



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

**DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA CASERÍO EL HATILLO,  
ALDEA SANSUR Y DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN COLONIA  
SAN MAURICIO, ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO  
DE GUATEMALA**

**José Pablo Alvizures Rodríguez**

Asesorado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto

Guatemala, octubre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA CASERÍO EL HATILLO,  
ALDEA SANSUR Y DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN COLONIA  
SAN MAURICIO, ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO  
DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JOSÉ PABLO ALVIZURES RODRÍGUEZ**

ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Armando Fuentes Roca
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA CASERÍO EL HATILLO,  
ALDEA SANSUR Y DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN COLONIA  
SAN MAURICIO, ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO  
DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 12 de febrero de 2021.

**José Pablo Alvizures Rodríguez**

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 20 de septiembre de 2021  
REF.EPS.DOC.389.09,2021

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Pablo Alvizures Rodríguez, Registro Académico 201212801 y CUI 2277 96616 0105** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA CASERÍO EL HATILLO, ALDEA SANSUR Y DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE 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"

  
Inga. Christa Classon de Pinto  
Asesora-Supervisora de EPS  
Área de Ingeniería Civil

  
Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto  
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.  
Teléfono directo: 2442-3509

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 30 de septiembre de 2021  
REF.EPS.D.194.09.2021

Ing. Armando Fuentes Roca  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Fuentes Roca:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA CASERÍO EL HATILLO, ALDEA SANSUR Y DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Pablo Alvizures Rodríguez, CUI 2277 96616 0105 y Registro Académico 201212801**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa Classon de Pinto.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte de la Asesora-Supervisora, como director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS

OAH/ra



Guatemala, 20 de septiembre de 2021

Ingeniero  
Armando Fuentes Roca  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Ingeniero Fuentes:

Le informo que he revisado el Informe Final de EPS, **“DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA CASERÍO EL HATILLO, ALDEA SANSUR Y DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA”**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil, **José Pablo Alvizures Rodríguez, Carné: 201212801**, quien contó con la asesoría de la Ingeniera **Christa del Rosario Classon de Pinto**.

Considero este bien desarrollado y representará un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo, por lo que solicito su aprobación al mismo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa  
Revisor del Departamento de Hidráulica

Guatemala, 27 septiembre de 2021

Ingeniero  
Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS  
Guatemala

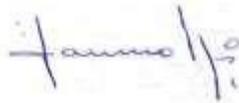
Respetado Ingeniero:

Le informo que he revisado el informe Final de EPS **“DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA CASERÍO EL HATILLO, ALDEA SANSUR Y DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA”**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil, **José Pablo Alvizures Rodríguez, Carné: 201212801**, quien contó con la asesoría de la **INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO**

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. Armando Fuentes Roca  
**Director Escuela Ingeniería Civil**



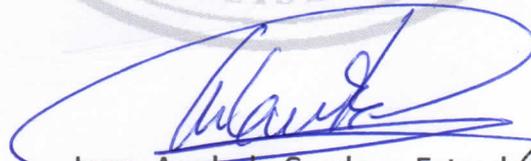
**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato  
Facultad de Ingeniería  
24189101 - 24189102  
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

DTG.583.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA CASERÍO EL HATILLO, ALDEA SANSUR Y DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **José Pablo Alvizures Rodríguez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, octubre de 2021

AACE/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por brindarme el don de la vida y la sabiduría necesaria para alcanzar esta meta.
<b>Mis padres</b>	José Alvizures y Verónica Rodríguez. Por su apoyo, amor incondicional y ser los mejores padres del mundo.
<b>Mi esposa</b>	Cindy Chocón de Alvizures. Por estar siempre a mi lado, darme su apoyo en todo momento y demostrarme su amor y comprensión.
<b>Mis hijas</b>	Valentina y María José Alvizures. Por ser mi mayor inspiración para culminar esta meta.
<b>Mis hermanos y hermana</b>	Daniel, Ángel, Axel y Verónica Alvizures. Por el apoyo brindado en todo momento durante el desarrollo de mi carrera.
<b>Mis abuelos</b>	Gabriel Rodríguez, Daniel Alvizures, Amelia Chinchilla y Margarita Muralles. Por su ejemplo a seguir, sus consejos y enseñanzas a lo largo de mi vida.
<b>Mis tíos y tías</b>	Por estar ahí en todo momento y brindarme su apoyo cuando fue necesario.

**Mis primos y primas**

Por su apoyo en el momento oportuno.

**Mis suegros**

Doña Lesbia Chete y don Carlos Chocón. Por su apoyo durante el desarrollo de mi carrera profesional.

**Mis cuñadas y cuñados**

Por el apoyo brindado hacia mi persona.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por permitirme ser parte de la comunidad San Carlita.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por facilitarme los recursos necesarios para crecer en conocimiento durante el desarrollo de mi carrera profesional.
<b>Escuela de Ingeniería Civil</b>	Por compartir sus conocimiento y enseñanzas para alcanzar el título de Ingeniero Civil.
<b>Mi asesora</b>	Inga. Christa del Rosario Classon. Por el apoyo brindado durante la realización de mi EPS.
<b>Municipalidad de Palencia</b>	Por brindarme la oportunidad de realizar mi ejercicio profesional supervisado, en esta institución distinguida.
<b>Alcalde Municipal de Palencia</b>	Sr. Guadalupe Alberto Reyes Aguilar. Por su confianza y apoyo durante la realización de mi EPS.
<b>Directora municipal de planificación</b>	Inga. María Imelda Arias. Por compartir sus conocimientos durante el desarrollo de mi EPS.

**Dirección municipal de planificación**

Mis compañeros y compañeras. Por el apoyo brindado y los momentos compartidos en la DMP.

**Constructora Erico S. A.**

Especialmente al Ing. Ery Cipriano Rodríguez y Marian Rodríguez. Por permitirme elaborar mis prácticas finales y compartir sus conocimientos con mi persona.

**INBAMI**

Mi querido instituto. Por formar las bases de mi conocimiento y permitirme ejercer la docencia en tan bella institución.

**Director INBAMI**

Profesor Abel Alvizures. Por abrirme las puertas de mi querido instituto y apoyarme durante la etapa más importante de mi carrera profesional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía y generalidades .....	1
1.1.1. Ubicación y localización geográfica .....	1
1.1.2. Límites y colindancias .....	4
1.1.3. Extensión territorial .....	5
1.1.4. Datos históricos.....	6
1.1.5. Idioma .....	6
1.1.6. Actividad económica .....	6
1.1.7. Clima.....	8
1.1.8. Población y demografía .....	9
1.2. Servicios públicos .....	10
1.2.1. Educación .....	10
1.2.2. Agua potable.....	11
1.2.3. Servicio de alcantarillados .....	11
1.2.4. Vías de comunicación .....	12
1.2.5. Salud.....	12

1.3.	Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos de abastecimiento de agua potable y sistemas de alcantarillado .....	13
1.3.1.	Descripción de las necesidades .....	13
1.3.1.1.	Abastecimiento de agua potable	13
1.3.1.2.	Sistema de alcantarillado sanitario.....	14
1.3.1.3.	Sistema de alcantarillado pluvial	14
1.3.2.	Evaluación y priorización de necesidades .....	14
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO Y PROFESIONAL.....	15
2.1.	Diseño de red de distribución de agua potable para caserío El Hatillo, aldea Sansur, municipio de Palencia .....	15
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	15
2.1.1.1.	Tipo de red de distribución .....	15
2.1.2.	Levantamiento topográfico .....	16
2.1.2.1.	Planimetría .....	16
2.1.2.2.	Altimetría .....	16
2.1.3.	Norma de diseño .....	17
2.1.4.	Aforo, dotación y tiempo de servicio .....	17
2.1.5.	Tasa de crecimiento poblacional .....	17
2.1.6.	Período de diseño.....	18
2.1.7.	Población futura.....	18
2.1.8.	Factores de consumo y caudales .....	19
2.1.8.1.	Caudal medio diario .....	19
2.1.8.2.	Caudal máximo diario.....	19
2.1.8.3.	Caudal máximo horario .....	20
2.1.8.4.	Caudal uso simultáneo.....	21
2.1.8.5.	Caudal de diseño .....	21

	2.1.8.6.	Caudal acumulado.....	22
2.1.9.		Análisis de la calidad del agua.....	22
2.1.10.		Fórmulas, coeficientes y diámetros de tubería.	24
2.1.11.		Presiones y velocidades .....	25
2.1.12.		Infraestructura existente.....	25
2.1.13.		Diseño hidráulico del sistema .....	26
	2.1.13.1.	Red de distribución.....	26
	2.1.13.2.	Sistema de desinfección.....	33
	2.1.13.3.	Obras de arte.....	33
	2.1.13.4.	Válvulas .....	33
	2.1.13.5.	Conexiones domiciliarias.....	34
2.1.14.		Elaboración de planos.....	34
2.1.15.		Presupuesto del proyecto .....	35
2.1.16.		Cronogramas .....	36
2.1.17.		Estudio de impacto ambiental inicial .....	39
2.2.		Diseño del sistema de alcantarillado pluvial para la colonia San Mauricio, aldea Azacualpilla, municipio de Palencia ...	45
	2.2.1.	Descripción del proyecto.....	45
	2.2.2.	Levantamiento topográfico.....	45
	2.2.2.1.	Planimetría .....	45
	2.2.2.2.	Altimetría .....	46
	2.2.3.	Especificaciones del sistema a utilizar .....	46
	2.2.3.1.	Normas de diseño .....	46
	2.2.3.2.	Tuberías .....	47
	2.2.3.3.	Diámetro mínimo .....	48
	2.2.3.4.	Velocidades mínimas y máximas .....	48
	2.2.3.5.	Profundidad de las tuberías.....	49
	2.2.3.6.	Diámetro de tuberías .....	50

2.2.3.7.	Pozos de visita .....	50
2.2.3.8.	Profundidad de pozos de visita ..	51
2.2.3.9.	Tragantes .....	51
2.2.4.	Método racional .....	52
2.2.4.1.	Caudal de diseño .....	52
2.2.4.1.1.	Coeficiente de escorrentía .....	53
2.2.4.1.2.	Tiempo de concentración .....	54
2.2.4.1.3.	Intensidad de lluvia .....	55
2.2.4.1.4.	Áreas tributarias.	56
2.2.5.	Ecuación de Manning .....	56
2.2.5.1.	Factor de rugosidad .....	57
2.2.6.	Cotas Invert .....	57
2.2.7.	Diseño hidráulico de alcantarillado pluvial .....	59
2.2.7.1.	Diseño de la rejilla transversal o de calzada .....	62
2.2.8.	Desfogue .....	67
2.2.9.	Elaboración de planos .....	67
2.2.10.	Presupuesto del proyecto .....	68
2.2.11.	Cronogramas .....	70
2.2.12.	Estudio de impacto ambiental inicial .....	72
CONCLUSIONES .....		79
RECOMENDACIONES .....		81
BIBLIOGRAFÍA .....		83
APÉNDICES .....		85
ANEXOS .....		117

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Macro localización municipio de Palencia .....	2
2.	Macro localización caserío El Hatillo .....	3
3.	Macro localización colonia San Mauricio.....	4
4.	Tubería NOVAFORT .....	47
5.	Profundidad de tubería.....	49

### TABLAS

I.	Población económicamente activa, actividades y porcentajes.....	7
II.	Temperaturas máximas y mínimas anuales.....	8
III.	Precipitación mensual y anual en mm.....	9
IV.	Días de lluvia mensual y anual.....	9
V.	Tasa de cobertura educativa por nivel, año 2018 .....	10
VI.	Resultados análisis físico .....	22
VII.	Resultados análisis químico.....	23
VIII.	Resultados análisis microbiológico .....	23
IX.	Red de distribución caserío el Hatillo .....	32
X.	Planos elaborados .....	34
XI.	Cuadro de renglones finales .....	35
XII.	Cronograma físico.....	37
XIII.	Cronograma físico-financiero .....	38
XIV.	Formato del estudio del impacto ambiental.....	39
XV.	Coeficientes de escorrentía.....	53

XVI.	Planos elaborados .....	68
XVII.	Cuadro de renglones finales .....	69
XVIII.	Cronograma físico.....	70
XIX.	Cronograma físico-financiero .....	71
XX.	Formulario para el estudio del impacto ambiental .....	72

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Cpz</b>	Cota piezométrica
<b>DH</b>	Distancia horizontal
<b>Est.</b>	Estación
<b>km</b>	Kilómetros
<b>km<sup>2</sup></b>	Kilómetros cuadrados
<b>PSI</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>LMA</b>	Límite máximo aceptable
<b>LMP</b>	Límite máximo permisible
<b>l/hab/día</b>	Litros por habitante al día
<b>l/s</b>	Litros por segundo
<b>PVC</b>	Material de policloruro de vinilo
<b>m</b>	Metros
<b>mca</b>	Metros columna de agua
<b>m<sup>3</sup></b>	Metros cúbicos
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Metros cúbicos por segundo
<b>ml</b>	Metros lineales
<b>m/s</b>	Metros por segundo
<b>μS/cm</b>	Micro Siemens por centímetro
<b>mg/L</b>	Miligramos por litro
<b>mL</b>	Mililitros
<b>mm/hr</b>	Milímetros por hora
<b>%</b>	Por ciento
<b>PV</b>	Pozo de visita

<b>Pdin.</b>	Presión dinámica
<b>“</b>	Pulgadas
<b>Po.</b>	Punto observado
<b>Q</b>	Quetzales
<b>s</b>	Segundos
<b>u</b>	Unidades de color en la escala de platino-cobalto
<b>NTU</b>	Unidades nefelométricas de turbiedad

## GLOSARIO

<b>Aforo volumétrico</b>	Método de aforo que se utiliza para medir el caudal que proporciona una fuente de agua.
<b>Agua pluvial</b>	Agua de lluvia que escurre sobre el suelo después de presentarse los fenómenos de infiltración y evaporación.
<b>Agua potable</b>	Agua que de acuerdo a sus características físicas, químicas y microbiológicas es apta para consumo humano.
<b>Concreto ciclópeo</b>	Es una mezcla compuesta por piedra, cemento, agua, arena y pedrín.
<b>Covid 19</b>	Enfermedad infecciosa provocada por el virus conocido como Sars-cov-2.
<b>DMP</b>	Dirección municipal de planificación.
<b>EMPAGUA</b>	Empresa Municipal de Agua.
<b>ERIS</b>	Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística.

<b>Infom</b>	Instituto de fomento municipal.
<b>Insivumeh</b>	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala.
<b>Período de diseño</b>	Es el tiempo en el que el proyecto funcionará de manera óptima, satisfaciendo las demandas de la comunidad.
<b>Pozo de visita</b>	Estructura vertical que sirve para realizar mantenimiento a la tubería en un sistema de alcantarillado.
<b>Tanque de distribución</b>	Estructura de concreto armado que almacena agua potable, para distribuirla a una comunidad, en un momento determinado.
<b>Tormenta</b>	Es un fenómeno meteorológico que provoca generalmente vientos y precipitaciones.
<b>Tragante</b>	Estructura que se utiliza en un sistema de alcantarillado pluvial para recolectar las aguas de escorrentía.

## RESUMEN

El abastecimiento de agua potable, es el principal servicio básico para la subsistencia y desarrollo de una comunidad. El caserío El Hatillo no cuenta con este servicio esencial, y ha provocado que los habitantes del lugar utilicen medios inadecuados para transportar el vital líquido hasta sus hogares.

Debido a la necesidad presentada en el sector, uno de los proyectos a desarrollarse es el diseño de la red de distribución de agua potable para caserío El Hatillo, aldea Sansur, municipio de Palencia, departamento de Guatemala.

Así mismo, en la colonia San Mauricio, ha surgido la necesidad de la ejecución de un sistema de alcantarillado pluvial, esto debido a que las tormentas que afectaron al territorio nacional en los últimos años, provocaron diferentes inundaciones en la localidad.

Por ende, el segundo proyecto a desarrollar es el diseño de sistema de alcantarillado pluvial en colonia San Mauricio, aldea Azacualpilla, municipio de Palencia, departamento de Guatemala.

Con el diseño y planificación de ambos proyectos, se pretende establecer una pronta y óptima solución a las necesidades prioritarias de las comunidades pertenecientes al municipio de Palencia, del departamento de Guatemala.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar y planificar la red de distribución de agua potable para el caserío El Hatillo, aldea Sansur, municipio de Palencia, departamento de Guatemala.

Diseñar y planificar un sistema de alcantarillado pluvial para la colonia San Mauricio, aldea Azacualpilla, municipio de Palencia, departamento de Guatemala.

### **Específicos**

1. Contribuir al desarrollo del caserío El Hatillo y la colonia San Mauricio, ofreciendo a los habitantes la eficiente planificación de cada uno de los proyectos.
2. Proveer a las autoridades, los cronogramas de ejecución, presupuestos y los planos constructivos; tanto para el sistema de distribución de agua potable, como para el sistema de alcantarillado pluvial, para su correcta construcción.
3. Aportar una solución óptima al mal trato actual de las aguas pluviales en el sector de la colonia San Mauricio, para mejorar la calidad de vida de los habitantes del lugar.



## INTRODUCCIÓN

El principal objetivo del Ejercicio Profesional Supervisado es apoyar al desarrollo de las comunidades rurales, por medio de la aplicación de los conocimientos técnicos profesionales. El EPS principia con la elaboración de un diagnóstico del lugar donde este se llevará a cabo, con el fin de identificar las diferentes necesidades existentes.

El diagnóstico arroja como resultado los servicios públicos de los que la comunidad carece, y es importante definir las prioridades de los mismos. Cabe destacar que, dentro de la prioridad de una población, se encuentra el servicio de agua potable, sin embargo, en el momento de que este ya exista se debe trabajar el desarrollo de otro proyecto de acuerdo a la cultura de las personas que habitan en el lugar.

La población del caserío el Hatillo, perteneciente a la aldea Sansur del municipio de Palencia, departamento de Guatemala; carece de la red de distribución de agua potable, por lo que, se desarrollará el diseño y planificación de la misma.

Por otra parte, la población de la colonia San Mauricio, ubicada en aldea Azacualpilla, municipio de Palencia, departamento de Guatemala; tiene como prioridad el diseño y planificación del sistema de alcantarillado pluvial.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

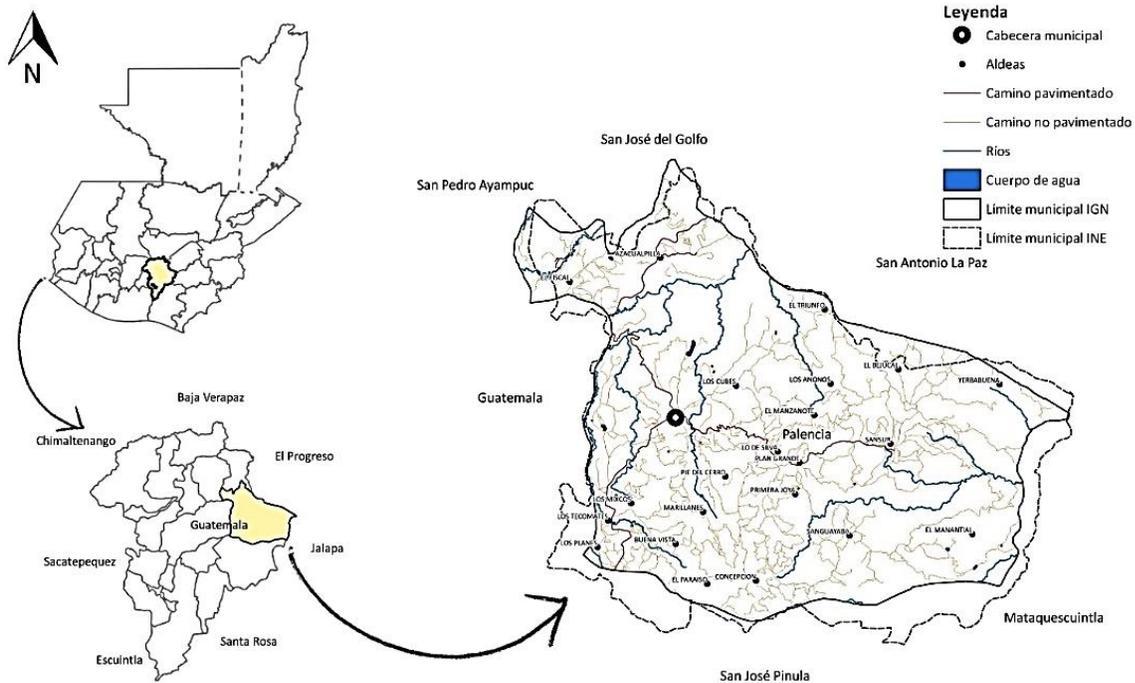
## **1.1. Monografía y generalidades**

Para el desarrollo de los proyectos es necesario presentar diferentes aspectos sobre el municipio y las comunidades que serán beneficiadas con la implementación de los mismos.

### **1.1.1. Ubicación y localización geográfica**

La cabecera municipal de Palencia se ubica al Este del departamento de Guatemala, a una distancia aproximada de 29 km de la ciudad capital y está localizada en la latitud 14° 39' 56,85" Norte y longitud 90° 21' 47,01" Oeste, a una altura de 1320 metros sobre el nivel del mar.

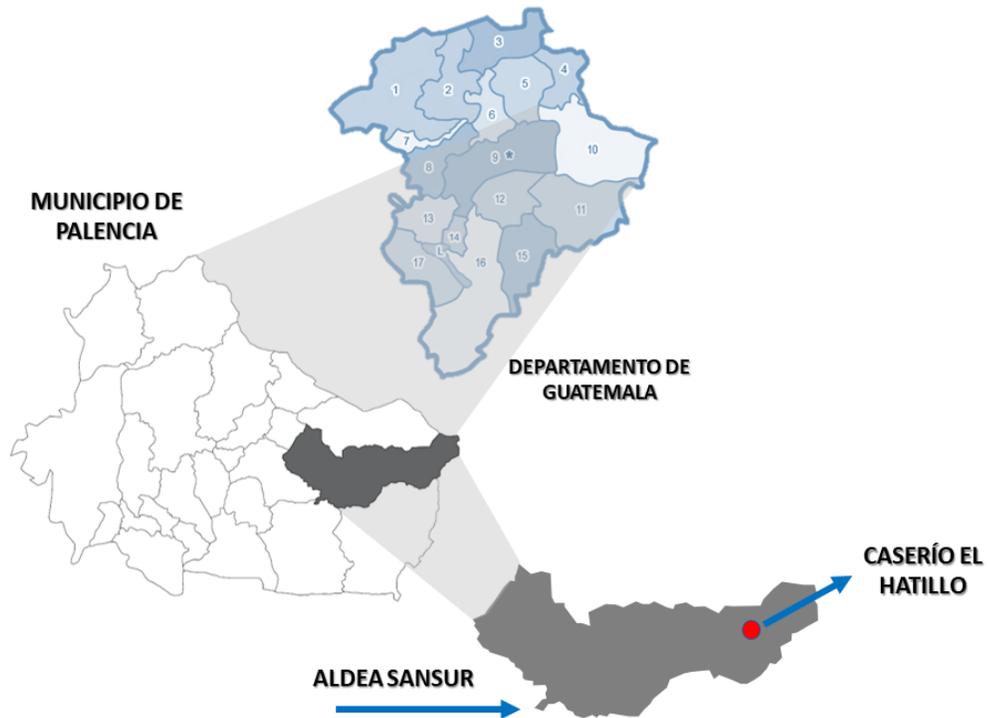
Figura 1. Macro localización municipio de Palencia



Fuente: Departamento Municipal de Planificación, Municipalidad de Palencia.

El caserío El Hatillo se encuentra ubicado en la aldea Sansur, a una distancia aproximada de 18 km de la cabecera municipal de Palencia y está localizado en la latitud  $14^{\circ} 39' 27,10''$  Norte y longitud  $90^{\circ} 14' 18,61''$  Oeste, a una altura de 1 600 metros sobre el nivel del mar.

Figura 2. **Macro localización caserío El Hatillo**



Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

Por otra parte, la colonia San Mauricio se encuentra ubicada en la aldea Azacualpilla, a una distancia aproximada de 15 km de la cabecera municipal de Palencia y está localizada en la latitud  $14^{\circ} 43' 29,87''$  Norte y longitud  $90^{\circ} 21' 34,25''$  Oeste, a una altura de 1 085 metros sobre el nivel del mar.

Figura 3. **Macro localización colonia San Mauricio**



Fuente: elaboración propia, empleando PowerPoint 365.

### 1.1.2. Límites y colindancias

El municipio de Palencia, departamento de Guatemala, colinda al norte con los municipios de San Antonio La Paz (El Progreso), San José del Golfo y San Pedro Ayampuc (Guatemala); al este con San Antonio La Paz y Sanarate (El Progreso), asimismo con Mataquescuintla (Jalapa); por el sur con San José Pinula (Guatemala), y finalmente al oeste con la ciudad capital de Guatemala.

El caserío El Hatillo colinda al norte con el municipio de San Antonio la Paz (departamento de El Progreso), al sur con el caserío el Morrito (municipio de Palencia, departamento de Guatemala); al este con el municipio de Agua Caliente (departamento de Jalapa) y al oeste con el centro de la aldea Sansur (municipio de Palencia, departamento de Guatemala).

Por otra parte, la colonia San Mauricio colinda al norte con el municipio San José del Golfo (departamento de Guatemala), al sur con la cabecera municipal de Palencia (departamento de Guatemala); al este con la colonia Lomas de Azacualpilla (municipio de Palencia, departamento de Guatemala) y al oeste con el centro de la aldea Azacualpilla (municipio de Palencia, departamento de Guatemala).

### **1.1.3. Extensión territorial**

El municipio de Palencia, departamento de Guatemala, cuenta con una extensión territorial de 256 km<sup>2</sup>, distribuida territorialmente en veintitrés aldeas: Azacualpilla, Dulce Nombre, El Triunfo, El Paraíso, El Manzanote, El Fiscal, Los Cubes, Buena Vista, Sansur, Plan Grande, Los Planes, Sanguayabá, Los Mixcos, La Concepción, Lo De Silva, Los Tecomates, Marillanos, Pie Del Cerro, Yerbabuena, El Manantial, El Bejucal, Primera Joya, Los Anonos y la Cabecera Municipal.

El caserío El Hatillo pertenece a la aldea Sansur y tiene una extensión territorial aproximada de 0,50 km<sup>2</sup>. Por otra parte, la colonia San Mauricio pertenece a la aldea Azacualpilla y posee una extensión territorial aproximada de 0,20 km<sup>2</sup>.

#### **1.1.4. Datos históricos**

El nombre de Palencia tiene origen en el año de 1624, cuando el señor Mathías de Palencia, compró por un monto desconocido, lo que en ese entonces era una finca, adquiriendo en esa época el nombre de la Hacienda de Palencia.

Fue con el pasar de los años que se identificó solamente como Palencia, nombre que se conserva hasta la actualidad. Por disposiciones del gobierno del 13 de enero de 1835 Palencia pasó a formar parte del distrito central de Guatemala, mencionándose como pueblo por los decretos del 27 de agosto de 1836 y del 9 de septiembre de 1839.

#### **1.1.5. Idioma**

El idioma oficial del municipio de Palencia es el español, esto se debe a que la mayoría de su población es ladina. Cabe mencionar, que debido a la oportunidad laboral que se genera en el municipio, en gran parte por las fincas cafetaleras, algunas familias indígenas han llegado a Palencia, pero no existen grupos ni idiomas indígenas predominantes.

#### **1.1.6. Actividad económica**

La principal actividad económica en el municipio de Palencia es la agricultura, predominando la siembra de papa, güisquil, repollo, frijol, maíz y la producción de café. Así mismo, existen cultivos de frutas y plantas para la reforestación de bosques.

Por otra parte, existen granjas que se dedican a la crianza de cerdos, aves y ganado; que sirve para satisfacer la demanda interna del municipio de los productos derivados de dichos animales.

Tabla I. **Población económicamente activa, actividades y porcentajes**

<b>Actividad</b>	<b>Porcentaje población</b>
Agricultura	54,95 %
Explotación de minas y canteras	0,07 %
Industria manufacturera textil y alimenticia	9,90 %
Electricidad, agua y gas	0,60 %
Construcción	5,94 %
Comercio por mayor y menor, restaurantes y hoteles	11,28 %
Transporte	4,12 %
Establecimientos comerciales, seguros, bienes inmuebles y servicios a empresas	2,71 %
Administración pública y defensa	1,79 %
Enseñanza	1,17 %
Servicios comunales, sociales, culturales	7,43 %
Organización externa curricular	0,04 %
<b>Total</b>	<b>100,00 %</b>

Fuente: MARTINEZ GALLARDO, Libia Elina. *Monografía del municipio de Palencia*. pp. 3-28.

La población del caserío El Hatillo se dedica principalmente a la siembra y producción del café, esto debido a la altura sobre el nivel del mar que presenta la comunidad. Mientras que, los habitantes de la colonia San Mauricio, se dedican principalmente a la producción de elementos de mampostería, dado que, en el centro de la aldea Azacualpilla, se encuentran ubicadas varias empresas de fabricación de block.

### 1.1.7. Clima

Palencia es un municipio que posee un clima templado y cálido; templado durante los meses de mayo a enero y cálido de febrero a abril.

La estación meteorológica más cercana al municipio de Palencia es la del Insivumeh, ubicada en las coordenadas, latitud 14° 35' 13,74" norte y longitud 90° 31' 57,76" oeste, en la ciudad capital de Guatemala.

Los datos recopilados de la estación meteorológica, son los siguientes:

Tabla II. **Temperaturas máximas y mínimas anuales**

<b>Año</b>	<b>Temperatura máxima anual (°C)</b>	<b>Temperatura Mínima anual (°C)</b>
2012	30,6	7,8
2013	31,4	14,2
2014	31	8
2015	31,2	9,4
2016	36,4	9
2017	29,2	7,8
2018	32,4	8,6
2019	29,4	11

Fuente: elaboración propia, empleando información del Insivumeh.

Tabla III. Precipitación mensual y anual en mm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2012	----	4,70	2,90	41,80	150,50	167,30	130,20	368,70	130,30	70,20	2,90	1,10	1070,6
2013	0,40	1,90	37,80	15,40	150,70	172,70	225,20	265,90	238,70	220,50	6,80	0,50	1336,5
2014	0,00	0,50	59,50	11,70	181,30	391,60	52,90	150,00	308,40	228,30	7,40	1,20	1392,8
2015	0,10	0,10	21,40	70,40	----	180,70	158,40	----	338,30	77,10	----	----	846,5
2016	2,30	0,00	11,10	15,10	72,50	239,00	----	178,80	297,00	22,00	2,00	2,50	842,3
2017	1,60	11,70	2,60	7,10	293,30	234,70	102,50	211,90	237,40	64,70	0,00	0,20	1167,7
2018	0,50	11,30	4,80	16,20	195,00	176,10	24,60	92,30	182,50	164,60	5,80	0,00	873,7
2019	0,00	1,70	4,70	16,90	59,30	----	57,30	----	----	----	----	----	139,9

Fuente: elaboración propia, empleando información del Insivumeh.

Tabla IV. Días de lluvia mensual y anual

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2012	----	5	4	9	16	19	16	22	18	14	3	3	129
2013	2	2	2	3	14	24	17	21	23	24	2	2	136
2014	0	2	2	4	15	27	16	14	27	19	6	1	133
2015	1	1	2	7	----	13	13	----	26	15	----	----	78
2016	3	0	2	4	8	23	----	18	23	9	5	7	102
2017	2	2	7	2	22	24	17	19	27	15	0	1	138
2018	5	2	4	5	17	18	7	16	20	18	3	0	115
2019	0	2	1	4	17	----	12	----	----	----	----	----	36

Fuente: elaboración propia, empleando información del Insivumeh.

### 1.1.8. Población y demografía

La población total del municipio de Palencia según los resultados del censo poblacional realizado por el INE en el año 2 018, es de 70 973 habitantes, de los cuales el 49 % son hombres y el 51 % mujeres.

Según datos obtenidos en el censo poblacional realizado en el año 2 002 por el INE, el caserío El Hatillo contaba con 210 habitantes; actualmente, la

proyección para el 2020 realizada por la dirección municipal de planificación (DMP), de Palencia, arroja un dato de 410 habitantes.

