fricción del diámetro mayor expresado en metros

H<sub>2</sub> = pérdida por fricción del diámetro menor expresado en metros

Sustituyendo los datos tenemos que:

$$L_2 = \frac{7\,807,65 (74,23 - 56,37)}{228,82 - 56,37} = 808,61 \text{ m}$$

$$L_1 = 7\,807,65 - 808,61 = 6\,999,04$$

Después hay que calcular las pérdidas reales, esto por medio de la fórmula de Hazen & Williams:

$$H_{f_4} = \frac{1\,743,811 * 7\,807,65 * 7,10^{1,85}}{150^{1,85} * 4^{4,87}} = 50,53 \text{ m}$$

$$H_{f_3} = \frac{1\,743,811 * 7\,807,65 * 7,10^{1,85}}{150^{1,85} * 3^{4,87}} = 23,70 \text{ m}$$

La suma de éstas pérdidas tienen que dar un resultado muy próximo a la diferencia de cotas:

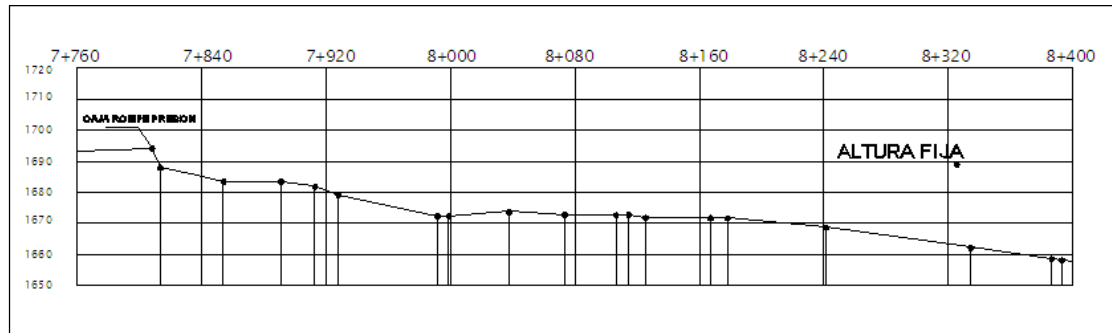
$$\text{Pérdidas reales } 23,70 + 50,53 = 74,23$$

$$\text{Diferencia de altura más factor de seguridad : } 1\,768,48 - 1\,694,25 = 74,23$$

Datos para el diseño de la línea de conducción por gravedad tramo 2: caja romp presión a altura fijada.

Distancia entre caja y altura fijada	488,26 m
Cota inferior	1 689,00 m
Cota superior	1 694,25 m
Longitud de la tubería	488,26 m
Longitud con factor de inclinación (1,06)	517,60 m
Diferencia de altura entre tanque y caja	5,30 m
Caudal de conducción	7,10 lts/seg
Velocidad mínima de diseño	0,40 m/seg
Velocidad máxima de diseño	3,00 m/seg
Coefficiente de fricción (C)	150

Figura 24. Perfil tramo 2



Fuente: elaboración propia.

Con los estos datos se procede a realizar el cálculo hidráulico de la línea de conducción por gravedad:

Cálculo del diámetro de la tubería por medio de la fórmula de Hazen & Williams, sustituyendo los datos tenemos que:

$$\phi = \left( \frac{1\,743,811 * 517,60 * 7,10^{1,85}}{150^{1,85} * 5,30} \right)^{1/4,87} = 3,73 \text{ plg}$$

Se aproxima a los dos diámetros comerciales más próximos:

$$\phi_1 = 4 \text{ plg}$$

$$\phi_2 = 3 \text{ plg}$$

Determinar las pérdidas usando los diámetros encontrados anteriormente, con la formula de Harzen & Williams:

$$H_{f_{4''}} = \frac{1\,743,811 * 517,56 * 7,10^{1,85}}{150^{1,85} * 4,87} = 3,74 \text{ m}$$

$$H_{f_3} = \frac{1\,743,811 * 517,56 * 7,10^{1,85}}{150^{1,85} * 3^{4,87}} = 15,17 \text{ m}$$

Por medio de la relación de triángulo se determina la longitud que se usará para cada tubería, sustituyendo los datos tenemos que:

$$L_2 = \frac{517,55 (5,25 - 3,74)}{15,17 - 3,74} = 68,37 \text{ m}$$

$$L_1 = 7\,807,65 - 808,61 = 449,19$$

Después hay que calcular las pérdidas reales, esto por medio de la fórmula de Hazen & Williams:

$$H_{f_4} = \frac{1\,743,811 * 517,56 * 7,10^{1,85}}{150^{1,85} * 4^{4,87}} = 2,00 \text{ m}$$

$$H_{f_3} = \frac{1\,743,811 * 517,56 * 7,10^{1,85}}{150^{1,85} * 3^{4,87}} = 3,24 \text{ m}$$

La suma de estas pérdidas tienen que dar un resultado muy próximo a la diferencia de cotas:

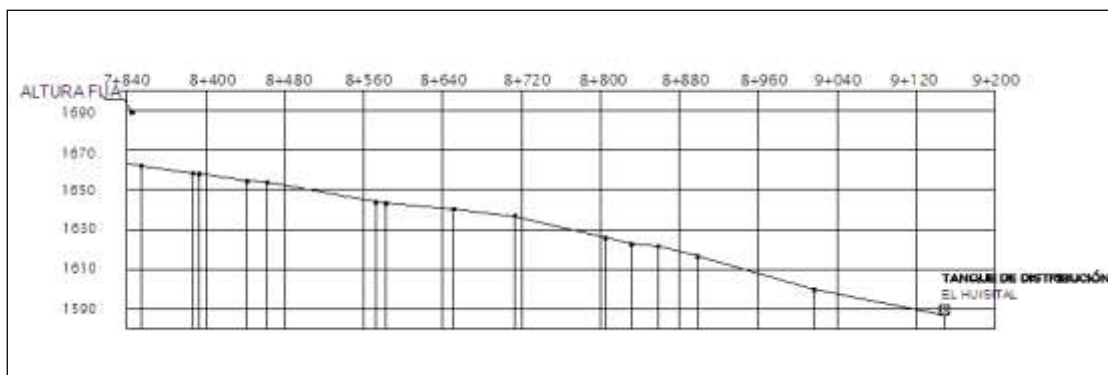
$$\text{Pérdidas reales} : 2,00 + 3,24 = 5,24$$

$$\text{Diferencia de altura más factor de seguridad} : 1\,694,25 - 1\,689,00 = 5,25$$

Datos para el diseño de la línea de conducción por gravedad tramo 3:  
altura fijada y tanque de distribución.

Distancia entre altura fijada y tanque	1 295,00 m
Cota inferior	1 586,69 m
Cota superior	1 689,00 m
Longitud de la tubería	1 295,00 m
Longitud con factor de inclinación (1,06)	1 373,00 m
Diferencia de altura entre tanque y caja	102 m
Caudal de conducción	7,10 lts/seg
Velocidad mínima de diseño	0,40 m/seg
Velocidad máxima de diseño	3,00 m/seg
Coefficiente de fricción (C)	150

Figura 25. Perfil tramo 3



Fuente: elaboración propia, empleando AUTICAD 2014.

Con los estos datos se procede a realizar el cálculo hidráulico de la línea de conducción por gravedad:

Cálculo del diámetro de la tubería por medio de la fórmula de Hazen & Williams, sustituyendo los datos se tiene que:

$$\phi = \left( \frac{1\,743,811 * 1\,373 * 7,10^{1,85}}{150^{1,85} * 102} \right)^{1/4,87} = 2,48 \text{ plg.}$$

Se aproxima a los dos diámetros comerciales más próximos:

$$\phi_1 = 3 \text{ plg.}$$

$$\phi_2 = 2 \text{ plg.}$$

Determinar las pérdidas usando los diámetros encontrados anteriormente, con la fórmula de Hazen & Williams:

$$H_{f_3"} = \frac{1\,743,811 * 1\,373 * 7,10^{1,85}}{150^{1,85} * 3^{4,87}} = 40,23 \text{ m}$$

$$H_{f_2"} = \frac{1\,743,811 * 1\,373 * 7,10^{1,85}}{150^{1,85} * 2^{4,87}} = 289,81 \text{ m}$$

Por medio de la una relación de triángulo se determina la longitud que se usará para cada tubería, sustituyendo los datos se tiene que:

$$L_2 = \frac{1\,373 (102,31 - 40,23)}{289,81 - 40,23} = 6\,341,44 \text{ m}$$

$$L_1 = 7\,807,65 - 808,61 = 1\,031,26 \text{ m}$$

Después hay que calcular las pérdidas reales, esto por medio de la fórmula de Harzen & Williams:

$$H_{f_3} = \frac{1\,743,811 * 1\,031,26 * 7,10^{1,85}}{150^{1,85} * 3^{4,87}} = 30,22 \text{ m}$$

$$H_{f_2} = \frac{1\,743,811 * 1\,031,26 * 7,10^{1,85}}{150^{1,85} * 2^{4,87}} = 72,09 \text{ m}$$

La suma de estas pérdidas tienen que dar un resultado muy próximo a la diferencia de cotas:

$$\text{Pérdidas reales} : 72,09 + 30,22 = 102,31$$

$$\text{Diferencia de altura más factor de seguridad} : 1\,689,00 - 1\,586,69 = 5\,102,31$$

### 3.5.1. Línea piezométrica

Para calcular las pérdidas de energía por fricción en la conducción entre otras ecuaciones, existen las de Hazen-Williams y Manning, de las cuales para este cálculo se utilizó la primera:

$$H_f = \frac{1\,743,811 L Q_b^{1,85}}{C^{1,85} \phi^{4,87}}$$

$$H_{f_4} = \frac{1\,743,811 * 7\,807,65 * 7,10^{1,85}}{150^{1,85} * 4^{4,87}} = 50,51 \text{ m}$$

$$C_{pz} = C_t - H_f$$

Donde:

$C_{pz}$  = cuota piezométrica [m]



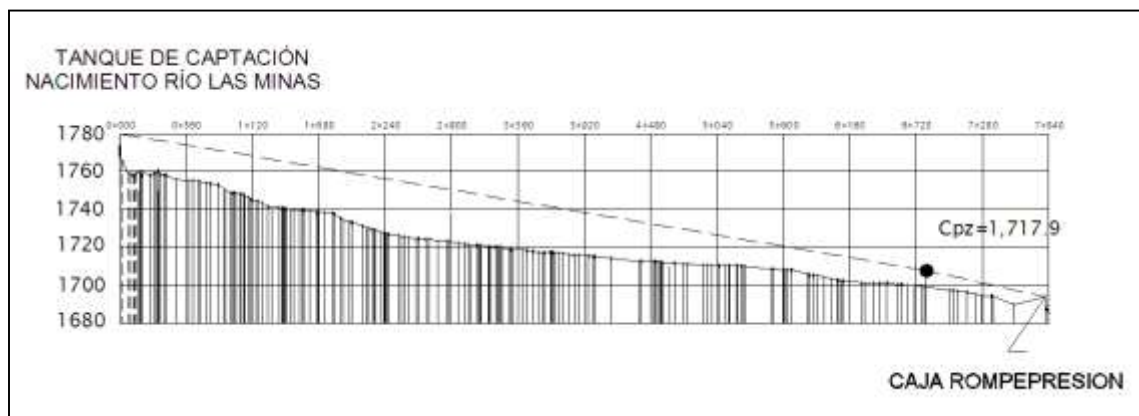
Ct = cuota anterior [m]

Hf = pérdida por fricción [m]

Sustituyendo los datos se tiene que:

$$C_{pz} = 1\,768,48 - 50,51 = 1\,717,92 \text{ m}$$

Figura 26. Línea piezométrica



Fuente: elaboración propia, empleando AUTOCAD 2014.

### 3.6. Obras de arte y otros detalles

El objeto de todo sistema de agua potable es dotar a los usuarios, de la forma más accesible y se logra llegando hasta cada una de las viviendas. Entre las obras de arte que existen para un proyecto de agua potable están: cajas para válvulas, de distribuidoras de caudales, cajas rompedor, reunidoras de caudal y válvulas.

Para este proyecto se utilizó caja rompedor y válvulas, debido a la topografía del lugar.

### **3.6.1. Caja rompepresión**

Se le denomina de esta manera a una obra de arte que se proyecta en los puntos de la conducción, cuya presión estática es mayor o igual a la presión máxima de trabajo de la tubería. Estas pueden construirse de ladrillo con un recubrimiento de cemento o fundidas de concreto con una tapadera hermética. La salida del agua deberá estar por lo menos a 10 centímetros sobre el fondo de la caja y deberá contar con sus respectivas válvulas en la entrada y salida.

El proyecto utiliza una caja rompepresión en el tramo por gravedad en el punto E-177.

### **3.6.2. Válvula de limpieza**

Estas válvulas sirven para extraer de la tubería la arena que haya ingresado al sistema, la cual tiende a acumularse en los puntos mas bajos del sistema. Estas válvulas deben protegerse con cajas de concreto o ladrillo que tengan el espacio suficiente para que se pueda instalar y dar mantenimiento a dicha válvula. Esta será conectada al sistema por medio de una tee de PVC de 4 “.

### **3.6.3. Válvula de aire**

El aire disuelto en el agua o aquel que quede atrapado dentro de la tubería, tiende a depositarse en los puntos altos del perfil de la tubería. La cantidad de aire que puede acumularse reduce la sección de la tubería y por lo tanto, su capacidad de conducción. La cantidad acumulada de aire puede ser tanta que llega a impedir que el agua fluya. El diámetro a usar es de  $\frac{3}{4}$  “.

#### **3.6.4. Válvulas de compuerta**

Estas válvulas sirven para abrir o cerrar el paso del agua en un sistema, es mala práctica utilizarla para regular el flujo. Para el proyecto se utiliza válvulas de compuertas conectadas en el tramo por gravedad.

### **3.7. Presupuesto**

Es el conjunto de actividades y gastos anticipados que implicará la ejecución del proyecto.

#### **3.7.1. Costo del proyecto**

Se le denominan costos de un proyecto a todas aquellas actividades y elementos que lo integran y que causan un desembolso económico para la ejecución del proyecto. Todos los costos deben de analizarse cuidadosamente para garantizar una buena proyección económica y con esto no tener pérdidas a futuro que conlleven a la paralización parcial o total de los trabajos en ejecución, causando con esto pérdidas, tanto a la unidad ejecutora como a la municipalidad, entidad gubernamental o algún organismo internacional que designe el proyecto.

Para tener un costo que se adapte a la realidad de la obra se debe de tener un listado de precios actualizados de mano de obra y materias primas, determinar los tiempos de trabajo y tener la información de las especificaciones técnicas y especiales de la obra a realizar, planos bien detallados y la memoria descriptiva, a todos estos se les denominan costos directos.

Los costos indirectos son los gastos que la ejecución de la obra ocasiona al contratista y que no pueden ser incluidos entre los costos directos, se caracterizan por ser gastos que no se identifican físicamente en la obra, ni cargarse particularmente a alguno de los reglones de trabajo, pero que han hecho posible la ejecución.

Estos costos indirectos se calculan en función de los costos directos, como un porcentaje de incremento que se carga proporcionalmente a cada región de trabajo.

Tabla IV. **Presupuesto**

Núm.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo parcial
1	<b>LINEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE</b>				
1.1	Limpieza, trazo y relleno	9 148	ml	Q 33,08	Q 302 615,84
1.2	Excavación para instalación de tubería	9 148	ml	Q 30,54	Q 279 379,92
1.3	Instalación de tubería PVC de 4"	7 000	ml	Q 349,38	Q 2 445 660,00
1.4	Instalación de tubería PVC 3"	1 284	ml	Q 218,94	Q 281 118,96
1.5	Instalación de tubería PVC 2"	978	ml	Q 68,36	Q 66 856,08
1.6	Instalación de válvulas	5	Unidad	Q 3 508,07	Q 17 540,35
1.7	Caja para válvulas	5	Unidad	Q 2 212,56	Q 11 062,80
1.8	Anclajes para accesorios	5	Unidad	Q 69,24	Q 346,20
1.9	Caja rompedora	1	Unidad	Q 8 283,45	Q 8 283,45
1.10	Anclajes para tubería	126	Unidad	Q 244,24	Q 30 774,24
1.11	Limpieza y extracción de materiales sobrantes	4 6690	m3	Q 70,45	Q 3 289 310,50
<b>Costo total de la línea de conducción de agua potable</b>					Q 6 732 948,34

Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. Se ha creado la base de datos de las comunidades en riesgo de la cabecera municipal de Santa Catrina Pinula, evaluando por medio de una boleta a 164 predios en total. Se ha analizado el uso del suelo de estas comunidades de la zona 1, con lo que se ha determinado que el 92 % son utilizados para vivienda tanto unifamiliar como multifamiliar, el 3 % para comercio, 3 % es de uso mixto, y 1% de los predios han sido abandonados. Con lo cual se conocieron las condiciones actuales del mismo y se genera información para una futura planificación
2. Para el levantamiento de información se ha utilizado como herramienta una boleta de evaluación tipo encuesta, la cual cuenta con distintas secciones que pretenden recabar datos, tanto físicos del inmueble, socioeconómicos de la población y de vulnerabilidades del área de estudio. En cuanto a los servicios básicos en estas comunidades la mayoría de los predios cuentan con servicio de agua potable, ya que el servicio lo presta la municipalidad, también cuentan con servicio de energía eléctrica y alumbrado público. En cuanto al drenaje sanitario, se detectó que la comunidad de Santa Barbará no posee este servicio, vertiéndolas en barrancos, provocando la erosión y aumento del riesgo de estas zonas.
3. El territorio donde se encuentran estas comunidades cuentan con un alto porcentaje de pendientes geográficas, esta característica no permite el uso de ciertas aéreas para ubicación de viviendas, sin embargo, se han generado construcciones en zonas de riesgo. Esto por falta de una

herramienta que regule el crecimiento poblacional, como lo es el plan de ordenamiento territorial.

4. La línea de conducción será por gravedad porque la topografía del lugar lo permite, utilizando PVC 160 PSI, el cual beneficiara a una población actual 1 500 habitantes de la cabecera municipal. Debido a la diferencia de alturas entre el tanque de captación del rio Las Minas y el tanque de almacenamiento el Huisital, se tuvo que diseñar una caja rompepresión, para que libere la energía.

## RECOMENDACIONES

1. Actualizar periódicamente la base de datos de las comunidades en riesgo de la cabecera municipal de Santa Catarina Pinula, dado que los temas que se trataron son dinámicos, por lo que no son constantes. Es necesario que la municipalidad pueda tener un técnico en SIG que recopile información y actualice la misma.
2. Es muy importante que la información actualizada sea compartida entre las distintas oficinas que conforman la municipalidad. La comunicación debe ser fluida para una correcta planificación, incluyente de todos los posibles factores que afecten el municipio.
3. Es necesario que la municipalidad trabaje en el territorio con prioridad en un proceso de ordenamiento territorial para reducir riesgos existentes potenciales.
4. Al sistema de agua potable es recomendable que la municipalidad realice inspecciones periódicas para verificar su perfecto estado, verificando los accesorios, para que el sistema trabaje como se esperaba.





## BIBLIOGRAFÍA

1. CANO ZAMORA, Wilfredo Antonio. *Análisis de vulnerabilidad del sistema de agua potable de Santa Catarina Pinula*. Tesis de Ing. Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 79 P.
2. Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Santa Catarina Pinula y Secretaria de Planificación y Programa de la Presidencia, Dirección de Planificación Territorial. *Plan de desarrollo Santa Catarina Pinula*, Guatemala SEGEPLAN/DPT. 2010. 10 p.
3. Instituto de Fomento Municipal, Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua para el consumo humano*. Guatemala: INFOM, UNEPAR, 2011. 100 p.
4. LOPEZ VÁSQUEZ, Orzibal Jeovany. *Diseño del sistema de introducción de agua potable por bombeo de la aldea Santa María Sibaja*, del municipio de San Pedro Yepocapa, departamento de Chimaltenango. Tesis de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 12 P.
5. PAZ CHICAS, Corina Maria. *Diseño de Parque Central y Terminal de Buses, Santa Catarina Pinula, Guatemala*. Guatemala . Tesis de Arquitectura. Facultad de arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 723 P.

6. PORRES VELÁSQUEZ, Edgar Lizardo. *Santa Catarina Pinula, El municipio que está avanzando*. Guatemala: Palo de Hormigo. 2005. 124 p.