Por otra parte, según censo poblacional realizado en el año 2002, la colonia San Mauricio contaba con 741 habitantes; mientras, que la proyección para el 2020, realizada por la dirección municipal de planificación (DMP), de Palencia, arroja un valor de 1 151 habitantes.

## **1.2. Servicios públicos**

Es importante conocer los servicios básicos a los que se tiene acceso en el municipio de Palencia, es por ello que se enlistan a continuación.

### **1.2.1. Educación**

La cobertura del servicio de educación en el municipio de Palencia es extensa, la cabecera municipal cuenta con centros educativos en los niveles pre primario, primario, básico y diversificado; tanto en el sector privado como en el público.

Tabla V. **Tasa de cobertura educativa por nivel, año 2018**

<b>NIVEL</b>	<b>Tasa bruta de cobertura (%)</b>	<b>Tasa neta de cobertura (%)</b>
<b>Pre primario</b>	87,20	72,28
<b>Primario</b>	125,28	110,60
<b>Básico</b>	62,18	44,54
<b>Diversificado</b>	20,30	14,82

Fuente: Departamento municipal de planificación, Municipalidad de Palencia.

La cobertura educativa a nivel primario sobrepasa el cien por ciento, debido a que se les brinda el servicio a personas que habitan en municipio aledaños.

El caserío El Hatillo cuenta con una escuela pública que cubre los niveles educativos pre primario y primario. Por otra parte, a los habitantes de la colonia San Mauricio se les brinda el servicio en el centro de la aldea Azacualpilla, donde se ubican diferentes centros educativos pertenecientes al sector público y privado.

### **1.2.2. Agua potable**

La municipalidad de Palencia cuenta con fuentes de abastecimiento de agua potable, tanto superficiales como subterráneas; con las que se les brinda el servicio a diferentes comunidades. Según el departamento de agua potable de la municipalidad, actualmente se abastece a 12 comunidades con el servicio municipal, que representa una cobertura del 30 %, de la población. El resto de habitantes cuentan con sus propios nacimientos y en algunos de los casos con pozos artesanales.

### **1.2.3. Servicio de alcantarillados**

La mayoría de las calles de la cabecera municipal de Palencia cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario, así mismo, según datos del departamento de drenajes, al 50 % del centro de las aldeas se les brinda el mismo servicio.

Por otra parte, ningún sector de la cabecera municipal y las aldeas cuenta con el servicio de alcantarillado pluvial.

#### **1.2.4. Vías de comunicación**

El municipio de Palencia se encuentra ubicado dentro de los límites del departamento de Guatemala. Cuenta con una diversa red vial conformada por carreteras, caminos rurales y puentes. Según información del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (CIV), la mejor vía de comunicación es por la carretera 9 Interoceánica CA-9, también conocida como carretera al Atlántico, que desde la ciudad capital de Guatemala el cruce se encuentra en el kilómetro 19,5 rumbo al noroeste, tomando la carretera 6 que a una distancia de 11 km lleva a la cabecera municipal de Palencia.

La segunda vía de acceso proviene de la carretera que inicia del límite del municipio de San José Pinula hacia la aldea Los Mixcos, que luego llega al centro urbano del municipio.

#### **1.2.5. Salud**

El municipio de Palencia cuenta con el centro de atención permanente (CAP), y brinda servicio las 24 horas del día, durante todos los días del año. En dicho centro se brindan los servicios de atención de partos, laboratorio, consulta externa, servicios de promoción, prevención, recuperación, rehabilitación de pacientes y el área de atención a pacientes de Covid 19.

Por otro lado, cada una de las aldeas del municipio cuenta con centros de salud, que atienden en jornada diurna, en horario de lunes a viernes.

### **1.3. Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos de abastecimiento de agua potable y sistemas de alcantarillado**

Al realizar las visitas de campo, tanto al caserío El Hatillo, como a la colonia San Mauricio; se logró constatar la manera en la que actualmente dichas comunidades se abastecen de agua potable y la forma en que desechan sus aguas pluviales y residuales.

#### **1.3.1. Descripción de las necesidades**

A continuación, se describen las necesidades de la Municipalidad de Palencia en cuanto a los servicios básicos en los sectores en estudio.

##### **1.3.1.1. Abastecimiento de agua potable**

El caserío El Hatillo cuenta con una red de conducción y un tanque de distribución de agua potable, pero, no se cuenta con la red de distribución, lo que ha provocado que gran parte de la población conduzca el vital líquido con mangueras de polietileno y el resto se abastezca del río de la localidad.

Por otro lado, la colonia San Mauricio cuenta con un sistema de abastecimiento domiciliar, este funciona mediante un pozo mecánico, que bombea el agua hacia el tanque de distribución, satisfaciendo la demanda de la comunidad por medio de un sistema por gravedad.

### **1.3.1.2. Sistema de alcantarillado sanitario**

En la actualidad, las comunidades no cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario idóneo para beneficio de los habitantes y del medio ambiente.

### **1.3.1.3. Sistema de alcantarillado pluvial**

Actualmente, ambas comunidades no cuentan con el diseño y la planificación de un sistema de alcantarillado pluvial.

## **1.3.2. Evaluación y priorización de necesidades**

La población del caserío El Hatillo tiene como prioridad el diseño de la red de distribución de agua potable, debido a que el abastecimiento del vital líquido es el principal servicio público para la subsistencia de cualquier comunidad.

En cuanto al sistema de alcantarillado sanitario, la dirección municipal de planificación (DMP), ya cuenta con el diseño y planificación del mismo, para la colonia San Mauricio; mientras que, para el caserío El Hatillo esto no es una prioridad.

Por otro lado, la mayoría de viviendas de la colonia San Mauricio desfogon las aguas pluviales hacia las calles, y conducen el agua a tubos transversales que desembocan en canales provisionales que por necesidad se han ejecutado en el lugar. Estos últimos mencionados no se dan abasto en época de invierno, llegando al punto del colapso, lo que provoca inundaciones y pérdidas materiales en las partes bajas de la comunidad. Para dicha comunidad es prioritario el diseño de un sistema de alcantarillado pluvial.

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

### **2.1. Diseño de red de distribución de agua potable para caserío El Hatillo, aldea Sansur, municipio de Palencia**

A continuación, se detalla toda la información referente al proyecto de abastecimiento de agua potable.

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

El proyecto consiste en el diseño y planificación de la red de distribución de agua potable para el caserío El Hatillo, aldea Sansur, municipio de Palencia. Dicho proyecto tiene una longitud estimada de 4,04 km y pretende beneficiar a 82 familias de manera directa.

##### **2.1.1.1. Tipo de red de distribución**

En los proyectos de agua potable se pueden presentar dos tipos de redes de distribución, abiertas o cerradas. Una red se considera abierta, cuando la tubería por la cual está compuesta, forma ramales de distribución sin intersectarse después para formar circuitos. Mientras que, las redes cerradas, se definen como la conformación de mallas o circuitos que surgen de la interconexión de las tuberías de la red de distribución de agua potable.

Para este proyecto se utilizará una red de distribución de agua potable abierta, esto se debe a que la topografía y la ubicación de las viviendas del lugar no permiten la formación de circuitos cerrados.

## **2.1.2. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico es el estudio técnico que arroja los datos principales para el diseño de una red de distribución de agua potable, esta toma en cuenta los aspectos físicos y geográficos del lugar donde se realiza.

El tipo de levantamiento topográfico utilizado en el proyecto fue el de conservación de azimut, y se utilizó el siguiente equipo: teodolito digital, estadal, cinta métrica y plomadas.

### **2.1.2.1. Planimetría**

La planimetría tiene como objetivo principal determinar las distancias horizontales del proyecto, así como obtener mediante radiaciones, la ubicación exacta de las viviendas actuales y las obras existentes del sistema de agua potable. Para esto se utilizó como punto de partida el tanque de distribución de agua potable existente en el lugar.

### **2.1.2.2. Altimetría**

Por medio de la altimetría se logra obtener las diferencias de nivel existentes entre los diferentes dispositivos que componen un sistema de abastecimiento de agua potable. El cálculo de las diferentes cotas de terreno se realizó mediante el método taquimétrico, tomando como referencia una cota inicial de 300 m, ubicada en el tanque de distribución de agua potable existente en el caserío.

### **2.1.3. Norma de diseño**

Es el conjunto de criterios y parámetros que se deben cumplir para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable. El diseño del proyecto se realizó cumpliendo con los parámetros que establece la guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del Infom.

### **2.1.4. Aforo, dotación y tiempo de servicio**

La fuente que abastece de agua potable al caserío El Hatillo, se encuentra ubicada en la aldea Yerbabuena, del municipio de Palencia; según dato de aforo volumétrico realizado por el departamento de agua potable de la municipalidad de Palencia, genera un caudal de 1,18 l/s.

La dotación es la cantidad de agua potable que consume una habitante o un establecimiento durante un período de tiempo, generalmente un día; tomando en cuenta el clima del lugar, la cultura y la calidad de vida la población. Para conexiones intradomiciliares con opciones a varios grifos por vivienda, Infom establece que la dotación debe estar entre los 90 l/hab/día y los 170 l/hab/día; y el valor designado para el proyecto es el menor permitido.

Por otra parte, el tiempo de servicio del proyecto dependerá directamente del tiempo de vida útil de los materiales y el período de diseño.

### **2.1.5. Tasa de crecimiento poblacional**

Es un indicador que permite medir el crecimiento de la población de una región durante un periodo de tiempo. Para el poblado del caserío El Hatillo la tasa

de crecimiento poblacional corresponde a 2,66 %; y fue proporcionada por la dirección municipal de planificación del municipio de Palencia.

#### **2.1.6. Período de diseño**

Es el tiempo en el que se considera que el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable tendrá la capacidad de cumplir su tarea de manera eficiente. El período de diseño adoptado para este proyecto es de 22 años, esto debido a que Infom establece que para obras civiles dicho período corresponde a 20 años y que se debe considerar un tiempo aproximado de gestión de 2 años.

#### **2.1.7. Población futura**

La población futura también conocida como población de diseño, es la cantidad de habitantes que el proyecto tendrá la capacidad de abastecer de agua potable eficientemente, hasta cumplir con el período de diseño.

Existen diferentes métodos para el cálculo de la población futura de un proyecto, pero el más utilizado por arrojar un resultado con mayor certeza es el geométrico. Haciendo uso del método geométrico y utilizando una población actual de 410 habitantes, una tasa de crecimiento poblacional de 2,66 %, para un período de diseño de 22 años; se determinó la población futura de la siguiente manera:

$$Pf = Po * (1 + i)^n$$
$$Pf = 410 * \left(1 + \frac{2,66\%}{100}\right)^{22}$$
$$Pf = 731 \text{ habitantes}$$

Donde:

$P_0$  = Población actual.

$i$  = Tasa de crecimiento poblacional en porcentaje.

$n$  = Período de diseño en años.

### **2.1.8. Factores de consumo y caudales**

Estos factores son utilizados para el cálculo de la línea de distribución de toda la red de abastecimiento de agua potable.

#### **2.1.8.1. Caudal medio diario**

Es el resultado de multiplicar las dotaciones de consumo diario por la población futura, dividido dentro de la cantidad de segundos que tiene un día igual a 86 400.

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

$$Q_m = \frac{90 * 731}{86\ 400}$$

$$Q_m = 0,76\ l/s$$

Donde:

$Dot$  = Dotación.

$P_f$  = Población futura.

#### **2.1.8.2. Caudal máximo diario**

Es el resultado de multiplicar el caudal medio diario por el factor máximo diario establecido por Infom, y para poblaciones futuras menores a 1 000

habitantes puede estar entre 1,2 y 1,5; mientras que, este debe ser igual a 1,2 para poblaciones futuras mayores a 1 000 habitantes. El factor máximo diario para el desarrollo del proyecto es igual a 1,2 debido a que la población futura es menor a 1 000 habitantes.

$$QMD = Qm * FMD$$

$$QMD = 0,76 * 1,2$$

$$QMD = 0,912 \text{ l/s}$$

Donde:

$Qm$  = Caudal medio diario.

$FMD$  = Factor máximo diario.

### **2.1.8.3. Caudal máximo horario**

El consumo del agua potable no es constante durante las diferentes horas del día, es por ello que Infom establece que los diseños de redes de distribución se deben realizar mediante el caudal máximo horario. Este caudal resulta de la multiplicación del caudal medio diario por un factor de hora máximo, este es igual a 2 para poblaciones futuras mayores a 1 000 habitantes y puede tomar un valor de 2 a 3, para poblaciones futuras menores a 1 000 habitantes. Debido a que la población futura del caserío El Hatillo es menor a 1 000 habitantes se seleccionó un factor máximo horario igual a 2, obteniendo el caudal máximo horario de la siguiente manera:

$$QMH = Qm * FMH$$

$$QMH = 0,76 * 2$$

$$QMH = 1,52 \text{ l/s}$$

Donde:

$Q_m$  = caudal medio diario.

$FMD$  = factor máximo horario.

#### **2.1.8.4. Caudal uso simultáneo**

Para el diseño de redes de distribución de agua potable abiertas Infom establece que se debe realizar la comparación entre los caudales máximo horario y de uso simultáneo; este último toma en cuenta un factor de uso simultáneo, y debe ser igual a 0,20 para conexiones prediales y de 0,15 para sistemas llena cántaros; así mismo el valor mínimo que puede tomar este caudal es de 0,20 l/s.

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

$$q = 0,20 * \sqrt{151 - 1}$$

$$q = 2,45 \text{ l/s}$$

Donde:

$k$  = factor de uso simultáneo

$n$  = número de viviendas futuras

#### **2.1.8.5. Caudal de diseño**

INFOM establece que para redes de distribución de agua potable abiertas es el valor máximo entre el caudal máximo horario y el caudal de uso simultáneo para cada uno de los ramales.

### 2.1.8.6. Caudal acumulado

Es la sumatoria de los caudales que la tubería debe transportar de acuerdo al consumo en cada uno de los nodos de la red de distribución de agua potable, y es de carácter importante para determinar el diámetro teórico de la tubería.

### 2.1.9. Análisis de la calidad del agua

Agua potable es aquella que cumple con las características físicas, químicas y microbiológicas, siendo apta para consumo humano. En Guatemala la norma que establece los parámetros para determinar si el agua es potable o no, es la COGUANOR NTG 29001 denominada agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones.

Para determinar si el agua que abastece al caserío El Hatillo es potable o no, se realizaron por parte del departamento de agua potable, los estudios físico, químico y microbiológico, obteniendo los resultados que se muestran a continuación.

Tabla VI. Resultados análisis físico

Análisis	Resultado	LMA	LMP	Cumple
Color	53,0 u	5,0 u	35,0 u	No
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Si
Turbiedad	15,0 NTU	5,0 NTU	15,0 NTU	Si
Conductividad eléctrica	287 $\mu$ S/cm	750 $\mu$ S/cm	1 500 $\mu$ S/cm	No
Potencial de hidrógeno	7,63	7,0-7,5	6,5-8,5	Si
Sólidos totales disueltos	257,0 mg/L	500,0 mg/L	1 000,0 mg/L	No

Fuente: departamento de agua potable, Municipalidad de Palencia.

Tabla VII. **Resultados análisis químico**

<b>Análisis</b>	<b>Resultado (mg/L)</b>	<b>LMA (mg/L)</b>	<b>LMP (mg/L)</b>	<b>Cumple</b>
<b>Cloro residual libre</b>	<b>Menor de 0,02</b>	0,5	1,0	No
<b>Cloruro (Cl)</b>	<b>6,0</b>	100,00	250,0	No
<b>Dureza Total (CaCO<sub>3</sub>)</b>	<b>268,4</b>	100,00	500,0	Si
<b>Sulfato (SO<sub>4</sub>)</b>	<b>31,0</b>	100,00	250,0	No
<b>Nitratos</b>	<b>18,2</b>	----	50,0	No
<b>Nitritos</b>	<b>0,33</b>	----	3,0	No
<b>Calcio (Ca)</b>	<b>69,0</b>	75,0	150,0	No
<b>Magnesio (Mg)</b>	<b>10,1</b>	50,0	100,0	No
<b>Manganeso total (Mn)</b>	<b>0,043</b>	0,1	0,4	No
<b>Hierro total (Fe)</b>	<b>0,06</b>	0,3	----	No

Fuente: departamento de agua potable, municipalidad de Palencia.

Tabla VIII. **Resultados análisis microbiológico**

<b>Análisis</b>	<b>Resultado</b>	<b>LMP</b>	<b>Cumple</b>
<b>Coliformes totales</b>	<b>No detectable/100 mL</b>	No detectable/100 mL	Si
<b>E. Coli</b>	<b>No detectable/100 mL</b>	No detectable/100 mL	Si

Fuente: departamento de agua potable, municipalidad de Palencia.

Los resultados de los análisis físico, químico y microbiológico según muestra tomada en la fuente de abastecimiento de agua, ubicada en la aldea Yerbabuena del municipio de Palencia, demuestran que el agua no es potable; y deberá ser tratada durante la conducción de la misma antes de llegar al tanque de distribución.

### 2.1.10. Fórmulas, coeficientes y diámetros de tubería

La fórmula utilizada como base para el diseño de la red de distribución fue la de pérdida de carga de la ERIS de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y se deriva de la ecuación de Hazen Williams.

$$Hf = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \phi_{int}^{4,87}}$$

Donde:

$Hf$  = pérdida de carga.

$L$  = longitud de la tubería.

$Q$  = caudal de diseño.

$C$  = coeficiente de rugosidad de Hasen y Williams.

$\phi_{int}$  = diámetro interno de la tubería.

El coeficiente de rugosidad es un índice que determina la resistencia que ejerce la tubería al paso del agua, el coeficiente de Hasen Williams para una tubería de PVC es igual a 150. Para determinar el diámetro teórico de la tubería, necesario para transportar el caudal de servicio, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\phi_{teo} = \left( \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * P_{estática}} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

Donde:

$\phi_{teo}$  = diámetro teórico de la tubería.

$L$  = longitud de la tubería.

$Q$  = caudal de diseño.

$C$  = coeficiente de rugosidad de Hasen y Williams.

*Pestática* = presión estática.

#### **2.1.11. Presiones y velocidades**

En una red de distribución de agua potable, el fluido presenta dos tipos de presión; la primera es la presión estática, que es la que se ejerce en la tubería cuando en el sistema no hay consumo, regularmente durante la noche. La segunda presión es la dinámica, esta se presenta en la tubería cuando la red de distribución presenta consumo de agua potable.

La norma del INFOM establece que la presión de servicio en cada nodo de la red no debe ser menor a 10 mca y no debe exceder los 60 mca; esto para garantizar el óptimo abastecimiento a cada una de las viviendas de la red y evitar la sobre presión en la tubería del sistema.

Por otra parte, la velocidad del agua en las tuberías, permitida por la norma de INFOM, no debe ser menor a 0,60 m/s; así mismo, no debe ser mayor a 3,00 m/s.

#### **2.1.12. Infraestructura existente**

Actualmente, la comunidad del caserío el Hatillo cuenta con algunos elementos de un sistema de agua potable diseñados y ejecutados, restando únicamente el diseño y ejecución de la red de distribución de agua potable.

La obra de captación se encuentra en un manantial ubicado en la aldea Yerbabuena, desde donde se conduce mediante tubería de PVC hasta el tanque de distribución.

La infraestructura del tanque de distribución es de concreto armado y se encuentra ubicado en la parte más alta del caserío el Hatillo, este tiene un volumen de almacenamiento de 75 m<sup>3</sup>, capaz de abastecer al sistema de distribución. Así mismo, se encuentra la cámara de desinfección del agua potable, esta actúa mediante un proceso de cloración por pastilla.

### **2.1.13. Diseño hidráulico del sistema**

Debido a la topografía presentada en el caserío el Hatillo, el diseño de la red de distribución es de tipo abierta, compuesta por una longitud total de tubería de 4 020 metros lineales; abasteciendo en la actualidad a 82 viviendas con conexiones prediales y con la capacidad de llegar a 147 conexiones futuras.

#### **2.1.13.1. Red de distribución**

Para demostrar el diseño hidráulico realizado en la red de distribución de agua potable, se tomará como ejemplo el tramo de la estación E-47 a la E-49.

- Datos

Distancia horizontal = 149,85 m

Cota terreno E-47 = 219,828 m

Cota terreno E-49 = 206,631 m

Viviendas actuales en el tramo = 8 viviendas

Densidad de población = 5 habitantes/vivienda

Dotación = 90 litros/habitante/día

La población inicial se determinó multiplicando las viviendas actuales por la densidad de vivienda del caserío.

$$P_o = 8 \text{ viviendas} * 5 \text{ habitantes/vivienda}$$

$$P_o = 40 \text{ habitantes}$$

Seguidamente se calculó la población futura, utilizando la fórmula del crecimiento poblacional geométrico.

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

Donde:

$P_f$  = población futura

$P_o$  = población inicial

$i$  = tasa de crecimiento poblacional

$n$  = período de diseño

$$P_f = 40 \text{ habitantes} * \left(1 + \frac{2,66 \%}{100}\right)^{22}$$

$$P_f = 72 \text{ habitantes}$$

El caudal medio diario es el resultado de multiplicar la dotación por la población futura, dividida dentro de los segundos que tiene un día igual a 86 400 segundos.

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

Donde:

$Q_m$  = caudal medio diario

$P_f$  = población futura

$Dot$  = dotación

$$Q_m = \frac{90 \text{ l/hab/día} * 72 \text{ habitantes}}{86\,400 \text{ s}}$$

$$Q_m = 0,075 \text{ l/s}$$

El consumo del agua varía considerablemente durante las diferentes horas de un día, por ejemplo, la demanda del caudal será mínima a la media noche, pero será máxima durante las horas de la mañana; es por ello que Infom establece el factor máximo horario que toma en consideración esta situación.

Dicho factor es igual a 2 para poblaciones mayores a 1 000 habitantes y puede tomar un valor de 2 a 3 para poblaciones menores a 1 000 habitantes, este se utiliza para poder determinar el caudal máximo horario.

$$Q_{MH} = FMH * Q_m$$

Donde:

$Q_{MH}$  = caudal máximo horario

$FMH$  = factor máximo horario

$Q_m$  = caudal medio

$$Q_{MH} = 2 * 0,075 \text{ l/s}$$

$$Q_{MH} = 0,15 \text{ l/s}$$

La normativa de Infom establece que las redes de distribución se deben diseñar utilizando como base el caudal máximo horario, sin embargo, para las redes abiertas, es necesario realizar la comparación entre el caudal de máximo horario y el caudal de uso simultáneo.

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

Donde:

$q$  = caudal de uso simultáneo

$n$  = número de conexiones futuras

$k$  = coeficiente igual 0,20 para conexiones prediales y 0,15 para llena cantaros

$$q = 0,20 * \sqrt{15 - 1}$$

$$q = 0,75 \text{ l/s}$$

Por lo tanto, el caudal de diseño para este tramo es de 0,75 l/s debido a que es el máximo entre el caudal máximo horario y el caudal de uso simultáneo.

Para determinar el diámetro teórico de la tubería es necesario calcular el caudal acumulado, es decir, el caudal que ésta debe transportar. Dicho caudal se obtiene sumando el caudal de diseño del tramo actual con los caudales de diseño de los tramos posteriores.

$$Q_{\text{acumulado E47 a E49}} = (Q_{\text{diseño E47 a E49}}) + (Q_{\text{diseño E49 a E49 - 2}})$$

$$Q_{\text{acumulado E47 a E49}} = 0,75 \text{ l/s} + 0,35 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{acumulado E47 a E49}} = 1,10 \text{ l/s}$$

La presión estática es la diferencia de altura en el tramo.

$$P_{\text{estática}} = \text{cota del terreno inicial} - \text{cota del terreno final}$$

$$P_{\text{estática}} = 219,828 \text{ m} - 206,631 \text{ m}$$

$$P_{\text{estática}} = 13,197 \text{ m}$$

A continuación, se procede a realizar el cálculo del diámetro teórico.

$$\phi_{teo} = \left( \frac{1\,743,811 * (149,85 \text{ m} * 1,05) * (1,10 \text{ l/s})^{1,85}}{150^{1,85} * 13,197 \text{ m}} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$\phi_{teo} = 1,19 \text{ pulgadas}$$

Con el dato del diámetro teórico se obtiene el diámetro real interno mediante las tablas de los fabricantes de tubería. El diámetro real interno sirve para determinar la pérdida de carga en la tubería del tramo en cuestión.

$$Hf = \frac{1\,743,811 * (149,85 \text{ m} * 1,05) * (1,10 \text{ l/s})^{1,85}}{150^{1,85} * 1,195^{4,87}}$$

$$Hf = 12,95 \text{ m}$$

La cota piezométrica inicial del tramo en cuestión es igual a la cota piezométrica final del tramo anterior, la única excepción se presenta en el inicio del ramal, en el cual la cota piezométrica inicial es igual a la cota del terreno.

$$\text{Primera } C_{pz \text{ inicial}} = \text{cota del terreno inicial}$$

$$C_{pz \text{ inicial}} = \text{cota piezométrica final del tramo anterior}$$

$$C_{pz \text{ inicial}} = \text{cota piezométrica final del tramo E0 a E47} = 276,91 \text{ m}$$

$$C_{pz \text{ inicial}} = 276,91 \text{ m}$$

Determinación de la cota piezométrica final.

$$C_{pz \text{ final}} = \text{cota piezométrica inicial} - Hf$$

$$C_{pz \text{ final}} = 276,91 \text{ m} - 12,95 \text{ m}$$

$$C_{pz \text{ final}} = 263,96 \text{ m}$$

La presión dinámica se obtiene restando la cota de terreno final y la cota piezométrica final del tramo en análisis, y debe estar dentro del rango de 10-60 mca.

$$\textit{Presión dinámica} = \textit{cota de terreno final} - \textit{cota piezométrica final}$$

$$\textit{Presión dinámica} = 206,631 \textit{ m} - 263,96 \textit{ m}$$

$$\textit{Presión dinámica} = 57,33 \textit{ mca}$$

El resultado de la presión dinámica para el tramo E-47 a E-49 es de 57,33 mca, y si cumple con la normativa de INFOM.

El último cálculo a realizar para el tramo E-47 a E-49 es el de la velocidad del fluido, y debe cumplir con el rango establecido por INFOM de 0,60 – 3,00 m/s.

$$v = 1,974 * \frac{Qacu}{\phi_{int}^2}$$

Donde:

$v$  = velocidad en m/s

$Qacu$  = caudal acumulado en l/s

$\phi_{int}$  = diámetro interno en pulgadas

$$v = 1,974 * \frac{1,10}{1,195^2}$$

$$v = 1,52 \textit{ m/s}$$

El resultado de la velocidad para el tramo E-47 a E-49 es de 1,52 m/s, por lo que si cumple con la normativa de INFOM.

Tabla IX. Red de distribución caserío el Hatillo

Tramo	Cotas terreno		DH (m)	Población		Caudal de diseño (l/s)	Caudal acumulado (l/s)	Presión estática (mca)	Diámetro real interno (")	Pérdida (m)	Cpz		Pdin (mca)	Velocidad (m/s)	
	Est.	Po.		Inicial (m)	final (m)						Actual	Futura			Inicial (m)
<b>RAMAL 1</b>															
E-0	E-47	300	219,828	848,8	115	205	1,26	2,91	80	2,19	23,09	300	276,91	57,08	1,19
E-47	E-47-1	219,828	192,44	134	5	9	0,2	0,2	27,39	0,54	24,77	276,91	252,14	59,7	1,38
E-47	E-47-2	219,828	236,438	126	10	18	0,35	0,35	-16,61	0,926	4,45	276,91	272,46	36,02	0,8
E-47	E-49	219,828	206,631	149,9	40	72	0,75	1,1	13,197	1,195	12,95	276,91	263,96	57,33	1,52
E-49	E-49-2	206,631	199,731	98	10	18	0,35	0,35	6,9	0,926	3,46	263,96	260,5	60	0,8
<b>RAMAL 2</b>															
E-0	E-6	300	255,362	363,4	75	134	1,02	4,22	45	2,19	19,69	300	280,31	24,95	1,73
E-6	E-52	255,362	227,282	204	15	27	0,45	0,45	28,08	1,195	3,34	280,31	276,98	49,69	0,62
E-6	E-12	255,362	201,731	397,2	35	63	0,69	2,76	53,631	1,754	29,01	280,31	251,3	49,57	1,77
E-12	E-16	201,731	199,356	150,3	45	81	0,8	0,8	2,375	1,195	7,21	251,3	244,09	44,74	1,11
E-12	E-27	201,731	106,076	922,8	30	54	0,63	1,26	95,655	1,195	103,29	251,3	148,01	41,94	1,75
<b>CAJA ROMPE PRESIÓN</b>															
E-27	E-35	106,076	52,14	435	30	54	0,63	0,63	53,936	1,195	13,51	105,58	92,07	39,93	0,87

Fuente: elaboración propia.

#### **2.1.13.2. Sistema de desinfección**

Actualmente, el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío el Hatillo, cuenta con un hipoclorador como sistema de desinfección, este se encuentra ubicado en el ingreso del tanque de distribución para garantizar la potabilización del agua.

#### **2.1.13.3. Obras de arte**

Una obra de arte es una infraestructura complementaria a la red de distribución de agua potable, que se ejecuta con la necesidad de garantizar el óptimo funcionamiento de la misma. Dentro del proyecto se contempla la construcción de una caja rompe presión y diez cajas para protección de las válvulas, estas se construirán de concreto ciclópeo.

#### **2.1.13.4. Válvulas**

Las válvulas de compuerta para paso se utilizan en las redes de distribución de agua potable para sectorizar el servicio cuando el caudal proporcionado por la fuente no es capaz de abastecer a toda la población al mismo tiempo. Así mismo, también se instalan con el objeto de suspender el servicio por sectores en reparaciones futuras a la red.

Para el diseño de la red de distribución de agua potable del caserío el Hatillo fue necesario colocar cuatro válvulas de compuerta para paso, tomando los criterios mencionados anteriormente.

Por otra parte, las válvulas de compuerta para limpieza, como su nombre lo indica, sirven para darle mantenimiento a la red de distribución de agua potable, debido a que con el paso del tiempo se acumulan sedimentos en la tubería.

Para el proyecto en cuestión, fue necesario el diseño de seis válvulas de compuerta para limpieza, colocándolas en los puntos finales de los diferentes ramales que componen la red de distribución.

### 2.1.13.5. Conexiones domiciliarias

Una conexión domiciliar, es la acometida de agua potable que se instala desde la tubería principal de la red de distribución hasta la vivienda a la que se le prestará el servicio. El proyecto para el caserío el Hatillo tiene la capacidad para abastecer 82 conexiones domiciliarias actuales y 147 conexiones futuras.

### 2.1.14. Elaboración de planos

Luego de obtener los resultados del diseño de la red de distribución de agua potable para el caserío el Hatillo, se procedió a la elaboración del juego de planos.

Tabla X. Planos elaborados

Descripción	Plano
Planta general topográfica	1/8
Planta general red de distribución	2/8
Planta perfil E-0 a E-47	3/8
Planta perfil E-0 a E-6, E-6 a E-52, E-47 a E-47 1, E-47 a E-47 2	4/8
Planta perfil E-47 a E-49, E-49 a E-49 2, E-8 a E-12, E-12 a E-16	5/8
Planta perfil E-12 a E-27, E-27 a E-35	6/8
Detalles típicos (cajas, válvulas y conexiones domiciliarias)	7/8
Detalles típicos (caja rompe presión)	8/8

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.15. Presupuesto del proyecto

El costo total de la ejecución del proyecto de la red de distribución de agua potable es de Q675 170,06. Para el desarrollo de los costos de los materiales se utilizó como base los precios que se manejan en el área del municipio de Palencia.

Para determinar el costo de la mano de obra calificada y no calificada, así como, los factores de herramienta, indirectos, maquinaria y equipo, se utilizaron los datos y criterios aplicados por la municipalidad de Palencia.

Tabla XI. Cuadro de renglones finales

REGLONES					
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDA D	CANTIDA D	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>1,00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1,01	Replanteo topográfico	ml	4 020,90	Q21,51	Q86 489,55
<b>2,00</b>	<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</b>				
2,01	Línea de distribución de agua potable con tubería PVC de 2" de 160 PSI	ml	1 272,79	Q135,69	Q172 704,74
2,02	Línea de distribución de agua potable con tubería PVC de 1 1/2" de 160 PSI	ml	417,10	Q120,22	Q50 144,00
2,03	Línea de distribución de agua potable con tubería PVC de 1" de 160 PSI	ml	1 955,11	Q99,07	Q193 692,59
2,04	Línea de distribución de agua potable con tubería PVC de 3/4" de 250 PSI	ml	235,20	Q86,84	Q20 424,77
2,05	Línea de distribución de agua potable con tubería PVC de 1/2" de 315 PSI	ml	140,70	Q76,75	Q10 798,73

Continuación de la tabla XI.

<b>3,00</b>	<b>OBRAS Y TRABAJOS COMPLEMENTARIOS</b>				
3,01	Válvula de compuerta de 11/2" con caja de protección para línea de distribución	Unidad	1,00	Q4 562,00	Q4 562,00
3,02	Válvula de compuerta de 1" con caja de protección para línea de distribución	Unidad	3,00	Q4 335,20	Q13 005,60
3,03	Válvula de limpieza de 1" con caja de protección para línea de distribución	Unidad	3,00	Q4 681,70	Q14 045,10
3,04	Válvula de limpieza de 3/4" con caja de protección para línea de distribución	Unidad	2,00	Q4 355,51	Q8 711,02
3,05	Válvula de limpieza de 1/2" con caja de protección para línea de distribución	Unidad	1,00	Q4 370,20	Q4 370,20
3,06	Conexiones domiciliarias (incluye chorro)	Unidad	82,00	Q1 030,08	Q84 466,56
3,07	Caja rompe-presión de 1,50 x 1,50 x 1,50 m concreto ciclópeo	Unidad	1,00	Q11 755,21	Q11 755,21
<b>TOTAL</b>					<b>Q675 170,06</b>

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.16. Cronogramas**

A continuación, se muestra el cronograma físico, y físico financiero que servirán como base para la ejecución del proyecto de abastecimiento de agua potable.

Tabla XII. Cronograma físico

CUADRO RENGLONES FINALES		MESES					
No.	DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5	6
<b>1,00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>						
1,01	Replanteo topográfico	■					
<b>2,00</b>	<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</b>						
2,01	Línea de distribución de agua potable con tubería PVC de 2" de 160 PSI	■	■				
2,02	Línea de distribución de agua potable con tubería PVC de 1 1/2" de 160 PSI		■				
2,03	Línea de distribución de agua potable con tubería PVC de 1" de 160 PSI		■	■	■		
2,04	Línea de distribución de agua potable con tubería PVC de 3/4" de 250 PSI				■		
2,05	Línea de distribución de agua potable con tubería PVC de 1/2" de 315 PSI				■		
<b>3,00</b>	<b>OBRAS Y TRABAJOS COMPLEMENTARIOS</b>						
3,01	Válvula de compuerta de 1 1/2" con caja de protección para línea de distribución				■		
3,02	Válvula de compuerta de 1" con caja de protección para línea de distribución					■	
3,03	Válvula de limpieza de 1" con caja de protección para línea de distribución					■	
3,04	Válvula de limpieza de 3/4" con caja de protección para línea de distribución					■	
3,05	Válvula de limpieza de 1/2" con caja de protección para línea de distribución					■	
3,06	Conexiones domiciliarias (incluye chorro)			■	■	■	■
3,07	Caja rompe-presión de 1,50 x 1,50 x 1,50 m concreto ciclópeo						■

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Cronograma físico-financiero

CUADRO RENGLONES FINALES		MESES					
No.	DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5	6
<b>1,00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>						
1,01	Replanteo topográfico	Q86 489,55					
<b>2,00</b>	<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</b>						
2,01	Línea de distribución de agua potable con tubería PVC de 2" de 160 PSI	Q86 352,37	Q86 352,37				
2,02	Línea de distribución de agua potable con tubería PVC de 1 1/2" de 160 PSI		Q50 144,00				
2,03	Línea de distribución de agua potable con tubería PVC de 1" de 160 PSI		Q64 564,20	Q64 564,20	Q64 564,20		
2,04	Línea de distribución de agua potable con tubería PVC de 3/4" de 250 PSI				Q20 424,77		
2,05	Línea de distribución de agua potable con tubería PVC de 1/2" de 315 PSI				Q10 798,73		
<b>3,00</b>	<b>OBRAS Y TRABAJOS COMPLEMENTARIOS</b>						
3,01	Válvula de compuerta de 1 1/2" con caja de protección para línea de distribución				Q4 562,00		
3,02	Válvula de compuerta de 1" con caja de protección para línea de distribución					Q13 005,60	
3,03	Válvula de limpieza de 1" con caja de protección para línea de distribución					Q14 045,10	
3,04	Válvula de limpieza de 3/4" con caja de protección para línea de distribución					Q8 711,02	
3,05	Válvula de limpieza de 1/2" con caja de protección para línea de distribución					Q4 370,20	
3,06	Conexiones domiciliarias (incluye chorro)			Q21 116,64	Q21 116,64	Q21 116,64	Q21 116,64
3,07	Caja rompe-presión de 1,50 x 1,50 x 1,50 m concreto ciclópeo						Q11 755,21

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.17. Estudio de impacto ambiental inicial

La siguiente tabla muestra el estudio de impacto ambiental inicial que deberá presentar la municipalidad de Palencia para el proyecto de abastecimiento de agua potable.

Tabla XIV. Formato del estudio del impacto ambiental

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p><b>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y <b>debe</b> ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera.</li> <li>• Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información.</li> <li>• La información <b>debe</b> ser completada, utilizando letra de <b>molde legible</b> o a máquina de escribir.</li> <li>• Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: <a href="mailto:vunica@marn.gob.gt">vunica@marn.gob.gt</a></li> <li>• Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera).</li> <li>• Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN.</li> </ul>	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
<b>I. INFORMACION LEGAL</b>	
<p><b>I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad:</b> Diseño de red de distribución de agua potable para caserío El Hatillo, aldea Sansur municipio de Palencia, departamento de Guatemala.</p>	
<p><b>1.1.1 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento</b></p> <p>El proyecto consiste en la construcción de la red de distribución de agua potable para el caserío El Hatillo, aldea Sansur, municipio de Palencia. Dicho proyecto tiene una longitud estimada de 4,04 km y pretende beneficiar a 82 familias de manera directa.</p>	
<p><b>I.2. Información legal:</b></p> <p><b>A) Nombre del Proponente o Representante Legal:</b> <u>Guadalupe Alberto Reyes Aguilar</u></p> <p><b>B) De la empresa:</b> <b>Nombre Comercial:</b> <u>Municipalidad de Palencia</u></p> <p><b>Número de Identificación Tributaria (NIT):</b> <u>5613019</u></p>	
<p><b>I.3 Teléfono:</b> 6644 6800 <b>Correo electrónico:</b> <a href="mailto:uip@municipalencia.gob.gt">uip@municipalencia.gob.gt</a></p>	

Continuación de la tabla XIV.

<b>I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:</b> Caserío El Hatillo, aldea Sansur, municipio de Palencia, departamento de Guatemala.		
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas		
<b>Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84)</b>	<b>Coordenadas Geográficas</b>	<b>Datum</b>
786827,721899401 m Oeste	90° 21' 47,01" Oeste	
1623050,10986276 m Norte	14° 39' 56,85" Norte	
<b>I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)</b> Cantón Pueblo Nuevo 0-93 Palencia		
<b>I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo</b>		
<b>II. INFORMACION GENERAL</b>		
Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:		
Etapa de:		
<b>II.1 Etapa de Construcción</b>	<b>II.2 Etapa de Operación</b>	<b>II.3 Etapa de abandono</b>
<b>1. Actividades a realizar</b> a. Replanteo topográfico. b. Trazo y estaqueado. c. Excavación. d. Colocación de tubería. e. Pruebas hidráulicas. f. Relleno estructural. g. Relleno. h. Construcción de obras complementarias. i. Acarreo de material sobrante. j. Limpieza final. <b>2. Insumos necesarios</b> a. Tubería de PVC. b. Arena. c. Piedrín. d. Cemento. e. Diésel. f. Madera. g. Herramientas. h. Acero. <b>3. Maquinaria</b> a. Retroexcavadora b. Camión de volteo <b>4. Vehículos</b> a. Pick up <b>5. Equipo</b> a. Vibro compactadora	En ésta etapa no se realizará ninguna actividad constructiva.	<b>1. Actividades a realizar</b> a. Recolección de herramientas. b. Retiro de maquinaria y equipo del lugar.

Continuación de la tabla XIV.

<b>II.3 Área</b>							
a)		Área total de terreno en metros cuadrados: <u>16,160,00</u>					
b)		Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: <u>4,040,00</u>					
c)		Área total de construcción en metros cuadrados: <u>4,040,00</u>					
<b>II.4 Actividades colindantes al proyecto:</b>							
NORTE <u>Municipio San Antonio La Paz</u>				SUR <u>Caserío El Morrito</u>			
ESTE <u>Aldea Agua Caliente</u>				OESTE <u>Aldea Sansur</u>			
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, entre otros):							
DESCRIPCION		DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)			DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO		
Viviendas		Norte			Contiguo		
Viviendas		Sur			Contiguo		
Viviendas, centro educativo, centro de salud		Este			Contiguo		
Viviendas, barranco y río		Oeste			Contiguo		
<b>II.5 Dirección del viento:</b>							
<b>II.7 Datos laborales</b>							
a) Jornada de trabajo:		Diurna (X)		Nocturna ( )		Mixta ( )	
b) Número de empleados por jornada		<u>30</u>		Total empleados		<u>31</u>	
d)		otros datos laborales, especifique					
<b>II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...</b>							
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público						
	Pozo						
	Agua especial	X	100 galones al mes	Propia	Fundición de obras de concreto	Nacimiento de agua propio	Tanque de distribución 75 m <sup>3</sup>
	Superficial						
Combustible	Otro						
	Gasolina	X	50 galones al mes	Gasolinera de Palencia	Para uso del pick up y vibro compactadora		Depósito de 5 galones
	Diésel	X	60 galones al mes	Gasolinera de Palencia	Para uso de la retroexcavadora y camión		Depósito de 5 galones
	Bunker						
	Glp						
Lubricantes	Otro						
	Solubles						
Refrigerantes	No solubles						
NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia							

Continuación de la tabla XIV.

III. TRANSPORTE	
III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:	
a)	Número de vehículos <u>1</u>
b)	Tipo _____ de _____ vehículo _____ <u>Pick up</u>
c)	_____ sitio para estacionamiento y área que ocupa <u>Área de escuela, caserío El Hatillo, 4,50 metros cuadrados</u>
IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD	

#### IV. 1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

No	Aspecto Ambiental	impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, entre otros).	Generación de partículas de polvo, durante la ejecución del proyecto.	En toda el área donde se desarrollará el proyecto.	No aplican medidas de mitigación.
		Ruido			
		Vibraciones			
		Olores			
2	Agua	Abastecimiento de agua			
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad:		
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad:	Descarga:	
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad:	Descarga:	
		Agua de lluvia	Captación	Descarga:	

Continuación de la tabla XIV.

3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad:		
		Desechos Peligrosos (con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad:	Disposición	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)			
		Modificación del relieve o topografía del área			
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)			
		Fauna (animales)			
		Ecosistema			
5	Visual	Modificación del paisaje			
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos			
7	Otros				

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

<p><b>V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA</b></p> <p><b>CONSUMO</b></p> <p>V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____</p> <p>V. 2 Forma de suministro de energía</p> <p>a) Sistema público _____</p> <p>b) Sistema privado _____</p> <p>c) generación propia _____</p> <p>V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?  SI _____ NO _____</p> <p>V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?</p>
--

Continuación de la tabla XIV.

<b>VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</b>	
<b>VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:</b>	
<p>a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p>	
Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:	
<b>VI.2 ¿En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?</b>	
<p>a) inundación ( )                      b) explosión ( )                      c) deslizamientos ( )</p> <p>d) derrame de combustible ( )      e) fuga de combustible ( )      d) Incendio ( )      e) Otro ( )</p>	
¿Detalle la información explicando el por qué?	
_____	
<b>VI.3 riesgos ocupacionales:</b>	
<p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p>	
Ampliar información:	
Debido a que la profundidad de la zanja no sobrepasa los 0,80 m, estos trabajos no provocan ningún riesgo para los trabajadores.	
<b>VI.4 Equipo de protección personal</b>	
VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ( )	
VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Casco y chalecos reflectivos.	
VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?	

Fuente: oficina de Medio Ambiente, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

## **2.2. Diseño del sistema de alcantarillado pluvial para la colonia San Mauricio, aldea Azacualpilla, municipio de Palencia**

A continuación, se detalla toda la información referente al proyecto del sistema de alcantarillado pluvial.

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

El proyecto consiste en el diseño y planificación del sistema de alcantarillado pluvial para la colonia San Mauricio, aldea Azacualpilla, municipio de Palencia. Dicho proyecto cuenta con una longitud estimada de tubería de 4,65 km y 159 pozos de visita en total.

### **2.2.2. Levantamiento topográfico**

El tipo de levantamiento y equipo topográfico utilizado en el proyecto es el mismo que para el de agua potable. Sin embargo, los criterios usados en la planimetría son distintos debido a la ubicación preliminar en campo de los pozos de visita.

#### **2.2.2.1. Planimetría**

La planimetría tiene como objetivo determinar las distancias horizontales del trayecto donde se desarrollará el proyecto, así mismo, proporciona la posible ubicación de los pozos de visita, utilizando los criterios proporcionados por la normativa de Infom para el diseño de alcantarillados sanitarios.

### **2.2.2.2. Altimetría**

La altimetría proporciona la diferencia de niveles que existe entre un punto inicial y final en una calle, en los que se pretende ejecutar un pozo de visita, tomando un punto como referencia. El cálculo de las cotas de terreno se realizó mediante el método taquimétrico, tomando como referencia una cota inicial de 100 m.

### **2.2.3. Especificaciones del sistema a utilizar**

Los sistemas de alcantarillados pluviales tienen la función de recolectar únicamente las aguas de lluvia, es decir que no se encuentran diseñados para transportar las aguas servidas de las viviendas. Para determinar el caudal que transporta el sistema de alcantarillado pluvial de la colonia San Mauricio, se hizo uso del método racional, para el cual es necesario determinar el coeficiente de escorrentía, la intensidad de lluvia y el área tributaria al sistema.

El sistema contará con rejillas transversales, que tienen la función de recolectar el agua de lluvia y transportarla directamente a los pozos de visita.

#### **2.2.3.1. Normas de diseño**

Debido a que en Guatemala no se cuenta con una normativa específica para el diseño de sistemas de alcantarillado pluvial, se hizo uso de los criterios de las normas generales para el diseño de alcantarillados del Infom; la cual establece la normativa para alcantarillados sanitarios. Así mismo, se tomó como referencia el reglamento para diseño y construcción de drenajes de EMPAGUA, este establece los parámetros que deben cumplir los sistemas de alcantarillados pluviales y sanitarios dentro de la ciudad capital. Por último, se aplicaron otros

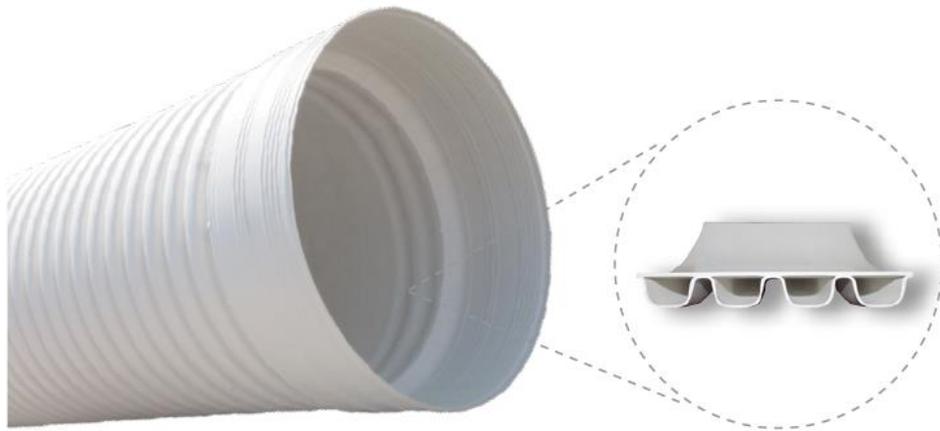
critérios, dado a las especificaciones proporcionadas por el fabricante de las tuberías a utilizar.

### 2.2.3.2. Tuberías

Las tuberías tienen como principal objetivo en un sistema de alcantarillado pluvial, la conducción de las aguas de lluvia de un pozo de visita a otro, hasta llegar al punto de desfogue. La tubería a utilizar en el proyecto para la colonia San Mauricio es de PVC, y debe cumplir con las especificaciones contenidas en las normas establecidas, para tuberías de diámetros de 10"-15" PVC ASTM F-949 y de 18"-42" PVC AASHTO M-304.

La tubería que cumple con los requerimientos necesarios para el desarrollo del sistema de alcantarillado pluvial de la colonia San Mauricio, es la NOVAFORT, fabricada y distribuida acá en Guatemala por la empresa AMANCO WAVIN.

Figura 4. **Tubería NOVAFORT**



Fuente: AMANCO WAVIN. *Manual de diseño NOVAFORT*. p. 8.

### **2.2.3.3. Diámetro mínimo**

Las normas generales para el diseño de alcantarillados del Infom, establecen que el diámetro mínimo a utilizar en un drenaje sanitario debe ser de 8" para tubos de concreto o de 6" para tubos de PVC, esto para la tubería central. Por otro lado, el reglamento para diseño y construcción de drenajes de EMPAGUA, menciona que el diámetro mínimo a utilizar en los ramales principales de un drenaje de tormenta debe ser de 0,40 m equivalente a un tubo de PVC de 15".

El diámetro mínimo utilizado en la municipalidad de Palencia para sistemas de alcantarillado pluvial es de 10" para tubería de PVC, y este ha sido seleccionado como diámetro mínimo para los ramales principales del proyecto de la colonia San Mauricio.

### **2.2.3.4. Velocidades mínimas y máximas**

La normativa de Infom establece que la velocidad mínima del caudal de diseño debe ser de 0,60 m/s y la velocidad máxima no mayor a 2,50 m/s. Mientras que, el reglamento de EMPAGUA sugiere que la velocidad mínima a sección llena no debe ser menor de 0,75 m/s y la velocidad máxima no mayor a 3,00 m/s. Por otra parte, el manual de diseño de la tubería NOVAFORT de AMANCO WAVIN recomienda que la velocidad mínima en el sistema de alcantarillado no sea menor a 0,60 m/s y la velocidad máxima no sobrepase los 5,00 m/s.

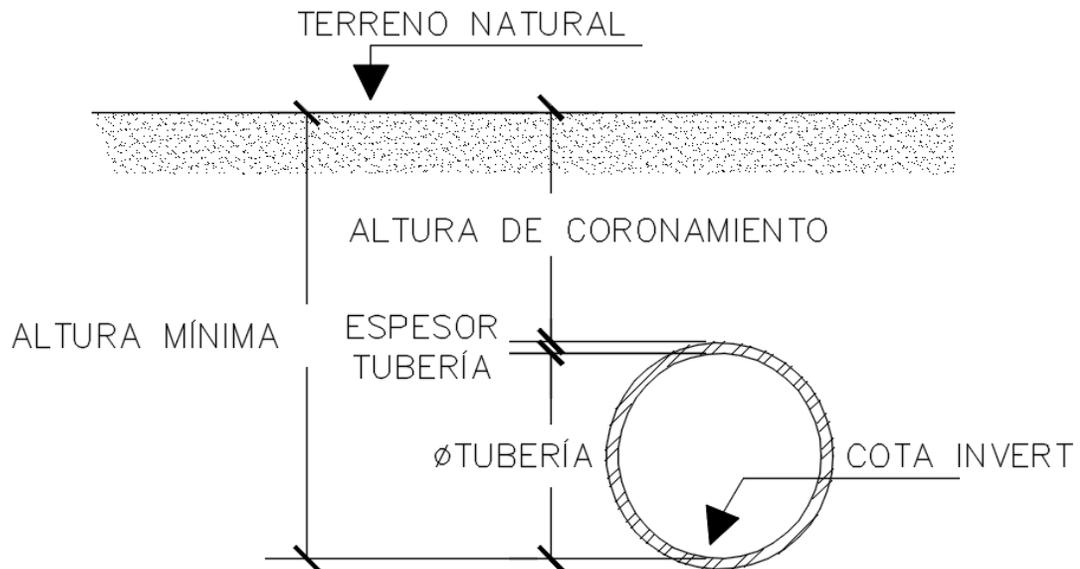
Para evitar que los pozos de visita del proyecto tiendan a ser muy profundos y que esto provoque el alza del presupuesto, se definen los parámetros de velocidades mínimas y máximas proporcionadas por el fabricante de la tubería NOVAFORT, siendo la mínima de 0,60 m/s y la máxima de 5,00 m/s.

### 2.2.3.5. Profundidad de las tuberías

Según la norma de Infom la altura mínima de coronamiento de la tubería debe ser de 1,00 m tomando como referencia la cota del terreno natural. Esta profundidad garantiza la protección de la tubería para evitar rupturas por la carga del tránsito vehicular.

La profundidad mínima de coronamiento recomendada por el fabricante es de 0,90 metros, sin embargo, para el desarrollo del proyecto se hará uso del criterio de la normativa Infom.

Figura 5. Profundidad de tubería



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD CIVIL 3D 2020.

### **2.2.3.6. Diámetro de tuberías**

El diámetro inicial a utilizar durante el diseño del sistema de alcantarillado pluvial es el diámetro mínimo, y corresponde a 10". El diámetro de la tubería irá incrementando conforme sea necesario para transportar el caudal de diseño, utilizando los diámetros nominales proporcionados por el fabricante de la tubería NOVAFORT.

### **2.2.3.7. Pozos de visita**

Son estructuras verticales de un sistema de alcantarillado, que sirven para darle mantenimiento a las tuberías principales que conducen el caudal de diseño, y deben ser ubicados en las siguientes circunstancias:

- En los cambios de diámetro de los colectores principales.
- En los cambios de pendientes del terreno, con el fin de evitar profundizar demasiado la tubería.
- En cambios de dirección de la tubería.
- En lugares donde se intersectan las tuberías.
- En los extremos superiores de los ramales principales, es decir, en el inicio de un ramal.
- En cambios de materiales de las tuberías.
- A una distancia máxima de 100 m, para tuberías de diámetros hasta 24".
- A una distancia máxima de 300 m, para tuberías de diámetros mayores a 24".

### **2.2.3.8. Profundidad de pozos de visita**

La profundidad mínima de un pozo de visita se determina de acuerdo a la altura mínima, y es el resultado de la suma de la altura de coronamiento, el espesor de tubería y el diámetro de la tubería. Por otra parte, la profundidad máxima es criterio del diseñador, pero cabe destacar que se debe tomar en cuenta el tipo de suelo del lugar donde se desarrollara el proyecto.

El tipo de suelo existente en la colonia San Mauricio es rocoso, y se dificulta el trabajo de excavación, por ello se pretende trabajar con una profundidad máxima de pozo de visita de 4,40 metros, colocando pozos de visita intermedios donde sea necesario para cumplir este parámetro.

La altura de los pozos de visita se determina de la siguiente manera:

$$H_{\text{pozo}} = CT - Cis$$

Donde:

$H_{\text{pozo}}$  = altura de pozos de visita en metros

$CT$  = cota del terreno en metros

$Cis$  = cota Invert de salida en metros

### **2.2.3.9. Tragantes**

Un tragante es una estructura que se ubica en una calle estratégicamente para recolectar aguas pluviales y transportarlas mediante una tubería al colector principal. Existen diferentes tipos de colectores, siendo los más comunes la rejilla en cuneta, la rejilla transversal y ventana o acera.

Debido a la topografía irregular presentada en la colonia San Mauricio de la aldea Azacualpilla, el tipo de tragante a utilizar es el de rejilla transversal o de calzada. Este tipo de tragante está compuesto por una caja transversal a la calle, cubierta por una rejilla y posee una gran capacidad de captación de aguas pluviales debido a que se instala en la totalidad del ancho de la calle.

#### **2.2.4. Método racional**

Es el método más utilizado para la determinación del caudal de diseño para un sistema de alcantarillado pluvial. Se calcula tomando en cuenta tres parámetros; primero, determinar el coeficiente de escorrentía promedio de acuerdo al uso del terreno; segundo, el área que tributara con lluvia al punto en análisis y tercero, la intensidad de lluvia obtenida de las fórmulas proporcionadas por el Insivumeh de acuerdo a la estación meteorológica más cercana al proyecto.

##### **2.2.4.1. Caudal de diseño**

Se determina mediante la aplicación del método racional, haciendo uso de la fórmula siguiente:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

$Q$  = caudal de diseño en  $m^3/s$

$C$  = coeficiente de escorrentía promedio

$I$  = intensidad de lluvia en  $mm/hr$

$A$  = área tributaria en Hectáreas

### 2.2.4.1.1. Coeficiente de escorrentía

Es el promedio que representa la lámina de agua que corre sobre una superficie, después de presentarse el proceso de infiltración y evaporación, tomando en cuenta el uso del suelo. Entre más alto sea el porcentaje de evaporación e infiltración menor será el valor del coeficiente de escorrentía.

Los coeficientes de escorrentía que se utilizaron en el diseño del proyecto para la colonia San Mauricio, fueron en base a los diferentes tipos de suelo que se presentan en el lugar, y se dan a conocer en la siguiente tabla.

Tabla XV. **Coeficientes de escorrentía**

<b>Uso de suelo</b>	<b>Coeficiente de escorrentía</b>
Techos	0,90
Lotes desocupados	0,30
Parques	0,25
Áreas verdes	0,25

Fuente: elaboración propia.

El resultado del coeficiente de escorrentía promedio para el proyecto de la colonia San Mauricio es de 0,75 y se calculó haciendo uso de la siguiente formula:

$$C = \frac{\sum(c * a)}{\sum a}$$

Donde:

$C$  = coeficiente de escorrentía promedio

$c$  = coeficiente de escorrentía de acuerdo al uso del suelo

$a$  = área parcial tributaria en hectáreas

$$C = \frac{(\text{área techo} * 0,9) + (\text{área lotes} * 0,3) + (\text{área parque y área verde} * 0,25)}{(\text{área techo} + \text{área lotes} + \text{área parque y área verde})}$$

$$C = \frac{(16,2448954 * 0,9) + (5,097139 * 0,3) + (0,4157087 * 0,25)}{(21,7577431)}$$

$$C = 0,75$$

#### 2.2.4.1.2. Tiempo de concentración

En un sistema de alcantarillado pluvial, es el tiempo que le toma a una gota de agua en recorrer desde el punto más alto del tramo, hasta el punto más bajo del mismo. El tiempo de concentración para un ramal inicial es igual a 12 minutos, mientras que, para los siguientes tramos se calcula mediante la fórmula:

$$t_c = T_1 + \left( \frac{L_1}{60 * V_1} \right)$$

Donde:

$t_c$  = tiempo de concentración en minutos

$T_1$  = tiempo de concentración del tramo anterior en minutos

$L_1$  = longitud del tramo anterior en m

$V_1$  = velocidad del tramo anterior en m/s

### 2.2.4.1.3. Intensidad de lluvia

Es la lámina de agua que se forma por la cantidad de lluvia en milímetros, durante un periodo de tiempo, y comúnmente es una hora. Para determinar la intensidad de lluvia se utiliza la ecuación siguiente:

$$i = \frac{A}{(t_c + B)^n}$$

Donde:

$i$  = intensidad de lluvia en mm/hr

$A$  = parámetro obtenido del Insivumeh

$B$  = parámetro obtenido del Insivumeh

$n$  = parámetro obtenido del Insivumeh

$t_c$  = tiempo de concentración en minutos

Los parámetros  $A$ ,  $B$  y  $n$  se obtienen de las tablas de las curvas de intensidad de lluvia proporcionadas por el Insivumeh, de acuerdo a la estación meteorológica más cercana al desarrollo del proyecto y tomando en cuenta el periodo de retorno de una tormenta. La estación ubicada en la zona 13 de la ciudad capital es la más cercana a la colonia San Mauricio de la aldea Azacualpilla, y los valores de los parámetros se tomarán de esta estación meteorológica para un periodo de retorno de diez años. Siendo la intensidad de lluvia para un periodo de retorno de diez años la siguiente:

$$i = \frac{1345}{(12 + 9)^{0,791}}$$

$$i = 121,02 \text{ mm/hr}$$

#### 2.2.4.1.4. Áreas tributarias

Es el área que aporta el agua llovida, que escurre sobre la superficie del suelo, a un tramo del sistema de alcantarillado pluvial. Para determinar el área tributaria se deben tomar en cuenta los desniveles del terreno, haciendo uso de las curvas de nivel.

Para determinar las áreas tributarias para cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado, se hizo uso del programa de Autodesk Autocad Civil 3D, dibujando las curvas de nivel y determinando a criterio la trayectoria que puede tomar una gota de escorrentía, acorde a la topografía del terreno.

#### 2.2.5. Ecuación de Manning

Para el diseño de un sistema de alcantarillado pluvial es indispensable el uso de la ecuación de Manning, que permite determinar la velocidad del flujo a sección llena que corre dentro de la tubería. Esta ecuación tiene como variables conocidas el diámetro interno de la tubería, la pendiente del terreno y el coeficiente de rugosidad del material.

$$V = \frac{(0,03429) * \phi_{int}^{\frac{2}{3}} * S_{tub}^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

$V$  = velocidad a sección llena en m/s

$\phi_{int}$  = diámetro interno de la tubería en pulgadas

$S_{tub}$  = pendiente de la tubería

$n$  = factor de rugosidad de Manning

### 2.2.5.1. Factor de rugosidad

Es un índice que establece la resistencia que impone una tubería al paso de un flujo. Este factor está relacionado de forma directa con el material con que está fabricada la tubería que conduce el agua de lluvia en un sistema de alcantarillado pluvial.

La tubería a utilizar en el diseño del proyecto de la colonia San Mauricio es la NOVAFORT, y es de material PVC, en las especificaciones técnicas del fabricante recomienda utilizar un coeficiente de rugosidad de 0,01, por lo que se hará uso de este factor.

### 2.2.6. Cotas Invert

Una cota Invert, es la distancia vertical medida desde la parte baja de la boca de un tubo de drenaje, que emboca o desemboca en un pozo de visita, hacia el nivel de piso terminado. En un sistema de alcantarillado pluvial existen dos tipos de cotas Invert, la que entra al pozo de visita y la que sale del mismo.

$$Cis PV - 1 = CT_1 - Hmin$$

$$Cie PV - 2 = CT_2 - Hmin$$

Donde:

$Cis PV - 1$  = Cota Invert de salida en el pozo de visita 1, en m

$Cie PV - 2$  = Cota Invert de entrada en el pozo de visita 2, en m

$CT_1$  = Cota del terreno en el pozo de visita 1, en m

$CT_2$  = Cota del terreno en el pozo de visita 2, en m

$Hmin$  = Profundidad mínima de tubería, en m

Para determinar las cotas Invert de salida de los pozos de visita siguientes, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando a un pozo de visita llega una tubería y sale otra, siendo las dos del mismo diámetro, la diferencia entre la cota Invert de entrada con la de salida debe ser como mínimo 0,03 m.
- Si a un pozo de visita llega una tubería y sale otra, siendo esta última de diferente diámetro, la diferencia entre la cota Invert de entrada con la de salida debe ser como mínimo la diferencia de los diámetros.
- Cuando a un pozo de visita ingresa más de una tubería y sale una tubería, siendo todas del mismo diámetro, la cota Invert de salida debe estar como mínimo 0,03 metros por debajo de la cota Invert de entrada más baja.

Por lo tanto, la cota Invert de salida en los pozos de los ramales que no son iniciales se determina de la siguiente manera:

$$Cis\ PV - 2 = CT_2 - Hmin - dreq$$

Donde:

$Cis\ PV - 2$  = Cota Invert de salida en el pozo de visita 2, en m

$CT_2$  = Cota del terreno en el pozo de visita 2, en m

$dreq$  = Diferencia requerida, en m

$Hmin$  = Profundidad mínima de tubería, en m

### 2.2.7. Diseño hidráulico de alcantarillado pluvial

Para demostrar el proceso de diseño del sistema de alcantarillado pluvial para la colonia San Mauricio, se tomará como ejemplo el tramo de PV-4 a PV-5.