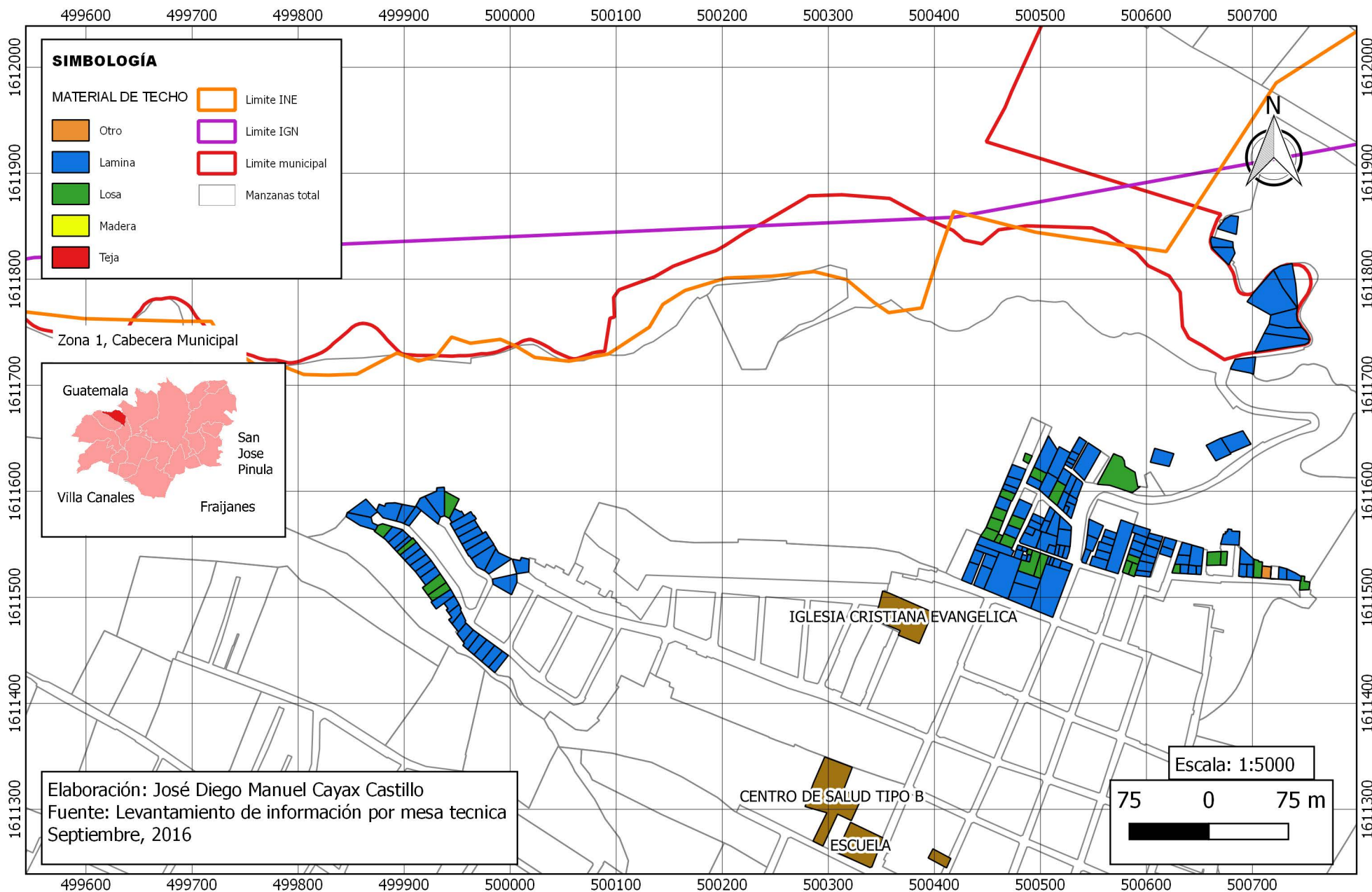
## **APÉNDICE A**

MAPAS GENERADOS



# CABECERA MUNICIPAL, SANTA CATARINA PINULA

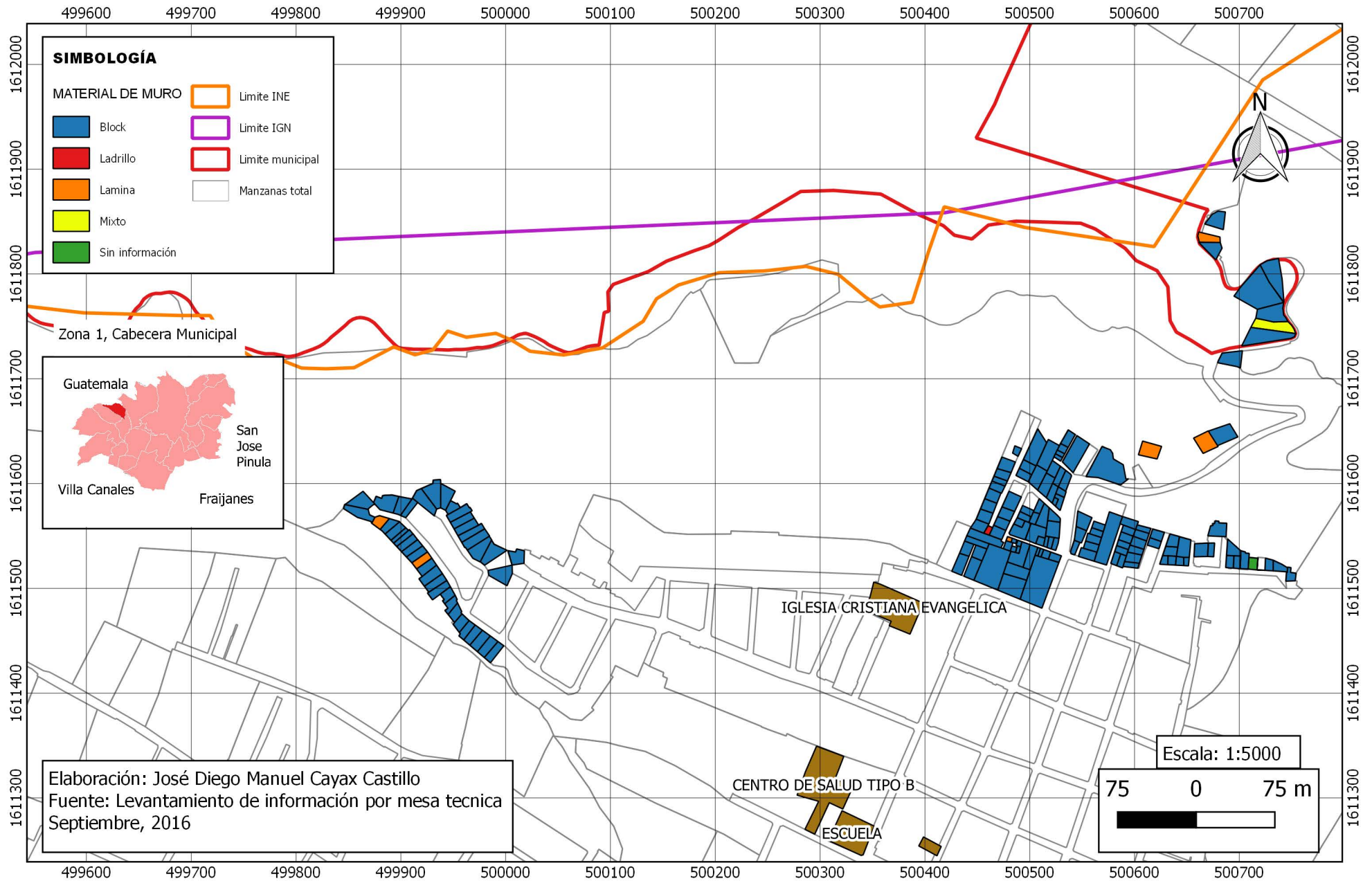
Material de techo predominante



# CABECERA MUNICIPAL, SANTA CATARINA PINULA

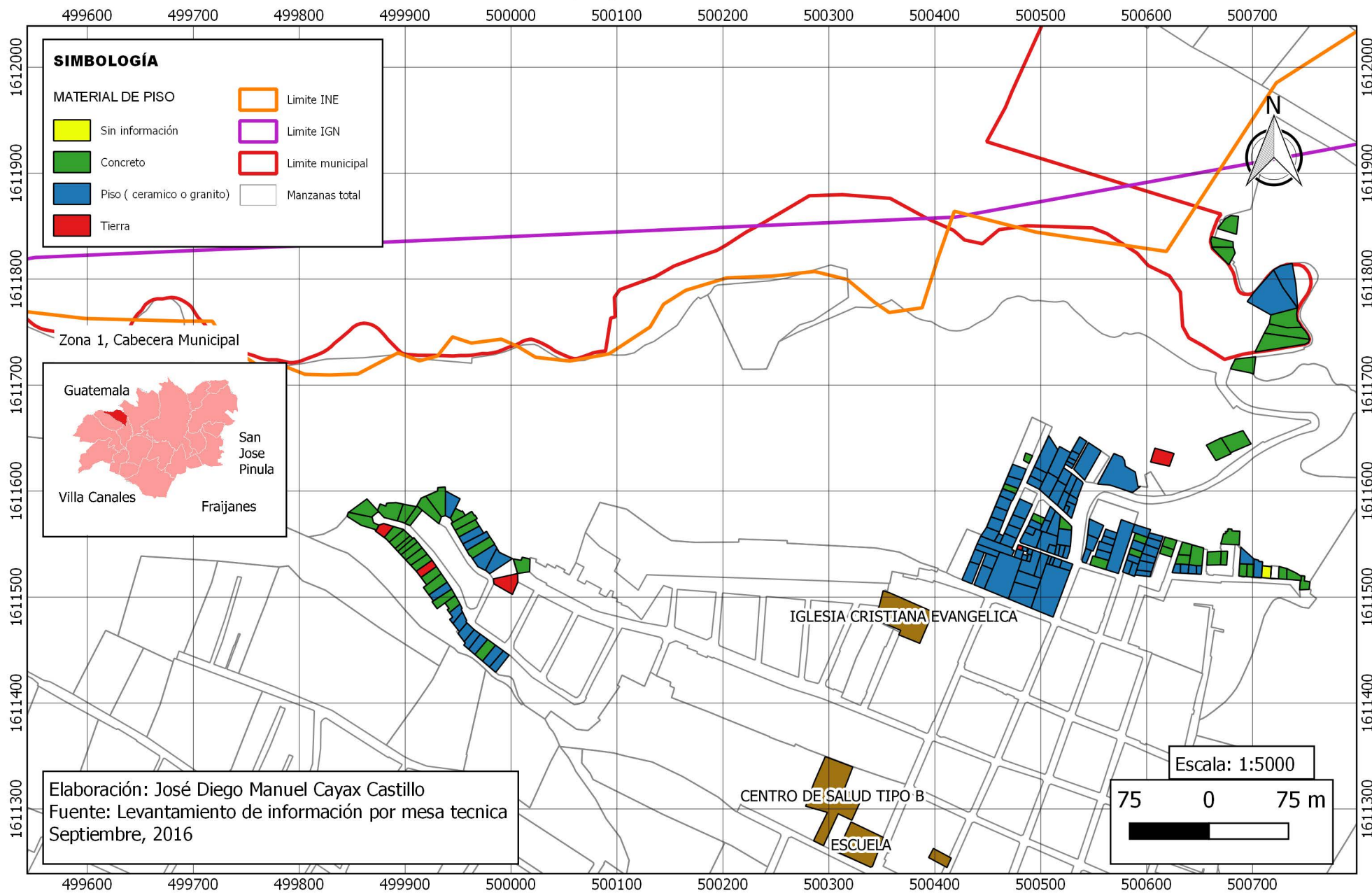


Material de muro predominante



# CABECERA MUNICIPAL, SANTA CATARINA PINULA

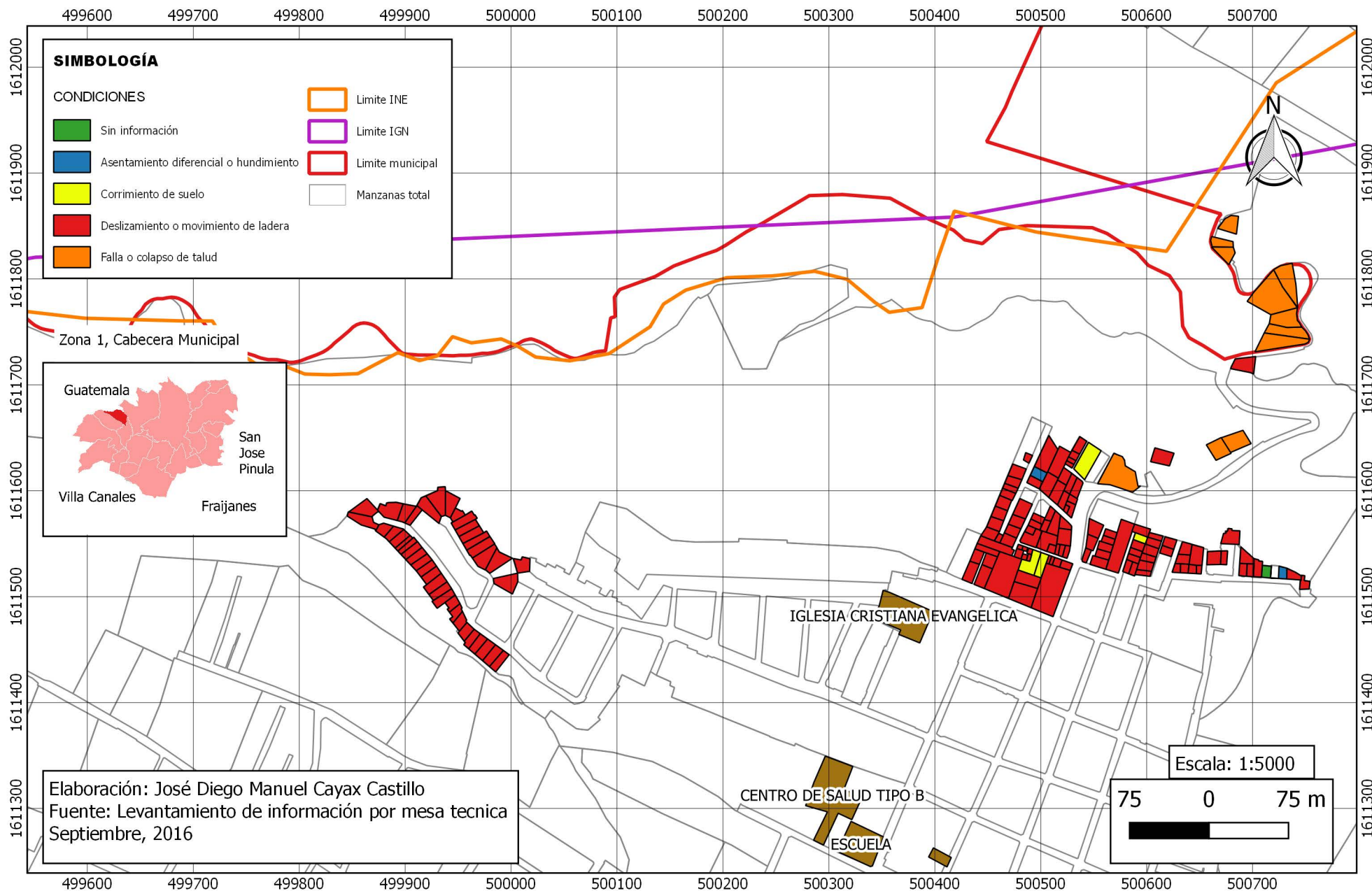
Material de piso predominante





# CABECERA MUNICIPAL, SANTA CATARINA PINULA

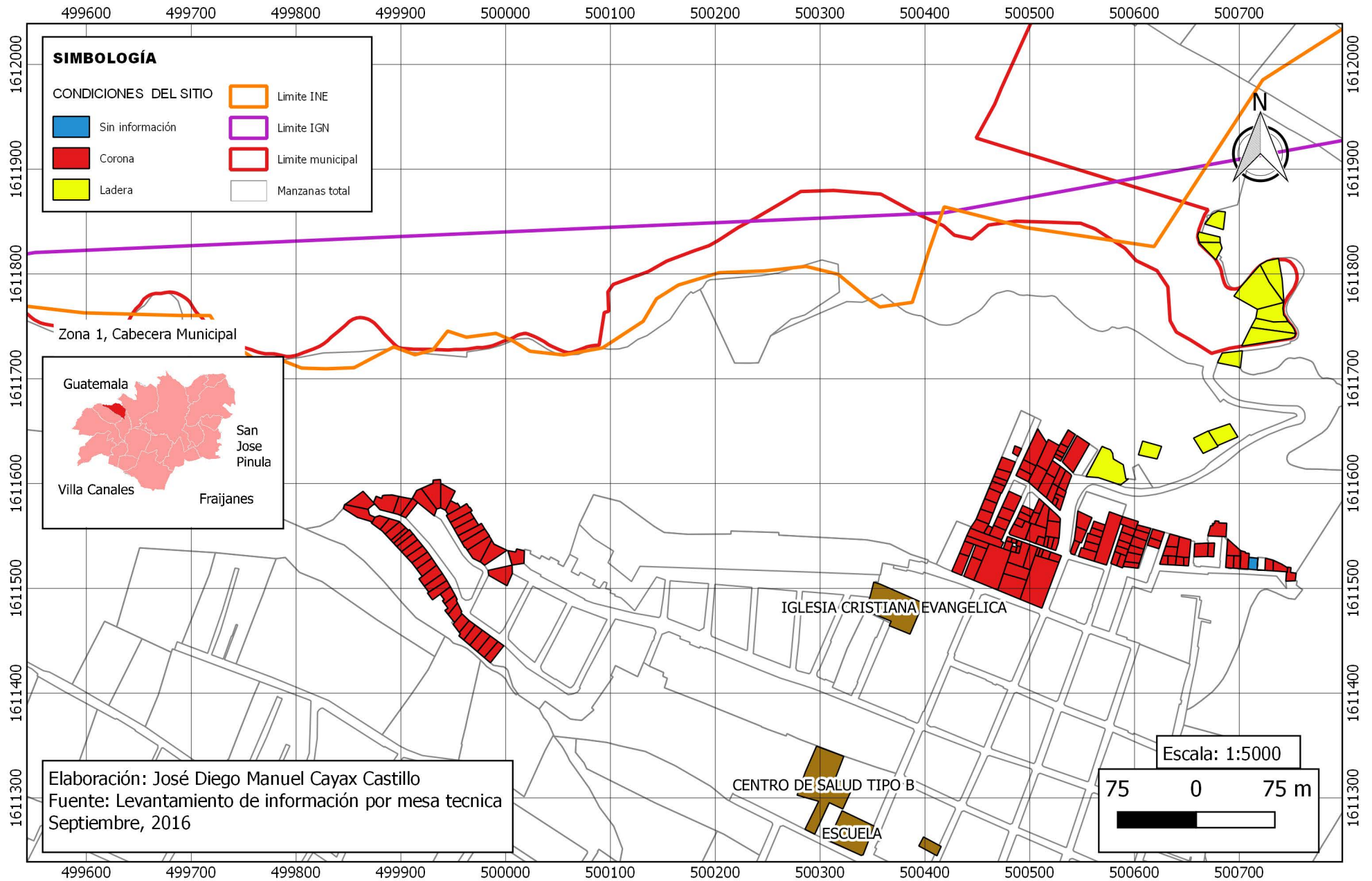
Condiciones de la estructura con relación al terreno