- Datos

Distancia horizontal = 20,00 m

Cota terreno PV-4 = 105,143 m

Cota terreno PV-5 = 102,898 m

Coefficiente de escorrentía promedio = 0,75

Área local= 0,0293217 hectáreas

Diámetro de pozo= 1,20 m

Debido a que es un ramal inicial el tiempo de concentración para este tramo es igual a 12 minutos.

Por lo que la intensidad de lluvia se determina de la siguiente manera:

$$i = \frac{1345}{(12 + 9)^{0,791}}$$

$$i = 121,02 \text{ mm/hr}$$

Seguidamente se calcula el caudal de diseño.

$$q = \frac{0,75 * 121,02 \frac{\text{mm}}{\text{hr}} * 0,0293217 \text{ha}}{360}$$

$$q = 0,01 \text{ m}^3/\text{s}$$

La pendiente de la tubería debe de garantizar la altura de coronamiento, y antes de determinarla, es necesario calcular las cotas Invert.

$$H_{min} = 1 + \frac{1,1 * 9,846 * 2,54}{100}$$
$$H_{min} = 1,28 \text{ m}$$

$$Cis \text{ PV} - 4 = 105,143 - 1,28$$
$$Cis \text{ PV} - 4 = 103,87 \text{ m}$$

$$Cie \text{ PV} - 5 = 102,898 - 1,28$$
$$Cie \text{ PV} - 5 = 101,62 \text{ m}$$

Como la tubería que ingresa a PV-5 es de igual diámetro a la que sale, la cota Invert de salida es 0,03 m más baja a la de entrada.

$$Cis \text{ PV} - 5 = 101,62 - 0,03$$
$$Cis \text{ PV} - 5 = 101,59 \text{ m}$$

La pendiente de la tubería que garantiza la altura mínima de la tubería se determina de la siguiente manera:

$$S_{tub} = \frac{103,87 - 101,62}{20 - 1,2} * 100$$
$$S_{tub} = 11,94 \%$$

Mediante la ecuación de Manning se determina la velocidad a sección llena.

$$V = \frac{(0,03429) * 9,846^{\frac{2}{3}} * \frac{11,94^{\frac{1}{2}}}{100}}{0,01}$$

$$V = 5,44 \text{ m/s}$$

El área de la tubería se calcula de la siguiente manera:

$$A = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{9,846 * 2,54}{100}\right)^2$$

$$A = 0,04912 \text{ m}^2$$

Con los datos obtenidos anteriormente, se puede determinar el caudal a sección llena.

$$Q = 5,44 * 0,04912$$

$$Q = 0,2671 \text{ m}^3/\text{s}$$

La relación de caudales consiste en dividir el caudal de diseño dentro del caudal a sección llena.

$$\text{Relación de caudales} = \frac{q}{Q}$$

$$\text{Relación de caudales} = \frac{0,01}{0,2671}$$

$$\text{Relación de caudales} = 0,02757$$

Con este dato y haciendo uso de las tablas de las relaciones hidráulicas se obtiene la relación de velocidades y del tirante hidráulico.

$$\text{Relación de velocidades} = 0,439$$

$$\text{Relación de tirantes} = 0,115$$

Por lo tanto, la velocidad de diseño resulta de multiplicar la relación de velocidades por la velocidad a sección llena.

$$v = 5,44 * 0,439$$

$$v = 2,39 \text{ m/s}$$

Como la velocidad es menor a 5,00 m/s pero mayor a 0,60 m/s si cumple con las velocidades mínimas y máximas de diseño.

Por último, se determinan las alturas de los pozos de visita de la siguiente manera:

$$H_{PV-4} = 105,143 - 103,87$$

$$H_{PV-4} = 1,28 \text{ m}$$

$$H_{PV-5} = 102,898 - 101,59$$

$$H_{PV-4} = 1,31 \text{ m}$$

#### **2.2.7.1. Diseño de la rejilla transversal o de calzada**

Dada la topografía que se presenta en la colonia San Mauricio, se utilizará un tragante tipo rejilla transversal, debido a la alta capacidad de captación que este posee.

Para determinar si las dimensiones de la rejilla transversal típica utilizada en la municipalidad de Palencia cumplen con la conducción del caudal de lluvia, es necesario determinar el caudal que será capaz de transportar la sección

triangular de la calle, se calcula mediante la siguiente ecuación de Manning para una sección triangular.

$$Q = 0,375 * \left(\frac{Z}{n}\right) * Y^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

$Q$  = caudal que transporta la calle en  $m^3/s$

$Z$  = inverso de la pendiente de bombeo de la calle

$n$  = coeficiente de rugosidad de Manning de la calle

$Y$  = tirante hidráulico de la calle

$S$  = pendiente de la calle

- Datos

$$S = 11,23 \%$$

$$n = 0,015$$

Ancho de calle = 5 m

Pendiente de bombeo de la calle = 3 %

El tirante hidráulico de la calle es el cincuenta por ciento del resultado de multiplicar la pendiente de bombeo por la longitud de la calle que será capaz de transportar el agua llovida, en este caso, dejando 1 m a ambos lados de la calle, es de 3 m.

$$Y = 0,50 * 0,03 * 3 \text{ m}$$

$$Y = 0,045 \text{ m}$$

De esta manera se puede determinar el caudal de agua llovida que conducirá la calle.

$$Q = 0,375 * \left( \frac{1}{\frac{0,03}{0,015}} \right) * 0,045^{\frac{8}{3}} * 0,1123^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 0,0715 \text{ m}^3/\text{s}$$

La capacidad máxima que podrá transportar la calle, se determina utilizando el ancho completo de la misma.

$$Y_{max} = 0,5 * 0,03 * 5 \text{ m}$$

$$Y_{max} = 0,075 \text{ m}$$

$$Q = 0,375 * \left( \frac{1}{\frac{0,03}{0,015}} \right) * 0,075^{\frac{8}{3}} * 0,1123^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 0,28 \text{ m}^3/\text{s}$$

El caudal de diseño para el tramo de PV-4 a PV-5 es de 0,01 m<sup>3</sup>/s, debido a que el caudal que puede transportar la calle es mayor al caudal de diseño del tramo, la longitud de la rejilla transversal si tiene la capacidad de conducir el agua llovida. Sin embargo, es necesario determinar si el ancho de la rejilla cumple con captar la totalidad de la lluvia, para lo cual es necesario utilizar la siguiente ecuación empírica:

$$\text{Ancho rejilla} = 0,94 * V * y^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

$V$  = velocidad del agua en m/s

$y$  = tirante hidráulico del caudal de diseño

El tirante hidráulico para el caudal de diseño se determina de la siguiente manera:

$$y = \left( \frac{Q_{dis.}}{0,375 * S^{\frac{1}{2}} * \left(\frac{Z}{n}\right)} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Donde:

$y$  = tirante hidráulico del caudal de diseño

$Q_{dis.}$  = caudal de diseño en m<sup>3</sup>/s

$S$  = pendiente de la calle

$Z$  = inverso de la pendiente de bombeo de la calle

$n$  = coeficiente de rugosidad de Manning de la calle

$$y = \left( \frac{0,01}{0,375 * 0,1123^{\frac{1}{2}} * \left(\frac{1}{\frac{0,03}{0,015}}\right)} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$y = 0,022 \text{ m}$$

Antes de calcular la velocidad se debe determinar el radio hidráulico utilizando la formula siguiente:

$$Rh = \frac{(\text{ancho de la calle}) * y}{(\text{ancho de la calle}) + (2 * y)}$$

Donde:

$Rh$  = radio hidráulico en m

$y$  = tirante hidráulico del caudal de diseño

$$Rh = \frac{5 * 0,022}{5 + (2 * 0,022)}$$

$$Rh = 0,022 \text{ m}$$

Seguidamente se procede a determinar la velocidad del agua.

$$V = \frac{Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

$V$  = velocidad en m/s

$Rh$  = radio hidráulico en m

$S$  = pendiente de la calle

$n$  = coeficiente de rugosidad de Manning de la calle

$$V = \frac{0,022^{\frac{2}{3}} * 0,1123^{\frac{1}{2}}}{0,015}$$

$$V = 1,75 \text{ m/s}$$

Por lo tanto, el ancho de la rejilla necesario es de:

$$\text{Ancho rejilla} = 0,94 * 1,75 * 0,022^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{Ancho rejilla} = 0,24 \text{ m}$$

Dado que el ancho útil de la rejilla típica utilizada en la municipalidad de Palencia es de 0,50 m y que el ancho necesario para recolectar el cien por ciento del agua llovida es de 0,24 m; las dimensiones de la rejilla si cumplen con la demanda del caudal de lluvia.

Debido al gran tamaño de la memoria de cálculo del proyecto de la colonia San Mauricio, esta se adjunta en los anexos.

### **2.2.8. Desfogue**

Es el punto final donde se descarga el agua llovida y es conducida por el sistema de alcantarillado pluvial. Para el proyecto de la colonia San Mauricio se han determinado tres desfogues, los cuales desembocan en zanjones que rodean a la comunidad.

### **2.2.9. Elaboración de planos**

Luego de obtener los resultados del diseño del sistema de alcantarillado pluvial para la colonia San Mauricio, se procedió a la elaboración del juego de planos, siendo el siguiente:

Tabla XVI. **Planos elaborados**

<b>Descripción</b>	<b>Plano</b>
Planta general topográfica	1/13
Planta general de distribución de alcantarillado de aguas pluviales	2/13
Planta general pozos de visita y curvas de nivel	3/13
Planta perfil	4/13
Planta perfil	5/13
Planta perfil	6/13
Planta perfil	7/13
Planta perfil	8/13
Planta perfil	9/13
Planta perfil	10/13
Planta perfil	11/13
Detalles típicos pozos de visita	12/13
Detalles típicos rejilla transversal y desfogue	13/13

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.10. Presupuesto del proyecto**

El costo total de la ejecución del proyecto del sistema de alcantarillado pluvial, para la colonia San Mauricio, es de Q9 765 439,41. Para el desarrollo de los costos de los materiales, mano de obra calificada y no calificada, así como, los factores de herramienta, indirectos, maquinaria y equipo, se utilizó como base el mismo criterio que para el proyecto de agua potable.

Tabla XVII. Cuadro de renglones finales

RENGLONES					
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	costo unitario	costo total
<b>1,00 TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
1,01	Trabajos preliminares y replanteo topográfico	ml	4 837,66	Q22,44	Q108 540,39
<b>2,00 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS</b>					
2,01	Trabajos de corte de pavimento (Concreto)+retiro material	m2	338,74	Q66,51	Q22 528,26
2,02	Reposición de pavimento asfáltico t=0,07 m.	m2	338,74	Q379,92	Q128 693,30
<b>3,00 COLECTORES</b>					
3,01	Excavación del colector principal	m3	11271,8	Q37,31	Q420 525,51
3,02	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 10" norma ASTM F 949 (tubos de 6,00 metros)	ml	2413,50	Q560,32	Q1 352 348,89
3,03	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 12" norma ASTM F 949 (tubos de 6,00 metros)	ml	747,18	Q727,47	Q543 553,85
3,04	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 15" norma ASTM F 949 (tubos de 6,00 metros)	ml	447,03	Q998,58	Q446 405,34
3,05	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 18" norma ASTM F 949 (tubos de 6,00 metros)	ml	201,40	Q1 459,44	Q293 941,64
3,06	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 24" norma AASHTO M 304 (tubos de 6,00 metros)	ml	458,20	Q2 120,84	Q971 785,22
3,07	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 30" norma AASHTO M 304 (tubos de 6,00 metros)	ml	235,18	Q3 297,01	Q775 415,18
3,08	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 36" norma AASHTO M 304 (tubos de 6,00 metros)	ml	128,23	Q4 305,48	Q552 110,69
3,09	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 42" norma AASHTO M 304 (tubos de 6,00 metros)	ml	24,23	Q5 584,30	Q135 317,03
3,10	Relleno compactado de zanjas con material resultante de excavación (incluye extracción material excedente)	m3	7077,60	Q171,97	Q1 217 134,87
<b>4,00 TRAGANTES</b>					
4,01	Rejilla transversal	unidad	101,00	Q8 825,00	Q891 325,00
<b>5,00 POZO DE VISITA</b>					
5,01	Pozos de visita 1,00 a 1,50 m.	unidad	53,00	Q8 604,53	Q456 039,88
5,02	Pozos de visita 1,51 a 2,00 m.	unidad	6,00	Q10 198,35	Q61 190,07
5,03	Pozos de visita 2,01 a 2,50 m.	unidad	23,00	Q11 233,06	Q258 360,30
5,04	Pozos de visita 2,51 a 3,00 m.	unidad	36,00	12658,87	Q455 719,25
5,05	Pozos de visita 3,00 a 3,50 m.	unidad	20,00	13970,06	Q279 401,16
5,06	Pozos de visita 3,50 a 4,00 m.	unidad	3,00	16849,67	Q50 549,00
5,07	Pozos de visita 4,00 a 4,50 m.	unidad	3,00	19015,72	Q57 047,16
5,08	Pozos de visita 2,51 a 3,00 m. D=1,5	unidad	4,00	16491,27	Q65 965,08
5,09	Pozos de visita 3,01 a 3,50 m. D=1,5	unidad	6,00	18681,17	Q112 087,02
5,10	Pozos de visita 3,51 a 4,00 m. D=1,5	unidad	3,00	21011,71	Q63 035,12
5,11	Pozos de visita 4,01 a 4,50 m. D=1,5	unidad	2,00	23210,09	Q46 420,18
<b>TOTAL</b>					<b>Q9 765 439,41</b>

Fuente: elaboración propia.

## 2.2.11. Cronogramas

A continuación, se muestra el cronograma físico, y físico financiero que servirán como base para la ejecución del proyecto de alcantarillado.

Tabla XVIII. Cronograma físico

CUADRO DE RENGLONES FINALES							
No.	DESCRIPCIÓN	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
<b>1,00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>						
1,01	Trabajos preliminares y replanteo topográfico						
<b>2,00</b>	<b>REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS</b>						
2,01	Trabajos de corte de pavimento (concreto)+retiro material						
2,02	Reposición de pavimento asfáltico t= 0,07 m.						
<b>3,00</b>	<b>COLECTORES</b>						
3,01	Excavación del colector principal						
3,02	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 10" norma ASTM F 949 (tubos de 6,00 metros)						
3,03	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 12" norma ASTM F 949 (tubos de 6,00 metros)						
3,04	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 15" norma ASTM F 949 (tubos de 6,00 metros)						
3,05	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 18" norma ASTM F 949 (tubos de 6,00 metros)						
3,06	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 24" norma AASHTO M 304 (tubos de 6,00 metros)						
3,07	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 30" norma AASHTO M 304 (tubos de 6,00 metros)						
3,08	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 36" norma AASHTO M 304 (tubos de 6,00 metros)						
3,09	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 42" norma AASHTO M 304 (tubos de 6,00 metros)						
3,10	Relleno compactado de zanjas con material resultante de excavación (incluye extracción material excedente)						
<b>4,00</b>	<b>TRAGANTES</b>						
4,01	Rejilla transversal						
<b>5,00</b>	<b>POZOS DE VISITA</b>						
5,01	Pozos de visita 1,00 a 1,50 m.						
5,02	Pozos de visita 1,51 a 2,00 m.						
5,03	Pozos de visita 2,01 a 2,50 m.						
5,04	Pozos de visita 2,51 a 3,00 m.						
5,05	Pozos de visita 3,00 a 3,50 m.						
5,06	Pozos de visita 3,50 a 4,00 m.						
5,07	Pozos de visita 4,00 a 4,50 m.						
5,08	Pozos de visita 2,51 a 3,00 m. D=1,5						
5,09	Pozos de visita 3,01 a 3,50 m. D=1,5						
5,10	Pozos de visita 3,51 a 4,00 m. D=1,5						
5,11	Pozos de visita 4,01 a 4,50 m. D=1,5						

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Cronograma físico-financiero

CUADRO DE RENGLONES FINALES							
No.	DESCRIPCIÓN	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
<b>1,00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>						
1,01	Trabajos preliminares y replanteo topográfico	Q108 540,39					
<b>2,00</b>	<b>REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS</b>						
2,01	Trabajos de corte de pavimento (concreto)+retiro material	Q22 528,26					
2,02	Reposición de pavimento asfáltico t= 0,07 m.						Q128 693,30
<b>3,00</b>	<b>COLECTORES</b>						
3,01	Excavación del colector principal	Q84 105,10					
3,02	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 10"	Q676 174,45	Q676 174,45				
3,03	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 12"	Q271 776,93	Q271 776,93				
3,04	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 15"		Q223 202,67	Q223 202,67			
3,05	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 18"			Q293 941,64			
3,06	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 24"			Q485 892,61	Q485 892,61		
3,07	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 30"				Q775 415,18		
3,08	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 36"				Q552 110,69		
3,09	Tubería PVC corrugada para alcantarillado sanitario y pluvial de 42"					Q135 317,03	
3,10	Relleno compactado de zanjas con material resultante de excavación (incluye extracción material excedente)	Q202 855,81					
<b>4,00</b>	<b>TRAGANTES</b>						
4,01	Rejilla transversal		Q178 265,00				
<b>5,00</b>	<b>POZOS DE VISITA</b>						
5,01	Pozos de visita 1,00 a 1,50 m.	Q114 009,97	Q114 009,97	Q114 009,97	Q114 009,97		
5,02	Pozos de visita 1,51 a 2,00 m.		Q 61 190,07				
5,03	Pozos de visita 2,01 a 2,50 m.		Q129 180,15	Q129 180,15			
5,04	Pozos de visita 2,51 a 3,00 m.			Q227 859,63	Q227 859,63		
5,05	Pozos de visita 3,00 a 3,50 m.			Q139 700,58	Q139 700,58		
5,06	Pozos de visita 3,50 a 4,00 m.				Q50 549,00		
5,07	Pozos de visita 4,00 a 4,50 m.				Q57 047,16		
5,08	Pozos de visita 2,51 a 3,00 m. D=1,5					Q65 965,08	
5,09	Pozos de visita 3,01 a 3,50 m. D=1,5					Q112 087,02	
5,10	Pozos de visita 3,51 a 4,00 m. D=1,5					Q63 035,12	
5,11	Pozos de visita 4,01 a 4,50 m. D=1,5					Q46 420,18	

Fuente: elaboración propia.

## 2.2.12. Estudio de impacto ambiental inicial

La siguiente tabla muestra el estudio de impacto ambiental inicial que deberá presentar la municipalidad de Palencia para el proyecto de alcantarillado pluvial.

Tabla XX. **Formulario para el estudio del impacto ambiental**

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p><b>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y <b>debe</b> ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera.</li> <li>• Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información.</li> <li>• La información <b>debe</b> ser completada, utilizando letra de <b>molde legible</b> o a máquina de escribir.</li> <li>• Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: <a href="mailto:vunica@marn.gov.gt">vunica@marn.gov.gt</a></li> <li>• Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera).</li> <li>• Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN.</li> </ul>	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
<b>I. INFORMACION LEGAL</b>	
<p><b>I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad:</b> Diseño de sistema de alcantarillado pluvial en colonia San Mauricio, aldea Azacualpilla, municipio de Palencia, departamento de Guatemala.</p>	
<p><b>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento</b> El proyecto consiste en la ejecución del sistema de alcantarillado pluvial para la colonia San Mauricio, aldea Azacualpilla, municipio de Palencia. Dicho proyecto cuenta con una longitud estimada de tubería de 4,65 km y 159 pozos de visita en total.</p>	
<p><b>I.2. Información legal:</b></p> <p><b>A) Nombre del Proponente o Representante Legal:</b> <u>Guadalupe Alberto Reyes Aguilar</u></p> <p><b>C) De la empresa:</b> <b>Nombre Comercial:</b> <u>Municipalidad de Palencia</u></p> <p><b>Número de Identificación Tributaria (NIT):</b> <u>5613019</u></p>	
<p><b>I.3 Teléfono:</b> 6644 6800 <b>Correo electrónico:</b> <a href="mailto:uip@municipalencia.gov.gt">uip@municipalencia.gov.gt</a></p>	

Continuación de la tabla XX.

<b>I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:</b> Colonia San Mauricio, aldea Azacualpilla, municipio de Palencia, departamento de Guatemala.		
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas		
<b>Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84)</b>	<b>Coordenadas Geográficas Datum WGS84</b>	
786368,532392831 m Este	90° 21' 34,25" Oeste	
1629596,3401586 m Norte	14° 43' 29,87" Norte	
<b>I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)</b> Cantón Pueblo Nuevo 0-93 Palencia		
<b>I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo</b>		
<b>II. INFORMACION GENERAL</b>		
Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:		
<b>Etapas de:</b>		
<b>II.1 Etapa de Construcción</b>	<b>II.2 Etapa de Operación</b>	<b>II.3 Etapa de abandono</b>
<b>1. Actividades a realizar</b> a. Replanteo topográfico. b. Trazo y estaqueado. c. Excavación. d. Protección estructural de la zanja. e. Colocación de tubería f. Construcción de pozos de visita. g. Pruebas hidráulicas. h. Relleno estructural. i. Relleno. j. Construcción de rejillas transversales. k. Construcción de desfogues. l. Acarreo de material sobrante. m. Limpieza final. <b>2. Insumos necesarios</b> a. Tubería de PVC. b. Arena. c. Piedrín. d. Cemento. e. Diésel. f. Madera. g. Ladrillo. h. Acero. i. Herramientas. <b>3. Maquinaria</b> a. Retroexcavadora b. Camión de volteo <b>4. Vehículos</b> a. Pick up <b>5. Equipo</b> a. Vibro compactadora	En ésta etapa no se realizará ninguna actividad constructiva.	<b>2. Actividades a realizar</b> a. Recolección de herramientas. b. Retiro de maquinaria y equipo del lugar.

Continuación de la tabla XX.

<b>II.3 Área</b>		
e)	Área total de terreno en metros cuadrados: <u>23,250.00</u>	
f)	Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: <u>6,975.00</u>	
g)	Área total de construcción en metros cuadrados: <u>6,975.00</u>	
<b>II.4 Actividades colindantes al proyecto:</b>		
<b>NORTE</b>	<u>Municipio San José del Golfo</u>	<b>SUR</b> <u>Cabecera municipal Palencia</u>
<b>ESTE</b>	<u>Colonia Lomas de Azacualpilla</u>	<b>OESTE</b> <u>Centro aldea Azacualpilla</u>
<b>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, entre otros):</b>		
<b>DESCRIPCION</b>	<b>DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)</b>	<b>DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO</b>
Viviendas	Norte	Contiguo
Viviendas	Sur	Contiguo
Quebrada y zanjón	Este	Contiguo
Quebrada y zanjón	Oeste	Contiguo
<b>II.5 Dirección del viento:</b>		
<b>II.7 Datos laborales</b>		
a) Jornada de trabajo: Diurna ( X ) Nocturna ( ) Mixta ( )	Horas Extras <u>No aplica</u>	
b) Número de empleados por jornada <u>40</u>	Total empleados <u>41</u>	
h)	otros datos laborales, especifique	

Continuación de la tabla XX.

II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad (/mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público						
	Pozo	X	125 galones al mes	Propia	Construcción de pozos de visita, rejillas y desfuegos.		Tanque de distribución
	Agua especial						
	Superficial						
Combustible	Otro						
	Gasolina	X	90 galones al mes	Gasolinera del área	Para uso del pick up y vibro compactadora		Depósito de 5 galones
	Diésel	X	100 galones al mes	Gasolinera del área	Para uso de la retroexcavadora y camión		Depósito de 5 galones
	Bunker						
	Glp						
	Otro						
Lubricantes	Solubles						
	No solubles						
Refrigerantes							
<b>NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia</b>							
<b>III. TRANSPORTE</b>							
III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:							
d)		Número de vehículos <u>1</u>					
e)		Tipo de vehículo <u>Pick up</u>					
f)		sitio para estacionamiento y área que ocupa <u>Área de escuela, aldea Azacualpilla, 4,50 metros cuadrados</u>					
<b>IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD</b>							

Continuación de la tabla XX.

**IV. 1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES**

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

No	Aspecto Ambiental	impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, entre otros).	Generación de partículas de polvo, durante la ejecución del proyecto.	En toda el área donde se desarrollará el proyecto.	No aplican medidas de mitigación.
		Ruido			
		Vibraciones			
		Olores			
2	Agua	Abastecimiento de agua			
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad:		
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad:	Descarga:	
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad:	Descarga:	
		Agua de lluvia	Captación: Se realizara mediante rejillas transversales, ubicadas en las calles para conducir las mediante alcantarillas.	Descarga: Se ejecutarán cabezales de descarga del agua pluvial en el zanjón a desembocar.	La medida de mitigación es realizar la limpieza constante de las rejillas transversales.

Continuación de la tabla XX.

3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad:		
		Desechos Peligrosos (con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad:	Disposición	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)			
		Modificación del relieve o topografía del área			
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)			
		Fauna (animales)			
		Ecosistema			
5	Visual	Modificación del paisaje			
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos			
7	Otros				

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

<p><b>V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA</b></p> <p><b>CONSUMO</b></p> <p>V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____</p> <p>V. 2 Forma de suministro de energía</p> <p>a) Sistema público _____</p> <p>b) Sistema privado _____</p> <p>c) generación propia _____</p> <p>V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?</p> <p>SI _____ NO _____</p> <p>V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?</p>
--

Continuación de la tabla XX.

<b>VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</b>
<p><b>VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:</b></p> <p>d) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>e) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>f) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p>
<p><b>VI.2 ¿En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?</b></p> <p>a) inundación ( X )                      b) explosión ( )                      c) deslizamientos ( )</p> <p>d) derrame de combustible ( )                      e) fuga de combustible ( )                      d) Incendio ( )                      e) Otro</p> <p>( )</p> <p>¿Detalle la información explicando el por qué?</p> <p><u>Debido a la mala conducción actual de las aguas pluviales, las partes bajas en la colonia San Mauricio han sido afectadas por diferentes inundaciones.</u></p>
<p><b>VI.3 riesgos ocupacionales:</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información:</p> <p>Debido a que la profundidad de la zanja y de los pozos de visita, los trabajadores están expuestos a un desprendimiento de tierras.</p>
<p><b>VI.4 Equipo de protección personal</b></p> <p>VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ( )</p> <p>VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Casco y chalecos reflectivos.</p> <p>VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p> <p>Para evitar el posible desprendimiento de tierras se colocará una estructura de madera para la protección de las paredes de la zanja.</p>

Fuente: departamento de Medio Ambiente, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

## CONCLUSIONES

1. La ausencia de los proyectos de la red de distribución de agua potable y el sistema de alcantarillado pluvial, ha generado que los habitantes de las diferentes comunidades, adopten medidas que no son las óptimas para la distribución del vital líquido y para el desfogue de las aguas de lluvia.
2. La planificación es la base fundamental para la ejecución de un proyecto, es por ello que la falta de diseños hidráulicos y el no seguimiento de los planos constructivos, provocan el mal funcionamiento de las tuberías en la etapa de operación.
3. La carencia del sistema de alcantarillado pluvial en la colonia San Mauricio, genera que las aguas de tormenta no conduzcan de manera óptima y ordenada, provocando problemas de inundaciones en los puntos más bajos del sector y el incremento de las enfermedades producidas por aguas estancadas.



## RECOMENDACIONES

1. Incluir dentro de la planificación anual de la municipalidad de Palencia, la pronta ejecución de los proyectos de la red de distribución de agua potable para el caserío El Hatillo y el sistema de alcantarillado pluvial en la colonia San Mauricio, para mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector.
2. Ejecutar los proyectos acordes a lo establecido en planos, cumpliendo con las especificaciones de los materiales y las medidas requeridas, para garantizar el óptimo funcionamiento de los sistemas al momento de su operación.
3. Contar con una planificación anual para realizar el mantenimiento de los tragantes del sistema de alcantarillado pluvial, antes de la llegada del invierno y con esto evitar que desechos sólidos puedan obstruir el paso del agua.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Amanco Wavin. *Listado de precios*. Guatemala: Amanco, 2020. 55 p.
2. Amanco Wavin. *Manual de diseño Novafort*. Guatemala: Amanco, 2021. 46 p.
3. CHAY PÉREZ, Fabián Estuardo. *Diseño del sistema de alcantarillado separativo para la aldea la embaulada, de San Lucas Sacatepéquez, Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2014. 87 p.
4. Comisión Guatemalteca de Normas. *Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones*. Guatemala: Ministerio de Economía. 12 p.
5. Empresa Municipal de Agua. *Reglamento para diseño y construcción de drenajes*. Guatemala: EMPAGUA. 31 p.
6. HERNÁNDEZ MICULAX, Edgar Eduardo. *Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y un sistema de alcantarillado pluvial para la comunidad el durazno, Chimaltenango, Chimaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2016. 144 p.

7. Instituto de Fomento Municipal. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. Guatemala: Infom, 2011. 64 p.
8. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: Infom, 2009. 15 p.
9. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. *Informe de intensidades de lluvia*. Guatemala: INSIVUMEH, 2003. 12 p.
10. MARTINEZ GALLARDO, Libia Elina. *El municipio de Palencia*. Trabajo de graduación de Maestría en Docencia Universitaria, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades, 2005. 102 p.

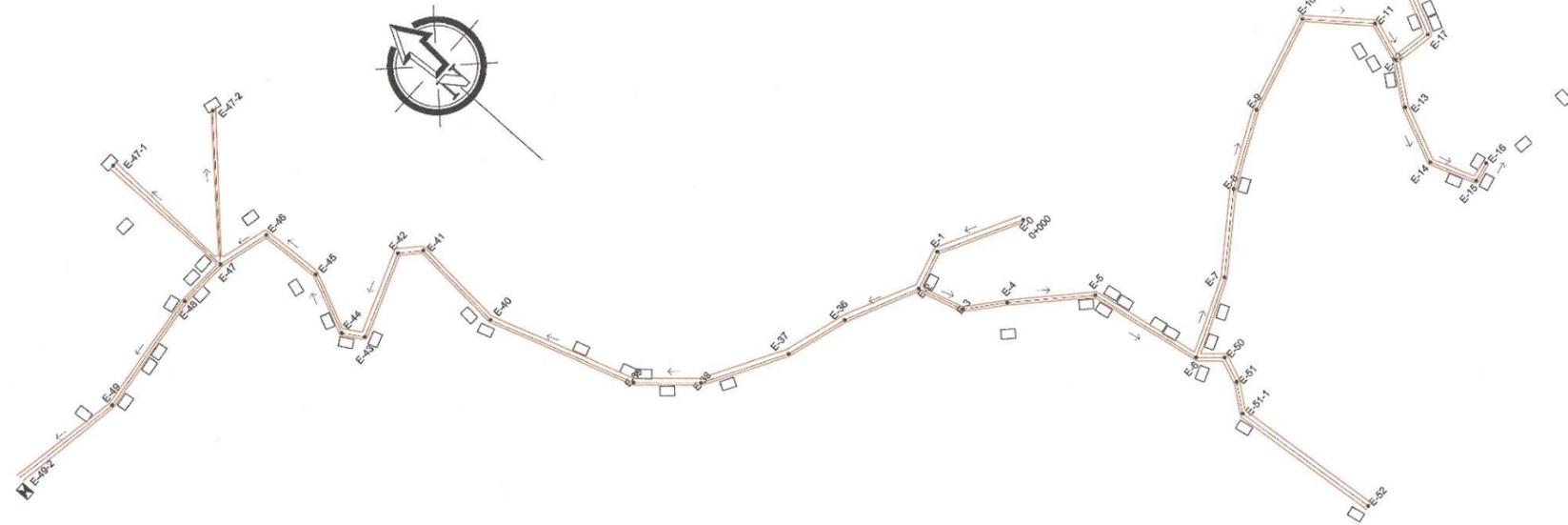
## APÉNDICES

Apéndice 1. **Planos de la red de distribución de agua potable**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2020.