# CABECERA MUNICIPAL, SANTA CATARINA PINULA



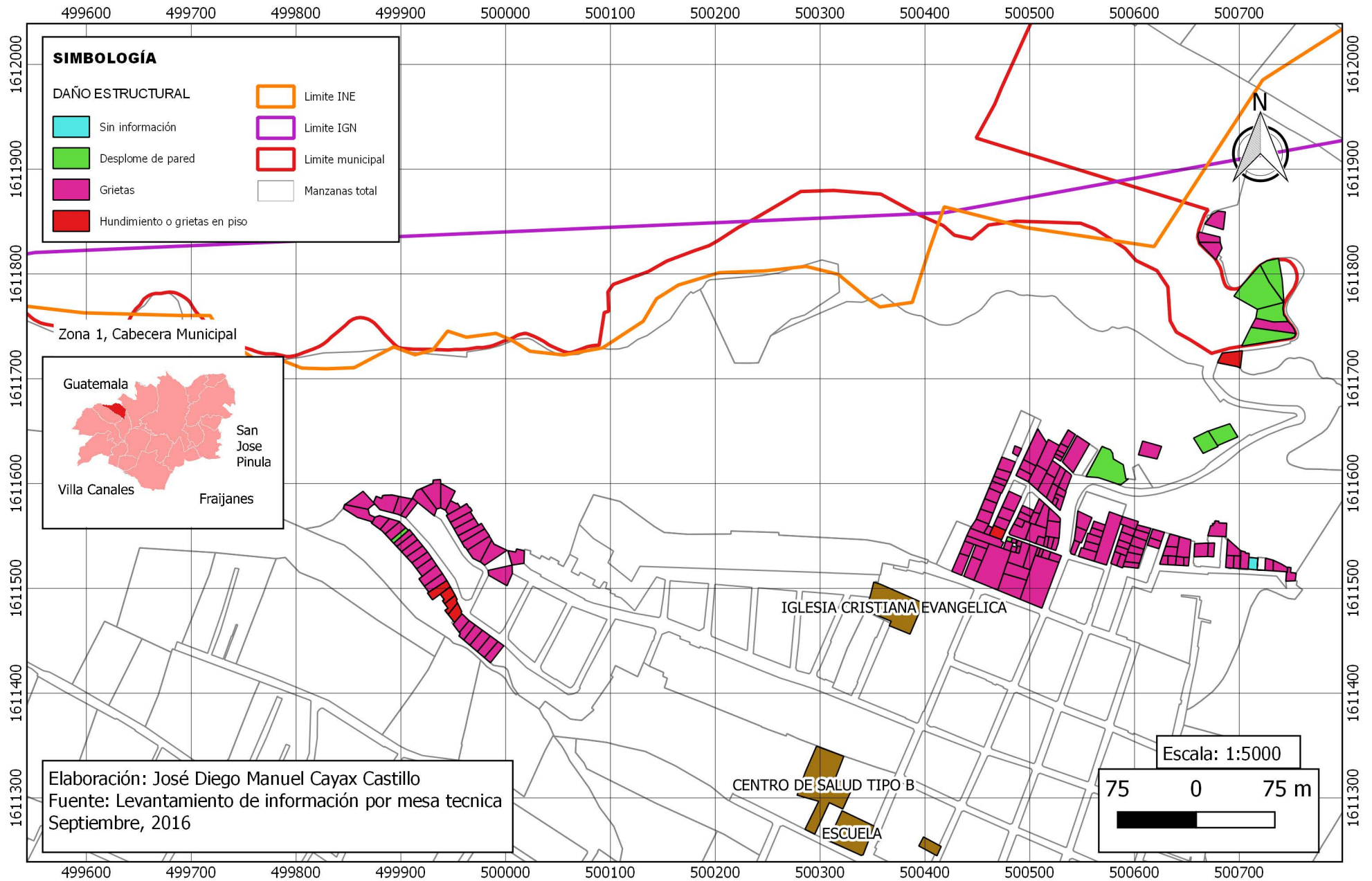
Condiciones del sitio



# CABECERA MUNICIPAL, SANTA CATARINA PINULA



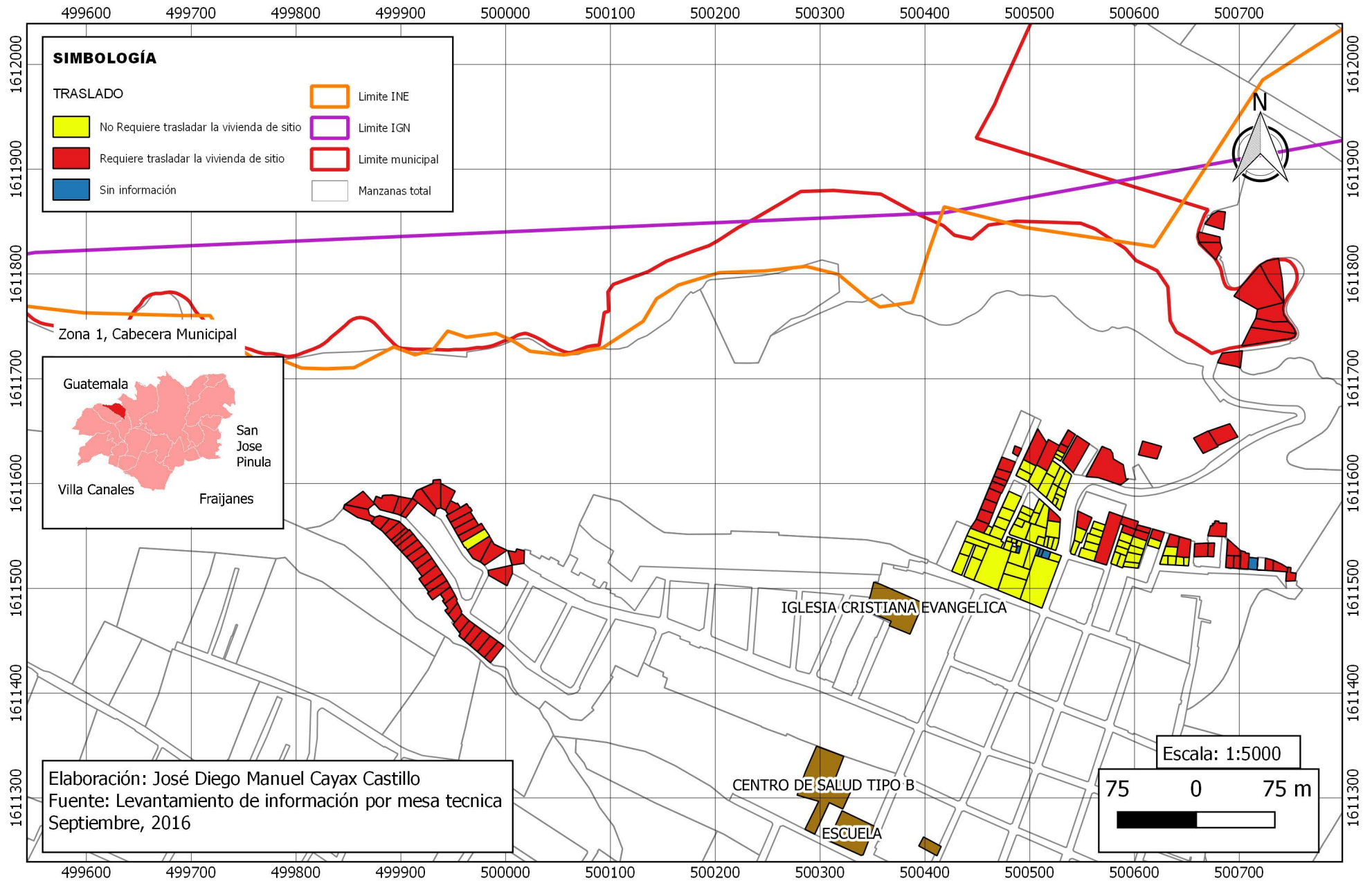
Daño estructural



# CABECERA MUNICIPAL, SANTA CATARINA PINULA

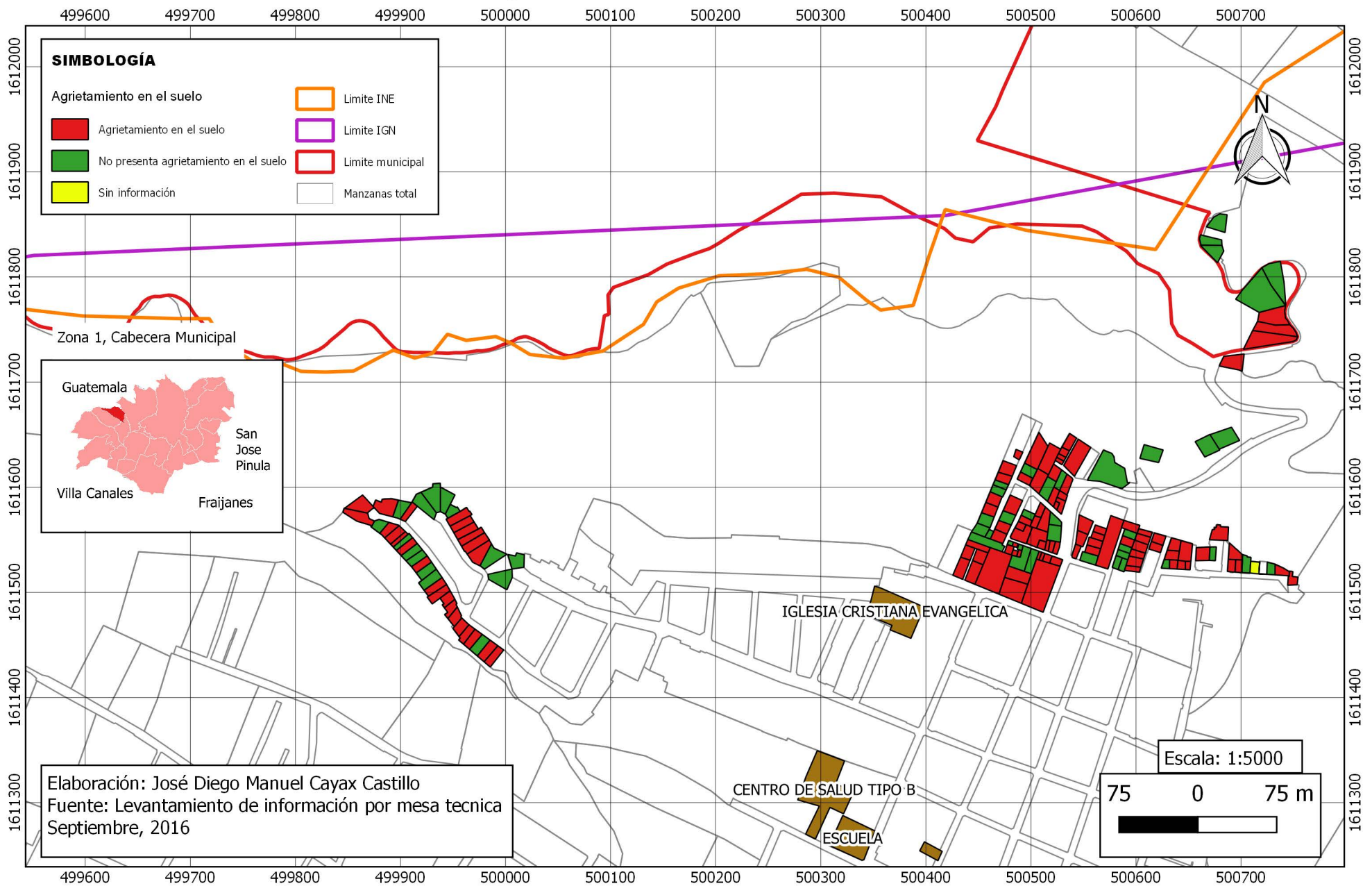


Traslado de vivienda



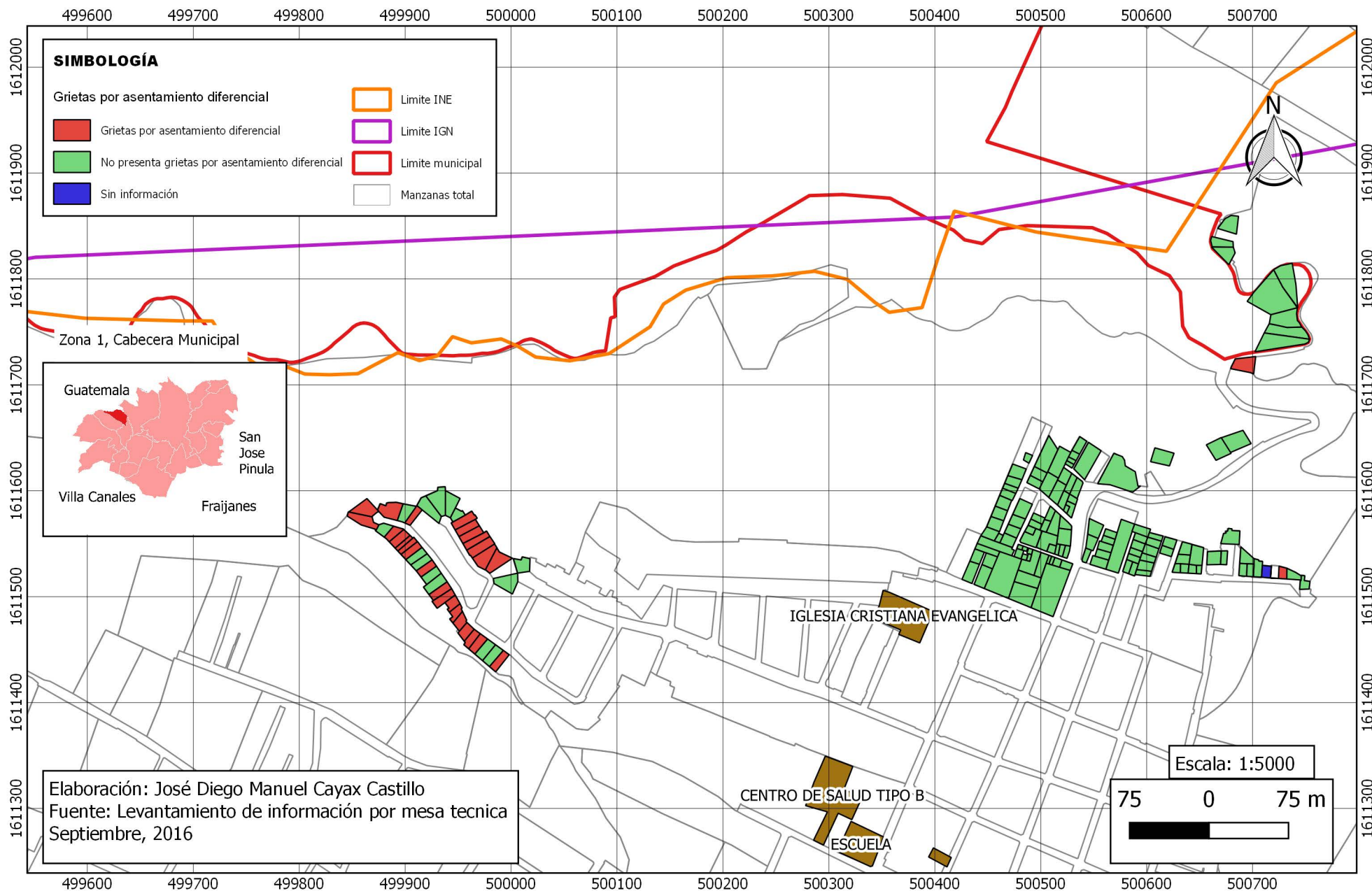
# CABECERA MUNICIPAL, SANTA CATARINA PINULA

Agrietamiento en el suelo



# CABECERA MUNICIPAL, SANTA CATARINA PINULA

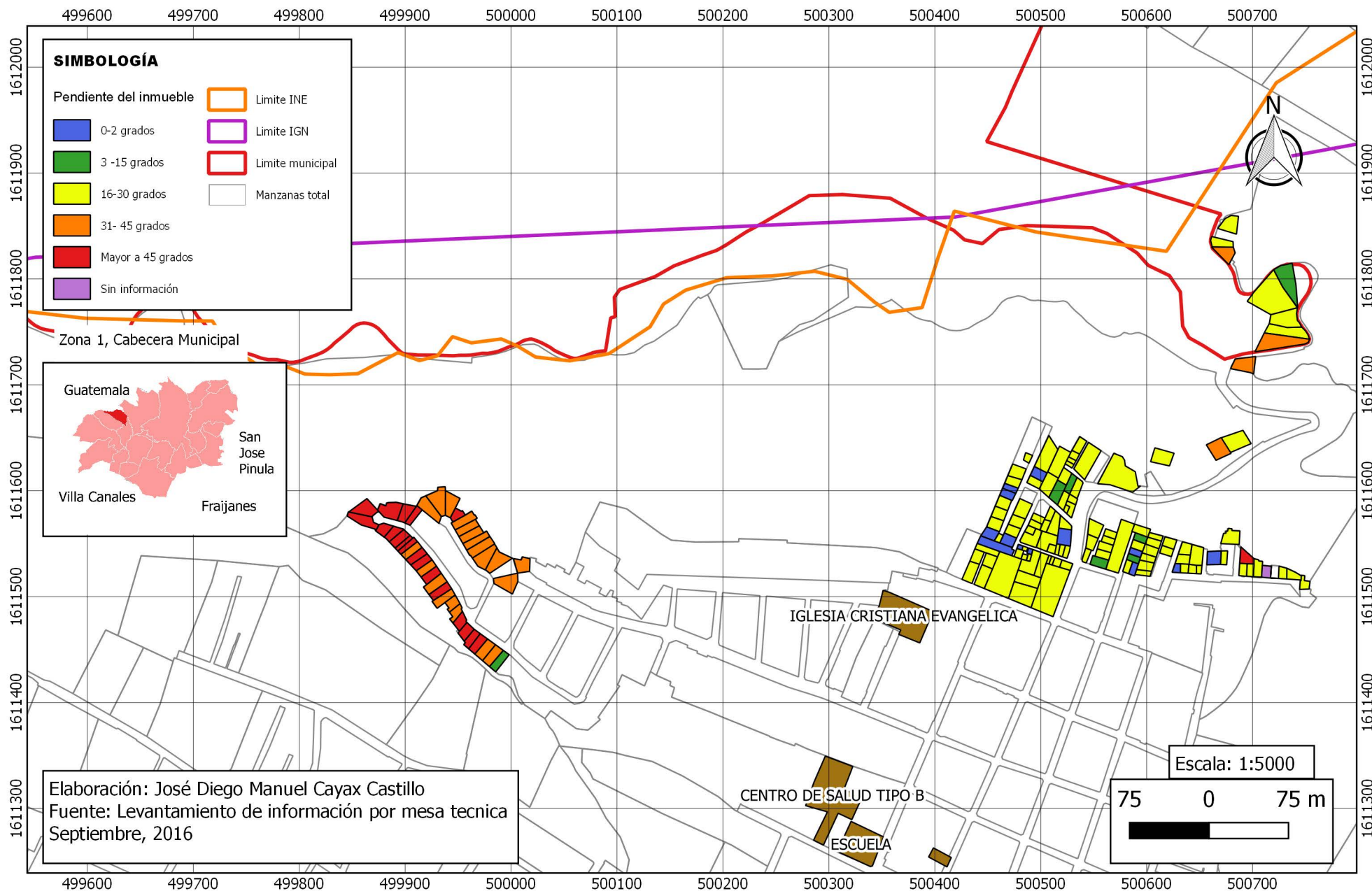
## Grietas en viviendas por asentamiento diferencial



# CABECERA MUNICIPAL, SANTA CATARINA PINULA

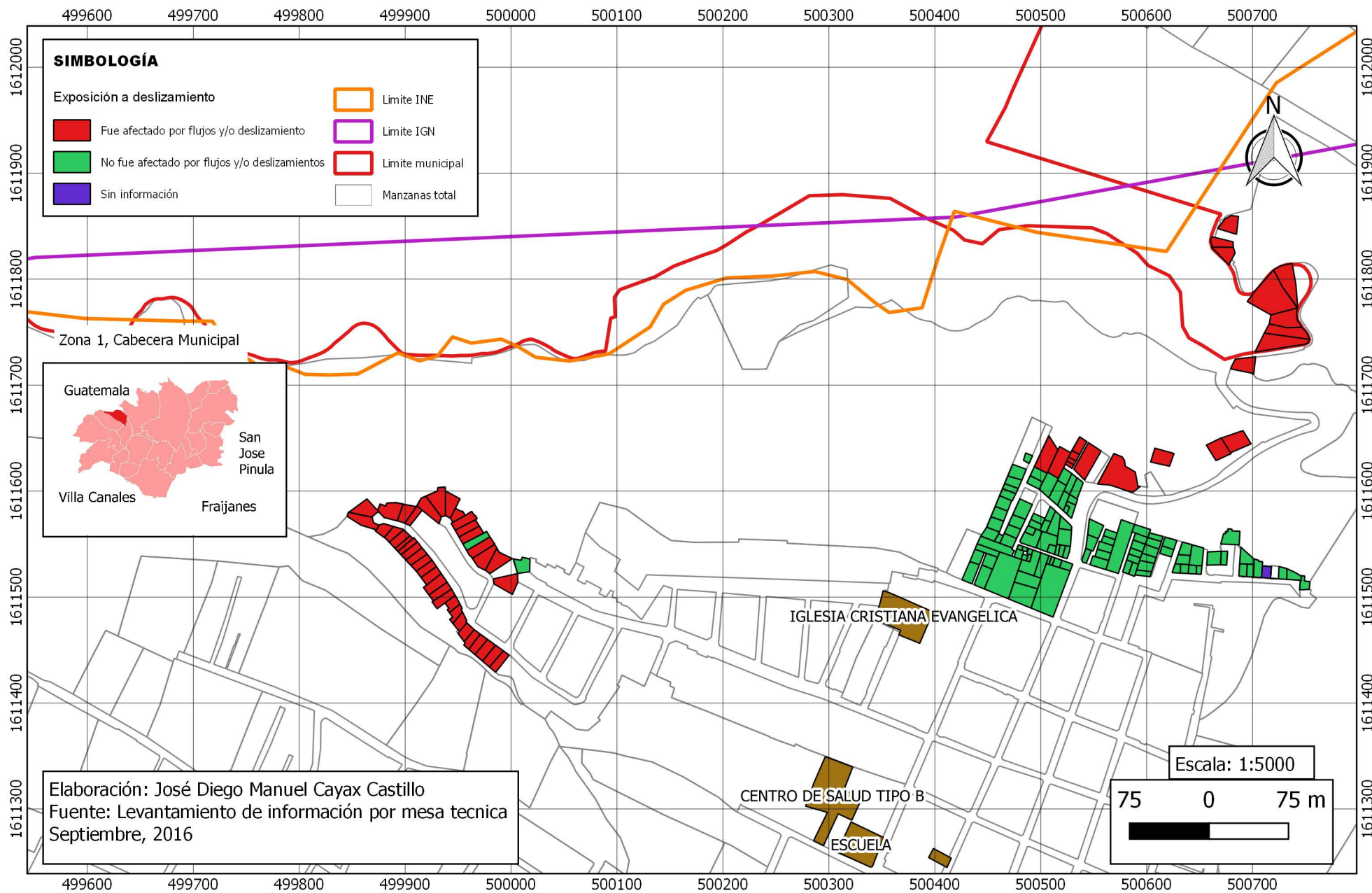


Pendiente del inmueble



# CABECERA MUNICIPAL, SANTA CATARINA PINULA

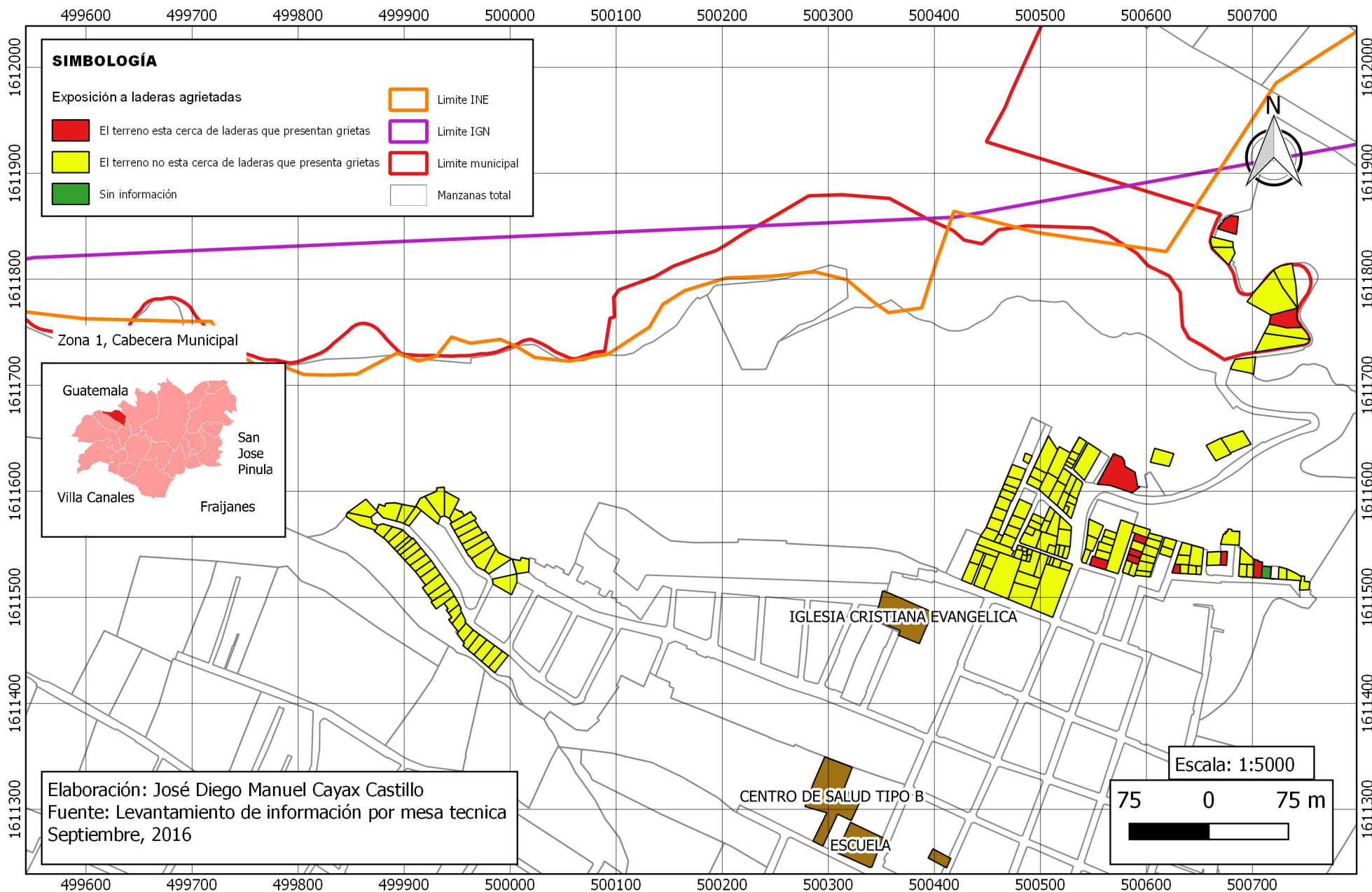
Exposición a deslizamiento





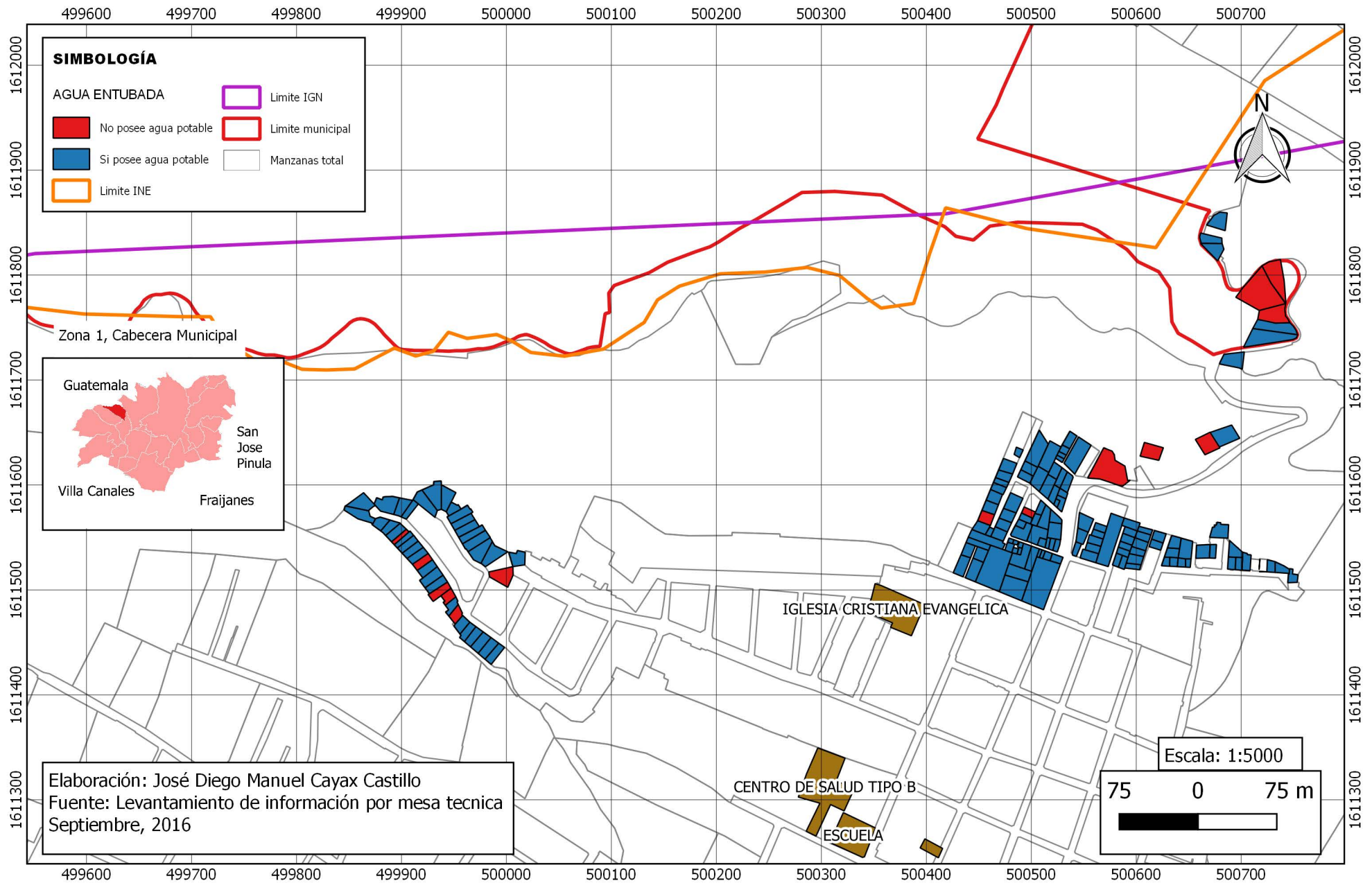
# CABECERA MUNICIPAL, SANTA CATARINA PINULA

Exposición a laderas agrietadas



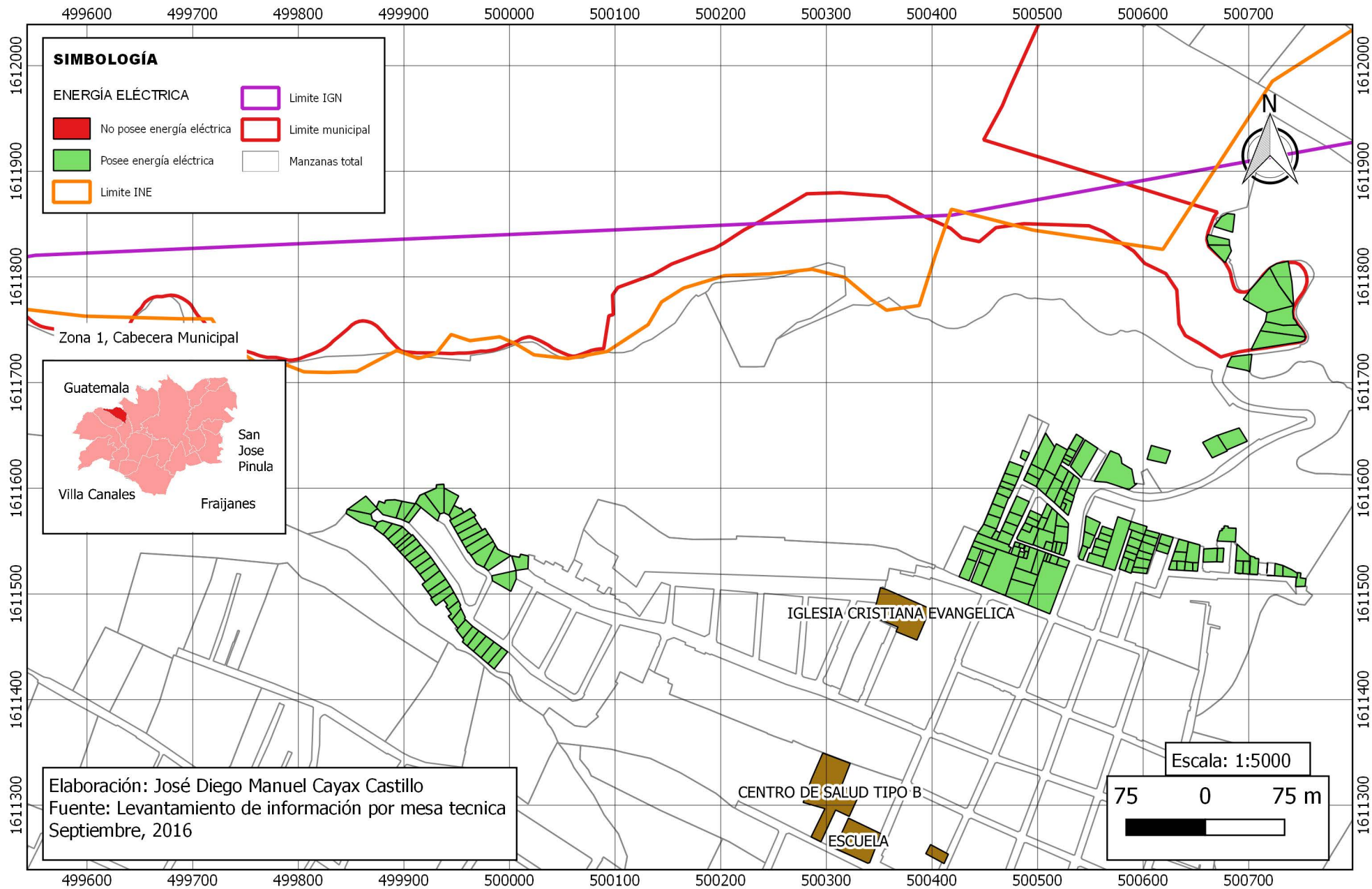
# CABECERA MUNICIPAL, SANTA CATARINA PINULA