LIBRETA TOPOGRAFICA							
EST.	P.O	G	M	S	AZIMUT	DIST. HORIZONTAL	OBSERVACIONES
E-0	NORTE	0	0	0	0°0'0"	0.00	NORTE VISTA DIRECTA
E-0	E-1	297	39	30	297°39'30"	76.63	PUNTO.
E-1	E-2	255	7	0	255°7'0"	34.83	PUNTO.
E-2	E-3	163	37	15	163°37'15"	40.57	PUNTO.
E-3	E-4	129	30	36	129°30'36"	37.66	PUNTO.
E-4	E-5	133	24	20	133°24'20"	76.11	PUNTO.
E-5	E-6	170	2	44	170°2'44"	99.61	PUNTO.
E-6	E-7	67	31	20	67°31'20"	71.43	PUNTO.
E-7	E-8	54	15	13	54°15'13"	75.17	PUNTO.
E-8	E-9	64	4	30	64°4'30"	69.19	PUNTO.
E-9	E-10	75	5	0	75°5'0"	85.68	PUNTO.
E-10	E-11	141	48	50	141°48'50"	60.96	PUNTO.
E-11	E-12	198	52	33	198°52'33"	34.81	PUNTO.
E-12	E-13	217	8	6	217°8'6"	41.00	PUNTO.
E-13	E-14	203	37	15	203°37'15"	51.00	PUNTO.
E-14	E-15	160	19	15	160°19'15"	41.21	PUNTO.
E-15	E-16	78	15	22	78°15'22"	17.10	PUNTO.
E-16	E-17	100	28	25	100°28'25"	34.52	PUNTO.
E-17	E-18	25	18	35	25°18'35"	73.42	PUNTO.
E-18	E-19	35	49	45	35°49'45"	44.10	PUNTO.
E-19	E-20	340	28	25	340°28'25"	60.80	PUNTO.
E-20	E-21	96	52	5	96°52'5"	62.01	PUNTO.
E-21	E-22	131	23	25	131°23'25"	75.20	PUNTO.
E-22	E-23	121	3	24	121°3'24"	65.20	PUNTO.
E-23	E-24	94	38	10	94°38'10"	162.35	PUNTO.
E-24	E-25	83	38	20	83°38'20"	176.20	PUNTO.
E-25	E-26	63	7	40	63°7'40"	91.80	PUNTO.
E-26	E-27	90	20	55	90°20'55"	76.90	PUNTO.
E-27	E-28	132	40	20	132°40'20"	98.00	PUNTO.
E-28	E-29	146	17	30	146°17'30"	100.00	PUNTO.
E-29	E-30	157	43	20	157°43'20"	43.50	PUNTO.
E-30	E-31	91	47	5	91°47'5"	17.00	PUNTO.
E-31	E-32	349	44	45	349°44'45"	52.00	PUNTO.
E-32	E-33	76	41	36	76°41'36"	19.00	PUNTO.
E-33	E-34	132	41	30	132°41'30"	51.50	PUNTO.
E-34	E-35	82	26	34	82°26'34"	54.00	PUNTO.
E-35	E-36	295	15	40	295°15'40"	67.30	PUNTO.
E-36	E-37	296	39	12	296°39'12"	55.15	PUNTO.
E-37	E-38	299	53	40	299°53'40"	77.20	PUNTO.
E-38	E-39	318	20	44	318°20'44"	56.10	PUNTO.
E-39	E-40	342	3	40	342°3'40"	131.10	PUNTO.
E-40	E-41	4	6	21	4°6'21"	81.05	PUNTO.
E-41	E-42	312	3	0	312°3'0"	21.33	PUNTO.
E-42	E-43	249	43	10	249°43'10"	75.85	PUNTO.
E-43	E-44	328	17	0	328°17'0"	19.52	PUNTO.
E-44	E-45	24	30	40	24°30'40"	53.76	PUNTO.
E-45	E-46	357	4	50	357°4'50"	53.15	PUNTO.
E-46	E-47	285	20	40	285°20'40"	45.80	PUNTO.
E-47	E-48	272	29	30	272°29'30"	43.20	PUNTO.
E-48	E-49	262	41	24	262°41'24"	98.00	PUNTO.
E-49	E-50	290	7	0	290°7'0"	92.00	PUNTO.
E-50	E-51	138	0	0	138°0'0"	23.70	PUNTO.
E-51	E-52	201	45	0	201°45'0"	22.75	PUNTO.
E-52	E-53	181	41	50	181°41'50"	151.50	PUNTO.

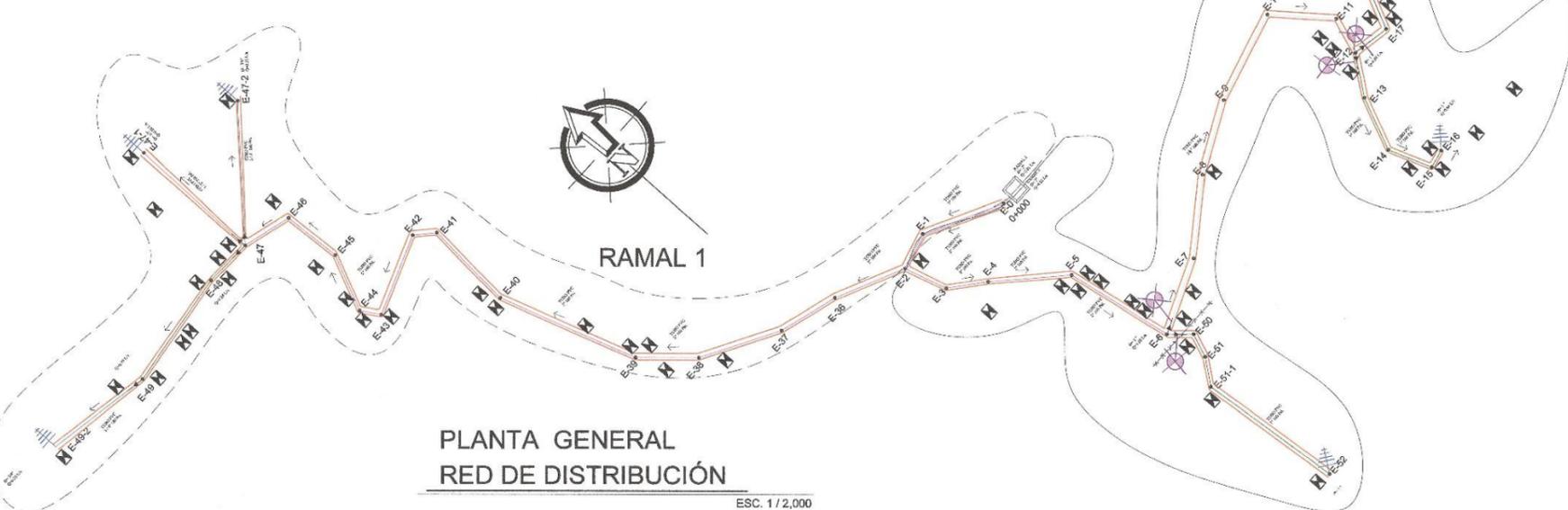


PLANTA GENERAL TOPOGRAFICA

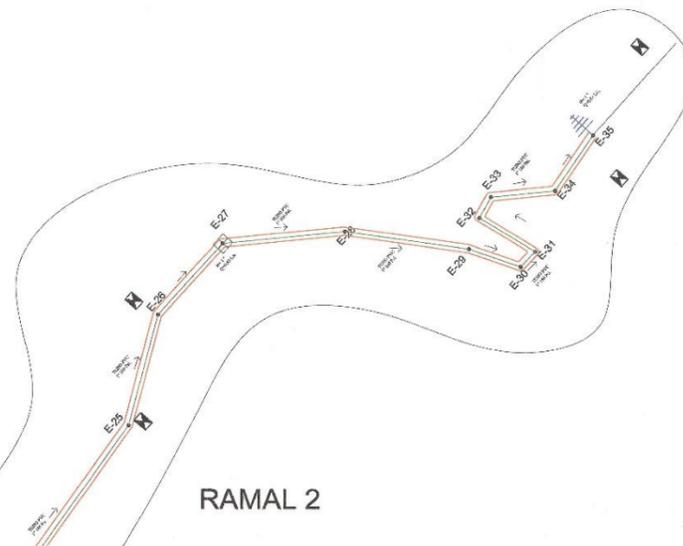
ESC. 1 / 2,000

 <b>MUNICIPALIDAD DE PALENCIA</b> CANTÓN FUEBLO NUEVO S.A. TEL: 0414 4840. CENTRO AMERICA PLANIFICACION@PALENCIA.GOB.GU WWW.MUNIPALENCIA.GOB.GU	
<b>DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN</b>	
<b>PROYECTO:</b> MEJORAMIENTO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE, EN CASERIO EL HATILLO, ALDEA SANSUR, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.	
<b>LUBICACIÓN:</b> CASERIO EL HATILLO, ALDEA SANSUR, MUNICIPIO DE PALENCIA	<b>FECHA:</b> FEBRERO 2021 MES Y AÑO
<b>CONTENIDO:</b> PLANTA TOPOGRAFICA	<input checked="" type="checkbox"/> TOPOGRAFIA <input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURA <input type="checkbox"/> INSTALACIONES
<b>DISEÑO:</b> DMP	<b>REVISADO:</b> DMP
<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>TITULO:</b> 01/08
F. ALCALDE MUNICIPAL	

LIBRETA TOPOGRAFICA DE DISTRIBUCION						
EST.	P.O	G	M	S	AZIMUT	DIST. HORIZONTAL
E-0	NORTE	0	0	0	0°0'0"	0.00
E-0	E-1	297	39	30	297°39'30"	76.53
E-1	E-2	253	7	0	253°7'0"	34.83
E-2	E-3	163	37	15	163°37'15"	40.57
E-3	E-4	129	30	36	129°30'36"	37.66
E-4	E-5	133	24	20	133°24'20"	76.11
E-5	E-6	170	2	44	170°2'44"	99.61
E-6	E-7	67	31	20	67°31'20"	71.43
E-7	E-8	54	15	13	54°15'13"	75.17
E-8	E-9	64	4	30	64°4'30"	69.19
E-9	E-10	75	5	0	75°5'0"	85.68
E-10	E-11	141	48	50	141°48'50"	60.96
E-11	E-12	198	52	33	198°52'33"	34.81
E-12	E-13	217	8	6	217°8'6"	41.00
E-13	E-14	203	37	15	203°37'15"	51.00
E-14	E-15	160	19	15	160°19'15"	41.21
E-15	E-16	78	15	22	78°15'22"	17.10
E-16	E-17	100	28	25	100°28'25"	34.52
E-17	E-18	25	18	35	25°18'35"	73.42
E-18	E-19	35	49	45	35°49'45"	44.10
E-19	E-20	340	28	25	340°28'25"	60.80
E-20	E-21	96	52	5	96°52'5"	62.01
E-21	E-22	131	23	25	131°23'25"	75.20
E-22	E-23	121	3	24	121°3'24"	65.20
E-23	E-24	94	38	10	94°38'10"	162.35
E-24	E-25	83	38	20	83°38'20"	176.20
E-25	E-26	63	7	40	63°7'40"	91.80
E-26	E-27	90	20	55	90°20'55"	76.90
E-27	E-28	132	40	20	132°40'20"	98.00
E-28	E-29	146	17	30	146°17'30"	100.00
E-29	E-30	157	43	20	157°43'20"	43.50
E-30	E-31	91	47	5	91°47'5"	17.00
E-31	E-32	349	44	45	349°44'45"	52.00
E-32	E-33	76	41	36	76°41'36"	19.00
E-33	E-34	192	41	30	192°41'30"	51.50
E-34	E-35	82	26	34	82°26'34"	54.00
E-2	E-36	295	15	40	295°15'40"	67.30
E-36	E-37	286	39	12	286°39'12"	55.15
E-37	E-38	299	53	40	299°53'40"	77.20
E-38	E-39	318	20	44	318°20'44"	96.10
E-39	E-40	342	3	40	342°3'40"	131.10
E-40	E-41	4	6	21	4°6'21"	81.05
E-41	E-42	312	3	0	312°3'0"	21.33
E-42	E-43	249	43	10	249°43'10"	75.85
E-43	E-44	328	17	0	328°17'0"	15.52
E-44	E-45	24	30	40	24°30'40"	53.76
E-45	E-46	357	4	50	357°4'50"	53.15
E-46	E-47	285	20	40	285°20'40"	45.80
E-47	E-48	272	29	30	272°29'30"	43.20
E-48	E-49	262	41	24	262°41'24"	98.00
E-49	E-49-2	280	7	0	280°7'0"	92.00
E-5	E-50	138	0	0	138°0'0"	23.70
E-50	E-51	201	45	0	201°45'0"	22.75
E-51	E-52	181	41	50	181°41'50"	151.50

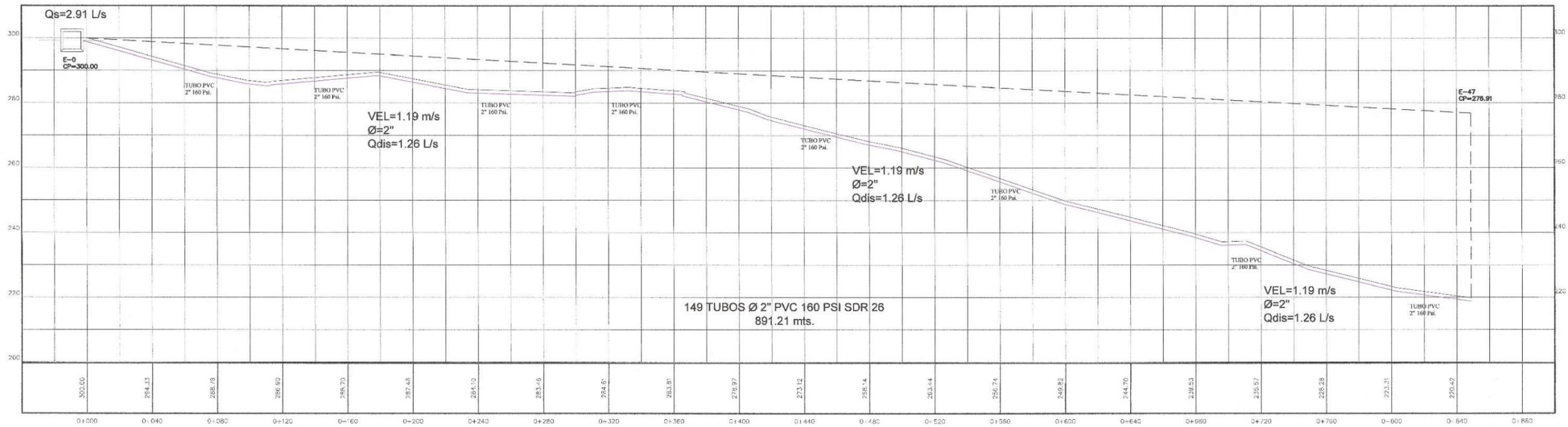


PLANTA GENERAL  
RED DE DISTRIBUCION  
ESC. 1/2,000



REFERENCIAS	
	ESTACION
	CARRETERA DE TERRACERIA
	CERCO
	REDUCIDOR BUSHING (R B)
	VALVULA DE COMPUERTA PARA LIMPIEZA (V L)
	VALVULA DE COMPUERTA PARA PASO (V P)
	CAJA ROMPE PRESION
	TANQUE DE DISTRIBUCION (EXISTENTE)
	TUBERIA DE PVC DE 1/2" 250 Psi. SDR 27
	TUBERIA DE PVC DE 3/4" 160 Psi. SDR 26
	TUBERIA DE PVC DE 1" 160 Psi. SDR 26
	TUBERIA DE PVC DE 1 1/2" 160 Psi. SDR 26
	TUBERIA DE PVC DE 2" 160 Psi. SDR 26
	CONEXIONES DOMICILIARES (82)
	RAMAL 1
	RAMAL 2

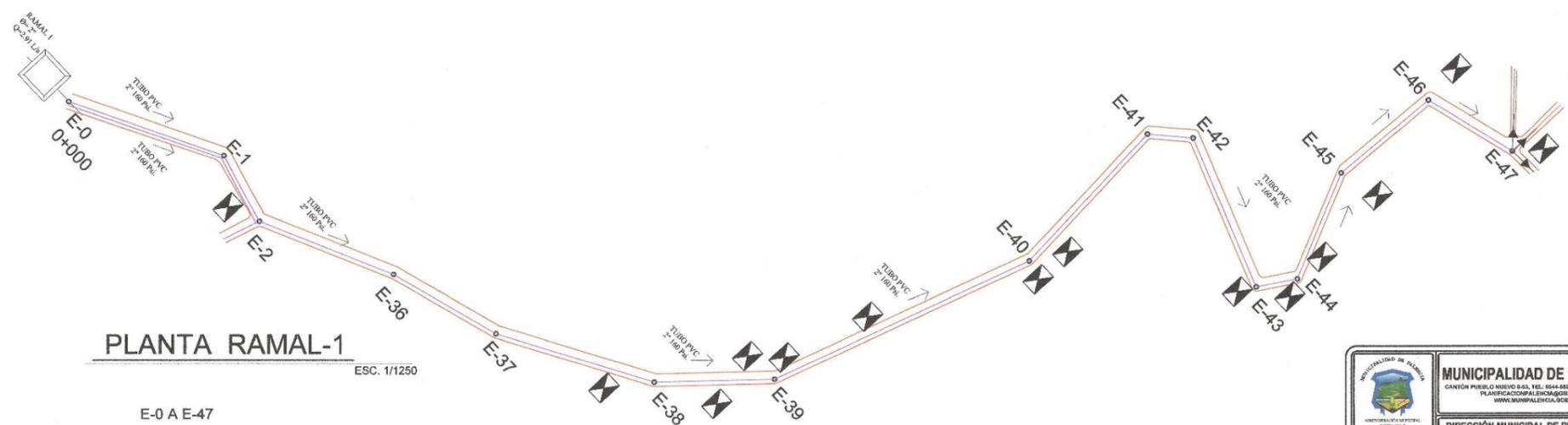
 <b>MUNICIPALIDAD DE PAALENCIA</b> CANTON FUEBLO NUEVO #3, TEL: 8644-8989, CENTRO AMERICA PLANIFICACION@PAALENCIA.GOB.GT WWW.MUNIPALENCIA.GOB.GT	
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE, EN CASERIO EL HATILLO, ALDEA SANSUR, MUNICIPIO DE PAALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.	
UBICACION: CASERIO EL HATILLO, ALDEA SANSUR, MUNICIPIO DE PAALENCIA	FECHA: FEBRERO 2021 18 DE ABRIL
CONTENIDO: PLANTA GENERAL RED DE DISTRIBUCION	TOPOGRAFIA <input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURA <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/>
DISEÑO: DMP	ESCALA: INDICADA
 F. ELANIBADOR	
HOJA No. <b>02/08</b> F. ALCALDE MUNICIPAL	



**PERFIL RAMAL-1**

E-0 A E-47 ESCALA VERTICAL: 1 / 2500  
 ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1250

REFERENCIAS	
	ESTACION
	CARRERA DE TERRACERIA
	CERCO
	REDUCIDOR BUSHING (R B)
	VALVULA DE COMPUERTA PARA LIMPIEZA (V L)
	VALVULA DE COMPUERTA PARA PASO (V P)
	CAJA ROMPE PRESION
	TANQUE DE DISTRIBUCION (EXISTENTE)
	TUBERIA DE PVC DE 1/2\" 250 Psi. SDR 27
	TUBERIA DE PVC DE 3/4\" 160 Psi. SDR 26
	TUBERIA DE PVC DE 1\" 160 Psi. SDR 26
	TUBERIA DE PVC DE 1 1/2\" 160 Psi. SDR 26
	TUBERIA DE PVC DE 2\" 160 Psi. SDR 26
	LINEA PIEZOMETRICA
	LINEA DE TERRENO NATURAL
<b>Qs.</b>	CAUDAL DE SALIDA
<b>Qdis.</b>	CAUDAL DE DISEÑO
<b>VEL.</b>	VELOCIDAD
<b>CP.</b>	COTA PIEZOMETRICA
	DIAMETRO DE TUBERIA
	VIVIENDA (CONEXION DOMICILIAR)

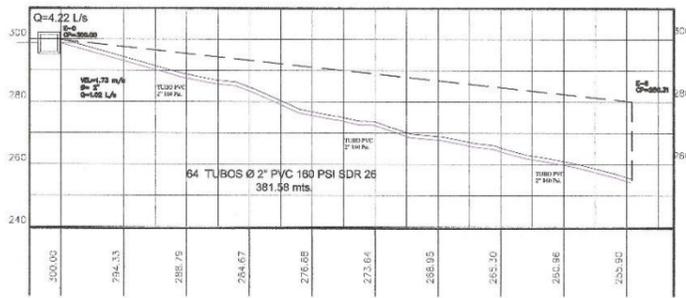
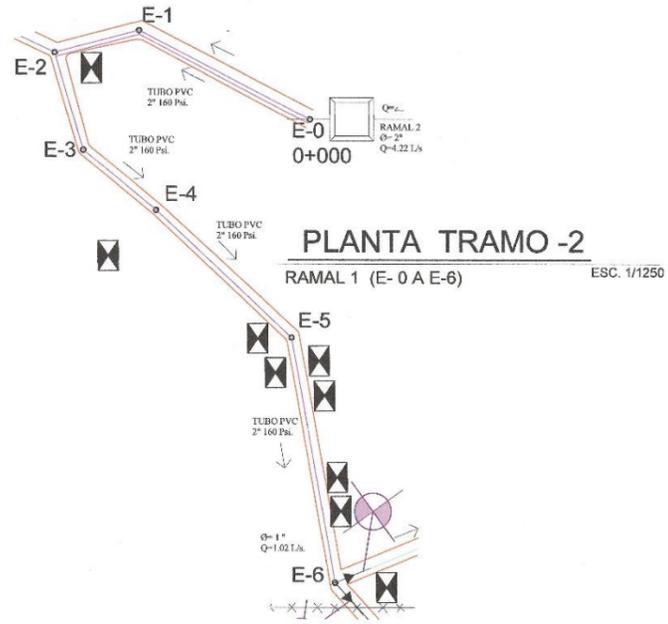


**PLANTA RAMAL-1**

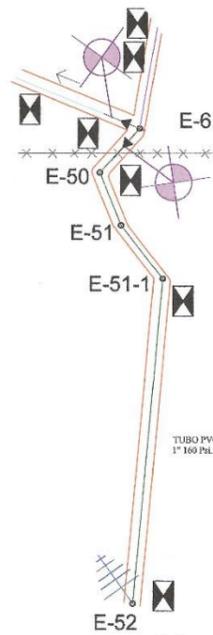
ESC. 1/1250

E-0 A E-47

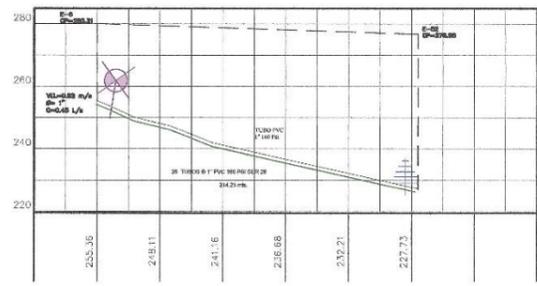
<b>MUNICIPALIDAD DE PALENCIA</b> CAMIÓN PUEBLO NUEVO S.S. TEL: 5044-8840, CENTRO AEREA PLANIFICACION@PALENCIA.GUATEMALA.GOV.GU WWW.MUNIPALPALENCIA.GUATEMALA.GOV.GU	
<b>DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION</b>	
<b>PROYECTO:</b> MEJORAMIENTO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE, EN CASERIO EL HATILLO, ALDEA SANSUR, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.	
<b>LUBICACION:</b> CASERIO EL HATILLO, ALDEA SANSUR, MUNICIPIO DE PALENCIA	<b>FECHA:</b> FEBRERO 2021 MES Y AÑO
<b>CONTENIDO:</b> PLANTA Y PERFIL	
<b>DISEÑO:</b> DMP	<b>REVISADO:</b> INDICADA
<b>APROBADO:</b> 	
<b>FECHA No.:</b> 03 / 08	
<b>F. ALCALDE MUNICIPAL</b>	



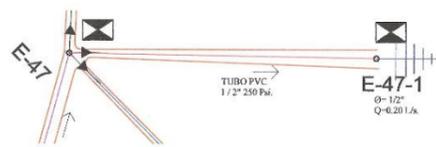
PERFIL RAMAL-2  
E-0 A E-6 ESCALA VERTICAL: 1/1000  
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000



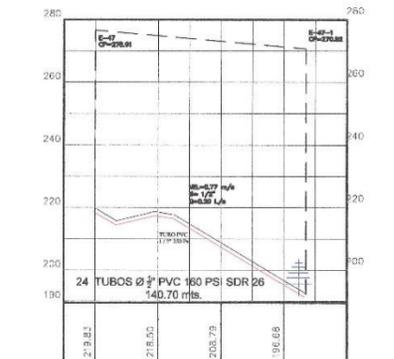
PLANTA TRAMO -2  
RAMAL 2 (E-6 A E-52) ESC. 1/1250



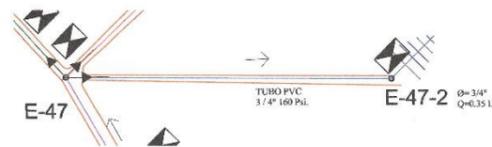
PERFIL RAMAL-2  
E-6 A E-26 ESCALA VERTICAL: 1/1000  
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000



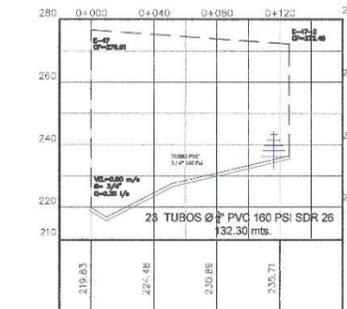
PLANTA TRAMO -1  
RAMAL 1 (E-47 A E-47 1) ESC. 1/1250



PERFIL RAMAL-1  
E-47 A E-47-1 ESCALA VERTICAL: 1/1000  
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000



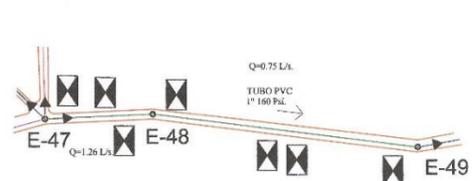
PLANTA TRAMO -1  
RAMAL 2 (E-47 A E-47 2) ESC. 1/1250



PERFIL RAMAL-2  
E-47 A E-47-2 ESCALA VERTICAL: 1/1000  
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000

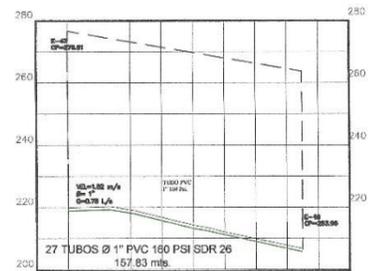
REFERENCIAS	
	ESTACION
	CARRETERA DE TERRACERIA
	CERCO
	REDUCIDOR BUSHING (R B)
	VALVULA DE COMPUERTA PARA LIMPIEZA (V L)
	VALVULA DE COMPUERTA PARA PASO (V P)
	CAJA ROMPE PRESION
	TANQUE DE DISTRIBUCION (EXISTENTE)
	TUBERIA DE PVC DE 1/2\" 250 Psi. SDR 27
	TUBERIA DE PVC DE 3/4\" 160 Psi. SDR 26
	TUBERIA DE PVC DE 1\" 160 Psi. SDR 26
	TUBERIA DE PVC DE 1 1/2\" 160 Psi. SDR 26
	TUBERIA DE PVC DE 2\" 160 Psi. SDR 26
	LINEA PIEZOMETRICA
	LINEA DE TERRENO NATURAL
<b>Qs.</b>	CAUDAL DE SALIDA
<b>Qdis.</b>	CAUDAL DE DISEÑO
<b>VEL</b>	VELOCIDAD
<b>CP.</b>	COTA PIEZOMETRICA
$\emptyset$	DIAMETRO DE TUBERIA
	VIVIENDA (CONEXION DOMICILIAR)

 <b>MUNICIPALIDAD DE PAALENCIA</b> CANTON PUEBLO NUEVO R-82, TEL: 6444-4800, CENTRO AMERICA PLANIFICACION@PAALENCIA.GU WWW.MUNIPALENCIA.GU	
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	
PROYECTO: <b>MEJORAMIENTO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE, EN CASERIO EL HATILLO, ALDEA SANSUR, MUNICIPIO DE PAALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.</b>	
UBICACION: CASERIO EL HATILLO, ALDEA SANSUR, MUNICIPIO DE PAALENCIA	FECHA: FEBRERO 2021 MES Y AÑO
CONTENIDO: PLANTAS Y PERFILES	TOPOGRAFIA <input checked="" type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURA <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/>
DISEÑO: DMP	DIBUJO: DMP
ESCALA: INDICADA	TIPO DE: INDICADA
F. PLANIFICADOR	
HOJA No. <b>04</b> <b>08</b>	
F. ALCALDE MUNICIPAL	



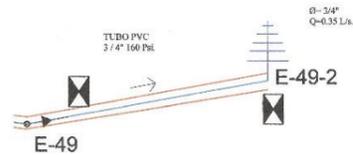
PLANTA TRAMO -1

RAMAL- 3 (E-47 A E-49) ESC. 1/1250



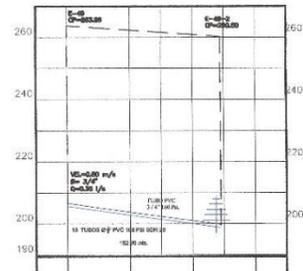
PERFIL RAMAL-3

E-47 A E-49 ESCALA VERTICAL: 1 / 2500  
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1250



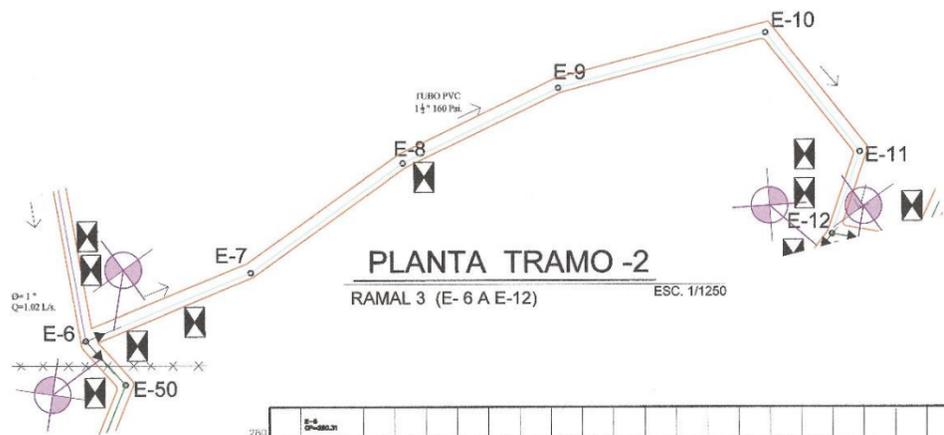
PLANTA TRAMO-1

RAMAL- 4 (E-49 A E-492) ESC. 1/1250



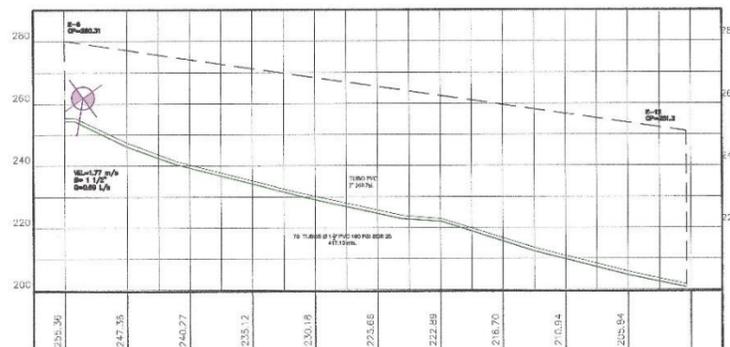
PERFIL RAMAL-4

E-49 A E-49-2 ESCALA VERTICAL: 1 / 2500  
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 1250