## Agua entubada



# CABECERA MUNICIPAL, SANTA CATARINA PINULA

## Energía eléctrica



**SIMBOLOGÍA**

**ENERGÍA ELÉCTRICA**

- No posee energía eléctrica
- Posee energía eléctrica
- Limite INE
- Limite IGN
- Limite municipal
- Manzanas total

Guatemala

San Jose Pinula

Villa Canales

Frajanes

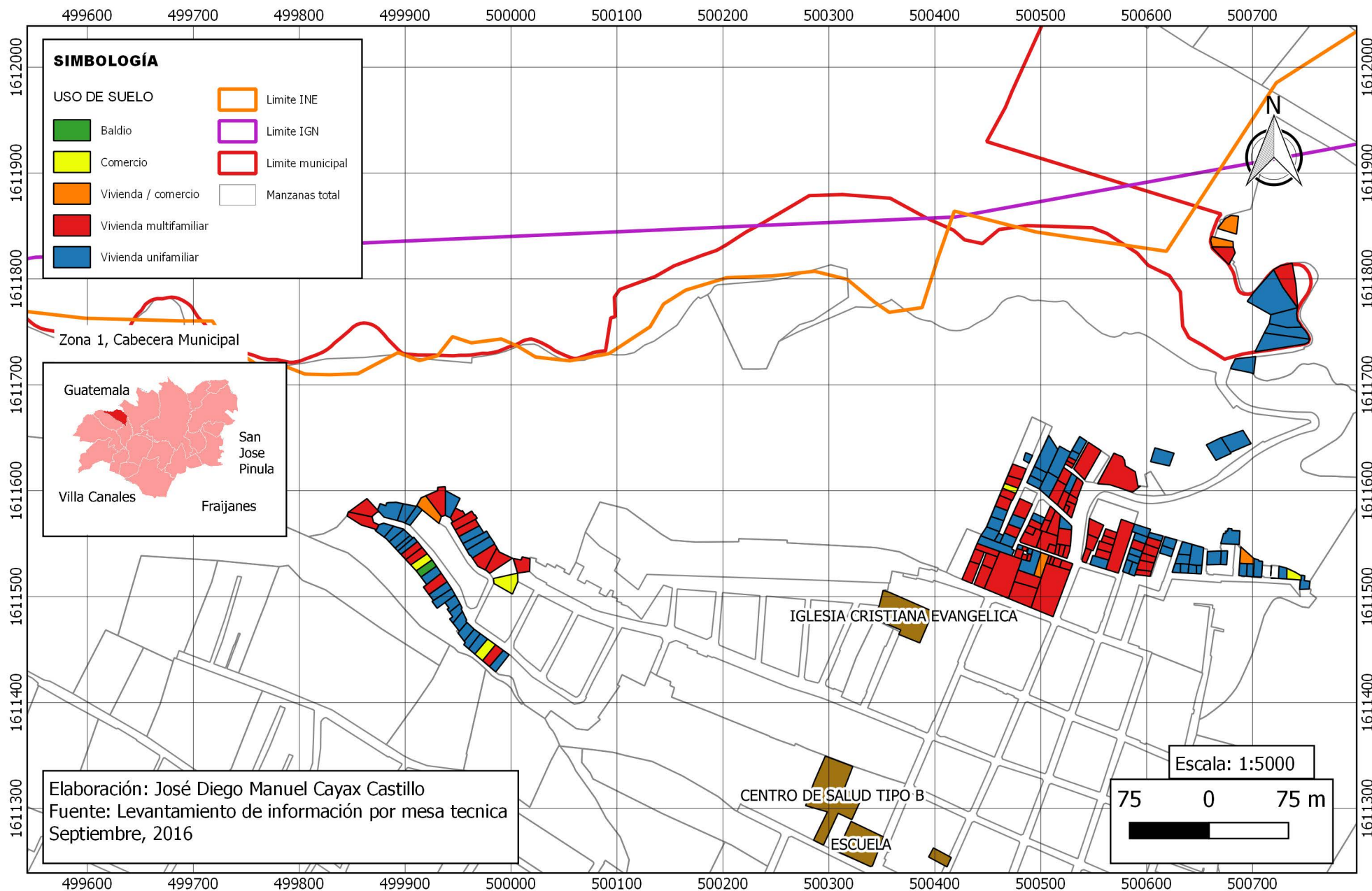
Elaboración: José Diego Manuel Cayax Castillo  
 Fuente: Levantamiento de información por mesa técnica  
 Septiembre, 2016

Escala: 1:5000

75 0 75 m

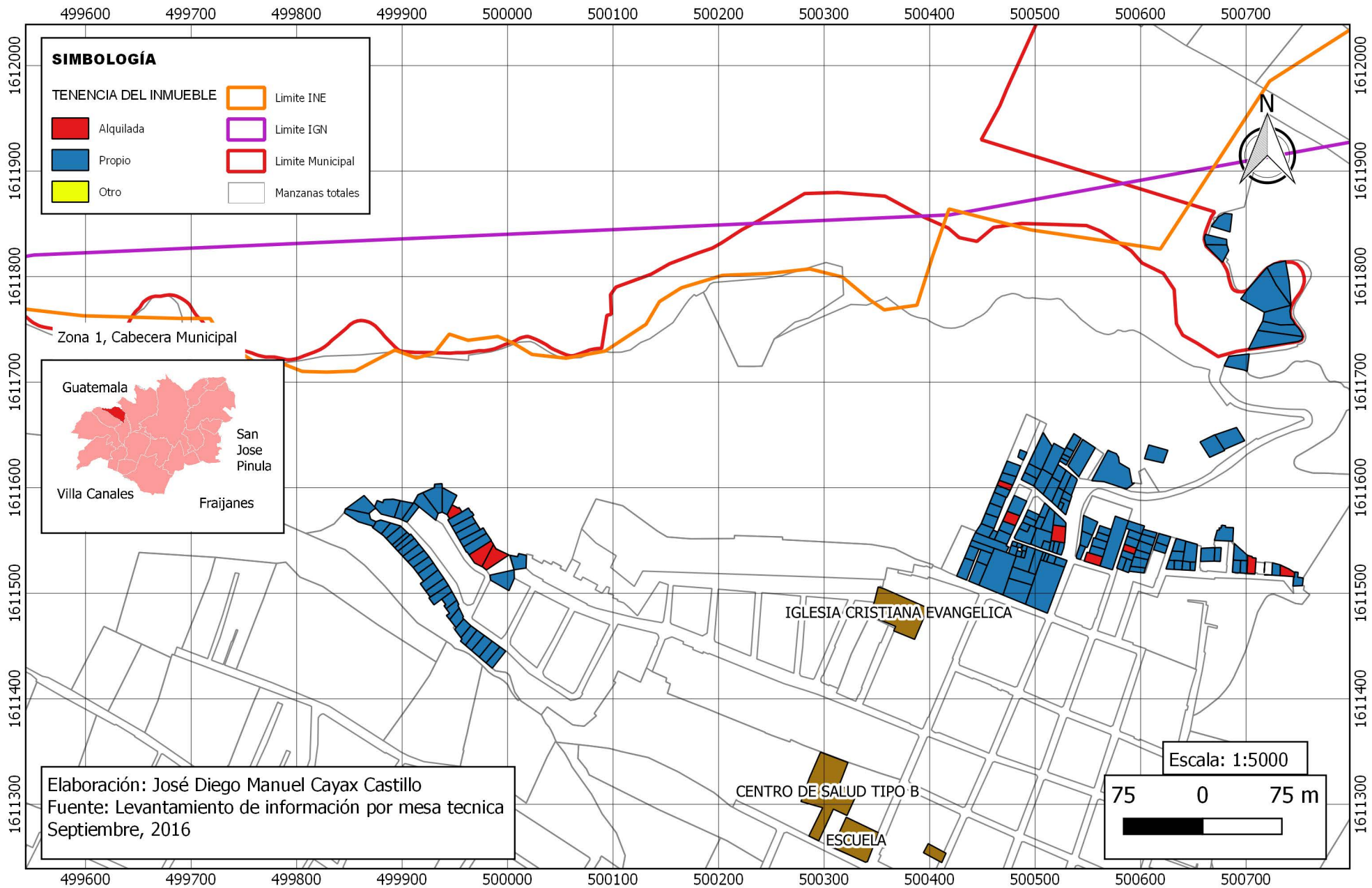
# CABECERA MUNICIPAL, SANTA CATARINA PINULA

Uso de suelo



# CABECERA MUNICIPAL, SANTA CATARINA PINULA

Tenencia del inmueble



## **APÉNDICE B**

PLANOS LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL RIO LAS  
MINAS, SANTA CATARINA PINULA, GUATEMALA

Diseño de la línea de conducción de agua potable del río Las Minas, SANTA CATARINA PINULA

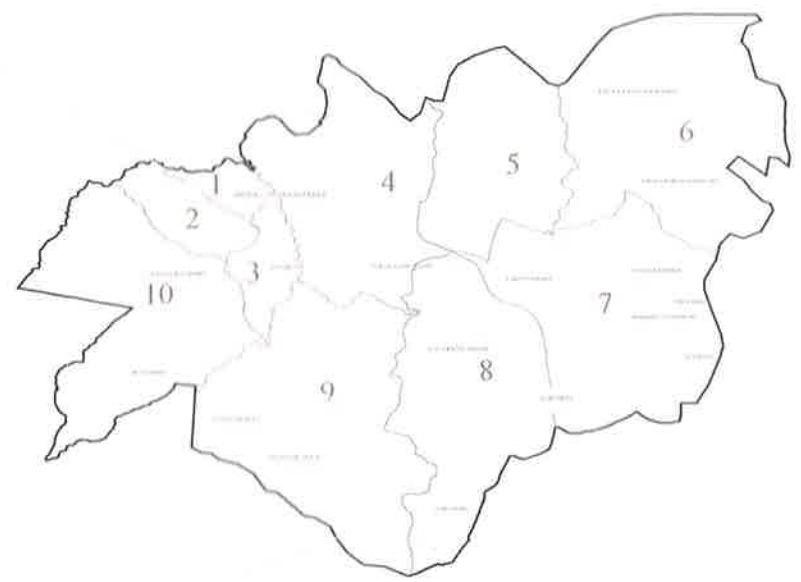


TANQUE DE DISTRIBUCIÓN  
EL HUISITAL

CAJA ROMPE PRESIÓN

TANQUE DE CAPTACIÓN  
NACIMIENTO RÍO LAS MINAS

PLANO DE LOCALIZACIÓN



*Juan Carlos Garrido López*  
Juan Carlos Garrido López  
INGENIERO CIVIL  
Colegiado 4,438

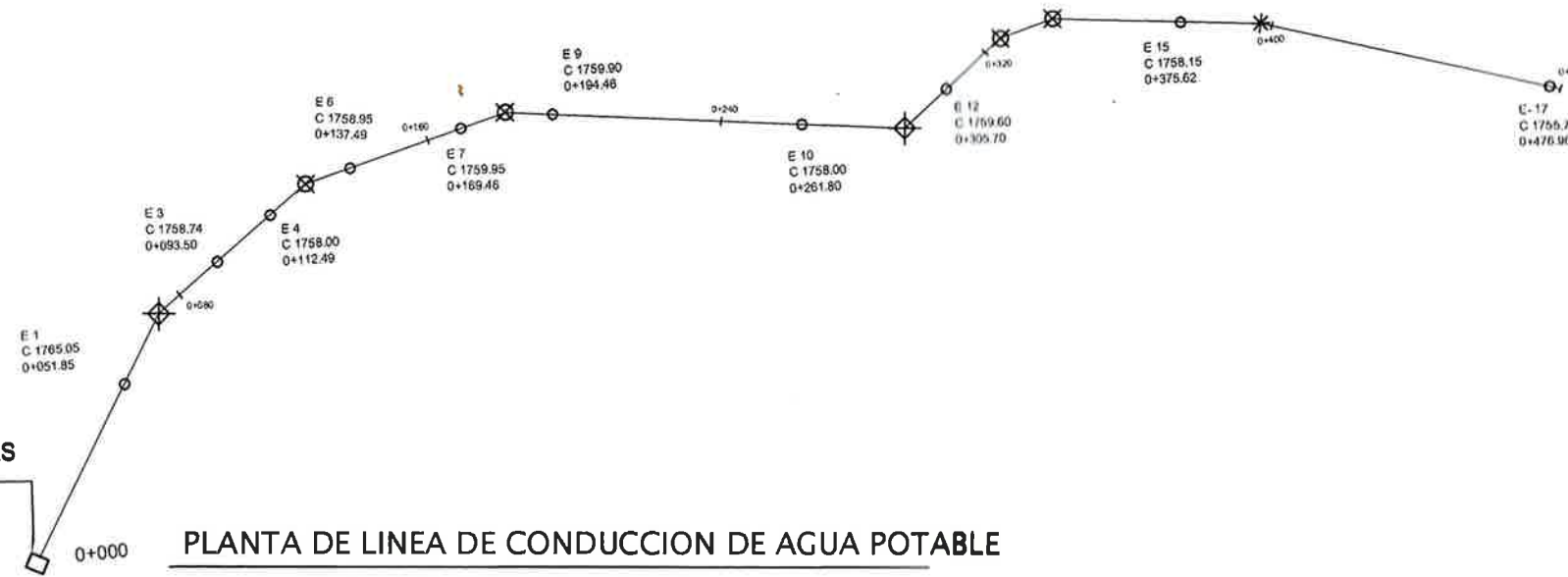


UNIVERSIDAD DE  
SAN CARLOS

--	--

		01	23
--	--	----	----

TANQUE DE CAPTACIÓN  
NACIMIENTO RIO LAS MINAS  
Q= 7.10 l/s



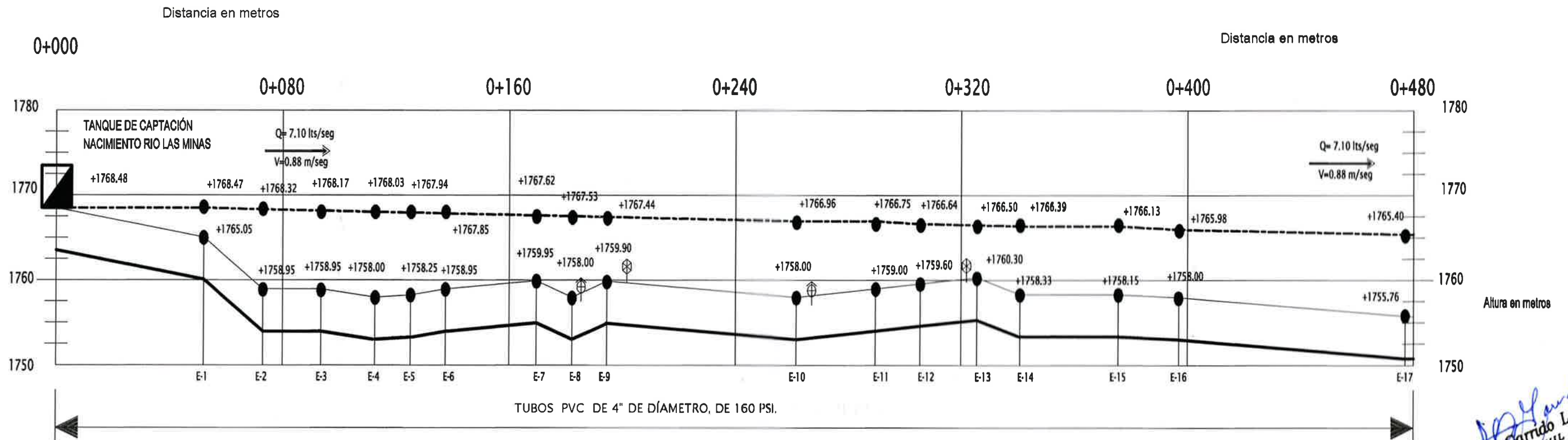
SIMBOLOGIA EN PLANTA	
Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	⊛
Caja rompe presión	⊠

SIMBOLOGIA EN PERFIL	
Válvula de impulsión	⊕
Válvula de aire	⊙
Estación	●
Reductor de diámetro	▶
Línea piezométrica	---
Perfil del terreno	—●—
Perfil de tubería	—

**PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE**

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 0+000 A 0+480 ESCALA 1/2000



**PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION**

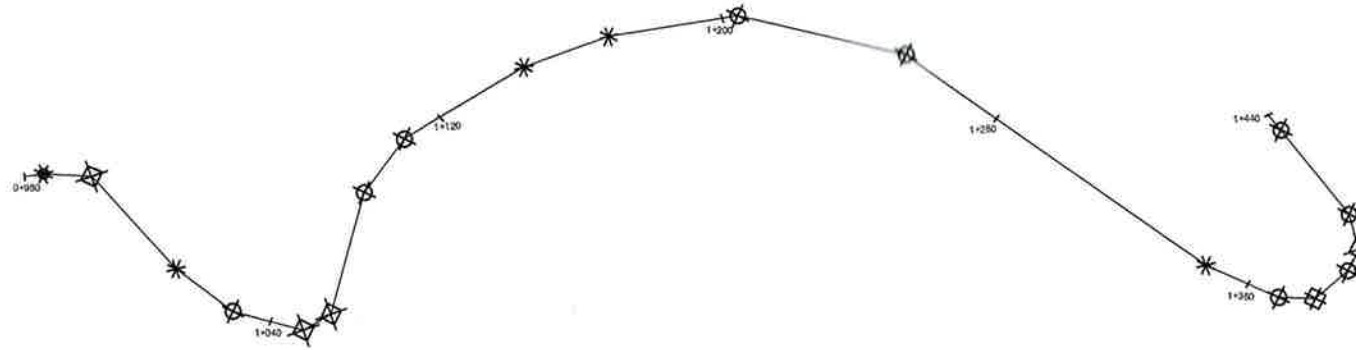
LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 0+000 A 0+480 ESCALA H 1/1500 V 1/500

TUBOS PVC DE 4" DE DIÁMETRO, DE 160 PSI.

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS	
		FACULTAD DE INGENIERIA, EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
TÍTULO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN		AUTOR: JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ	
FECHA: OCTUBRE 2016	LUGAR: HEREDIA	HOJA: 02 / 23	







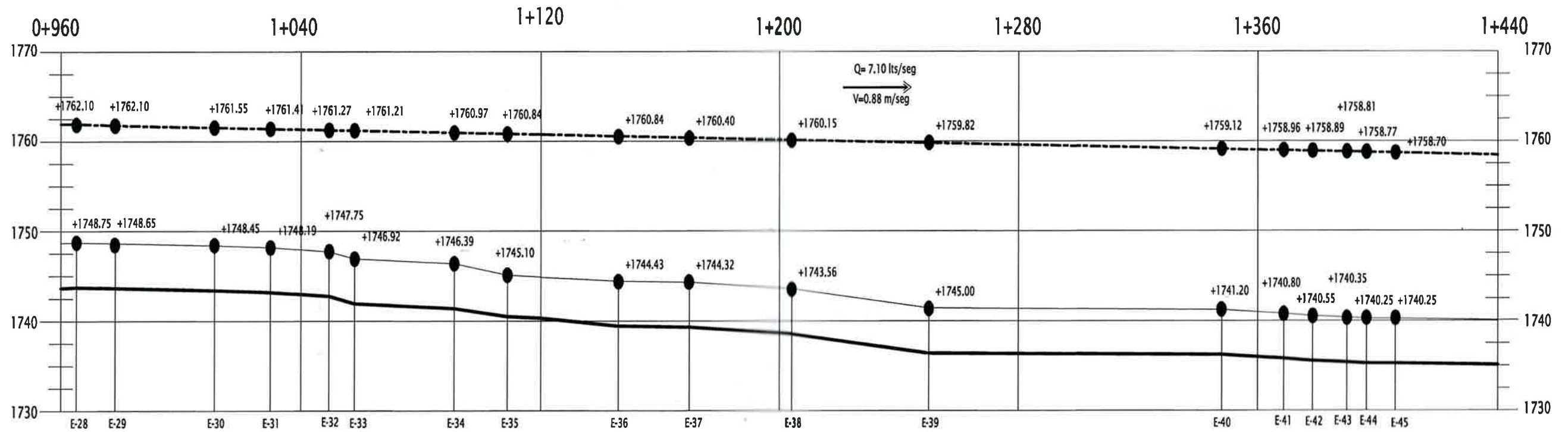
### PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 0+960 A 1+440 ESCALA 1/2000

Distancia en metros

SIMBOLOGIA EN PLANTA	
Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	*
Caja rompe presión	⊠

SIMBOLOGIA EN PERFIL	
Válvula de limpieza	⊕
Válvula de aire	⊙
Estación	●
Reductor de diámetro	▶
Línea piezométrica	- - -
Perfil del terreno	—●—
Perfil de tubería	—



TUBOS PVC DE 4" DE DIÁMETRO, (DI. 160 PSI.)

### PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION

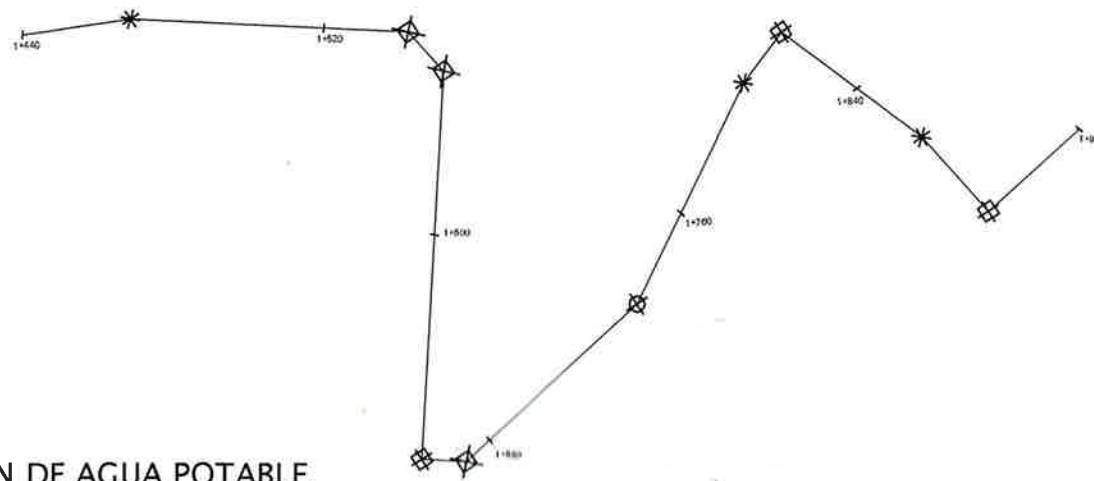
LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 0+960 A 1+440 ESCALA H 1/1500 V 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL RESERVENO	ESTADO: SANTA CATERINA, GUATEMALA
PROYECTISTA: JOSÉ DIEGO O'NEILL CAYAY CASTILLO	CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION
FECHA: OCTUBRE 2016	ESCALA: INDICADA
HOJA: 04	HOJA: 23

*Juan Carlos Garrido Lopez*  
INGENIERO CIVIL  
Colegiado 4.438

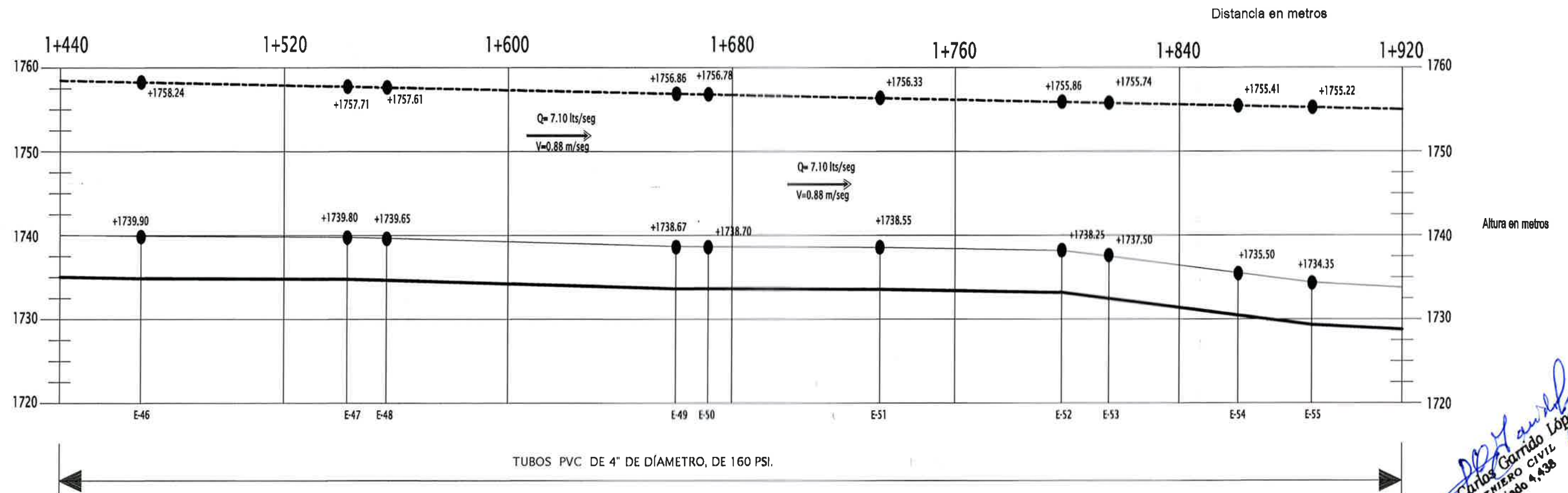


### PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 1+440 A 1+920 ESCALA 1/2000

SIMBOLOGIA EN PLANTA	
Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	*
Caja rompe presión	■

SIMBOLOGIA EN PERFIL	
Válvula de limpieza	⊕
Válvula de aire	⊗
Estación	●
Reductor de diámetro	▶
Línea piezométrica	- - -
Perfil del terreno	—
Perfil de tubería	—



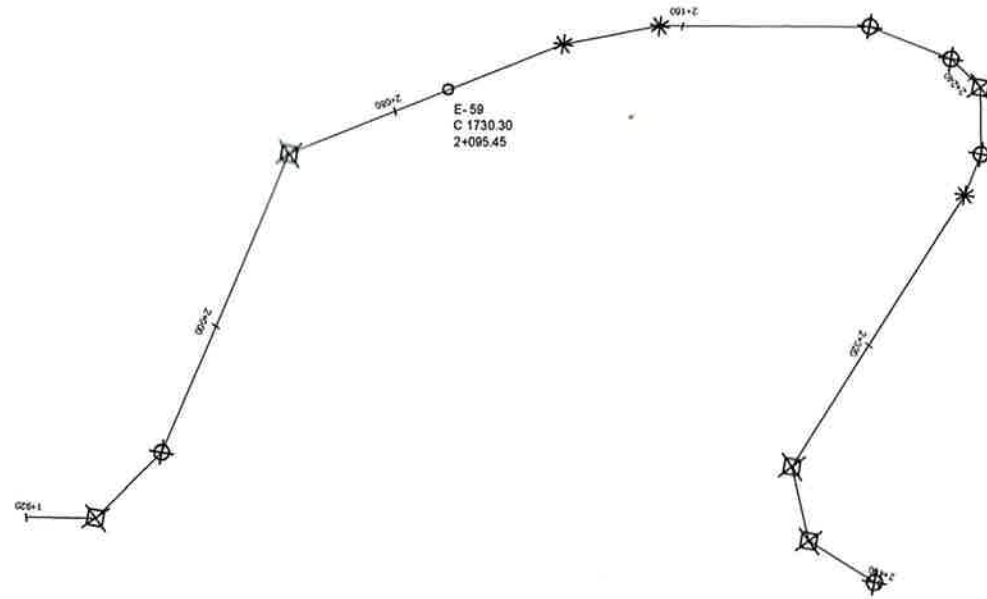
TUBOS PVC DE 4" DE DIÁMETRO, DE 160 PSI.

### PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 1+440 A 1+920 ESCALA H 1/1500 V 1/500

		<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE SANTA CATARINA PUEBLA.		TITULO: SANTA CATARINA PUEBLA.	
DISEÑO CALCULO: JOSÉ DIEGO AMARIL CAYAX CASTILLO		CONSTRUCCION: PLANTA Y PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION	
FECHA: OCTUBRE 2016	LUGAR: MERCADERA	AUTOR: JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ	HOJA: 05 / 23

*Juan Carlos Garrido López*  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado 4,438

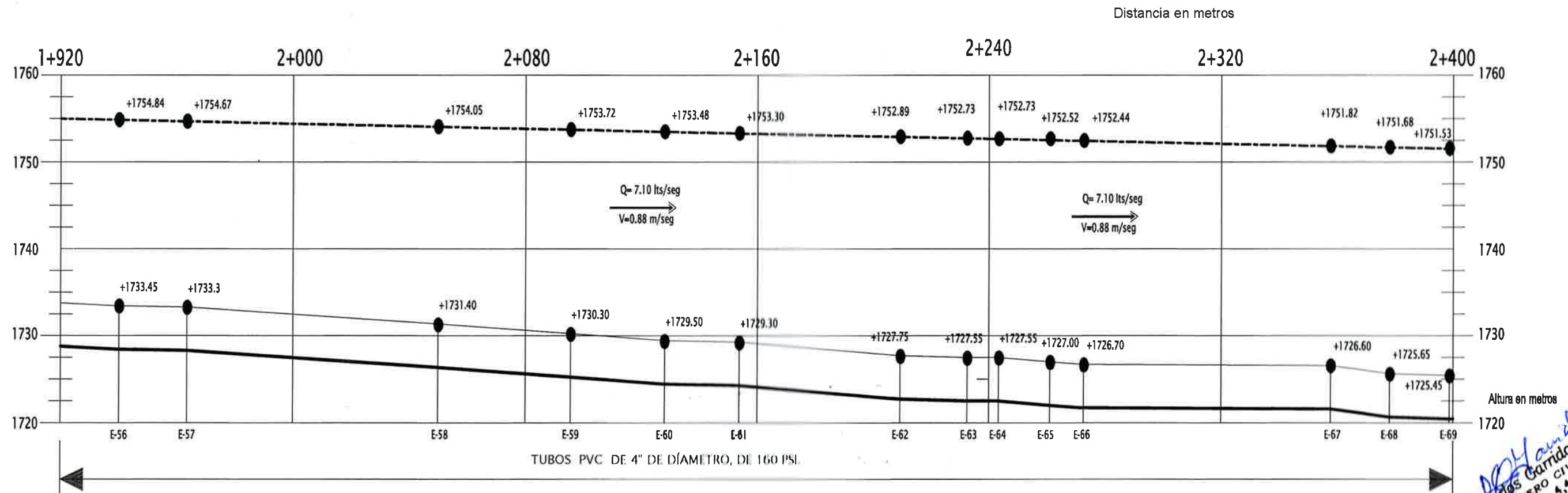


SIMBOLOGÍA EN PLANTA	
Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	*
Caja rompe presión	■

SIMBOLOGÍA EN PERFIL	
Válvula de limpieza	⊕
Válvula de aire	⊙
Estación	●
Reductor de diámetro	▶
Línea piezométrica	- - -
Perfil del terreno	—●—
Perfil de tubería	—

### PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

LINEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD TRAMO 1+920 A 2+400 ESCALA 1/2000



### PERFIL DE LINEA DE CONDUCCIÓN

LINEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD TRAMO 1+920 A 2+400 ESCALA H 1/1500 V 1/500

TUBOS PVC DE 4" DE DIÁMETRO, DE 160 PSI.

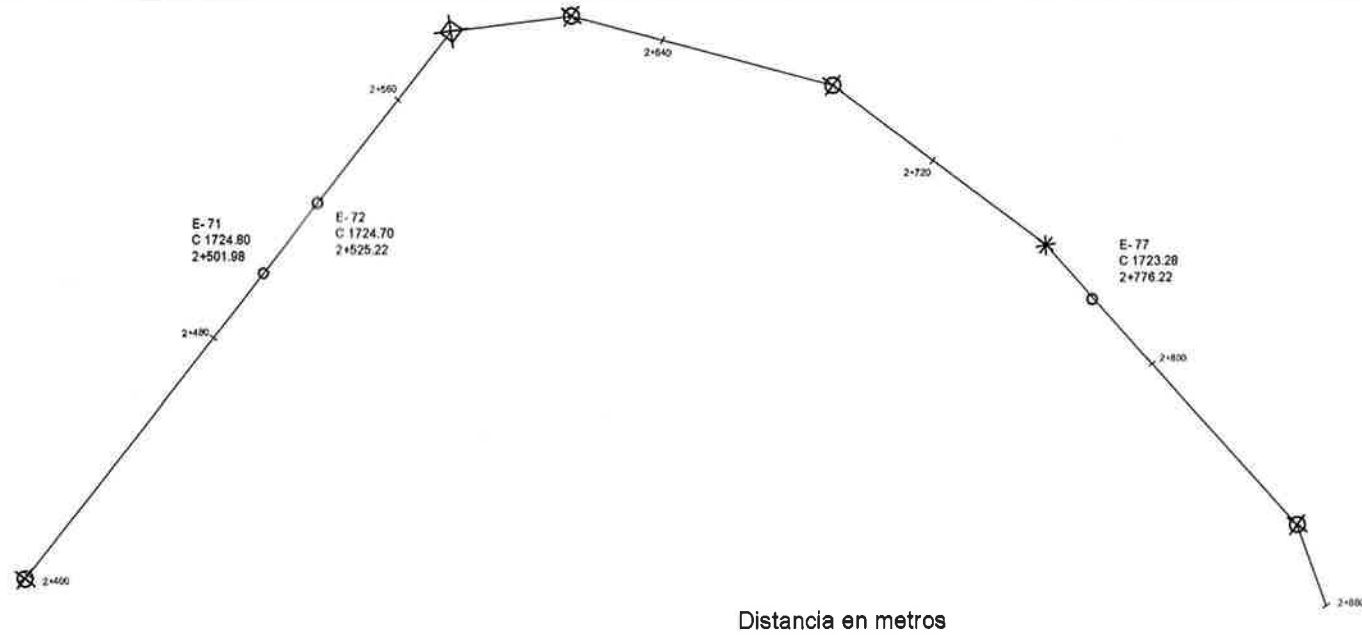
*Juan Carlos Garrido López*  
**JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado 4.438

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL IMPERSONADO		PROYECTO: LINEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL RÍO USAMBRE USAR: SANTA CATARINA PUEBLA
DISEÑO CALIDAD: JOSÉ DIEGO GARRIDO LÓPEZ	DISEÑO: JOSÉ DIEGO GARRIDO LÓPEZ	TÍTULO: PLANTA Y PERFIL DE LINEA DE CONDUCCIÓN
FECHA: OCTUBRE 2016	FECHA: REVISADA	DISEÑO: JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ
		HOJA: 06 / 23



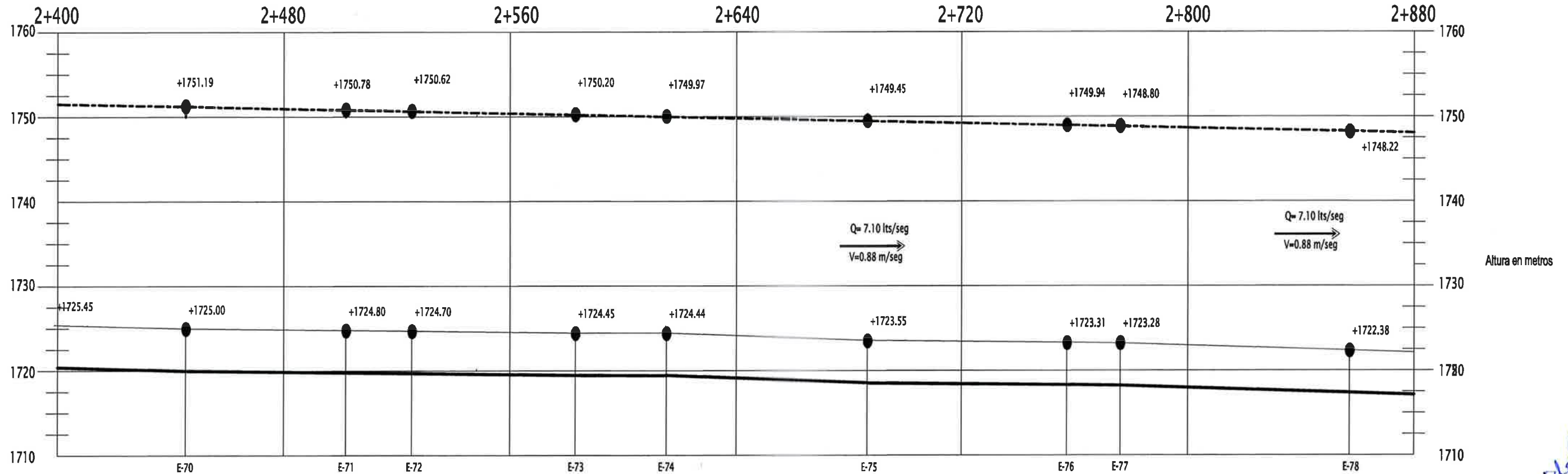
### PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD TRAMO 2+400 A 2+880 ESCALA 1/2000



SIMBOLOGÍA EN PLANTA	
Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	⊛
Caja rompe presión	⊠

SIMBOLOGÍA EN PERFIL	
Válvula de limpieza	⊕
Válvula de aire	⊙
Estación	●
Reductor de diametro	▶
Línea piezométrica	- - -
Perfil del terreno	—
Perfil de tubería	—



TUBOS PVC DE 4" DE DIÁMETRO, DE 160 PSI.

### PERFIL DE LINEA DE CONDUCCIÓN

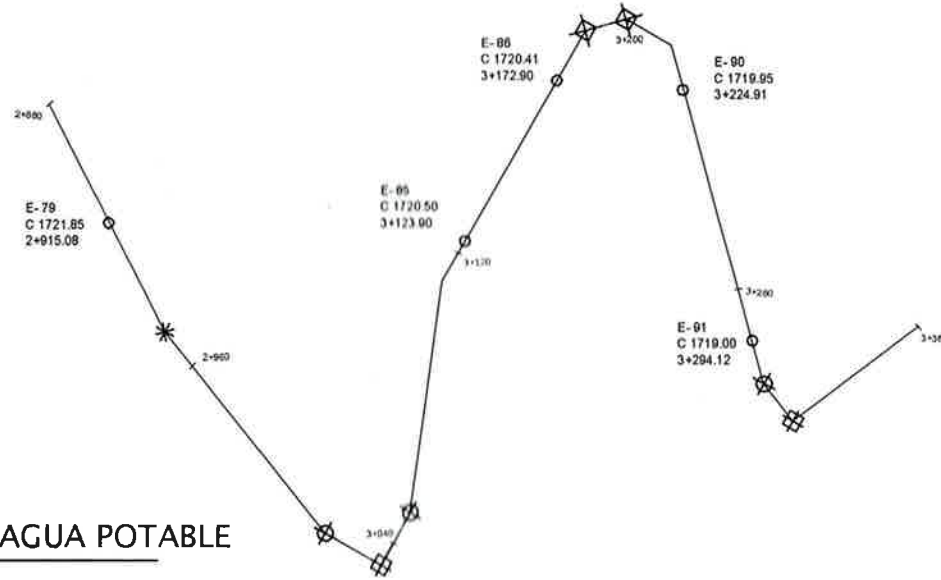
LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD TRAMO 2+400 A 2+880 ESCALA H 1/1500 V 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

*Juan Carlos Garrido López*  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado 4.138

PROYECTO: DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL RÍO UEMARE	LUGAR: SANTA CATARINA FIEGAL	
CLIENTE: MUNICIPIO DE SANTA CATARINA FIEGAL	AUTOR: JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ	
FECHA: OCTUBRE 2016	ESCALA: INDICADA	HOJA: 07
TÍTULO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN		23

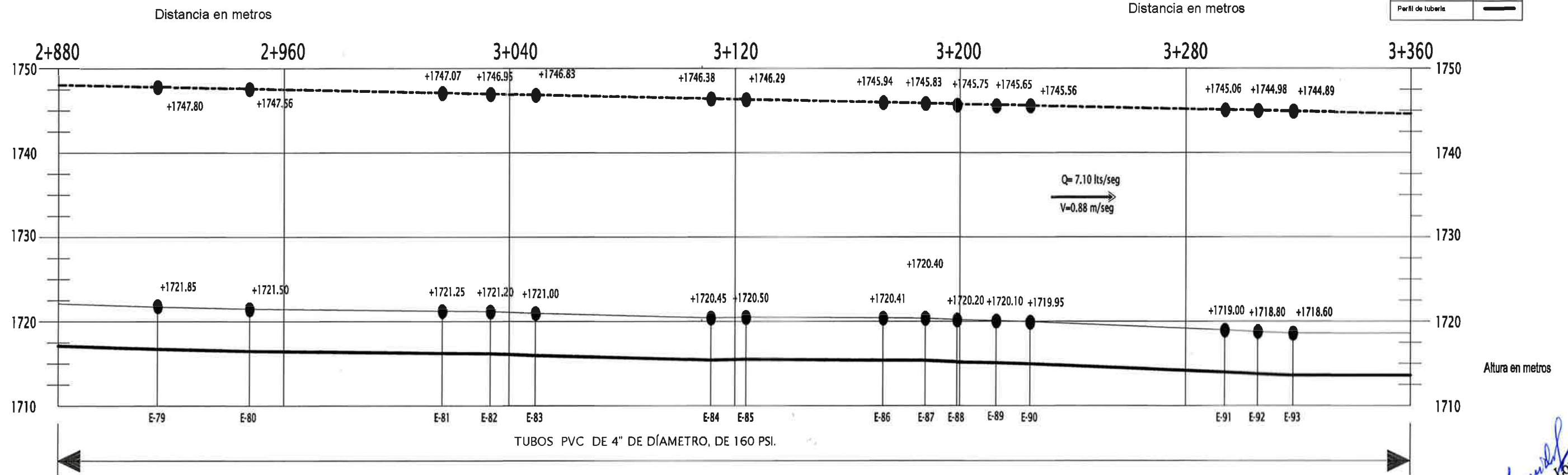


### PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 2+880 A 3+360 ESCALA 1/2000

SIMBOLOGÍA EN PLANTA	
Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	⊛
Caja rompe presion	⊠

SIMBOLOGÍA EN PERFIL	
Válvula de limpieza	⊕
Válvula de aire	⊙
Estación	●
Reductor de diametro	▶
Linea piezometrica	- - -
Perfil del terreno	—●—
Perfil de tubería	—



### PERFIL DE LINEA DE CONDUCCIÓN

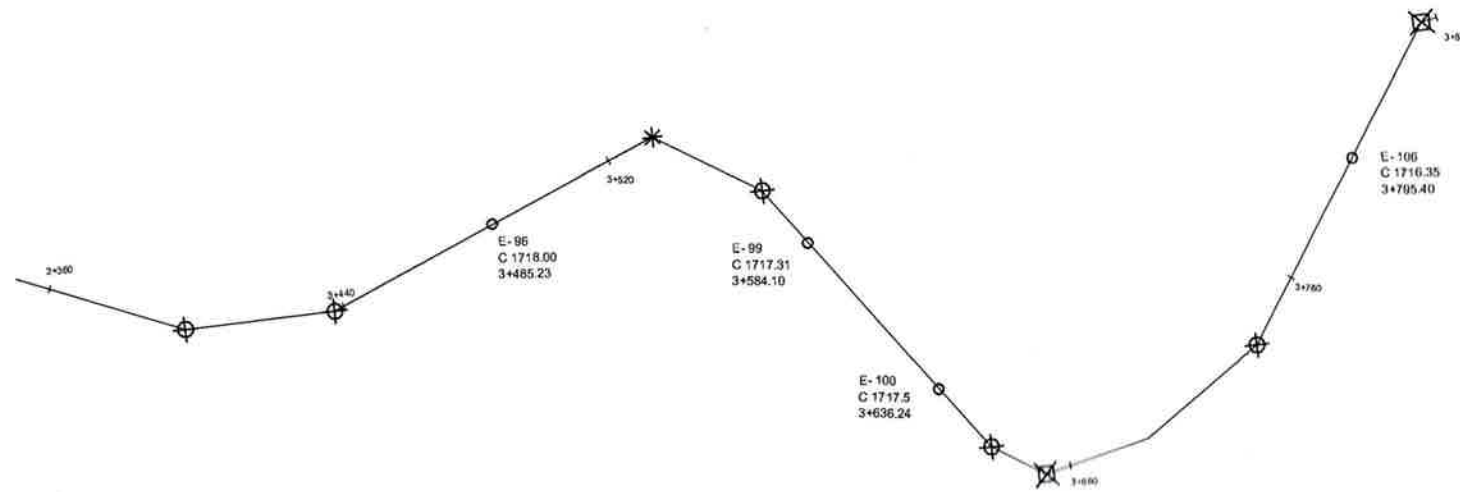
LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 2+880 A 3+360 ESCALA H 1/1500 V 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
FACULTAD DE INGENIERIA E INGENIERIA PROFESIONAL SUPERVISADA

*Juan Carlos Garrido Lopez*  
Colegiado 4.438

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS		LUGAR: SANTA CATALINA PUEBLA	
DISEÑO: JOSÉ DIEGO MANGUÉ CATAJ CARRILLO		COMPROBADO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN	
FECHA: OCTUBRE 2014	ESCALA: 1:1000	AUTOR: JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ	
HOJA: 08		23	



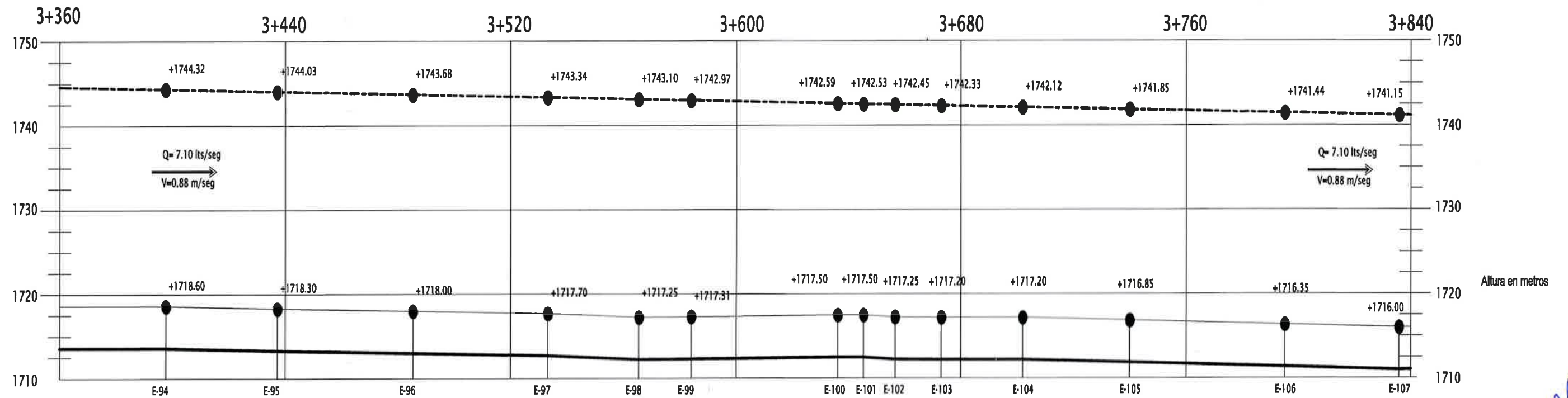
SIMBOLOGÍA EN PLANTA	
Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	⊛
Caja rompe presión	⊠

SIMBOLOGÍA EN PERFIL	
Válvula de limpieza	⊕
Válvula de aire	⊗
Estación	●
Reductor de diámetro	▶
Línea piezométrica	—
Perfil del terreno	—
Perfil de tubería	—

### PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

LINEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD TRAMO 3+360 A 3+840 ESCALA 1/2000

Distancia en metros



TUBOS PVC DE 4" DE DIÁMETRO, DE 160 PSI.