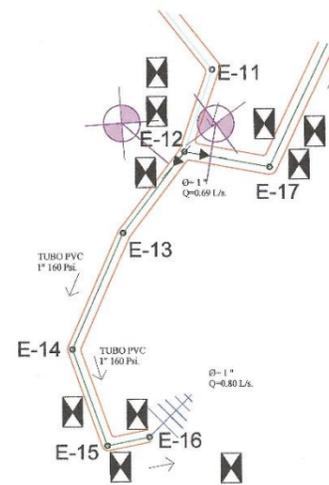
PLANTA TRAMO -2

RAMAL 3 (E- 6 A E-12) ESC. 1/1250



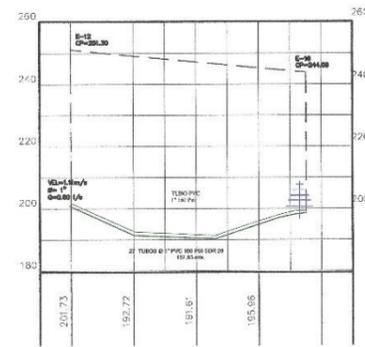
PERFIL RAMAL-3

E-6 A E-12 ESCALA VERTICAL: 1 / 1000  
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2000



PLANTA TRAMO 2

RAMAL- 4 (E-12 A E-16) ESC. 1/1250

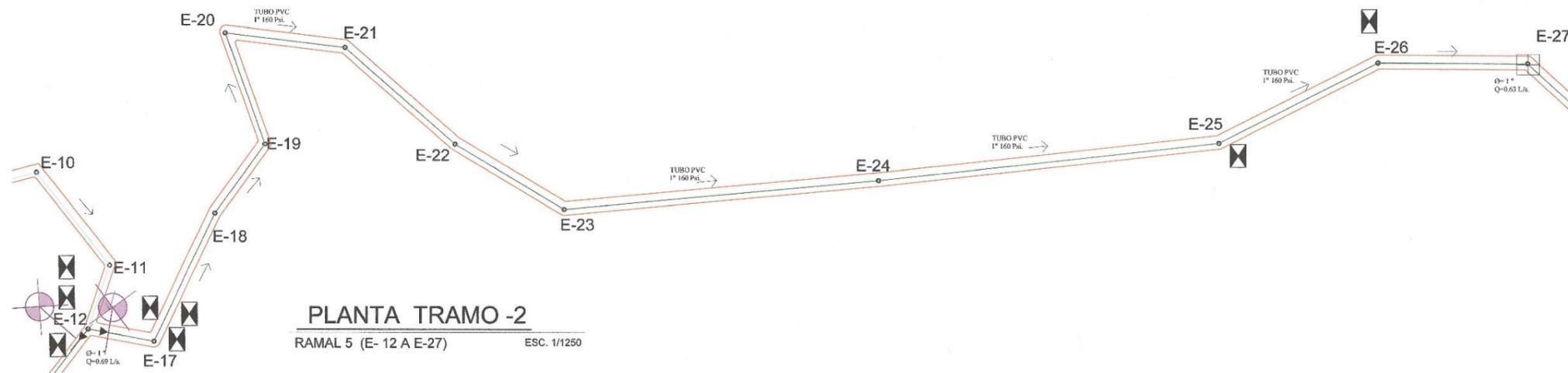


PERFIL RAMAL-4

E-12 A E-16 ESCALA VERTICAL: 1 / 1000  
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2000

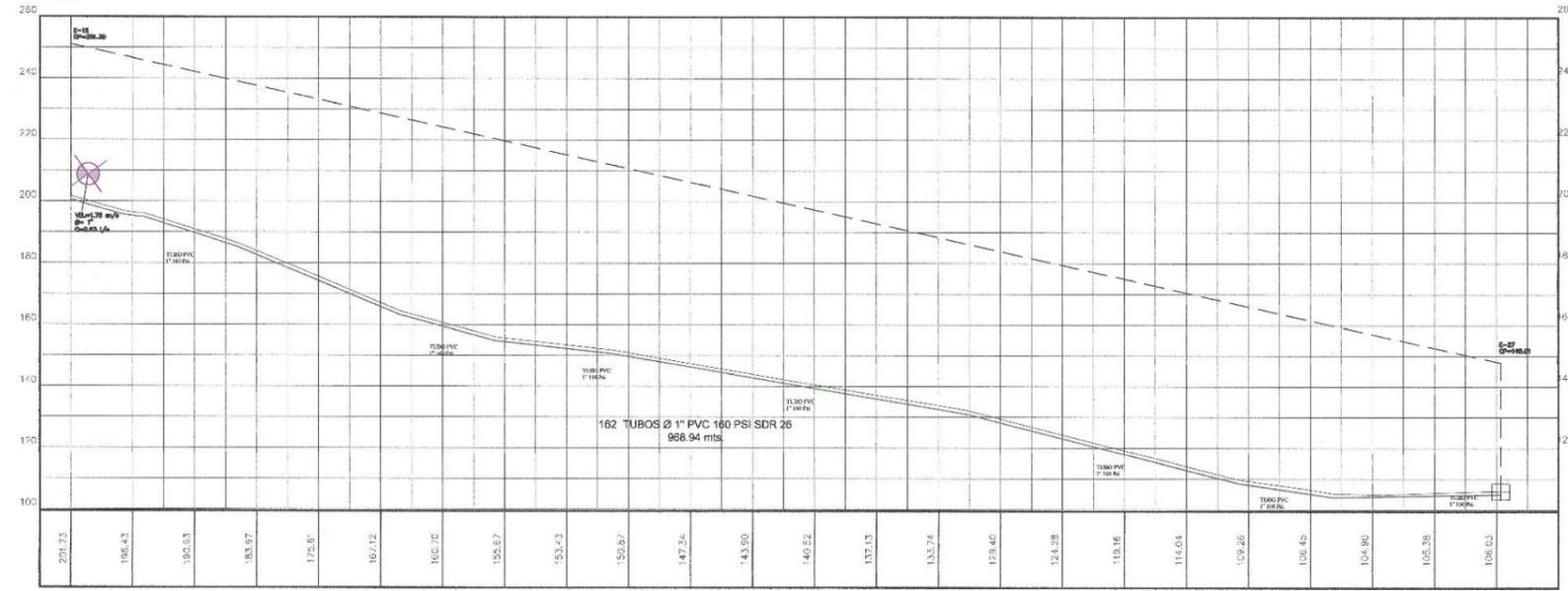
REFERENCIAS	
	ESTACION
	CARRETERA DE TERRACERIA
	CERCO
	REDUCTOR BUSHING (R B)
	VALVULA DE COMPUERTA PARA LIMPIEZA (V L)
	VALVULA DE COMPUERTA PARA PASO (V P)
	CAJA ROMPE PRESION
	TANQUE DE DISTRIBUCION (EXISTENTE)
	TUBERIA DE PVC DE 1/2\"/>
	TUBERIA DE PVC DE 3/4\"/>
	TUBERIA DE PVC DE 1\"/>
	TUBERIA DE PVC DE 1 1/2\"/>
	TUBERIA DE PVC DE 2\"/>
	LINEA PIEZOMETRICA
	LINEA DE TERRENO NATURAL
<b>Qs.</b>	CAUDAL DE SALIDA
<b>Qdis.</b>	CAUDAL DE DISEÑO
<b>VEL</b>	VELOCIDAD
<b>CP.</b>	COTA PIEZOMETRICA
$\varnothing$	DIAMETRO DE TUBERIA
	VIVENDA (CONEXION DOMICILIAR)

 <b>MUNICIPALIDAD DE PALENCIA</b> CANTON PUEBLO NUEVO 449, TEL: 504-4491, CUERPO AMERICANO PLANEACION@PALENCIA.GM.GOV.GU WWW.MUNIPALENCIA.GOV.GU	
<b>DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION</b>	
<b>PROYECTO:</b> MEJORAMIENTO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE, EN CASERIO EL HATILLO, ALDEA SANSUR, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.	
<b>UBICACION:</b> CASERIO EL HATILLO, ALDEA SANSUR, MUNICIPIO DE PALENCIA	<b>FECHA:</b> FEBRERO 2021 MES Y AÑO
<b>CONTENIDO:</b> PLANTAS Y PERFILES	<b>TOPOGRAFIA</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>ARQUITECTURA</b> <input type="checkbox"/> <b>ESTRUCTURA</b> <input type="checkbox"/> <b>INSTALACIONES</b> <input type="checkbox"/>
<b>DISEÑO:</b> DMP	<b>ESCALA:</b> MODADA
 PLANIFICADOR	
F. ALCALDE MUNICIPAL	
05 / 08	

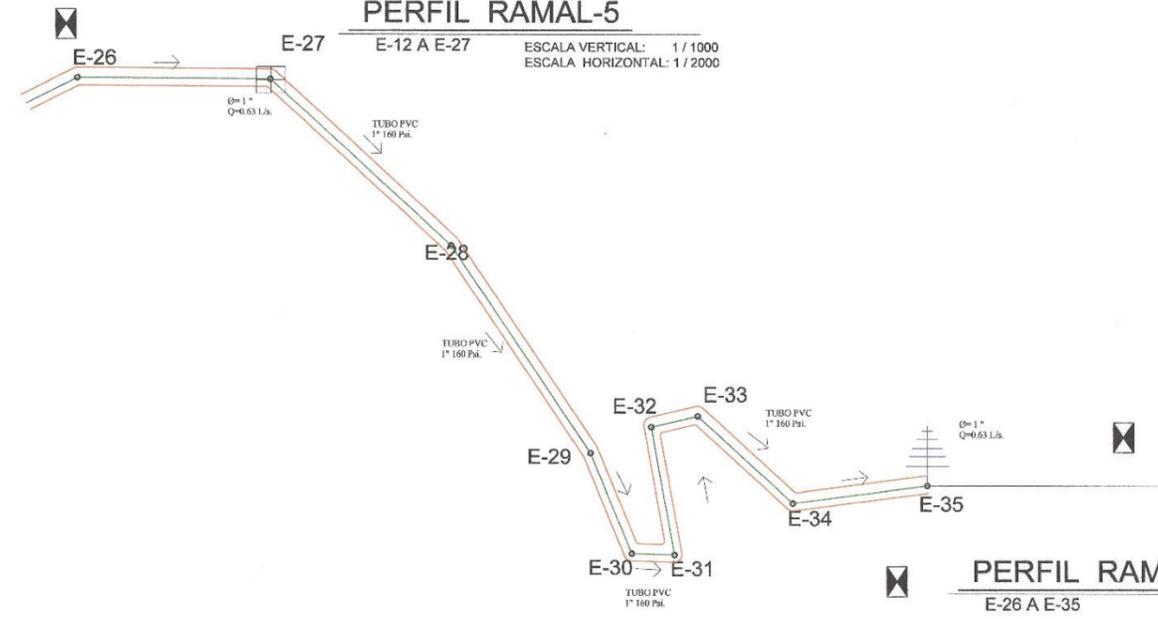


**PLANTA TRAMO -2**  
RAMAL 5 (E-12 A E-27) ESC. 1/1250

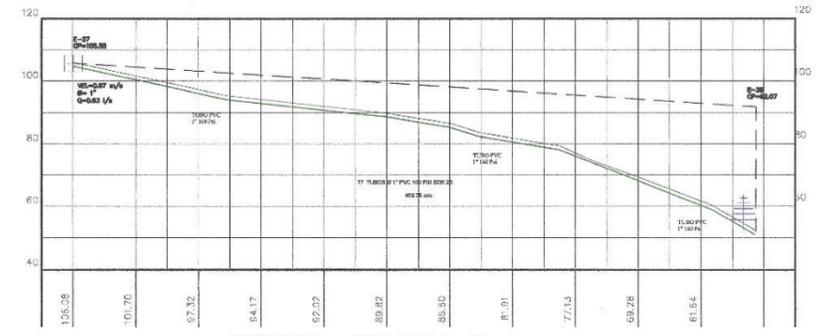
REFERENCIAS	
○	ESTACION
—	CARRETERA DE TERRACERÍA
—+—+—	CERRO
→	REDUCTOR BUSHING (R B)
⊕	VALVULA DE COMPUERTA PARA LIMPIEZA (V L)
⊗	VALVULA DE COMPUERTA PARA PASO (V P)
□	CAJA ROMPE PRESION
□	TANQUE DE DISTRIBUCION (EXISTENTE)
—	TUBERIA DE PVC DE 1/2" 250 Psl. SDR 27
—	TUBERIA DE PVC DE 3/4" 160 Psl. SDR 26
—	TUBERIA DE PVC DE 1" 160 Psl. SDR 26
—	TUBERIA DE PVC DE 1 1/2" 160 Psl. SDR 26
—	TUBERIA DE PVC DE 2" 160 Psl. SDR 26
---	LINEA PIEZOMETRICA
---	LINEA DE TERRENO NATURAL
Qs.	CAUDAL DE SALIDA
Qdis.	CAUDAL DE DISEÑO
VEL	VELOCIDAD
CP.	COTA PIEZOMETRICA
∅	DIAMETRO DE TUBERIA
⊗	VIVIENDA (CONEXIÓN DOMICILIAR)



**PERFIL RAMAL-5**  
E-12 A E-27 ESCALA VERTICAL: 1/1000  
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000

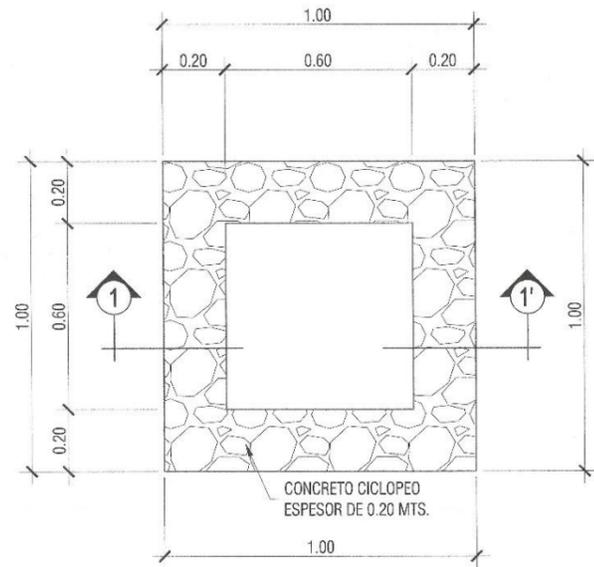


**PERFIL RAMAL-6**  
E-26 A E-35 ESC. 1/1250



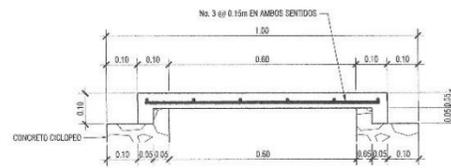
**PERFIL RAMAL-6**  
E-27 A E-35 ESCALA VERTICAL: 1/1000  
ESCALA HORIZONTAL: 1/2000

<b>MUNICIPALIDAD DE PALENCIA</b> CANTÓN PATATE NUEVO 043 TEL: 8644-8886 CENTRO AMÉRICA P.A. PLANIFICACION@MUNIPALENCIA.GU.GOV WWW.MUNIPALENCIA.GOV.GT	
<b>DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN</b>	
<b>PROYECTO:</b> MEJORAMIENTO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE, EN CASERIO EL HATILLO, ALDEA SANSUR, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.	
<b>SUBCANTÓN:</b> CASERIO EL HATILLO, ALDEA SANSUR, MUNICIPIO DE PALENCIA	<b>FECHA:</b> FEBRERO 2021 MES Y AÑO
<b>CONTENIDO:</b> PLANTAS Y PERFILES	
<b>DISEÑO:</b> DMP	<b>TÍTULO:</b> INDICADA
<b>F. PLANIFICADOR</b>	
HOJA No. <b>06</b> / <b>08</b>	
F. ALCALDE MUNICIPAL	



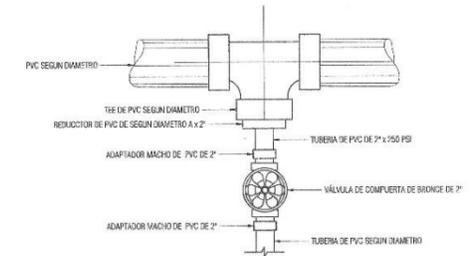
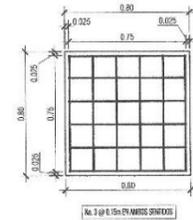
**CAJA DE PROTECCIÓN DE VÁLVULAS**

ESC. 1/10



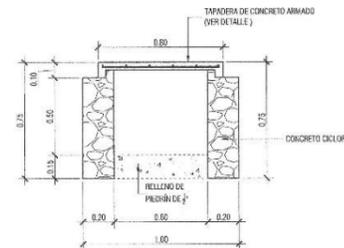
**DETALLE DE TAPADERA CAJA DE PROTECCIÓN**

ESC. 1/10



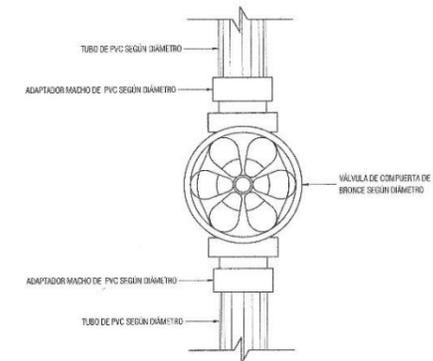
**DETALLE DE VÁLVULA DE LIMPIEZA**

ESC. 1/10



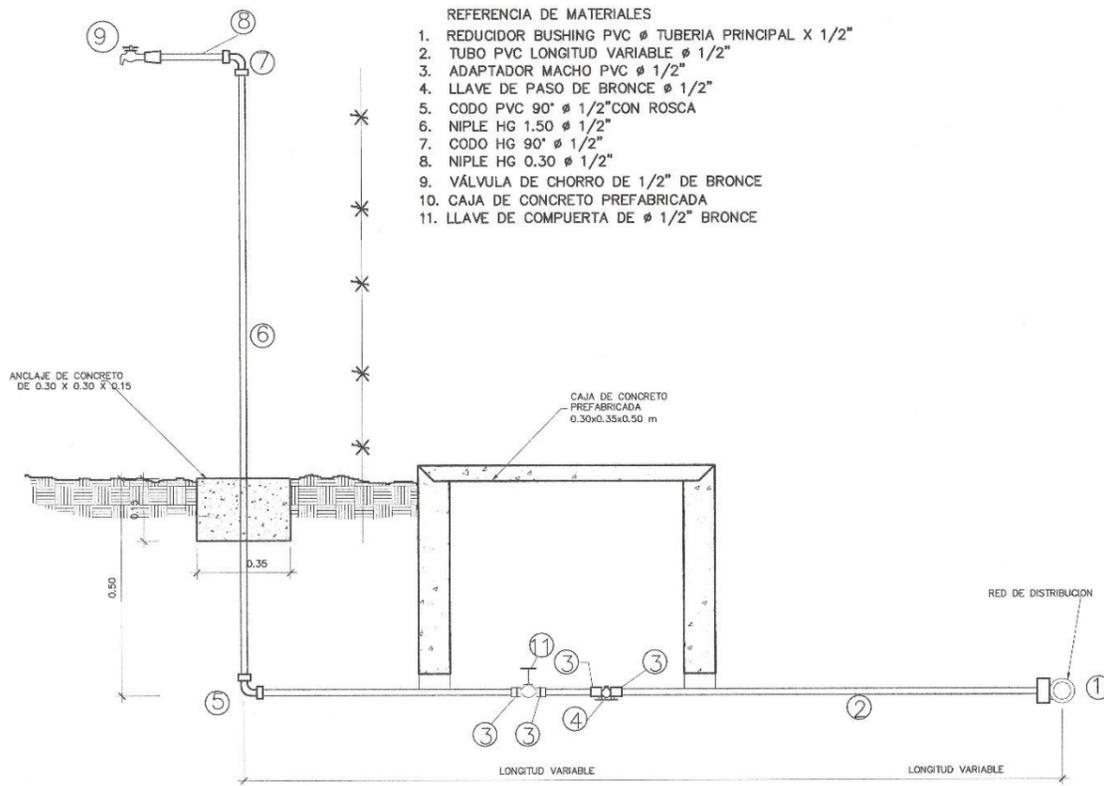
**SECCIÓN 1-1' DE CAJA DE PROTECCIÓN DE VÁLVULA DE LIMPIEZA**

ESC. 1/20



**DETALLE DE VÁLVULA DE COMPUERTA**

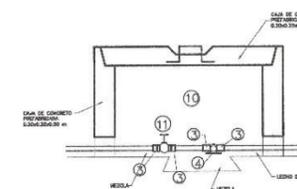
ESC. 1/10



**CONEXION DOMICILIAR TIPICO**

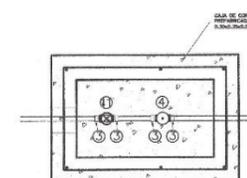
ESC. 1/10

- REFERENCIA DE MATERIALES**
1. REDUCIDOR BUSHING PVC  $\phi$  TUBERIA PRINCIPAL X 1/2"
  2. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE  $\phi$  1/2"
  3. ADAPTADOR MACHO PVC  $\phi$  1/2"
  4. LLAVE DE PASO DE BRONCE  $\phi$  1/2"
  5. CODO PVC 90°  $\phi$  1/2" CON ROSCA
  6. NIPLÉ HG 1.50  $\phi$  1/2"
  7. CODO HG 90°  $\phi$  1/2"
  8. NIPLÉ HG 0.30  $\phi$  1/2"
  9. VÁLVULA DE CHORRO DE 1/2" DE BRONCE
  10. CAJA DE CONCRETO PREFABRICADA
  11. LLAVE DE COMPUERTA DE  $\phi$  1/2" BRONCE



**SECCION CAJA DE CONCRETO PREFABRICADA**

ESC. 1/20

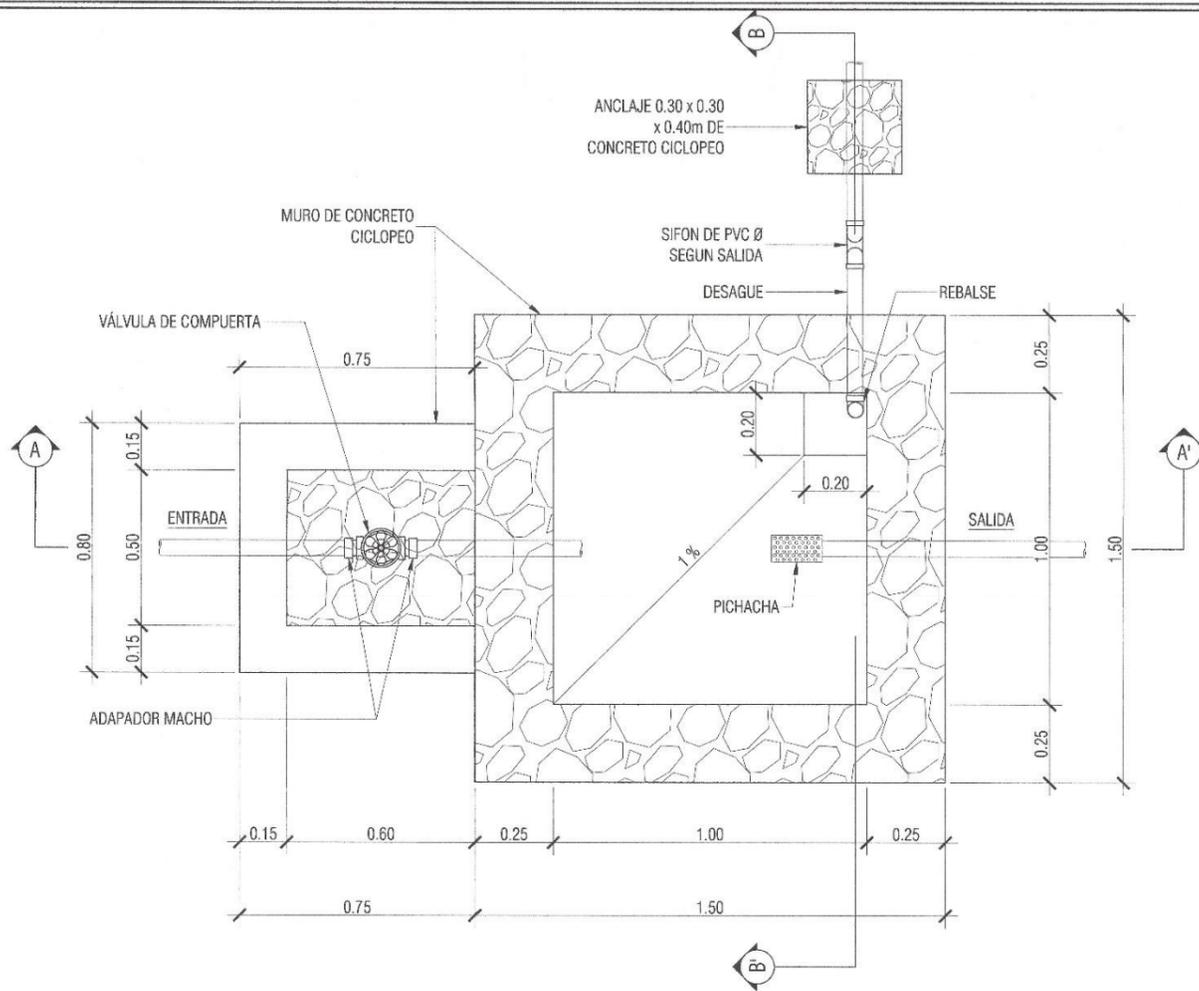


**PLANTA CAJA DE CONCRETO PREFABRICADA**

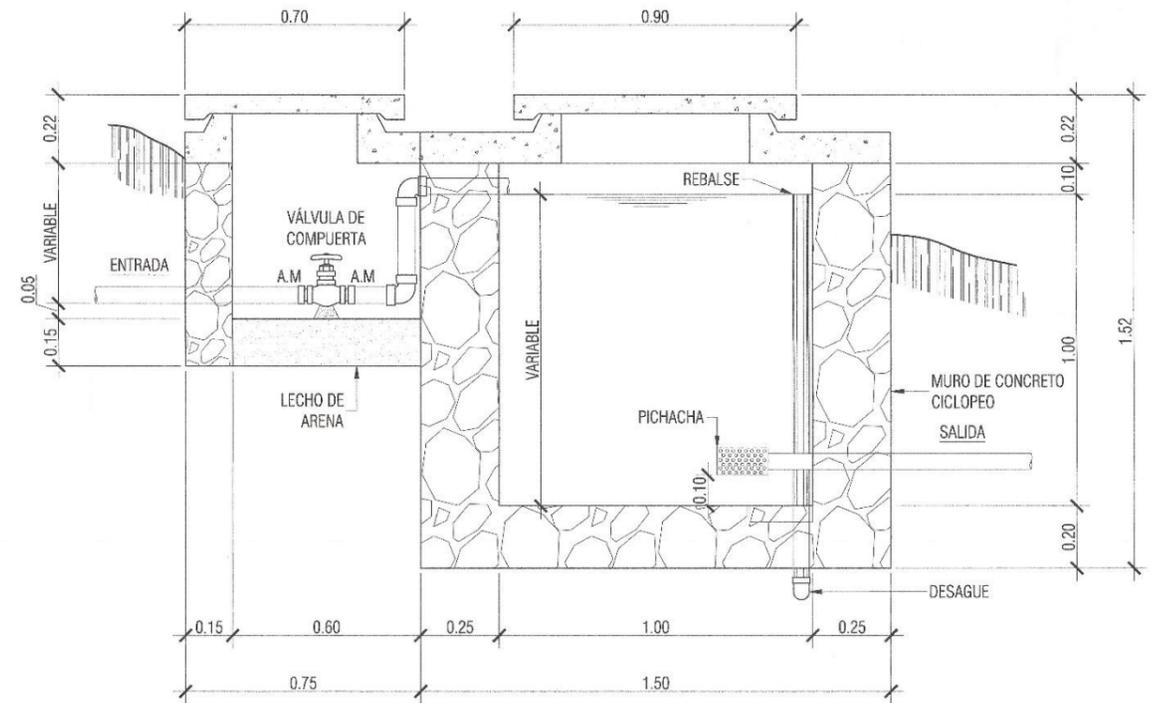
ESC. 1/20

 <b>MUNICIPALIDAD DE PALENCIA</b> CANTÓN PUERTO NUEVO S-11, TEL: 644-6840, CENTRO AMÉRICA PLANNING@PALENCIA.GOB.GT WWW.MUNIPALENCIA.GOB.GT	
<b>DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN</b>	
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE, EN CASERIO EL HATILLO, ALDEA SANSUR, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA	
UBICACIÓN: CASERIO EL HATILLO, ALDEA SANSUR, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: FEBRERO 2021 MES Y AÑO
CONTENIDO: TOPOGRAFÍA ARQUITECTURA ESTRUCTURA INSTALACIONES	<input type="checkbox"/> TOPOGRAFÍA <input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURA <input type="checkbox"/> INSTALACIONES
DISEÑO: DMP	DIBUJADO: DMP
ESCALA: INDICADA	TITULO:
	
F. PLANIFICADOR	
HOJA No. 07/08	
F. ALCALDE MUNICIPAL	

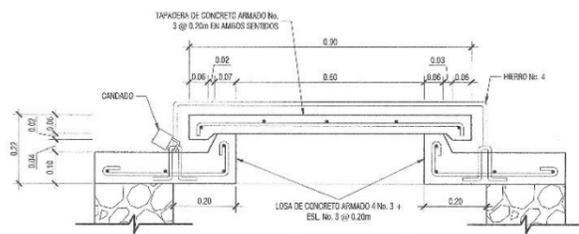




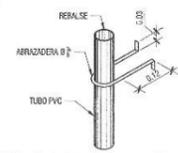
PLANTA DE CAJA ROMPE PRESIÓN  
ESC. 1/10



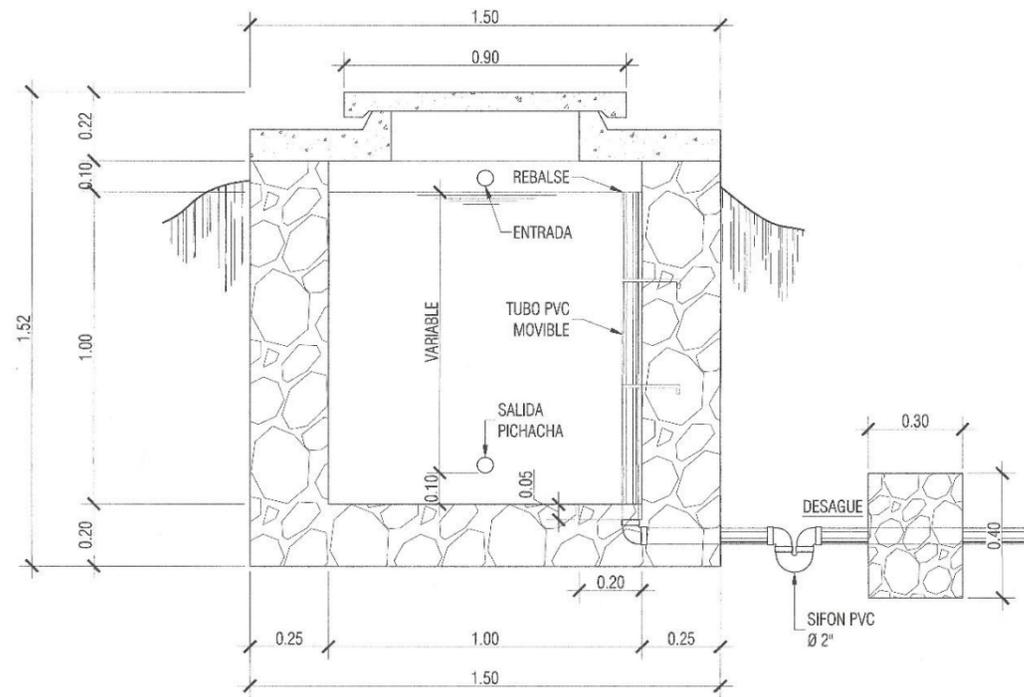
SECCIÓN A-A'  
ESC. 1/10



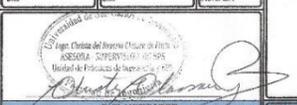
DETALLE DE TAPADERA  
ESC. 1/10



DETALLE DE ANCLAJE  
ESC. 1/10



SECCIÓN B-B'  
ESC. 1/10

 <b>MUNICIPALIDAD DE PALENCIA</b> CANTÓN PUEBLO HUECO C.A.S. TEL: 5044-8888. CENTRO ASERCA PLANIFICACION@PALENCIA.GOB.MI WWW.MUNIPALENCIA.GOB.GT	
<b>DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN</b>	
<b>PROYECTO:</b> MEJORAMIENTO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE, EN CASERIO EL HATILLO, ALDEA SANSUR, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.	
<b>UBICACIÓN:</b> CASERIO EL HATILLO, ALDEA SANSUR, MUNICIPIO DE PALENCIA	<b>FECHA:</b> FEBRERO 2021 MES Y AÑO
<b>CONTENIDO:</b> DETALLES	<b>TOPOGRAFÍA</b> <input type="checkbox"/> <b>ARQUITECTURA</b> <input type="checkbox"/> <b>ESTRUCTURA</b> <input type="checkbox"/> <b>INSTALACIONES</b> <input type="checkbox"/>
<b>DISEÑO:</b> DMP	<b>REVISIÓN:</b> INDICADA
 EL PLANIFICADOR	
F. ALCALDE MUNICIPAL	
NO. 08 / 08	



Apéndice 2.