### PERFIL DE LINEA DE CONDUCCIÓN

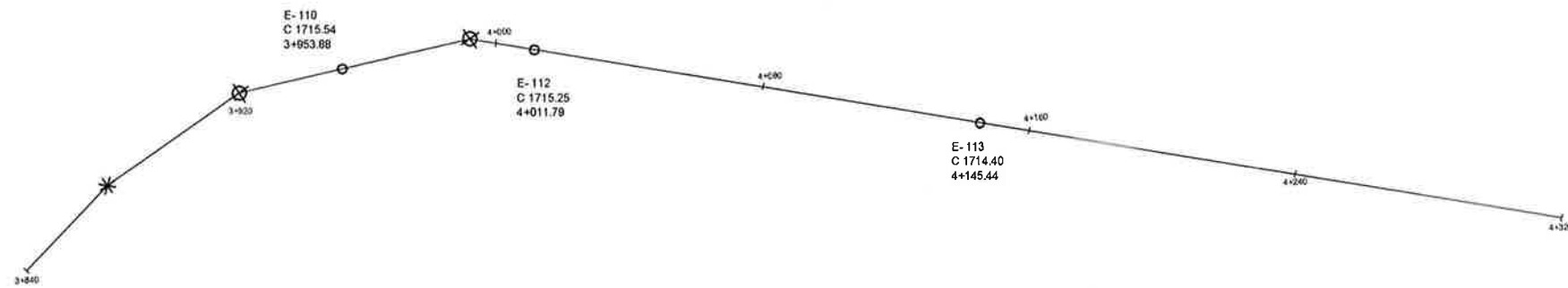
LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 3+360 A 3+840 ESCALA H 1/1500 V 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS	PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE SANTA CATERINA PARRA
FACULTAD DE INGENIERIA	LUGAR: SANTA CATERINA PARRA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	

DISEÑO CALIDAD: JOSÉ DIEGO AMARAL CAYAR CASTILLO	EJECUCION: PLANTA Y PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION	
FECHA: 01 DE FEBRERO 2014	ESCALA: INDICADA	ASISTENTE: JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ
HOJA: 09		23

*Juan Carlos Garrido López*  
Ingeniero Civil  
Colegiado 4.438



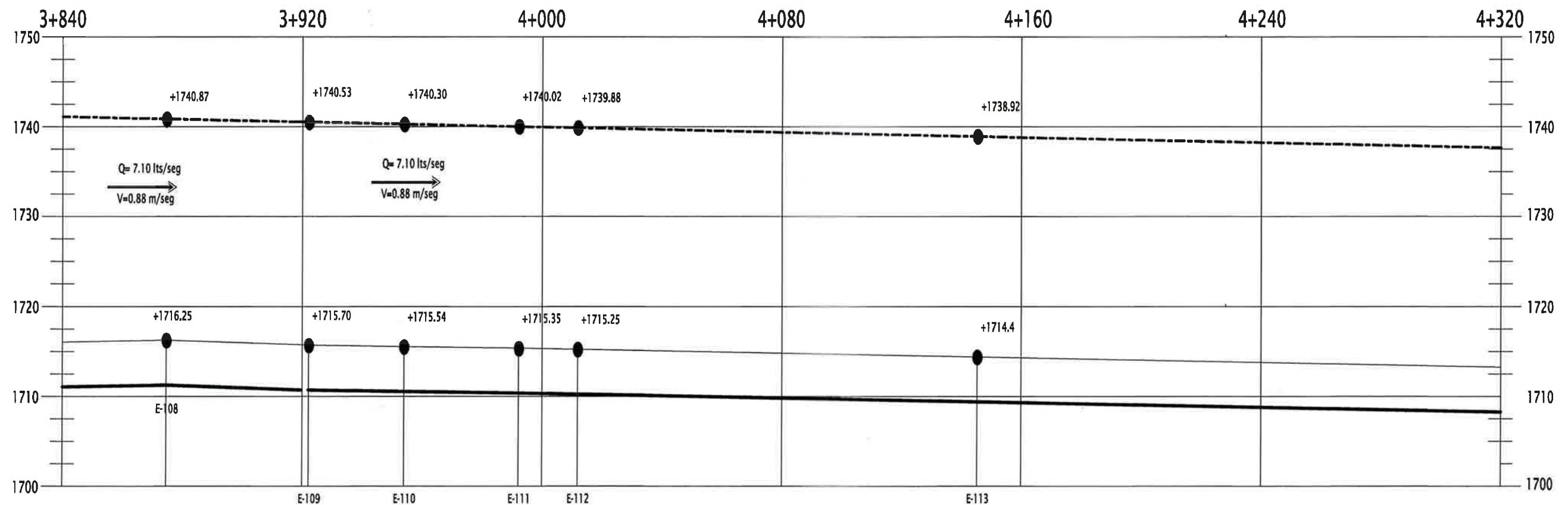
SIMBOLOGÍA EN PLANTA	
Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	⊛
Caja rompe presión	⊠

SIMBOLOGÍA EN PERFIL	
Válvula de limpieza	⊕
Válvula de aire	⊗
Estación	●
Reductor de diametro	▶
Línea piezométrica	- - -
Perfil del terreno	—●—
Perfil de tubería	—

### PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 3+840 A 4+320 ESCALA 1/2000

Distancia en metros



Altura en metros

TUBOS PVC DE 4" DE DIÁMETRO, DE 160 PSI.

### PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 3+840 A 4+320 ESCALA H 1/1500 V 1/500

*Juan Carlos Garrido López*  
 Colegiado 4,438

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROYECTO: DISEÑO DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL RD USAMPA LUGAR: SANTA CATARINA PINEDA
DISEÑO CALORADO: JOSÉ DIEGO MANUEL CATAV CASTILLO	CONVENCION: <b>PLANTA Y PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION</b>	
FECHA: OCTUBRE 2016	ESCALA: INDICADA	ASESOR: JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ
HOJA: 10		23

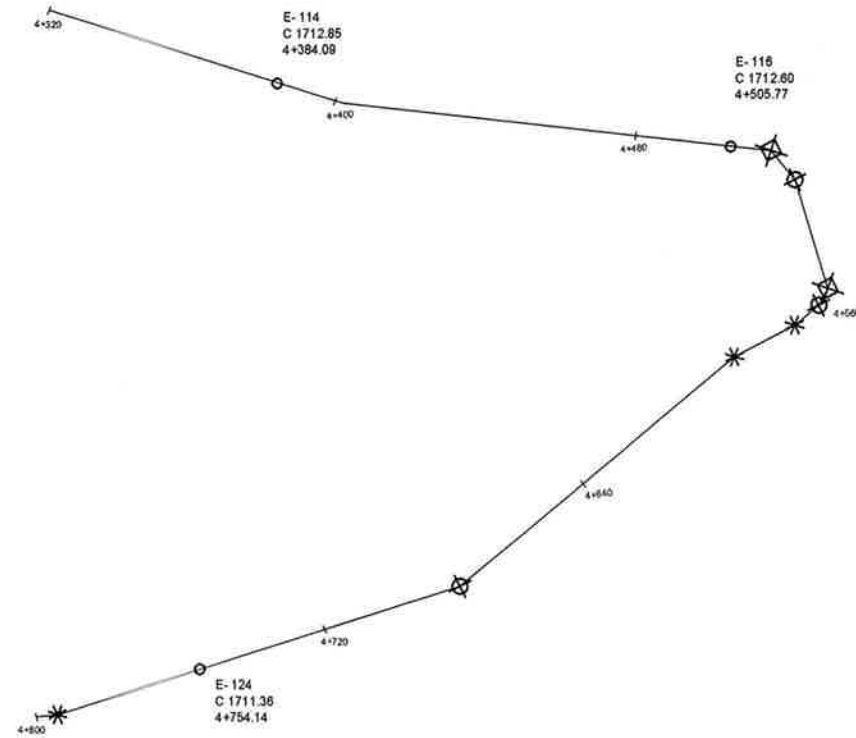




### PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 4+320 A 4+800 ESCALA 1/2000

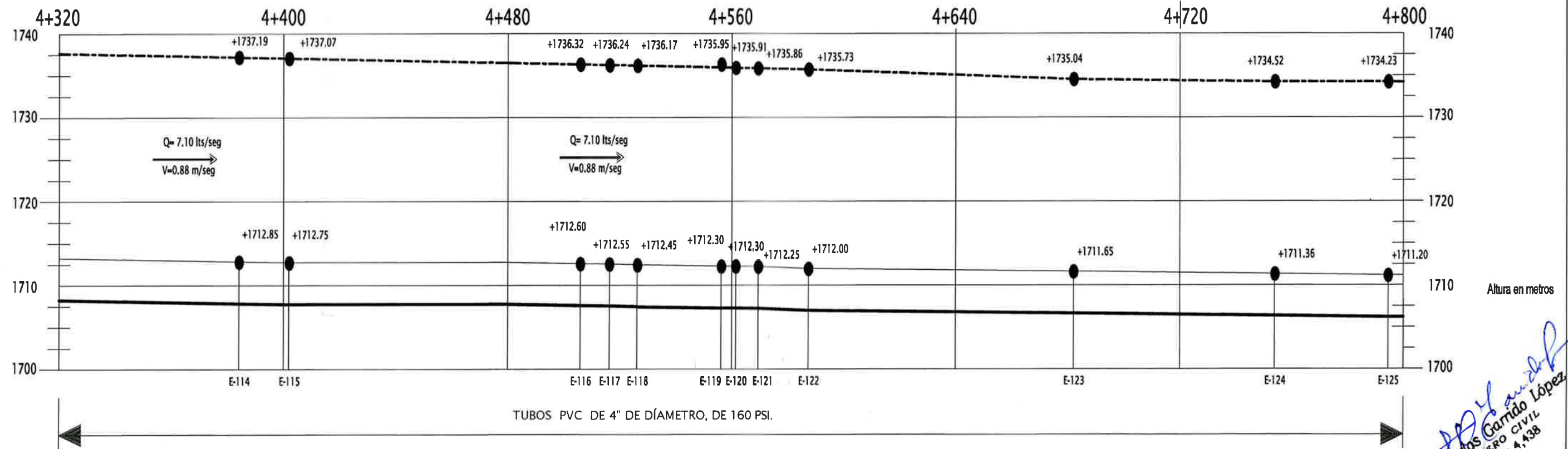
Distancia en metros



Distancia en metros

SIMBOLOGIA EN PLANTA	
Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	⊛
Caja rompe presión	■

SIMBOLOGIA EN PERFIL	
Válvula de limpieza	⊕
Válvula de aire	⊙
Estación	●
Reductor de diámetro	▶
Línea piezométrica	---
Perfil del terreno	—●—
Perfil de tubería	—

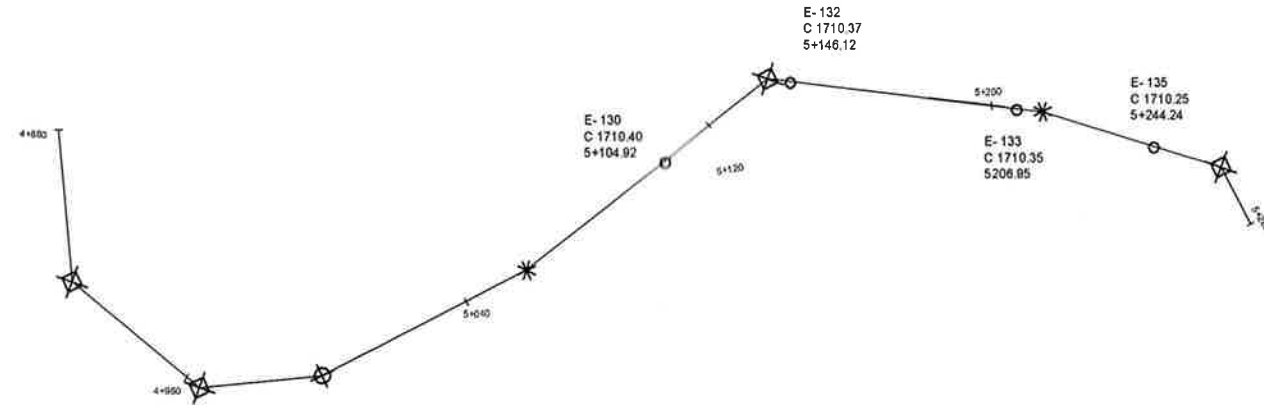


TUBOS PVC DE 4" DE DIÁMETRO, DE 160 PSI.

### PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 4+320 A 4+800 ESCALA H 1/1500 V 1/500

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	DISEÑO DE... LUGAR: SANTA CATARINA PINA COLEGIO 4.438
	TÍTULO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN	AUTOR: JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ
FECHA: OCTUBRE 2016	ESCALA: INDICADA	HOJA: 11
TÍTULO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN		PÁGINA: 23



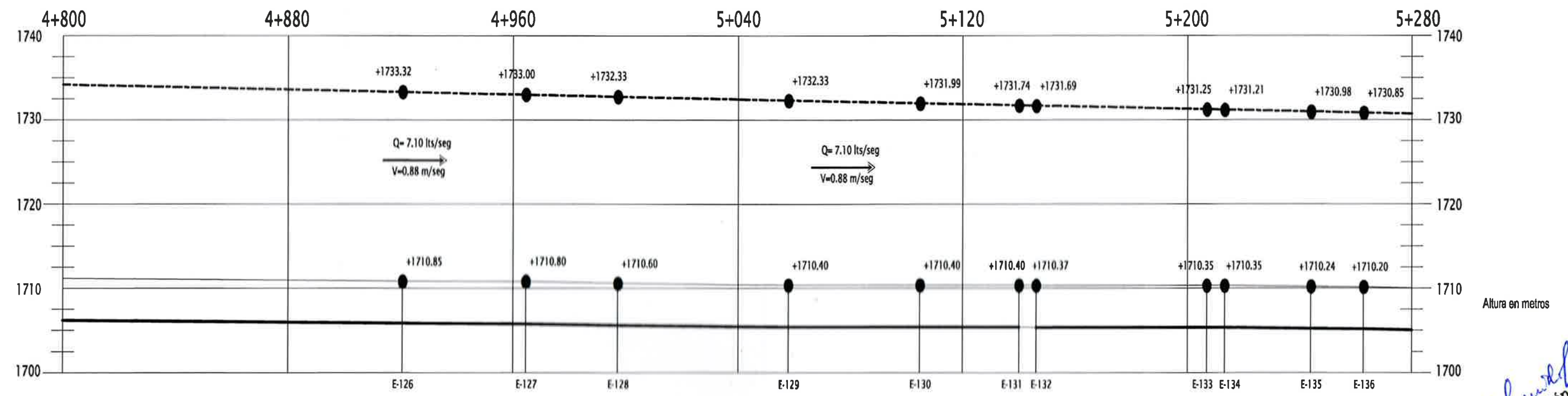
SIMBOLOGÍA EN PLANTA	
Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	⊛
Caja rompe presión	⊠

SIMBOLOGÍA EN PERFIL	
Válvula de limpieza	⊕
Válvula de aire	⊙
Estación	●
Reductor de diámetro	▶
Línea piezométrica	- - -
Perfil del terreno	—●—
Perfil de tubería	—

### PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD TRAMO 4+800 A 5+280 ESCALA 1/2000

Distancia en metros



TUBOS PVC DE 4" DE DIÁMETRO, DE 160 PSI.

### PERFIL DE LINEA DE CONDUCCIÓN

LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD TRAMO 4+800 A 5+280 ESCALA H 1/1500 V 1/500

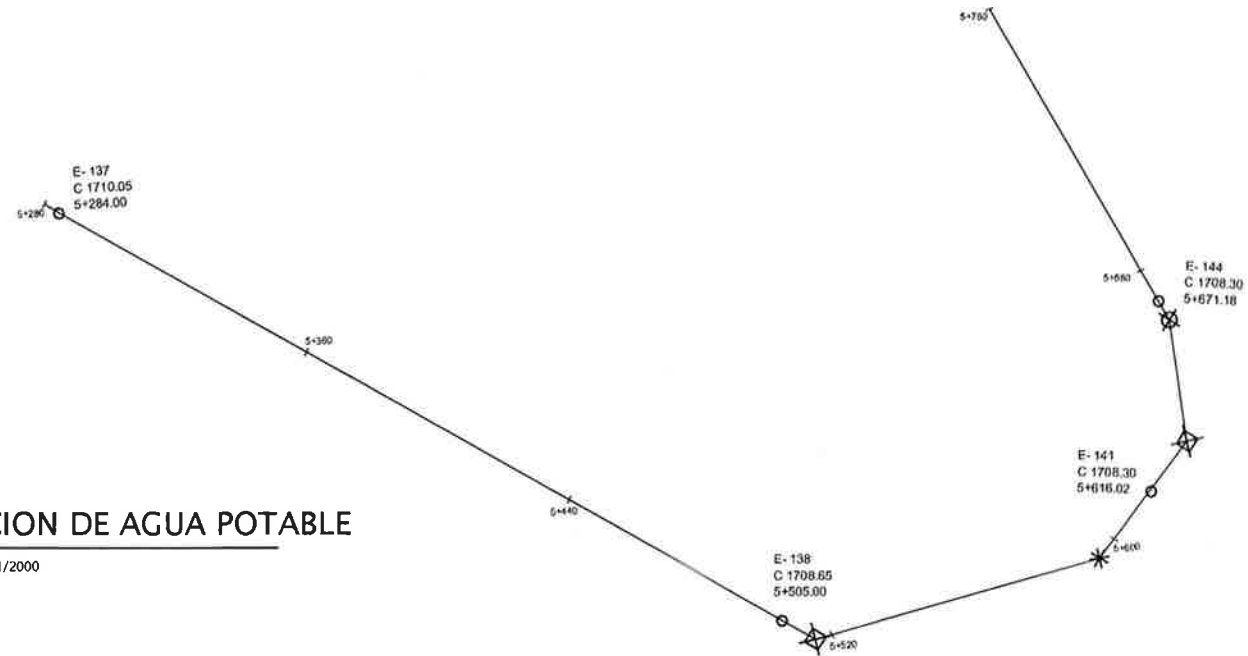
*Juan Carlos Garrido López*  
**Juan Carlos Garrido López**  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado 4,438

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS</b> FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL SUPERVISADO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE AGUAS DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL RÍO LAS MARAS LUGAR: SANTA CATERINA PINULA
PROYECTO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN	AUTORIZADO: <b>JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ</b>	
FECHA: OCTUBRE 2014	INDICADA:	HOJA: 12 / 23



### PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 5+280 A 5+760 ESCALA 1/2000

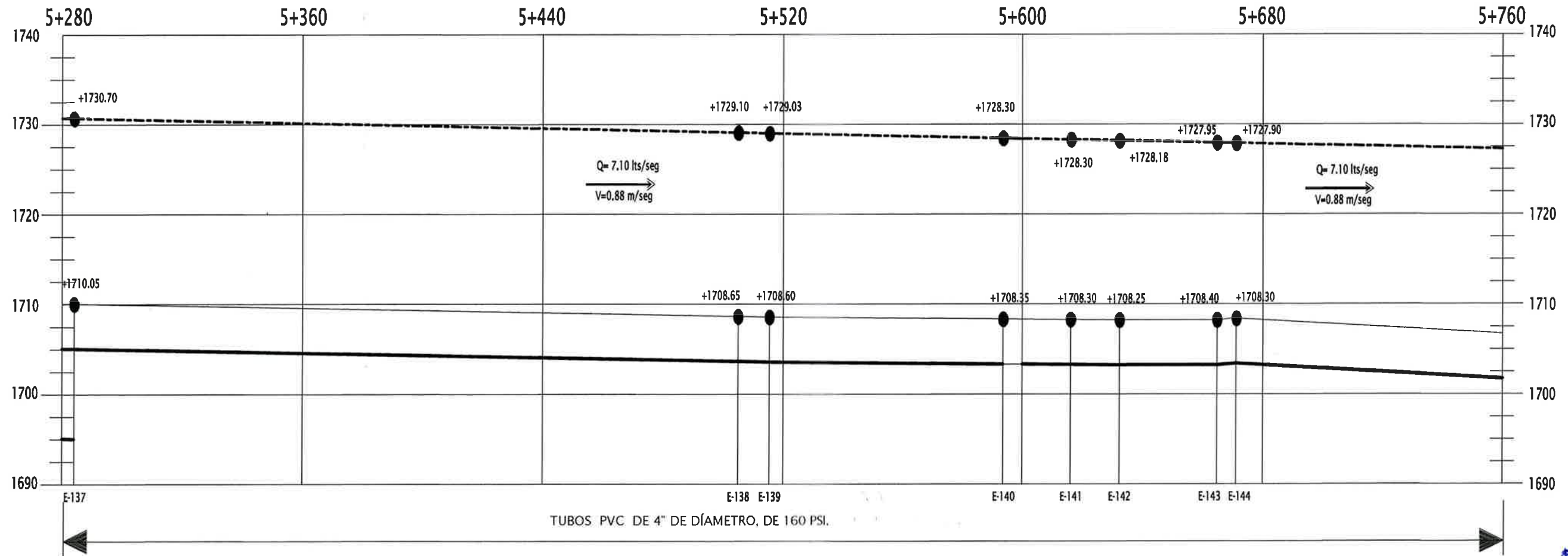


Distancia en metros

SIMBOLOGIA EN PLANTA	
Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	⊛
Caja rompe presión	⊠

SIMBOLOGIA EN PERFIL	
Válvula de limpieza	⊕
Válvula de aire	⊗
Estación	●
Reductor de diámetro	▶
Línea piezométrica	—
Perfil del terreno	—
Perfil de tubería	—



Altura en metros

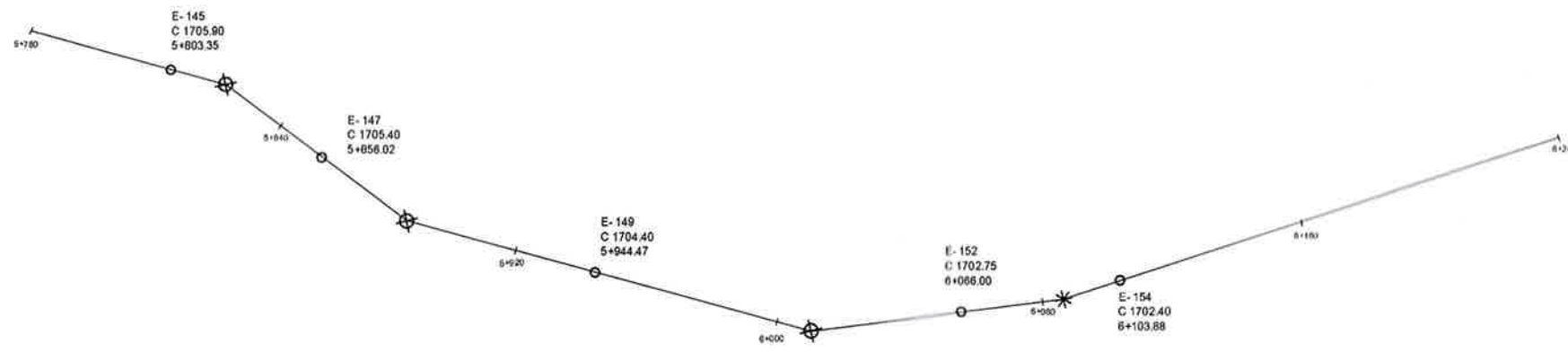
TUBOS PVC DE 4" DE DIÁMETRO, DE 160 PSI.

### PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 5+280 A 5+760 ESCALA H 1/1500 V 1/500

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	PROYECTO: DIRECCIÓN DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA OBRERA DEL RD UNAMANE LUGAR: SANTA CATARINA PINULA
	PROYECTO: PLANTA Y PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION FECHA: OCTUBRE 2016 ESCALA: INDICADA ASESOR: JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ	
HOJA: 13		23

*Juan Carlos Garrido López*  
 Ingeniero Civil  
 Colegiado 4.438



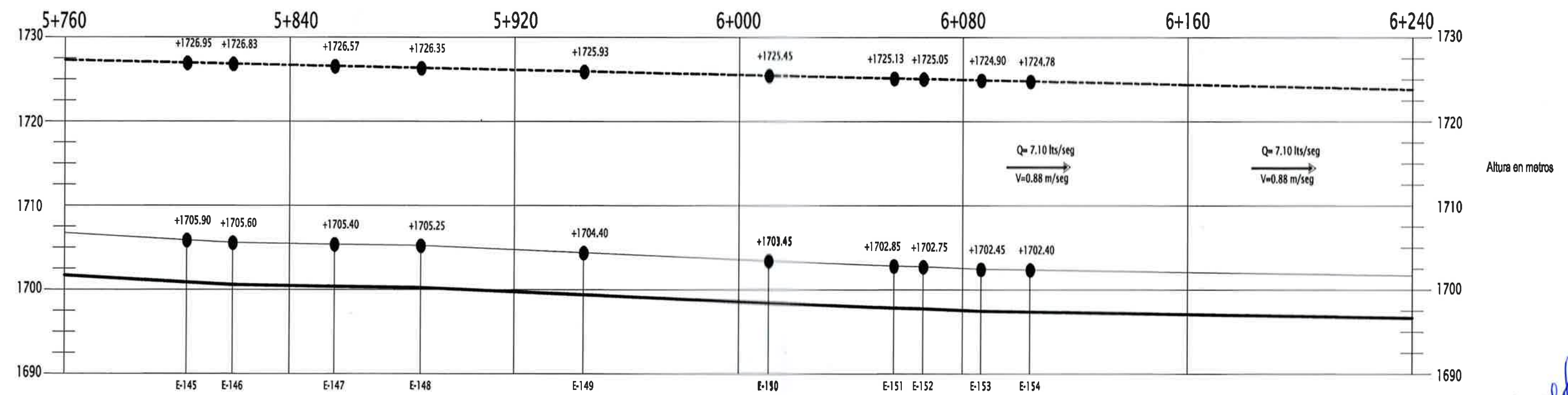
SIMBOLOGIA EN PLANTA	
Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	⊛
Caja rompe presión	⊠

SIMBOLOGIA EN PERFIL	
Válvula de limpieza	⊕
Válvula de aire	⊙
Estación	●
Reductor de diámetro	▶
Línea piezométrica	- - -
Perfil del terreno	—●—
Perfil de tubería	—

### PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 6+720 A 7+280 ESCALA 1/1000

Distancia en metros



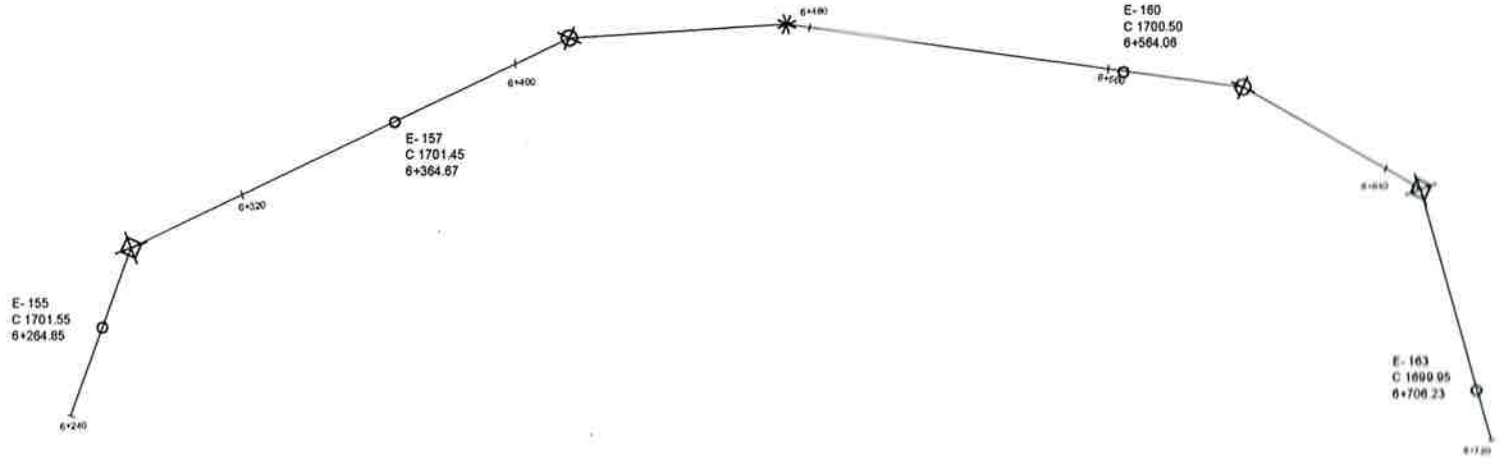
TUBOS PVC DE 4" DE DIAMETRO, DE 160 PSI.

### PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 6+720 A 7+280 ESCALA H 1/2000 V 1/1000

*Juan Carlos Garrido Lopez*  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado 4.438

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS</b> <small>FACULTAD DE INGENIERIA E INICIACION PROFESIONAL SUPERVISADO</small>		<small>PROYECTO:</small> LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL RD DAMARI
<small>SEÑOR CALCOLO:</small> JOSE ORGONABARRAL CAYAX CASTILLO		<small>FECHA:</small> OCTUBRE 2014
<small>FECHA:</small> OCTUBRE 2014		<small>FECHA:</small> BUCARADA
<small>HOJA:</small> 14		<small>HOJA:</small> 23

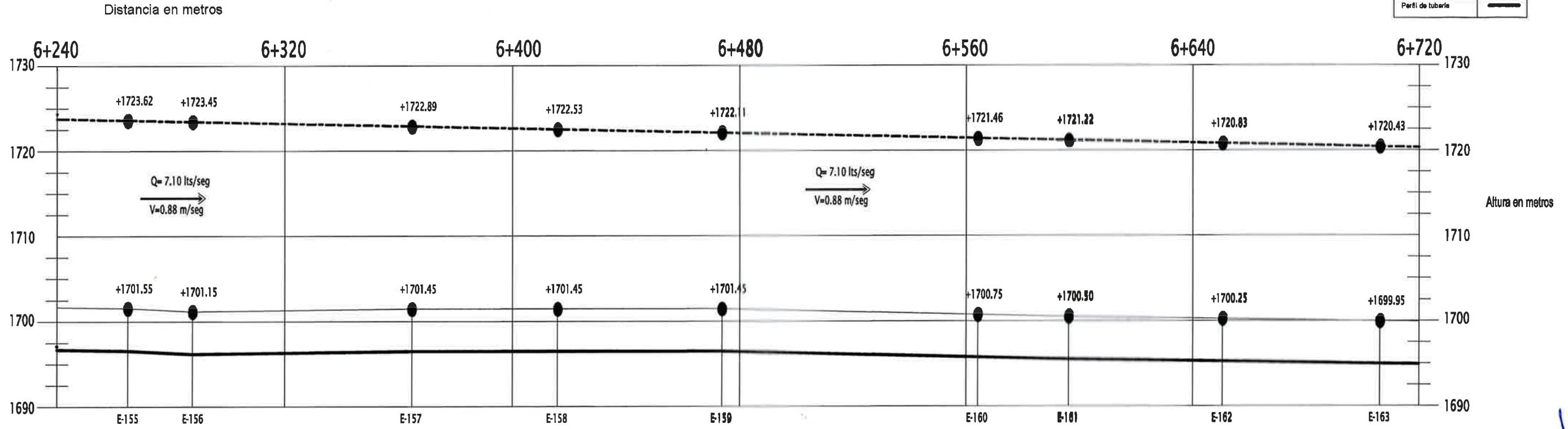


SIMBOLOGÍA EN PLANTA	
Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	⊛
Caja rompe presión	⊠

SIMBOLOGÍA EN PERFIL	
Válvula de limpieza	⊕
Válvula de aire	⊗
Estación	●
Reductor de diámetro	▶
Línea piezométrica	- - -
Perfil del terreno	—●—
Perfil de tubería	—

### PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

LINEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD TRAMO 6+240 A 6+720 ESCALA 1/2000



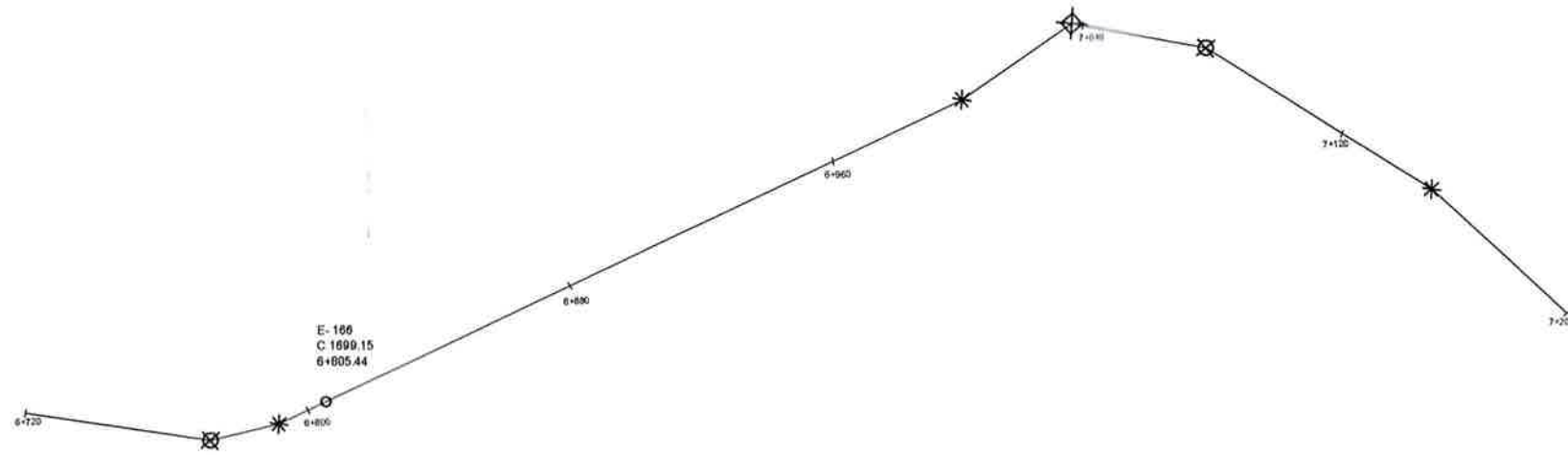
TUBOS PVC DE 4" DE DIÁMETRO, DE 160 PSI.

### PERFIL DE LINEA DE CONDUCCIÓN

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 6+240 A 6+720 ESCALA H 1/1500 V 1/500

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS</b> FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA SUPERIORES		INSTITUCION: LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE SANTA CATERINA FUERTE
TITULO: PLANTA Y PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION		AUTOR: JUAN CARLOS GARRIDO LOPEZ
FECHA: OCTUBRE 2012	LUGAR: MEXICALTA	HOJA: 15 / 23

*Juan Carlos Garrido Lopez*  
 Ingeniero Civil  
 Colegiado 4,438



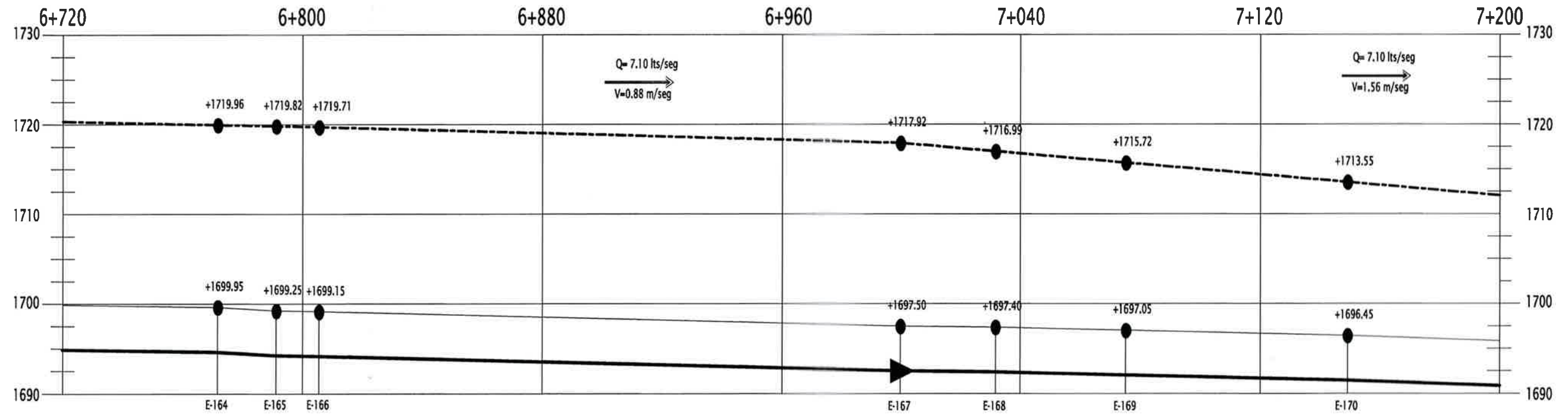
### PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

LINEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD TRAMO 6+720 A 7+200 ESCALA 1/2000

Distancia en metros

SIMBOLOGÍA EN PLANTA	
Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	⊛
Caja rompe presión	⊠

SIMBOLOGÍA EN PERFIL	
Válvula de limpieza	⊕
Válvula de aire	⊗
Estación	●
Reductor de diámetro	▶
Línea piezométrica	- - -
Perfil del terreno	—●—
Perfil de tubería	—



Altura en metros

TUBOS PVC DE 4" DE DIÁMETRO, DE 160 PSI.

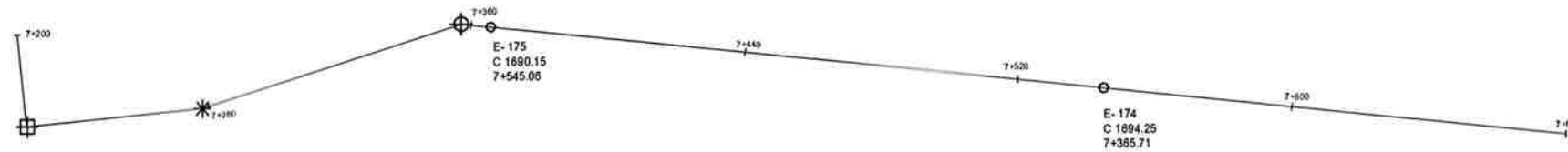
TUBOS PVC DE 3" DE DIÁMETRO, DE 160 PSI.

### PERFIL DE LINEA DE CONDUCCIÓN

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 6+720 A 7+200 ESCALA H 1/1500 V 1/500

		<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		INSTITUTO DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CATARINA, PUEBLA	
BOBION CALOJO JOSÉ DIEGO MARTÍN CAYAN CASREJO		TÍTULO <b>PLANTA Y PERFIL DE LINEA DE CONDUCCIÓN</b>			
FECHA <b>OCTUBRE 2016</b>		ESCALA <b>INDICADA</b>		ASESOR <b>JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ</b>	
HOJA <b>16</b>				TOTAL <b>23</b>	

*Juan Carlos Garrido López*  
INGENIERO CIVIL Colegiado 4,438



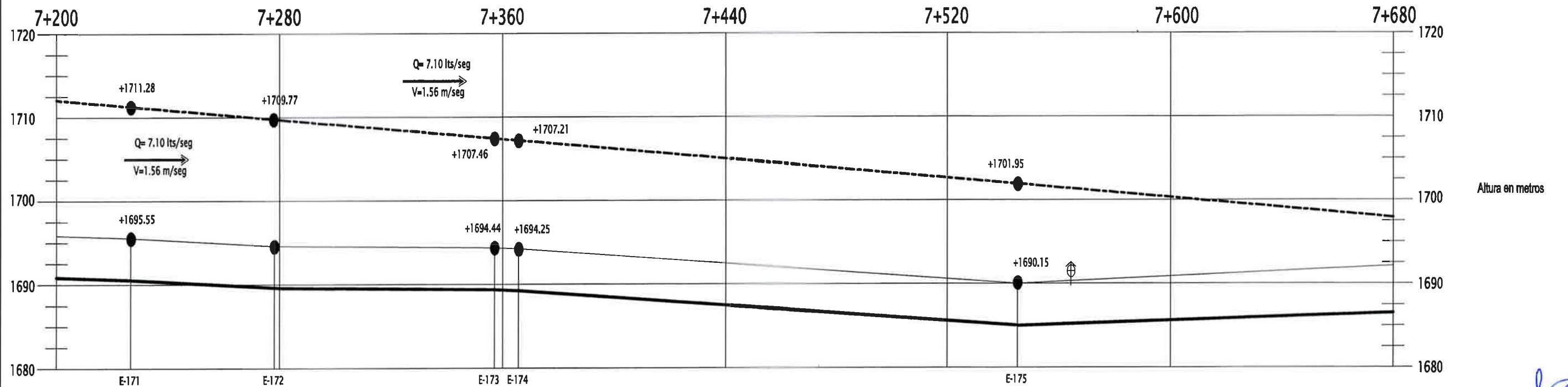
### PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 8+400 A 8+960 ESCALA 1/2000

SIMBOLOGIA EN PLANTA	
Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	⊛
Caja rompe presión	⊠

SIMBOLOGIA EN PERFIL	
Válvula de limpieza	⊕
Válvula de aire	⊙
Estación	●
Reductor de diámetro	▶
Línea piezométrica	- - -
Perfil del terreno	—●—
Perfil de tubería	—

Distancia en metros



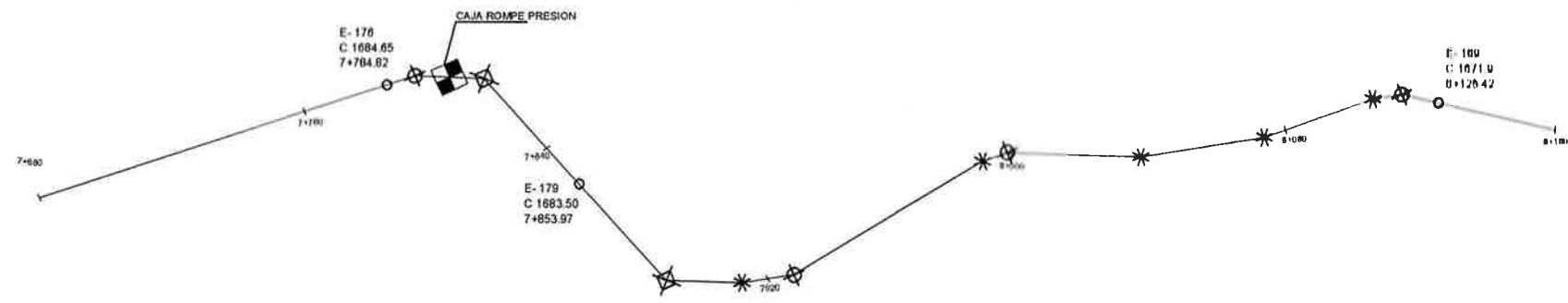
TUBOS PVC DE 3" DE DIÁMETRO, DE 160 PSI.

### PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 8+400 A 8+960 ESCALA H 1/2000 V 1/1000

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		SANTA CATARINA FIGUERA DEPARTAMENTO DE AGUAS POTABLES DEL DISTRITO DE SAN CARLOS
DISEÑO CALCULO JOSÉ DEYO MATAJIL CAYAX CASILLO	DISEÑO <b>PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>	
FECHA OCTUBRE 2016	ESCALA INDICADA	AUTOR JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ
HOJA 17		23

*Juan Carlos Garrido López*  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado 4.438

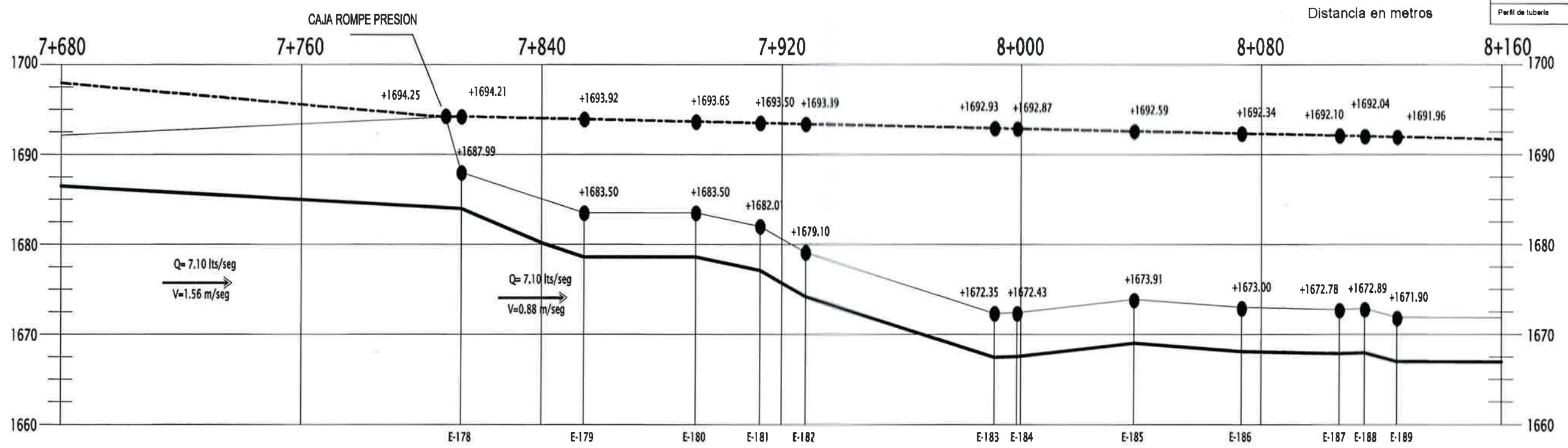


**PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE**  
 LINEA DE CONDUCCION POR GRAVIDAD TRAMO 7+680 A 8+160 ESCALA 1/2000

SIMBOLOGIA EN PLANTA	
Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	⊛
Caja rompa presión	⊠

SIMBOLOGIA EN PERFIL	
Válvula de limpieza	⊕
Válvula de aire	⊙
Estación	●
Reductor de diámetro	▶
Línea piezométrica	- - -
Perfil del terreno	—●—
Perfil de tubería	—

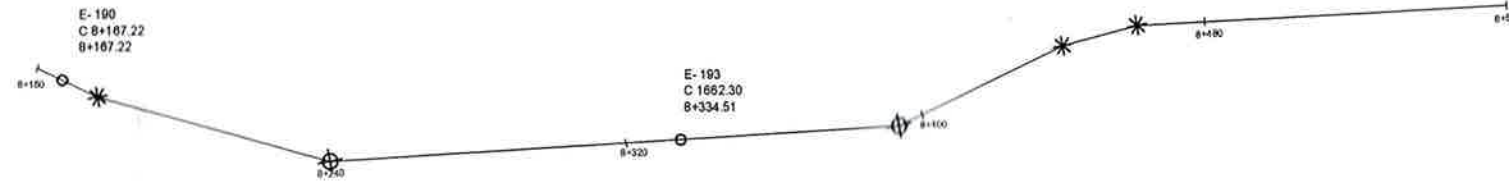


**PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION**  
 LINEA DE CONDUCCION POR GRAVIDAD TRAMO 7+680 A 8+160 ESCALA 1/1500 V 1/500

*Juan Carlos Garrido López*  
 Juan Carlos Garrido López  
 Ingeniero Civil  
 Colegiado 4.438

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS		FACULTAD DE INGENIERIA Y EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE SANTA CATERINA PINOLA		LUGAR: SANTA CATERINA PINOLA	
BARCELONA CALLES	JOSE CRISTINA MAIREL CAYAY CASRELO	PLANTA Y PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION	
FECHA: 15/08/2014	EDICION: 1	AUTOR: JUAN CARLOS GARRIDO LOPEZ	
DISEÑADO POR: JUAN CARLOS GARRIDO LOPEZ		HOJA: 18	
DISEÑADO POR: JUAN CARLOS GARRIDO LOPEZ		23	





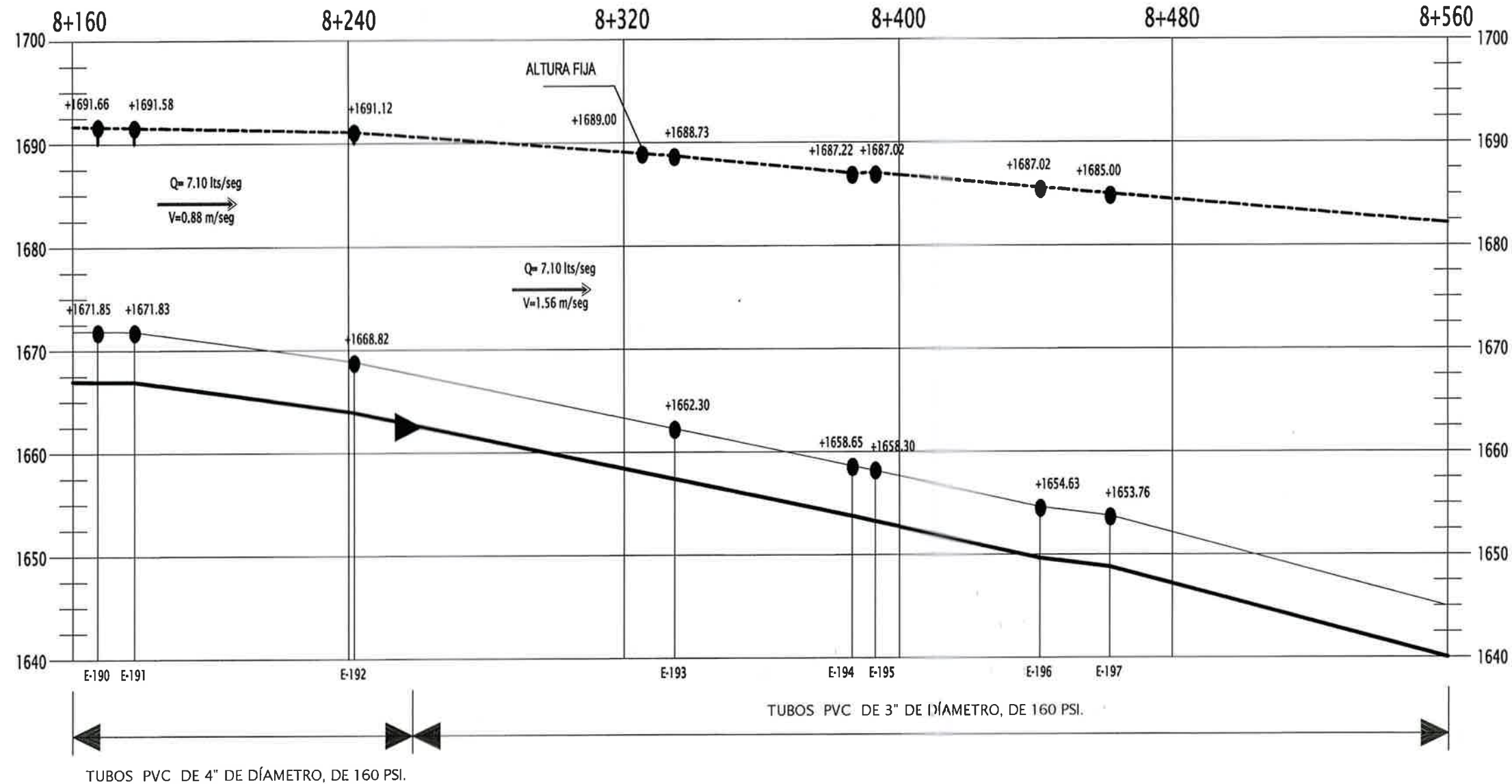
### PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 7+680 A 8+160 ESCALA 1/2000