**Memoria de cálculo del drenaje pluvial**

Fuente: elaboración propia.



**MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA**

RAMAL 1 VERDE																													
De	Tramo	A	Longitud (m)	Cota		Coeficiente promedio	Area local Ha	A Acum Ha	Tc minutos	Intensidad mm/hr	Q diseño m³/s	Dtub interior (")	Stubería %	Sección llena				Chequeo 0.1-cd/D<0.8	Vdiseño (m/s)	Chequeo 0.6-Vdis>5	Diametro Pozo (m)	Hmin	Cotas invert		Altura pozo de visita				
				Inicial	Final									Velocidad (m/s)	Área (m²)	Caudal (m³/s)	q/Q real						q/Q tabla	v/V tabla	d/D tabla	Cis	Cie real	Inicial	Final
PV64	PVI-15		69,4	130,411	128,25	0,75	0,2363161	0,2363161	12	121,02	0,06	9,846	3,17	2,80	0,049121381	0,1376	0,43135	0,43296	0,964	0,46	Ok	2,70	Ok	1,2	1,28	129,14	126,97	1,28	1,28
PVI-15	PV63		69,4	128,25	125,092	0,75	0,2319544	0,4682705	12,43	119,10	0,12	9,846	4,59	3,37	0,049121381	0,1655	0,69918	0,70537	1,083	0,62	Ok	3,65	Ok	1,2	1,28	126,94	123,82	1,31	1,28
PV63	PV62		35,71	125,092	123,082	0,75	0,1202898	0,5885603	12,75	117,72	0,14	9,846	5,74	3,77	0,049121381	0,1851	0,77664	0,78913	1,108	0,67	Ok	4,18	Ok	1,2	1,28	123,79	121,81	1,31	1,28
PV62	PVI21		8,9375	123,082	121,382	0,75	0,0275712	0,6161315	12,89	117,12	0,15	9,846	8,75	4,65	0,049121381	0,2286	0,65496	0,67157	1,072	0,6	Ok	4,99	Ok	1,2	1,28	120,78	120,11	2,30	1,28
PVI21	PVI17		8,9375	121,382	119,66	0,75	0,0275712	0,6437027	12,92	116,99	0,16	9,846	8,60	4,61	0,049121381	0,2266	0,68947	0,70537	1,083	0,62	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	119,05	118,38	2,33	1,28
PVI17	PVI22		8,9375	119,66	117,982	0,75	0,0224171	0,6661198	12,95	116,87	0,16	9,846	8,50	4,59	0,049121381	0,2253	0,71689	0,72269	1,089	0,63	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	117,36	116,71	2,30	1,28
PVI22	PV61		8,9375	117,982	116,28	0,75	0,0224171	0,6885369	12,98	116,74	0,17	9,846	8,37	4,55	0,049121381	0,2236	0,74595	0,7551	1,098	0,65	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	115,65	115,00	2,33	1,28
PV61	PVI23		13,8425	116,282	113,497	0,75	0,0329396	0,7214765	13,01	116,61	0,17	9,846	8,22	4,51	0,049121381	0,2216	0,78789	0,78913	1,108	0,67	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	113,26	112,22	3,02	1,28
PVI23	PVI18		13,8425	113,497	110,712	0,75	0,0329396	0,7544161	13,05	116,42	0,18	9,846	8,05	4,46	0,049121381	0,2193	0,83114	0,83741	1,12	0,7	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	110,45	109,44	3,04	1,28
PVI18	PVI24		13,8425	110,712	107,9281	0,75	0,0176842	0,7721003	13,10	116,23	0,19	9,846	7,99	4,45	0,049121381	0,2185	0,85240	0,85376	1,124	0,71	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	107,66	106,65	3,05	1,28
PVI24	PV4		13,8425	107,9281	105,143	0,75	0,0176842	0,7897845	13,15	116,04	0,19	9,846	7,90	4,42	0,049121381	0,2172	0,87543	0,88384	1,13	0,73	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	104,87	103,87	3,06	1,28
PV4	PVI13		36,5	105,143	101,248	0,75	0,1037584	0,8935429	13,19	115,85	0,21	11,715	6,96	4,66	0,069540129	0,3241	0,66273	0,67157	1,072	0,6	Ok	5,00	Ok	1,2	1,33	102,38	99,92	2,77	1,33
PVI13	PV3		50	101,248	97,83	0,75	0,1399363	1,0334792	13,31	115,35	0,25	11,715	6,47	4,49	0,069540129	0,3125	0,79158	0,80523	1,112	0,68	Ok	5,00	Ok	1,2	1,33	99,66	96,50	1,59	1,33
PV3	PV2		23	97,83	95,67	0,75	0,0659087	1,0993879	13,48	114,67	0,26	11,715	6,33	4,44	0,069540129	0,3091	0,84632	0,85376	1,124	0,71	Ok	5,00	Ok	1,2	1,33	95,71	94,33	2,12	1,33
PV0-6	PV0-1		57,9	103	100	0,75	0,5443085	0,5443085	12,00	121,02	0,14	9,846	5,29	3,62	0,049121381	0,1778	0,76886	0,77339	1,104	0,66	Ok	4,00	Ok	1,2	1,28	101,72	98,72	1,28	1,28
PV0-1	PV1		67,5	100	96,789	0,75	1,0908052	1,6351137	12,24	119,93	0,41	14,338	4,76	4,41	0,104166496	0,4594	0,88575	0,89734	1,132	0,74	Ok	4,99	Ok	1,2	1,40	98,54	95,39	1,46	1,40
PV1	PV2		9,5	96,789	95,657	0,75	0,0409105	1,6760242	12,47	118,93	0,41	14,338	4,75	4,41	0,104166496	0,4589	0,90131	0,9123	1,134	0,75	Ok	5,00	Ok	1,2	1,40	94,65	94,26	2,14	1,40
PV2	PVI27		6,219	95,657	94,6602	0,75	0,010751975	2,786164075	12,08	120,67	0,70	23,469	3,11	4,95	0,2790873	1,3818	0,50488	0,51719	1,009	0,51	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	93,16	93,00	2,50	1,66
PVI27	PVI25		6,219	94,6602	93,6634	0,75	0,010751975	2,79691605	12,10	120,57	0,70	23,469	3,11	4,95	0,2790873	1,3818	0,50643	0,51719	1,009	0,51	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	92,16	92,01	2,50	1,66
PVI25	PVI28		6,219	93,6634	92,6665	0,75	0,010751975	2,807668025	12,12	120,48	0,70	23,469	3,11	4,95	0,2790873	1,3818	0,50798	0,51719	1,009	0,51	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	91,17	91,01	2,50	1,66
PVI28	PVI19		6,219	92,6665	91,264	0,75	0,010751975	2,81842	12,14	120,39	0,70	23,469	3,11	4,95	0,2790873	1,3818	0,50953	0,51719	1,009	0,51	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	89,76	89,61	2,90	1,66
PVI19	PVI29		6,219	91,264	89,7763	0,75	0,003710675	2,822130675	12,16	120,29	0,70	23,469	3,11	4,95	0,2790873	1,3818	0,50981	0,51719	1,009	0,51	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	88,28	88,12	2,90	1,66
PVI29	PVI26		6,219	89,7763	88,1637	0,75	0,003710675	2,82584135	12,18	120,20	0,70	23,469	3,11	4,95	0,2790873	1,3818	0,51008	0,51719	1,009	0,51	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	86,66	86,51	3,11	1,66
PVI26	PVI30		6,219	88,1637	86,3738	0,75	0,003710675	2,829552025	12,20	120,11	0,71	23,469	3,11	4,95	0,2790873	1,3818	0,51036	0,51719	1,009	0,51	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	84,87	84,72	3,29	1,66
PVI30	PVI16		6,219	86,3738	84,584	0,75	0,003710675	2,8332627	12,22	120,01	0,71	23,469	3,11	4,95	0,2790873	1,3818	0,51063	0,51719	1,009	0,51	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	83,08	82,93	3,29	1,66
PVI16	PV15		70	91,001	89,061	0,75	0,3804224	0,3804224	12,00	121,02	0,10	9,846	2,82	2,64	0,049121381	0,1298	0,73609	0,73947	1,094	0,64	Ok	2,89	Ok	1,2	1,28	89,73	87,79	1,28	1,28
PV15	PVI10		28,001	89,061	84,584	0,75	0,0930014	0,4734238	12,40	119,21	0,12	9,846	10,25	5,04	0,049121381	0,2474	0,47328	0,48303	0,991	0,49	Ok	4,99	Ok	1,2	1,28	86,06	83,31	3,00	1,28
PVI10	PV17		75	88,09	86,135	0,75	0,4030008	0,4030008	12,00	121,02	0,10	9,846	2,65	2,56	0,049121381	0,1258	0,80451	0,80523	1,112	0,68	Ok	2,85	Ok	1,2	1,28	86,81	84,86	1,28	1,28
PV17	PV16		25	86,135	84,584	0,75	0,0718664	0,4748672	12,44	119,05	0,12	9,846	6,39	3,98	0,049121381	0,1954	0,60043	0,60444	1,049	0,56	Ok	4,17	Ok	1,2	1,28	84,83	83,31	1,31	1,28
PV16	PVI31		10	84,584	82,8802	0,75	0,03782355	3,81937725	12,10	120,56	0,96	23,469	2,60	4,53	0,2790873	1,2634	0,75629	0,77339	1,104	0,66	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	81,45	81,22	3,13	1,66
PVI31	PV19		10	82,8802	81,179	0,75	0,03782355	3,8572008	12,13	120,41	0,96	23,469	2,60	4,53	0,2790873	1,2634	0,76283	0,77339	1,104	0,66	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	79,75	79,52	3,13	1,66
PV19	PVI33		6,75	81,179	79,8013	0,75	0,025452125	3,882652925	12,17	120,26	0,97	23,469	2,60	4,53	0,2790873	1,2634	0,76690	0,77339	1,104	0,66	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	78,29	78,15	2,89	1,66
PVI33	PVI32		6,75	79,8013	78,6138	0,75	0,025452125	3,90810505	12,19	120,16	0,97	23,469	2,60	4,53	0,2790873	1,2634	0,77128	0,77339	1,104	0,66	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	77,10	76,96	2,70	1,66
PVI32	PV20		13,5	78,6138	76,69	0,75	0,05090425	3,9590093	12,21	120,06	0,99	23,469	2,58	4,51	0,2790873	1,2586	0,78369	0,78913	1,108	0,45	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	75,35	75,03	3,26	1,66
PV20	PV21		20	77,305	76,69	0,75	0,1158206	0,1158206	12,00	121,02	0,03	9,846	3,27	2,85	0,049121381	0,1398	0,20807	0,20858	0,79	0,31	Ok	2,25	Ok	1,2	1,28	76,03	75,41	1,28	1,28
PV21	PV34		51,747	76,69	74,065	0,75	0,1316668	4,2064967	12,15	120,35	1,05	23,469	2,51	4,45	0,2790873	1,2414	0,84621	0,85376	1,124	0,71	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	73,68	72,41	3,01	1,66
PV34	PVI35		9,0125	74,065	72,9479	0,75	0,019995325	4,226492025	12,32	119,57	1,05	23,469	2,51	4,45	0,2790873	1,2414	0,84479	0,85376	1,124	0,71	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	71,49	71,29	2,58	1,66
PVI35	PVI34		9,0125	72,9479	71,9265	0,75	0,019995325	4,24648735	12,35	119,44	1,05	23,469	2,51	4,45	0,2790873	1,2414	0,84784	0,85376	1,124	0,71	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	70,47	70,27	2,48	1,66
PVI34	PVI36		9,0125	71,9265	70,6267	0,75	0,019995325	4,26482675	12,38	119,31	1,06	23,469	2,50	4,44	0,2790873	1,2389	0,85259	0,86791	1,126	0,72	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	69,17	68,97	2,76	1,66
PVI36	PVI20		9,0125	70,6267	69,138	0,75	0,019995325	4,286478	12,41	119,18	1,06	23,469	2,5																

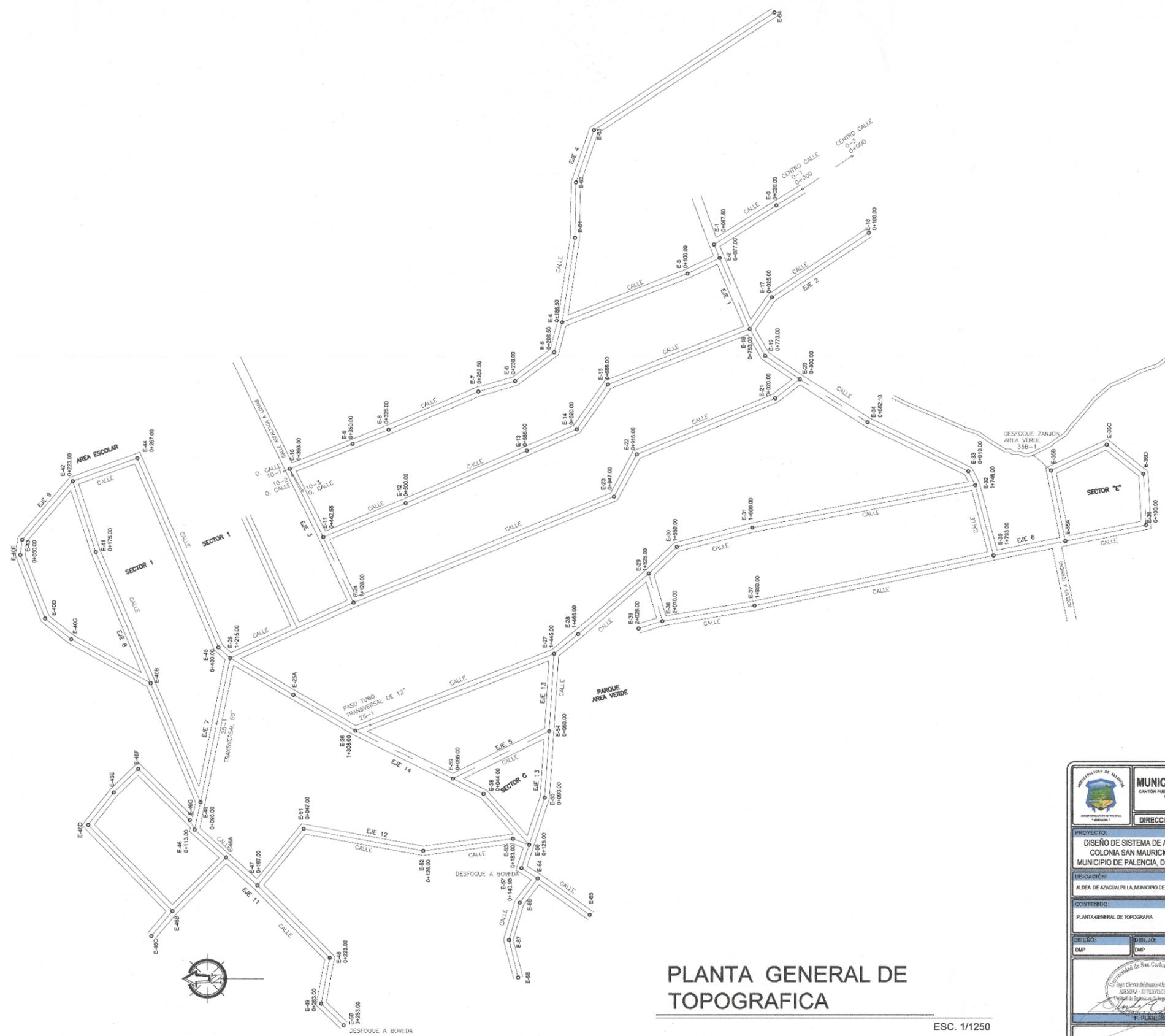
PVI-49	PVI-48	6,25	93,012	91,212	0,75	0,02752395	0,516415	13,51	114,54	0,12	9,846	10,09	5,00	0,049121381	0,2455	0,49996869	0,5	1	0,5	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	90,45	89,94	2,57	1,28
PVI-48	PVI-50	6,25	91,212	89,412	0,75	0,02752395	0,54393895	13,53	114,46	0,13	9,846	9,64	4,89	0,049121381	0,2400	0,53837301	0,5506	1,023	0,53	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	88,62	88,14	2,59	1,28
PVI-50	PV-9	6,25	89,412	87,612	0,75	0,02752395	0,5714629	13,55	114,37	0,14	9,846	9,45	4,84	0,049121381	0,2376	0,57085543	0,58215	1,033	0,55	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	86,81	86,34	2,60	1,28
PV-9	PVI-51	21,75	87,612	84,076	0,75	0,05544585	0,62690875	13,57	114,29	0,15	9,846	8,88	4,69	0,049121381	0,2303	0,64555677	0,65488	1,066	0,59	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	84,63	82,80	2,99	1,28
PVI-51	PVI-52	5,4375	84,076	82,146	0,75	0,013861463	0,640770213	13,65	114,00	0,15	9,846	8,78	4,66	0,049121381	0,2290	0,66189592	0,67157	1,072	0,6	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	81,24	80,87	2,83	1,28
PVI-52	PVI-53	5,4375	82,146	78,661	0,75	0,013861463	0,654631675	13,67	113,93	0,15	9,846	8,69	4,64	0,049121381	0,2278	0,67927688	0,68876	1,078	0,61	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	77,75	77,39	4,39	1,28
PVI-53	PVI-54	5,4375	78,661	75,371	0,75	0,013861463	0,668493138	13,68	113,86	0,16	9,846	8,60	4,61	0,049121381	0,2266	0,69683996	0,70537	1,083	0,62	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	74,46	74,10	4,20	1,28
PVI-54	PV-10	5,4375	75,371	73,767	0,75	0,013861463	0,6823546	13,70	113,79	0,16	9,846	8,51	4,59	0,049121381	0,2255	0,71458828	0,72269	1,089	0,63	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	72,85	72,49	2,52	1,28
PV-10	PVI-11	49,05	73,767	68,209	0,75	0,12413	0,8064846	13,72	113,71	0,19	9,846	7,90	4,42	0,049121381	0,2172	0,87602968	0,88384	1,13	0,73	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	70,71	66,93	3,05	1,28
PV-15	PV-14	35	91,001	88,047	0,75	0,1294322	0,1294322	12,00	121,02	0,03	9,846	8,74	4,65	0,049121381	0,2285	0,14225508	0,14793	0,716	0,26	Ok	3,33	Ok	1,2	1,28	89,73	86,77	1,28	1,28
PV-14	PV-13	35	88,047	90,288	0,75	0,1547788	0,284211	12,18	120,22	0,07	11,715	0,35	1,05	0,069540129	0,0727	0,9755269	0,98906	1,14	0,8	Ok	1,19	Ok	1,2	1,33	86,71	86,59	1,34	3,69
PV-13	PV-12	85	90,288	80,768	0,75	0,3952059	0,6794169	12,66	118,07	0,17	11,715	8,15	5,04	0,069540129	0,3507	0,47461107	0,48303	0,991	0,49	Ok	5,00	Ok	1,2	1,33	86,27	79,44	4,02	1,33
PV-12	PVI-56	14,3625	80,768	78,046	0,75	0,04555535	0,72497225	12,95	116,86	0,18	11,715	7,86	4,95	0,069540129	0,3444	0,51041711	0,51719	1,009	0,51	Ok	5,00	Ok	1,2	1,33	77,75	76,72	3,01	1,33
PVI-56	PVI-57	7,18125	78,046	76,685	0,75	0,022777675	0,747749925	13,00	116,66	0,18	11,715	7,75	4,92	0,069540129	0,3420	0,52926329	0,53387	1,016	0,52	Ok	5,00	Ok	1,2	1,33	75,82	75,36	2,22	1,33
PVI-57	PVI-55	7,18125	76,685	75,065	0,75	0,022777675	0,7705276	13,02	116,56	0,19	11,715	7,65	4,89	0,069540129	0,3398	0,54846617	0,5506	1,023	0,53	Ok	5,00	Ok	1,2	1,33	74,20	73,74	2,49	1,33
PVI-55	PVI-59	7,18125	75,065	73,204	0,75	0,022777675	0,793305275	13,04	116,46	0,19	11,715	7,50	4,84	0,069540129	0,3365	0,56980826	0,58215	1,033	0,55	Ok	5,00	Ok	1,2	1,33	72,33	71,88	2,74	1,33
PVI-59	PVI-58	7,18125	73,204	71,343	0,75	0,022777675	0,81608295	13,07	116,36	0,20	11,715	7,27	4,76	0,069540129	0,3313	0,59485778	0,60444	1,049	0,56	Ok	5,00	Ok	1,2	1,33	70,45	70,02	2,75	1,33
PVI-58	PV-11	14,3625	71,343	68,209	0,75	0,04555535	0,8616383	13,09	116,26	0,21	11,715	7,12	4,71	0,069540129	0,3278	0,63410092	0,6375	1,06	0,58	Ok	5,00	Ok	1,2	1,33	67,82	66,88	3,52	1,33
PV-11	PVI-60	23,326	68,209	65,301	0,75	0,05538265	1,72350555	12,16	120,28	0,43	14,338	4,71	4,39	0,104166496	0,4570	0,94130893	0,95321	1,139	0,78	Ok	5,00	Ok	1,2	1,40	64,94	63,90	3,27	1,40
PVI-60	PV-24	23,326	65,301	63,501	0,75	0,05538265	1,7788882	12,24	119,93	0,44	14,338	4,70	4,38	0,104166496	0,4565	0,96977073	0,97015	1,14	0,79	Ok	5,00	Ok	1,2	1,40	63,14	62,10	2,16	1,40
PV-24	PV-22	96	77,305	75,239	0,75	0,4242005	0,4242005	12,00	121,02	0,11	9,846	2,18	2,32	0,049121381	0,1141	0,9336466	0,93942	1,137	0,77	Ok	2,64	Ok	1,2	1,28	76,03	73,96	1,28	1,28
PV-22	PV-23	31	75,239	73,68	0,75	0,1182567	0,5424572	12,61	118,32	0,13	9,846	5,13	3,56	0,049121381	0,1751	0,76080214	0,77339	1,104	0,66	Ok	3,93	Ok	1,2	1,28	73,93	72,40	1,31	1,28
PV-23	PVI4	53	73,68	70,854	0,75	0,252361	0,7948182	12,74	117,76	0,19	11,715	5,46	4,13	0,069540129	0,2870	0,67683118	0,68876	1,078	0,61	Ok	4,45	Ok	1,2	1,33	72,35	69,53	1,33	1,33
PVI4	PVI5	75	70,854	66,384	0,75	0,378423	1,1732412	12,94	116,92	0,28	11,715	6,02	4,34	0,069540129	0,3015	0,94414396	0,95321	1,139	0,78	Ok	4,94	Ok	1,2	1,33	69,50	65,05	1,36	1,33
PVI5	PV-24	53	66,38	63,501	0,75	0,20051	1,3737512	13,19	115,86	0,33	14,338	5,26	4,64	0,104166496	0,4829	0,68390087	0,68876	1,078	0,61	Ok	5,00	Ok	1,2	1,40	64,83	62,10	1,55	1,40
PV24	PV24A	47	63,501	61,235	0,75	0,0928648	3,2455042	12,18	120,22	0,81	23,469	2,83	4,72	0,2790873	1,3181	0,61421822	0,62297	1,058	0,57	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	60,88	59,58	2,63	1,66
PVI-6	PV-24A	75	68,221	61,235	0,75	0,3238875	0,3238875	12,00	121,02	0,08	9,846	9,47	4,84	0,049121381	0,3278	0,34204277	0,35246	0,913	0,41	Ok	4,42	Ok	1,2	1,28	66,95	59,96	1,28	1,28
PV-24A	PV-25	40	61,235	59,204	0,75	0,0465901	3,6159818	12,28	119,74	0,90	23,469	2,70	4,61	0,2790873	1,2875	0,69784928	0,70537	1,083	0,62	Ok	5,00	Ok	1,2	1,66	58,60	57,55	2,64	1,66
PV-43	PV-42	50	82,225	74,162	0,75	0,2567907	0,2567907	12,00	121,02	0,06	9,846	16,18	6,33	0,049121381	0,3109	0,20742561	0,20858	0,79	0,31	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	80,78	72,89	1,44	1,28
PV-42	PV-44	44	74,162	67,909	0,75	0,1674468	0,4242375	12,17	120,26	0,11	9,846	11,06	5,23	0,049121381	0,2570	0,41189646	0,41681	0,955	0,45	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	71,37	66,63	2,79	1,28
PV-44	PVI-7	66,5	67,909	60,366	0,75	0,3818697	0,8061072	12,31	119,61	0,20	9,846	7,82	4,40	0,049121381	0,2161	0,9257047	0,9263	1,136	0,76	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	64,20	59,09	3,71	1,28
PVI-7	PV-45	66,5	60,366	59,629	0,75	0,505472	1,3115792	12,54	118,63	0,32	14,338	2,41	3,14	0,104166496	0,3269	0,98772669	0,98906	1,14	0,8	Ok	3,58	Ok	1,2	1,40	58,96	57,39	1,40	2,24
PV-45	PV-25	10,291	59,629	59,204	0,75	0,0275354	1,3391146	12,84	117,30	0,33	14,338	2,45	3,16	0,104166496	0,3296	0,9889596	0,98906	1,14	0,8	Ok	3,61	Ok	1,2	1,40	57,36	57,14	2,27	2,07
PV-40E	PV-40D	44	82,42	77,966	0,75	0,2335293	0,2335293	12,00	121,02	0,06	9,846	10,41	5,08	0,049121381	0,2493	0,23521255	0,24882	0,83	0,34	Ok	4,21	Ok	1,2	1,28	81,14	76,69	1,28	1,28
PV-40D	PV-40C	21,4	77,966	76,759	0,75	0,1031064	0,3366357	12,17	120,23	0,08	9,846	5,83	3,80	0,049121381	0,1866	0,45017783	0,46647	0,983	0,48	Ok	3,73	Ok	1,2	1,28	76,66	75,48	1,31	1,28
PV-40C	PVI-3	14,5775	76,759	73,841	0,75	0,065464	0,4020997	12,27	119,80	0,10	9,846	11,35	5,30	0,049121381	0,2604	0,38390682	0,39963	0,943	0,44	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	74,08	72,57	2,67	1,28
PVI-3	PVI-12	14,5775	73,841	70,924	0,75	0,065464	0,4675637	12,32	119,59	0,12	9,846	10,45	5,09	0,049121381	0,2498	0,46439604	0,46647	0,983	0,48	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	71,05	69,65	2,79	1,28
PVI-12	PVI-61	14,5775	70,924	68,006	0,75	0,04694565	0,51450935	12,37	119,37	0,13	9,846	9,78	4,92	0,049121381	0,2417	0,52728758	0,53387	1,016	0,52	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	68,04	66,73	2,88	1,28
PVI-61	PV-40B	14,5775	68,006	65,089	0,75	0,04694565	0,561455	12,42	119,16	0,14	9,846	9,17	4,76	0,049121381	0,2340	0,59316225	0,60444	1,049	0,56	Ok	5,00	Ok	1,2	1,28	65,04	63,81	2,97	1,28
PV-42	PV-41	48	74,162	68,119	0,75	0,1852561	0,1852561	12,00	121,02	0,05	9,846	12,91	5,65	0,049121381	0,2777	0,16751029	0,17122	0,747	0,28	Ok	4,22	Ok	1,2	1,28	72,89	66,84	1,28	1,28
PV-41	PVI-11	50	68,119	65,603	0,75	0,2005303	0,3857864	12,19	120,16	0,10	9,846	5,09	3,55	0,049121381	0,1744	0,55143437	0,56685	1,029	0,54	Ok	3,65	Ok	1,2	1,28	66,81	64,33	1,31	1,28
PVI-11	PV-40B	41,75	65,603	65,089	0,75	0,0824733	0,4682597	12,42	119																			

Apéndice 3. **Planos del alcantarillado pluvial**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2020.