Distancia en metros

SIMBOLOGIA EN PLANTA	
Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	*
Caja rompe presion	⊠

SIMBOLOGIA EN PERFIL	
Válvula de limpieza	⊕
Válvula de aire	⊙
Estación	●
Reductor de diametro	▶
Línea piezométrica	- - -
Perfil del terreno	—●—
Perfil de tubería	—



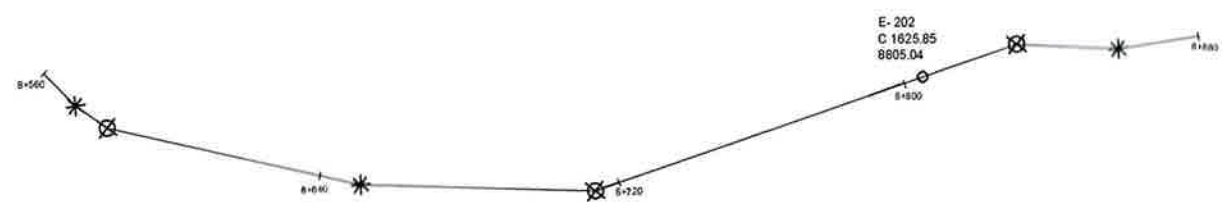
Altura en metros

### PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 4+800 A 5+760 ESCALA H 1/1500 V 1/500

*Juan Carlos Garrido López*  
 Juan Carlos Garrido López  
 Inge. Herb. Civil  
 Colegiado 4,438

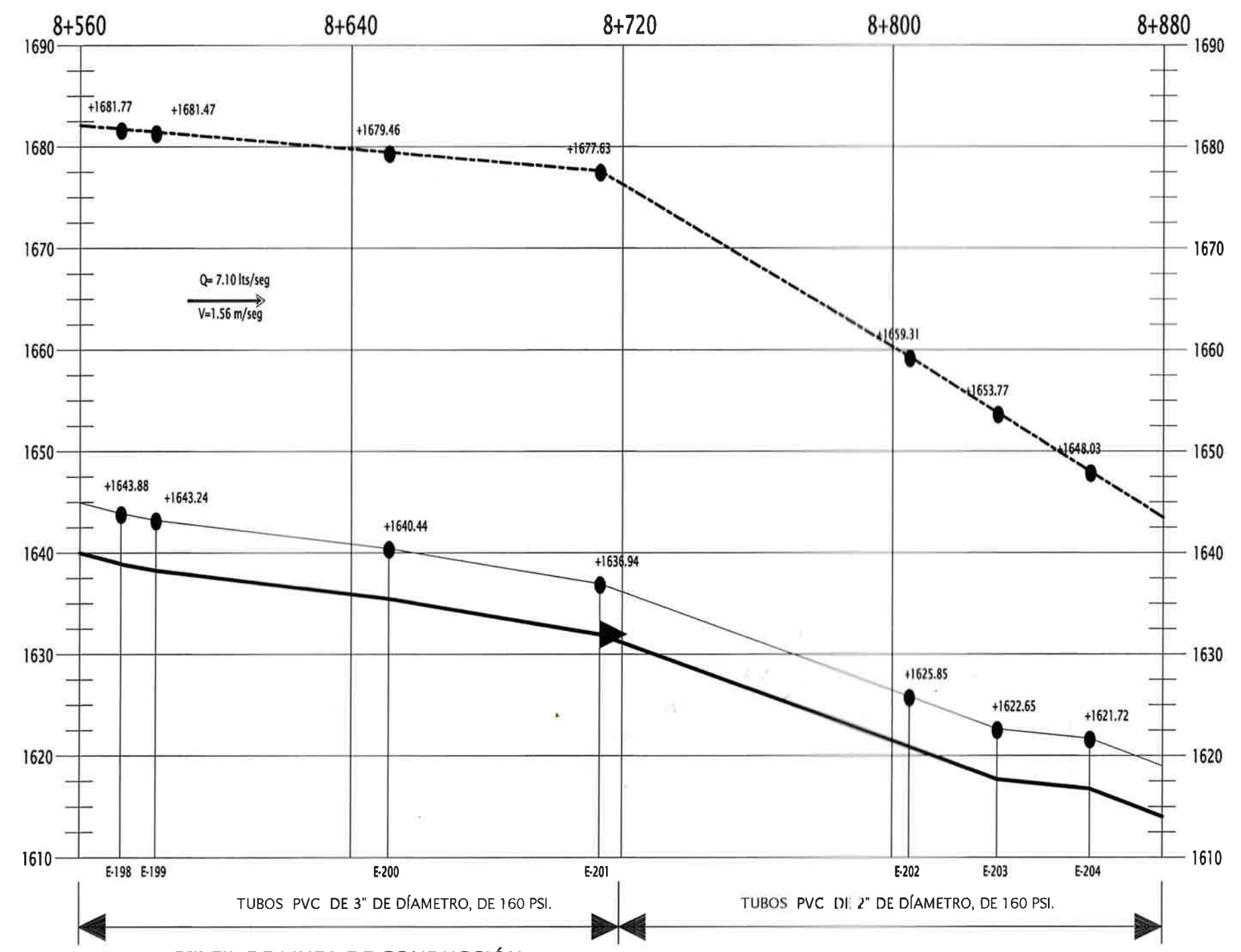
<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE LAS MARAS LUGAR: SANTA CATARINA PUEBLA
DISEÑO CALLEJO: JOSÉ ENZO MARIBEL CAYAX CASTILLO	DETALLES CAJA ROMPRESION	
FECHA: OCTUBRE 2016	ESCALA: INDICADA	ASESOR: JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ
HOJA: 19		23



### PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 8+560 A 8+880 ESCALA 1/2000

Distancia en metros



Altura en metros

Altura en metros

Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	*
Caja rompe presión	■

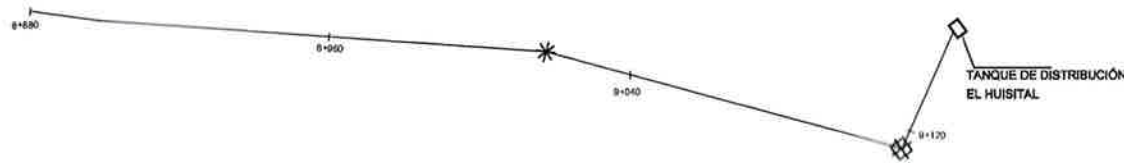
Válvula de limpieza	⊕
Válvula de aire	⊙
Estación	●
Reductor de diámetro	▶
Línea piezométrica	- - -
Perfil del terreno	—●—
Perfil de tubería	—

### PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION

LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD TRAMO 8+560 A 8+880 ESCALA H 1/1500 V 1/500

*Juan Carlos Garrido López*  
**Juan Carlos Garrido López**  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado 4.438

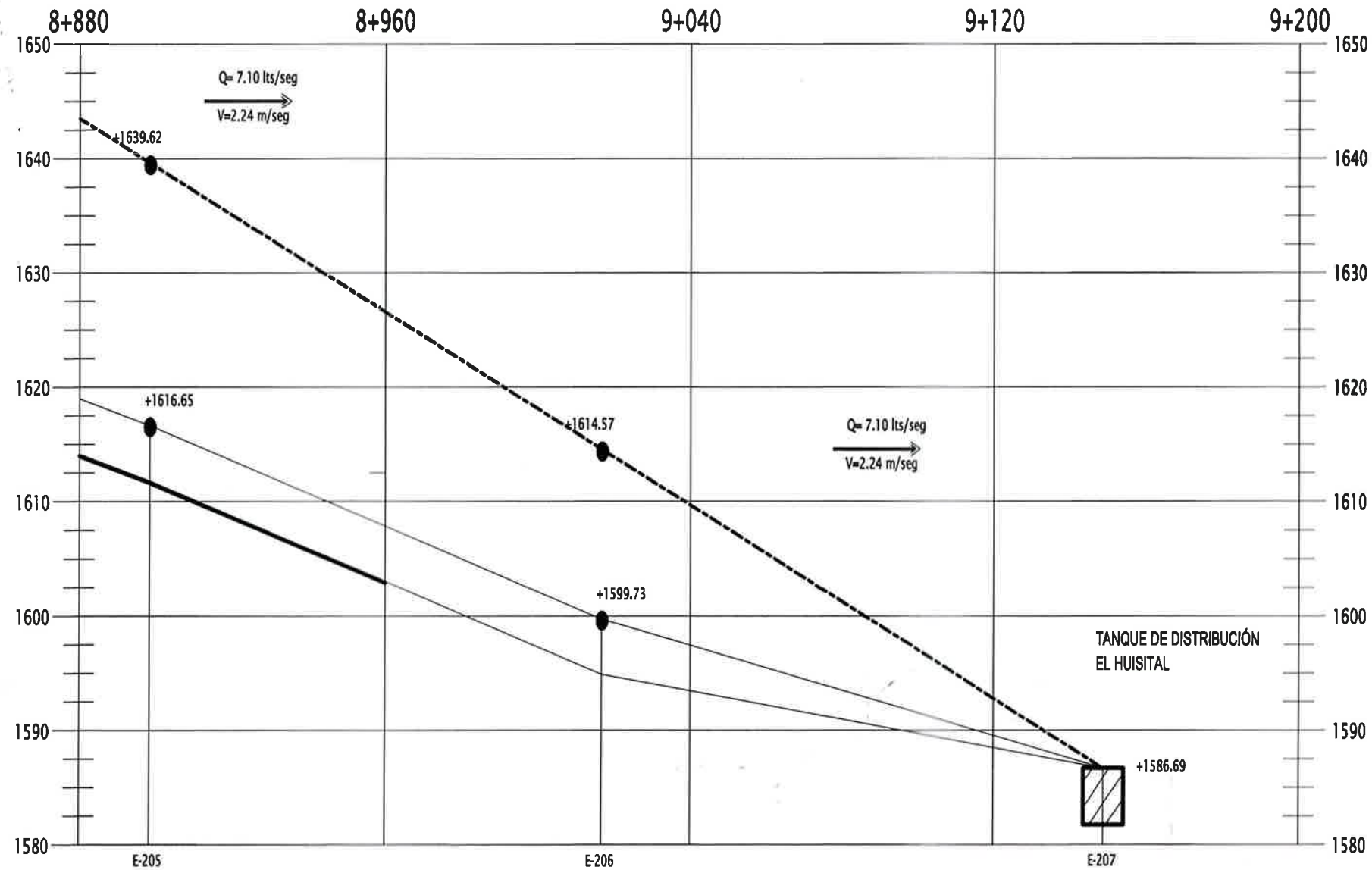
<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE DEL REILAMIRE LUGAR: SANTA CATARINA PUEBLA
DISEÑO CALIDAD: JOSÉ DIEGO MAMUEL CATAV CASTILLO	CONVENIO: DETALLE DE ANCLAJE Y ZANIA	
FECHA: OCTUBRE 2016	ESCALA: INDICADA	ASESOR: JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ
		HOJA: 20 / 23



## PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD TRAMO 8+880 A 9+120 ESCALA 1/2000

Distancia en metros



Altura en metros

TUBOS PVC DE 2" DE DIÁMETRO, DE 160 PSI.

## PERFIL DE LINEA DE CONDUCCIÓN

LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD TRAMO 4+800 A 5+760 ESCALA H 1/1500 V 1/500

SIMBOLOGÍA EN PLANTA	
Tubería	—
Codo 90° radio largo	⊕
Codo 45° radio largo	⊗
Codo 22.5° radio largo	⊙
Codo 11.25° radio largo	⊛
Caja rompe presión	⊠

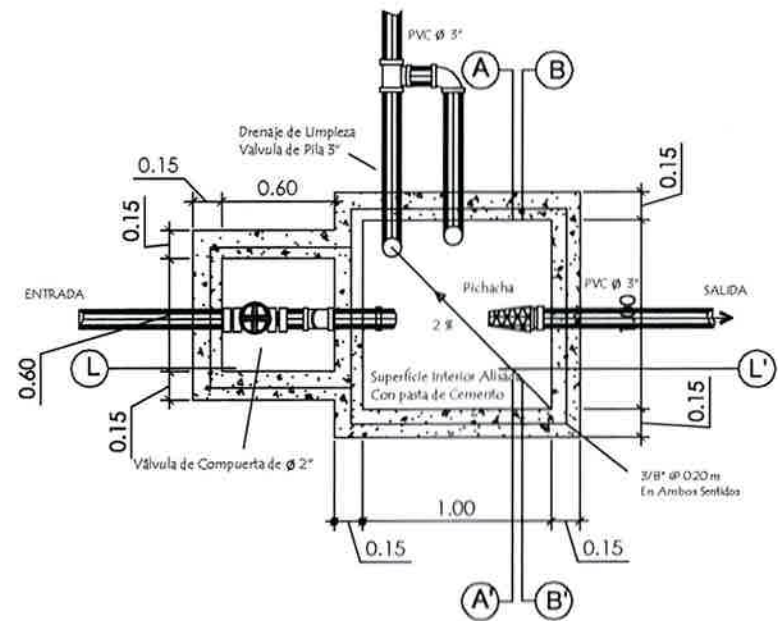
SIMBOLOGÍA EN PERFIL	
Válvula de limpieza	⊕
Válvula de aire	⊗
Estación	●
Reductor de diámetro	▶
Línea piezométrica	- - -
Perfil del terreno	—
Perfil de tubería	—



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

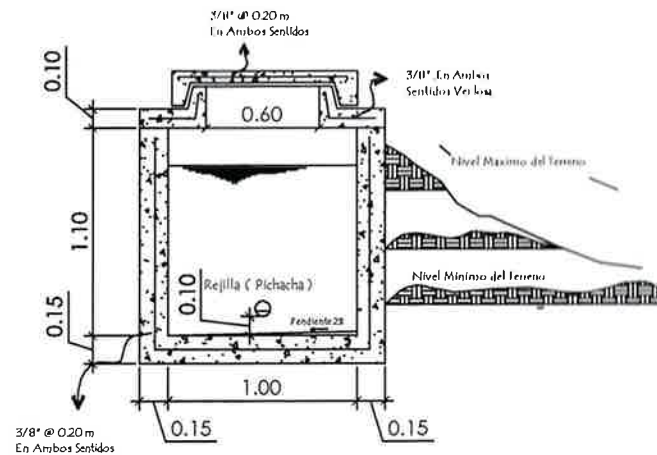
*Juan Carlos Garrido López*  
INGENIERO CIVIL  
Colegiado 4.438

DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL BÚSQUIN		LUGAR: SANTA CATARINA PINA	
PROYECTISTA: JOSÉ DIEGO MANUEL CAYAX CASTILLO	CONTENIDO: DETALLES DE VALVULAS		
FECHA: OCTUBRE 2016	ESCALA: INEXCADA	DISEÑADOR: JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ	
		HOJA: 21	TOTAL: 23



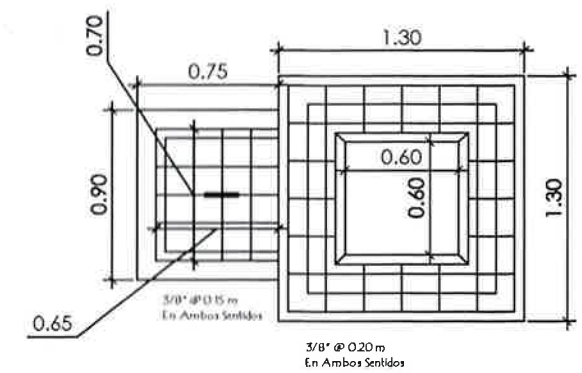
PLANTA DE CAJA ROMPE PRESIÓN

ESCALA 1/40



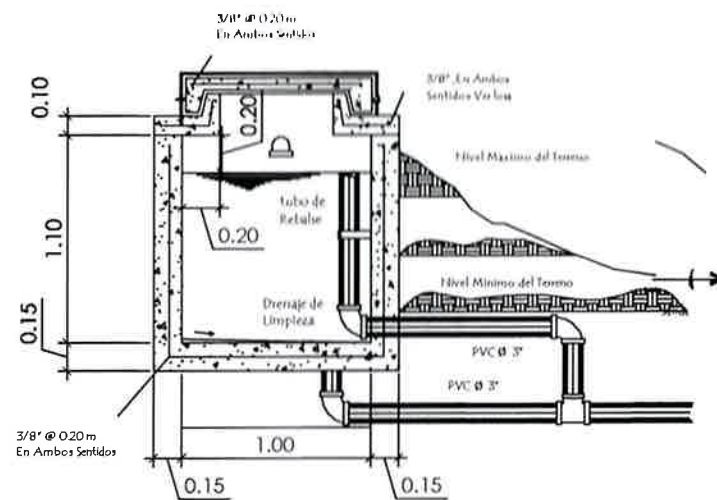
B - B ' CAJA ROMPE PRESIÓN

ESCALA 1/40



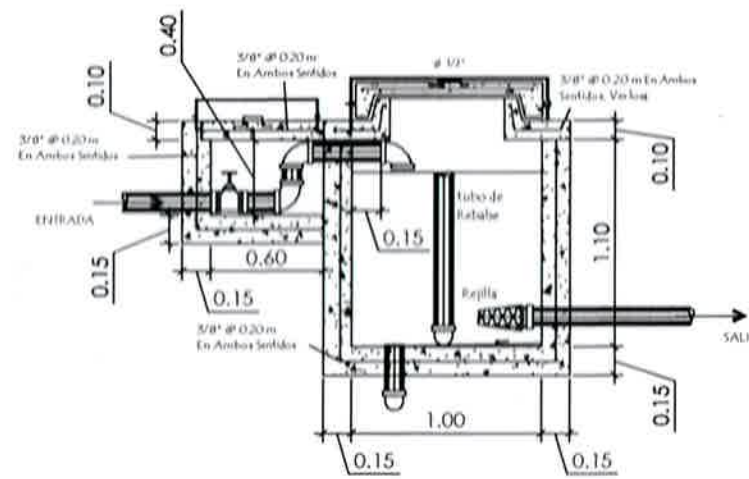
LOSA DE CAJA ROMPE PRESIÓN

ESCALA 1/20



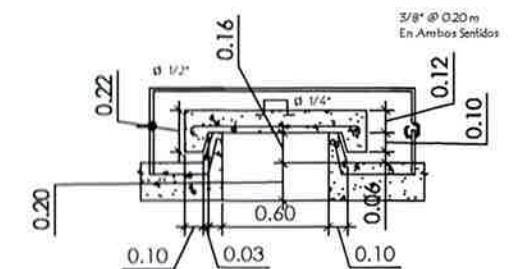
A - A ' CAJA ROMPE PRESIÓN

ESCALA 1/40



A - A ' CAJA ROMPE PRESIÓN

ESCALA 1/40

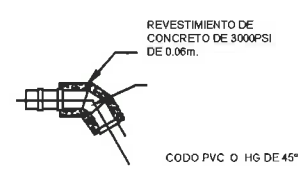
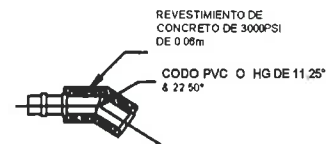
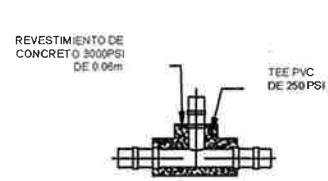


TAPADERA DE CAJA ROMPE PRESIÓN

ESCALA 1/40

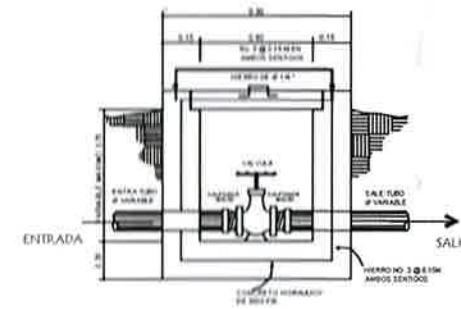
*Juan Carlos Garrido López*  
**Juan Carlos Garrido López**  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado A. 138

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	PROYECTO: DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE DEL REGIMINAR.
	LUGAR: SANTA CATARINA PUEBLA.	LUGAR: SANTA CATARINA PUEBLA.
BARCELONA CALLES JOSÉ EMILIO RAMÍREZ CRISTAY CASTILLO	DISEÑO:	
TÍTULO: DETALLES CAJA ROMPE PRESION	ESCALA: INDICADA	AUTOR: JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ
HOJA: 22	23	



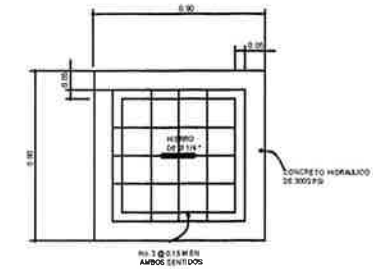
**DETALLE DE ANCLAJE PARA ACCESORIOS**

ESCALA 1/40



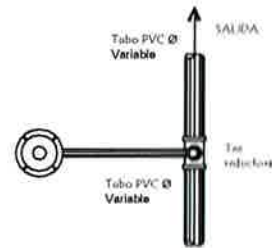
**ELEVACIÓN CAJA**

ESCALA 1/40



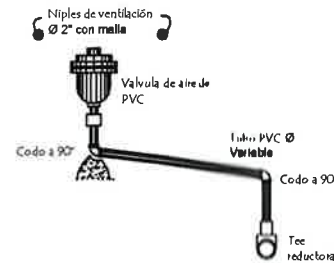
**PLANTA CAJA**

ESCALA 1/40



**PLANTA VALVULA DE EXPULSIÓN DE AIRE**

ESCALA 1/40

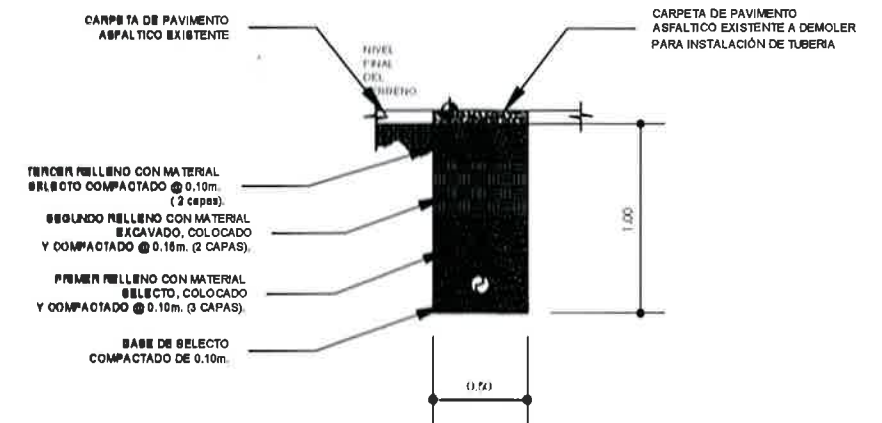


**ELEVACIÓN VALVULA DE EXPULSIÓN DE AIRE**

ESCALA 1/40

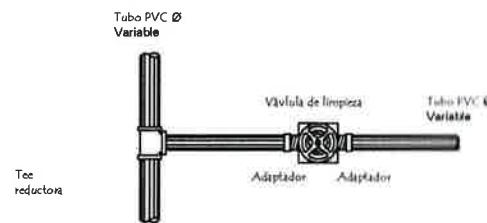
**-DETALLE CAJA DE VÁLVULAS-**

**-DETALLE VALVULA DE EXPULSIÓN DE AIRE-**



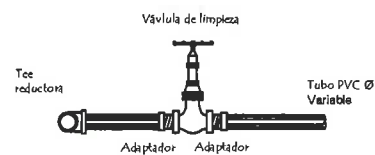
**DETALLE DE ZANJA**

ESCALA 1/20



**PLANTA VÁLVULA DE LIMPIEZA**

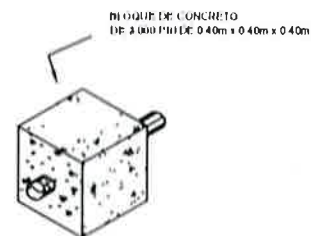
ESCALA 1/40



**ELEVACIÓN VALVULA DE LIMPIEZA**

ESCALA 1/40

**-DETALLE VALVULA DE LIMPIEZA-**



**DETALLE DE ANCLAJE PARA TUBERIA**

ESCALA 1/40

*Juan Carlos Garrido López*  
**Juan Carlos Garrido López**  
 INGENIERO CIVIL  
 Colegiado 4,438

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS</b> FACULTAD DE INGENIERIA E INGENIERIA PROFESIONAL SUPERVISADO		PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE COSECCION DE AGUAPOTABLE DEL DISTRITO DE SAN CARLOS	
		LUGAR: SAN CARLOS, GUATEMALA	
DISEÑADO POR: JOSÉ EMILIO MARTÍN CAYAR CASTRO		COMPROBADO POR: <b>DETALLE DE ACCESORIOS</b>	
FECHA: OCTUBRE 2016	ESCALA: 1/20	AUTORIZADO POR: JUAN CARLOS GARRIDO LÓPEZ	
		HOJA: 23	23