EST.	P.O.	LIBRETA TOPOGRAFICA	OBIS.
E-0	NORTE	0'0"0"	0.00
E-1	E-1	327'55"0"	47.50
E-2	E-2	247'35"37"	9.50
E-3	E-3	333'01"40"	23.00
E-4	E-4	338'32"0"	88.50
E-5	E-5	294'52"0"	20.00
E-6	E-6	323'15"0"	31.50
E-7	E-7	343'55"0"	24.50
E-8	E-8	336'45"0"	82.50
E-9	E-9	336'55"0"	23.00
E-10	E-10	336'55"0"	43.50
R10-1	R10-1	336'55"0"	4.00
R10-2	R10-2	247'17"53"	4.50
R10-3	R10-3	247'17"53"	4.50
E-11	E-11	244'3"0"	49.00
E-12	E-12	107'19"43"	57.45
E-13	E-13	156'19"28"	85.00
E-14	E-14	156'20"27"	35.00
E-15	E-15	124'39"15"	35.00
E-16	E-16	186'22"0"	98.00
E-17	E-17	89'44"20"	50.00
E-18	E-18	125'41"0"	25.00
E-19	E-19	146'14"10"	75.00
E-20	E-20	240'18"56"	20.00
E-21	E-21	214'32"20"	27.00
E-22	E-22	322'15"54"	20.00
E-23	E-23	337'44"10"	96.00
E-24	E-24	298'0"30"	31.00
E-25	E-25	337'34"30"	187.00
E-26	E-26	89'33"5"	46.70
E-27	E-27	339'33"18"	87.00
E-28	E-28	210'3"10"	93.00
R26-1	R26-1	186'38"16"	10.00
E-29	E-29	156'38"16"	137.00
E-30	E-30	140'18"2"	20.00
E-31	E-31	139'9"0"	60.00
E-32	E-32	136'16"48"	25.00
E-33	E-33	165'30"0"	50.00
E-34	E-34	169'4"35"	148.00
E-35	E-35	63'48"0"	10.00
E-36	E-36	29'58"46"	72.10
E-37	E-37	31'21"21"	51.47
E-38	E-38	255'38"34"	47.00
E-39	E-39	168'33"0"	100.00
E-40	E-40	348'13"0"	157.00
E-41	E-41	350'23"0"	60.00
E-42	E-42	342'43"0"	16.00
E-43	E-43	74'8"48"	32.70
E-44	E-44	281'36"0"	43.00
E-45	E-45	281'36"0"	95.00
E-46	E-46	672'1"18"	175.00
E-47	E-47	727'48"	48.00
E-48	E-48	310'37"18"	50.00
E-49	E-49	189'56"49"	44.00
E-50	E-50	248'5"143"	133.00
E-51	E-51	223'9"8"	137.40
E-52	E-52	281'35"0"	18.00
E-53	E-53	221'39"30"	54.00
E-54	E-54	223'10"55"	66.00
E-55	E-55	280'24"0"	30.00
E-56	E-56	223'33"0"	20.00
E-57	E-57	126'7"15"	47.00
E-58	E-58	190'12"5"	78.00
E-59	E-59	172'9"23"	58.20
E-60	E-60	140'18"2"	20.00
E-61	E-61	273'40"21"	50.00
E-62	E-62	273'40"21"	43.00
E-63	E-63	288'8"8"	32.00
E-64	E-64	285'18"30"	15.83
E-65	E-65	260'18"30"	11.43
E-66	E-66	48'1"0"	44.00
E-67	E-67	28'19"0"	22.00
E-68	E-68	28'19"0"	89.70
E-69	E-69	153'30"20"	89.3
E25	E25A	210'3"10"	47.00
E-25A	E-25B	90'0"0"	76.20
R0-1	R0-2	146'1"0"	38.16
E-4	E-41	98'38"10"	55.37
E-81	E-82	91'10"50"	35.75
E-82	E-83	108'52"20"	35.71
E-84	E-84	146'42"20"	138.80
E-46	E-46A	221'36"30"	27.00
E-46B	E-46B	314'43"20"	48.91
E-46C	E-46C	309'03"20"	21.00
E-46D	E-46D	45'43"20"	77.55
E-46E	E-46E	127'49"0"	25.50
E-46F	E-46F	135'43"50"	21.90
E-46G	E-46G	324'53"30"	48.85
E-46H	E-46H	228'17"0"	32.90
E-46I	E-46I	127'39"20"	23.60
E-46J	E-46J	615'7"10"	78.96
E-46K	E-46K	28'50"50"	69.20
E-46L	E-46L	38'30"0"	21.40
E-46M	E-46M	88'35"0"	44.00
E-35	E-35	168'33"0"	100.00
E-35A	E-35A	136'33"0"	47.02
E-35B	E-35B	78'43"0"	46.65
E-35C	E-35C	41'2"0"	15.00
E-35D	E-35D	154'39"40"	39.45
E-35E	E-35E	218'34"50"	30.20



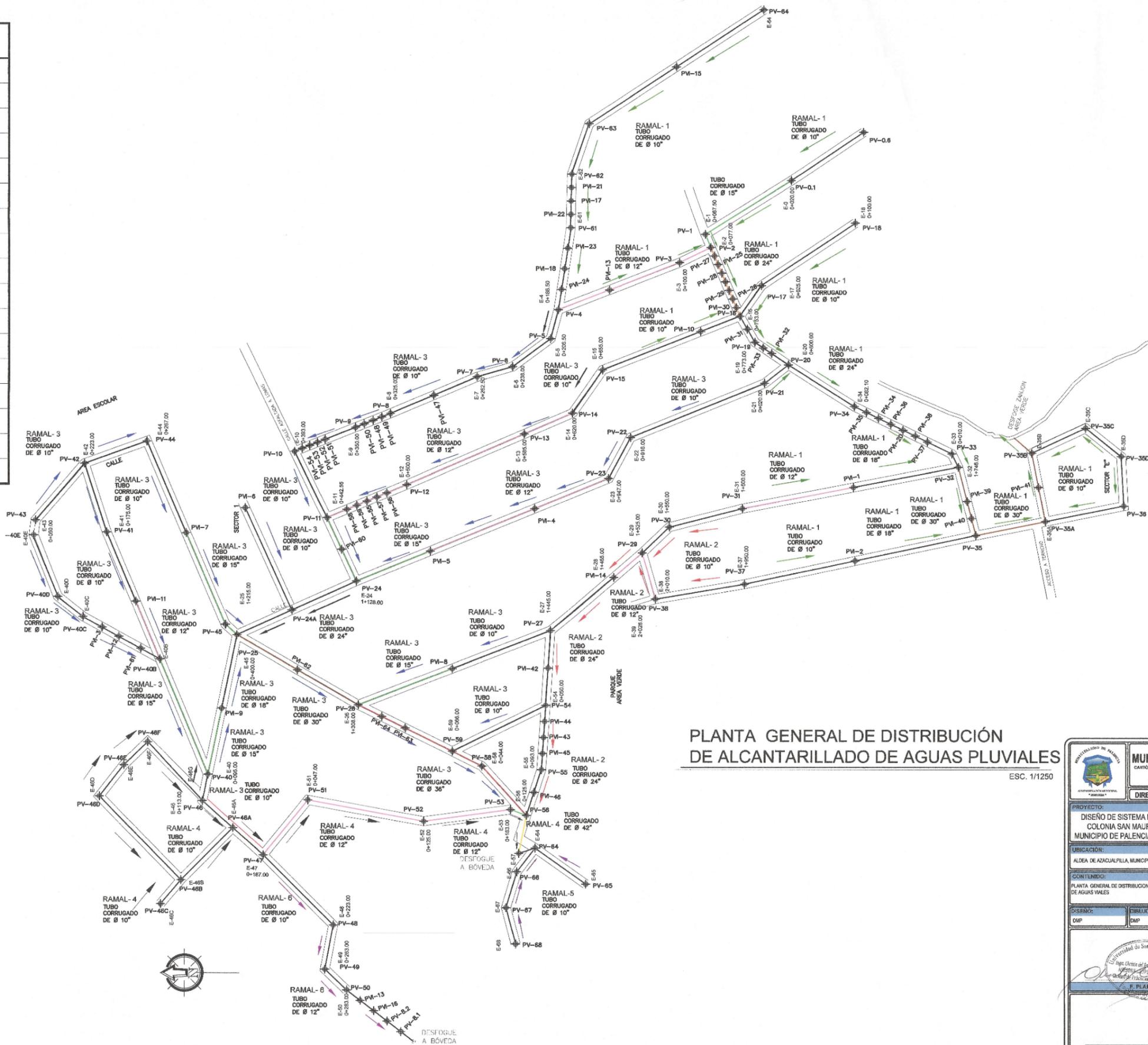
## PLANTA GENERAL DE TOPOGRAFICA

ESC. 1/1250

		<b>MUNICIPALIDAD DE PALENCIA</b> CANTÓN FUEBLI NUEVO D.A.S., TEL: 844-680, CENTRO AMERICA PLANIFICACION@PALENCIA.GU.MAIL.COM WWW.MUNIPALENCIA.GU.GOV.GT	
<b>DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION</b>			
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, EN COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.			
<b>UBICACION:</b> ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA		<b>FECHA:</b> ENERO 2021 MES Y AÑO	
<b>CONTENIDO:</b> PLANTA GENERAL DE TOPOGRAFIA		<b>TOPOGRAFIA:</b> <input type="checkbox"/> TOPOGRAFIA <input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURA <input type="checkbox"/> INSTALACIONES	
<b>DISEÑO:</b> DMP	<b>REVISOR:</b> DMP	<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>TITULO:</b>
			<b>HOJA No.:</b> 01 / 13
F. ALCALDE MUNICIPAL			

REFERENCIAS

	TERRENO NATURAL
	POZO DE VISITA EN PERFIL
	POZO DE VISITA EN PLANTA
P.V. #	POZO DE VISITA #
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
H.P.V.	ALTURA POZO DE VISITA
Stub	PENDIENTE DE TUBERIA
E- #	NÚMERO DE ESTACIÓN
0+000.00	
	TUBERIA DE PVC DE 10" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 12" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 15" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 18" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 24" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 30" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 36" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 42" 250 ASTM F-949

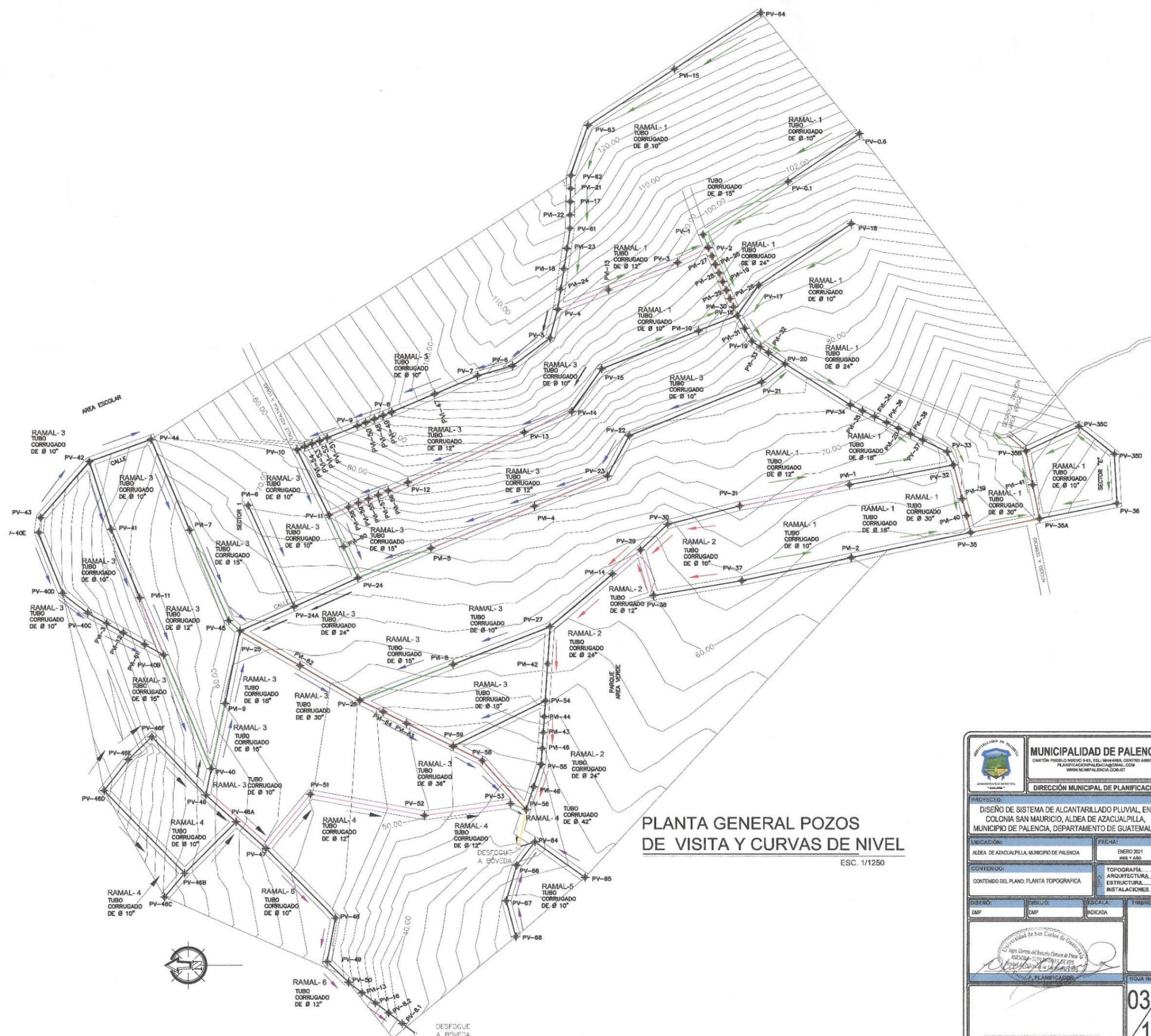


PLANTA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN DE ALCANTARILLADO DE AGUAS PLUVIALES

ESC. 1/1250

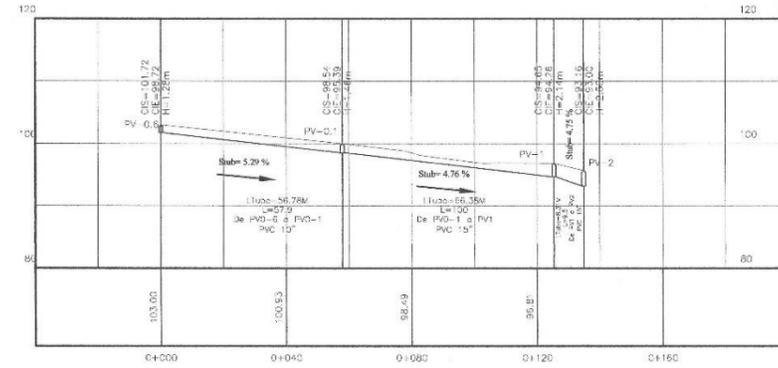
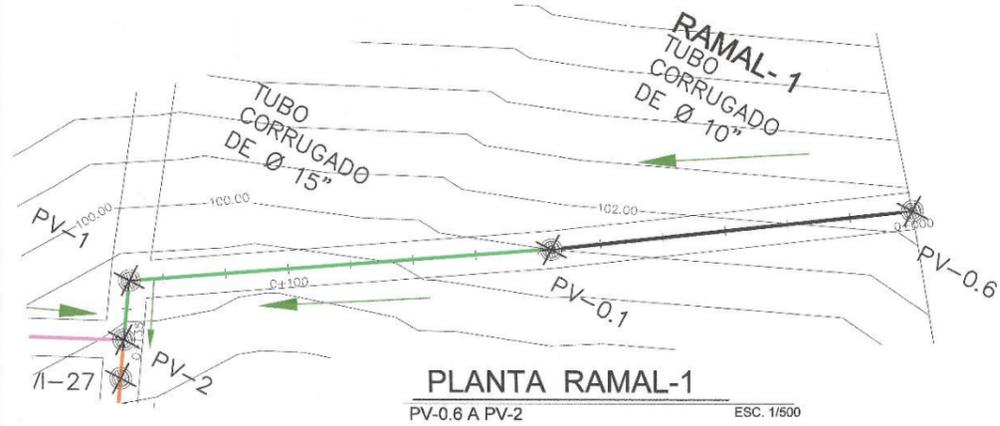
<p><b>MUNICIPALIDAD DE PALENCIA</b> CANTÓN PUEBLO NUEVO S.A. TEL: 844-6886. CENTRO AMÉRICA PLANNING@PALENCIA.GMAIL.COM WWW.MUNIPALENCIA.GM.GT</p>	
<p><b>DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN</b></p>	
<p>PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, EN COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.</p>	
<p>UBICACIÓN: ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA</p>	<p>FECHA: ENERO 2021 8:53 Y SIGO</p>
<p>CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN DE ALCANTARILLADO DE AGUAS VALES</p>	<p>TOPOGRAFÍA <input type="checkbox"/></p> <p>ARQUITECTURA <input type="checkbox"/></p> <p>ESTRUCTURA <input type="checkbox"/></p> <p>INSTALACIONES <input type="checkbox"/></p>
<p>DISEÑO: DMP</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>
<p>HOJA No. 02/13</p>	
<p>F. ALCALDE MUNICIPAL</p>	

LIBRETA TOPOGRAFICA				
EST.	P.O.	AZIMUTS	D.H.	OBS.
E-0	NORTE	070°0'	0.00	NORTE VISTA DIRECTA
E-1	E-1	327°55'0"	47.50	PUNTO
E-2	E-2	247°35'37"	9.50	PUNTO
E-3	E-3	333°51'49"	23.00	PUNTO
E-4	E-4	338°33'0"	86.50	PUNTO
E-5	E-5	284°52'0"	20.00	PUNTO
E-6	E-6	323°15'0"	31.50	PUNTO
E-7	E-7	343°55'0"	24.50	PUNTO
E-8	E-8	336°45'0"	62.50	PUNTO
E-9	E-9	338°5'55"	25.00	PUNTO
E-10	E-10	338°5'55"	43.50	PUNTO
R10-1	E-10	338°5'55"	4.00	PUNTO
R10-2	E-10	247°17'53"	4.50	PUNTO
R10-3	E-10	247°17'53"	4.50	PUNTO
E-11	E-11	244°3'0"	49.00	PUNTO
E-12	E-12	157°19'43"	57.45	PUNTO
E-13	E-13	156°19'28"	85.00	PUNTO
E-14	E-14	156°20'27"	35.00	PUNTO
E-15	E-15	124°39'15"	35.00	PUNTO
E-16	E-16	158°22'5"	98.00	PUNTO
E-17	E-17	85°44'20"	50.00	PUNTO
E-18	E-18	125°41'0"	25.00	PUNTO
E-19	E-19	146°14'10"	75.00	PUNTO
E-20	E-20	240°18'56"	20.00	PUNTO
E-21	E-21	214°13'20"	27.00	PUNTO
E-22	E-22	322°15'54"	20.00	PUNTO
E-23	E-23	337°44'10"	96.00	PUNTO
E-24	E-24	288°6'30"	31.00	PUNTO
E-25	E-25	337°34'30"	181.00	PUNTO
E-26	E-26	65°33'5"	46.70	PUNTO
E-27	E-27	335°33'16"	87.00	PUNTO
E-28	E-28	210°3'10"	93.00	PUNTO
R28-1	E-28	158°38'16"	10.00	PUNTO
E-29	E-29	158°38'16"	137.00	PUNTO
E-30	E-30	140°19'2"	20.00	PUNTO
E-31	E-31	139°9'0"	60.00	PUNTO
E-32	E-32	136°16'48"	25.00	PUNTO
E-33	E-33	165°35'0"	50.00	PUNTO
E-34	E-34	169°4'35"	146.00	PUNTO
E-35	E-35	63°48'0"	10.00	PUNTO
E-36	E-36	25°59'46"	72.10	PUNTO
E-37	E-37	31°21'21"	51.47	PUNTO
E-38	E-38	255°38'24"	47.00	PUNTO
E-39	E-39	168°33'0"	100.00	PUNTO
E-40	E-40	348°13'0"	157.00	PUNTO
E-41	E-41	350°23'0"	60.00	PUNTO
E-42	E-42	342°43'0"	16.00	PUNTO
E-43	E-43	74°8'48"	32.70	PUNTO
E-44	R25-1	281°36'0"	43.00	PUNTO
E-45	E-45	281°36'0"	95.00	PUNTO
E-46	E-46	67°21'15"	175.00	PUNTO
E-47	E-47	72°7'46"	48.00	PUNTO
E-48	E-48	310°37'16"	50.00	PUNTO
E-49	E-49	159°58'49"	44.00	PUNTO
E-50	E-50	246°51'43"	133.00	PUNTO
E-51	E-51	223°5'8"	10.40	PUNTO
E-52	E-52	281°36'0"	18.00	PUNTO
E-53	E-53	221°39'30"	54.00	PUNTO
E-54	E-54	225°10'55"	66.00	PUNTO
E-55	E-55	280°24'0"	30.00	PUNTO
E-56	E-56	223°53'0"	20.00	PUNTO
E-57	E-57	129°7'15"	47.00	PUNTO
E-58	E-58	190°12'5"	78.00	PUNTO
E-59	E-59	172°9'23"	58.20	PUNTO
E-60	E-60	140°19'2"	20.00	PUNTO
E-61	E-61	273°40'21"	50.00	PUNTO
E-62	E-62	273°40'21"	43.00	PUNTO
E-63	E-63	288°8'8"	32.00	PUNTO
E-64	E-64	265°18'30"	15.53	PUNTO
E-65	E-65	265°18'30"	11.43	PUNTO
E-66	E-66	48°1'0"	44.00	PUNTO
E-67	E-67	26°19'0"	22.00	PUNTO
E-68	E-68	26°19'0"	69.70	PUNTO
E-69	E-69	153°30'20"	69.3	PUNTO INTERSECCION
E75	E75A	210°3'10"	47.00	PUNTO
E-25A	E-25B	90°0'0"	79.20	PUNTO
RO-1	RO-2	146°1'0"	38.16	PUNTO
E-4	E-61	98°35'10"	55.37	PUNTO
E-61	E-62	91°10'50"	35.75	PUNTO
E-62	E-63	108°52'20"	35.71	PUNTO
E-34	E-64	146°42'20"	138.80	PUNTO
E-48	E-48A	221°39'30"	27.00	PUNTO
E-48A	E-48B	314°43'20"	48.91	PUNTO
E-48B	E-48C	309°53'20"	21.00	PUNTO
E-48C	E-48D	45°43'20"	77.55	PUNTO
E-48D	E-48E	127°49'0"	26.50	PUNTO
E-48E	E-48F	135°43'56"	21.90	PUNTO
E-48F	E-48G	224°53'30"	46.85	PUNTO
E-48G	E-48A	225°17'0"	32.90	PUNTO
E-48G	E-40A	127°38'20"	23.60	PUNTO
E-40A	E-40B	61°57'10"	76.98	PUNTO
E-40B	E-40C	28°55'50"	62.20	PUNTO
E-40C	E-40D	38°30'0"	21.40	PUNTO
E-40D	E-40E	68°35'0"	44.00	PUNTO
E-35	E-36	168°33'0"	100.00	PUNTO
E-36	E-35A	138°33'0"	47.02	PUNTO
E-35A	E-35B	78°43'0"	48.05	PUNTO
E-35B	1	41°2'0"	15.00	PUNTO
E-35B	E-35C	154°59'40"	38.45	PUNTO
E-35D	E-35D	218°34'50"	30.20	PUNTO



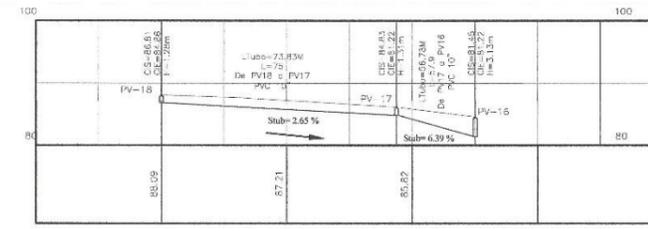
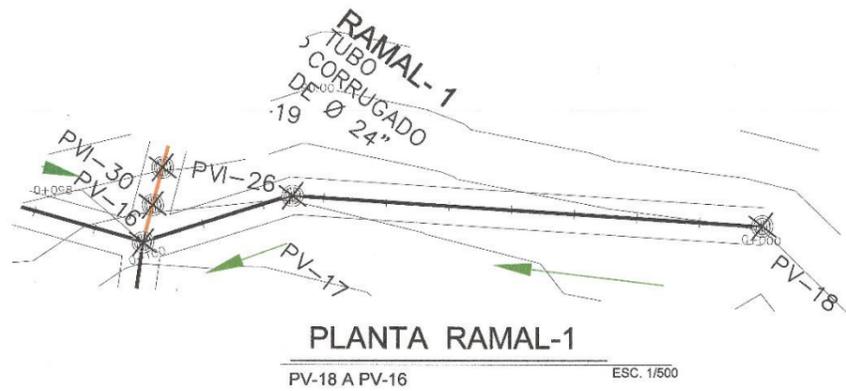
PLANTA GENERAL POZOS DE VISITA Y CURVAS DE NIVEL  
ESC. 1/1250

 <b>MUNICIPALIDAD DE PALENCIA</b> CANTON PUEBLO NUEVO DEL TOLIMAN AREA CENTRO AMERICA PLANIFICACION MUNICIPAL WWW.MUNICIPALIDADDEPALENCIA.GU	
<b>DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION</b>	
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.	
<b>UBICACION:</b> ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	<b>FECHA:</b> DISEÑO 2011 REE Y ADO
<b>CONTENIDO:</b> CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA TOPOGRAFICA	<b>TOPOGRAFIA:</b> <input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURA <input type="checkbox"/> INSTALACIONES
<b>DISEÑO:</b> DMP	<b>ESCALA:</b> INDICADA
	
<b>HOJA No.</b> <b>03</b> <b>13</b>	
F. ALCALDE MUNICIPAL	



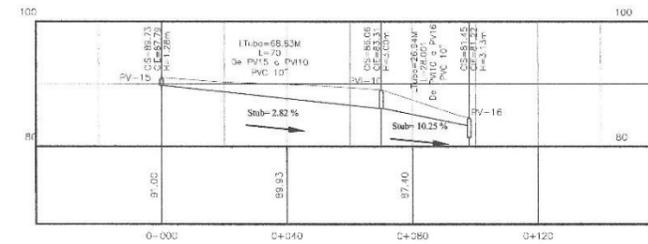
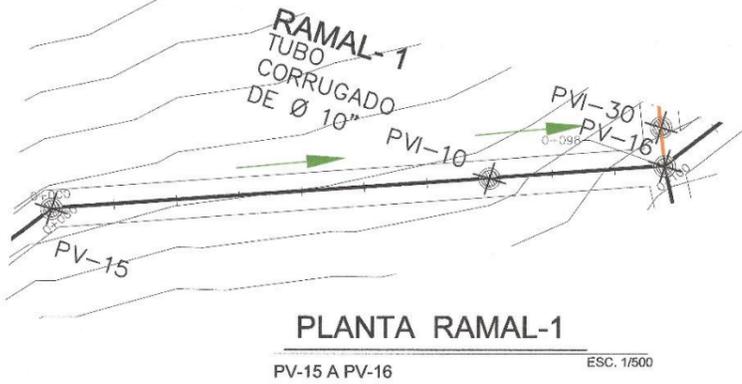
**PERFIL RAMAL-1**

PV-0.6 A PV-2 ESC. HOR: 1000  
VER: 500



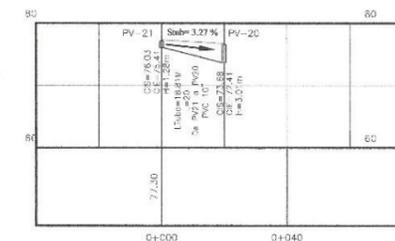
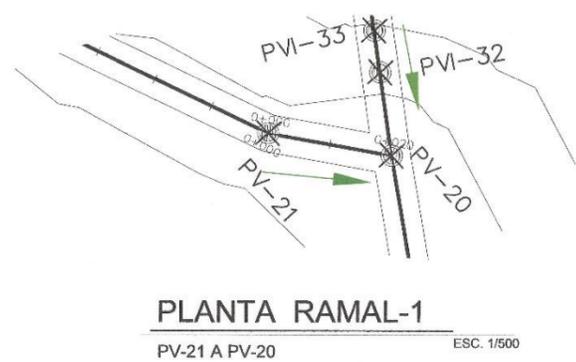
**PLANTA RAMAL-1**

PV-18 A PV-16 ESC. HOR: 1000  
VER: 500



**PLANTA RAMAL-1**

PV-15 A PV-16 ESC. HOR: 1000  
VER: 500

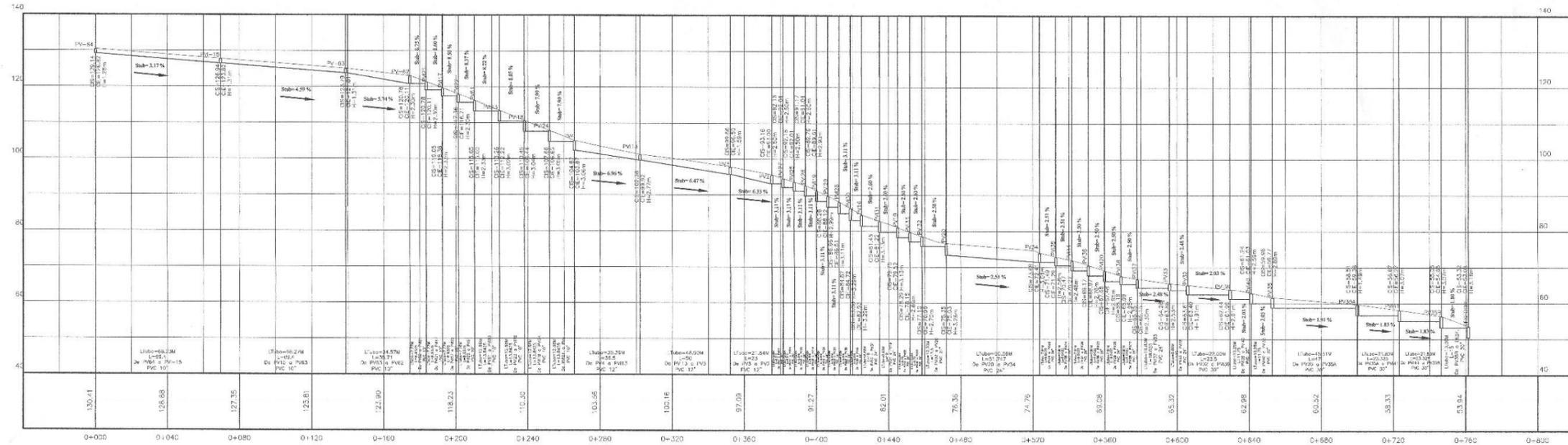


**PLANTA RAMAL-1**

PV-21 A PV-20 ESC. HOR: 1000  
VER: 500

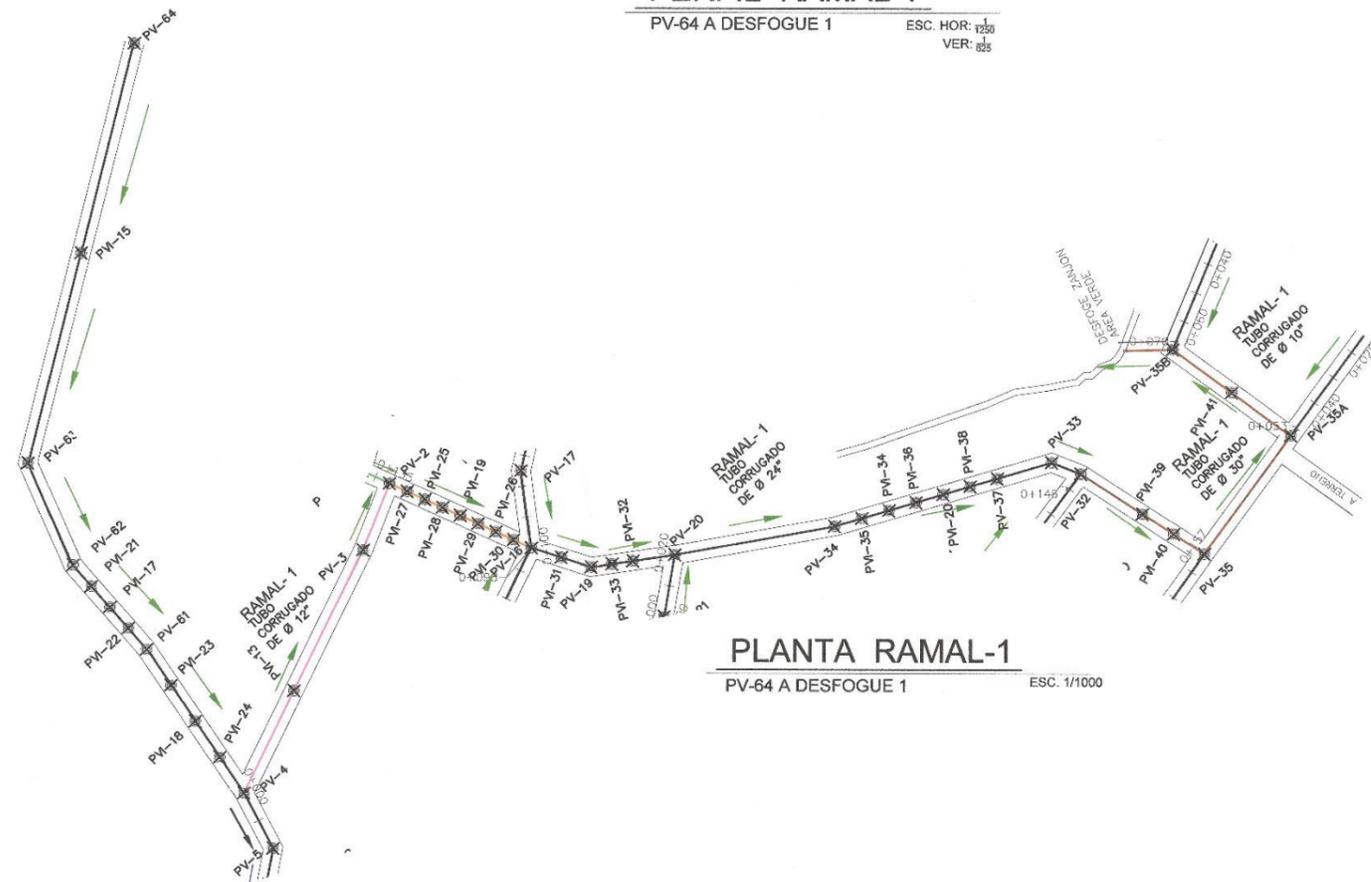
REFERENCIAS	
	TERRENO NATURAL
	POZO DE VISITA EN PERFIL
	POZO DE VISITA EN PLANTA
<b>P.V. #</b>	POZO DE VISITA #
<b>C.I.E.</b>	COTA INVERT DE ENTRADA
<b>C.I.S.</b>	COTA INVERT DE SALIDA
<b>H.P.V.</b>	ALTURA POZO DE VISITA
<b>Stub</b>	PENDIENTE DE TUBERIA
<b>E- #</b>	NÚMERO DE ESTACION
<b>0+000.00</b>	NÚMERO DE ESTACION
	TUBERIA DE PVC DE 10" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 12" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 15" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 18" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 24" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 30" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 36" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 42" 250 ASTM F-949

 <b>MUNICIPALIDAD DE PALETENCIA</b> CANTON PUEBLO NUEVO #45, TEL: 8644-6800, CENTRO AMERICA PLANNING@MUNICIPALIDADDEPALETENCIA.GU WWW.MUNIPALIDADDEPALETENCIA.GU	
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN	
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, EN COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALETENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.	
<b>LUBICACION:</b> ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALETENCIA	<b>FECHA:</b> ENERO 2021 MES Y AÑO
<b>CONTENIDO:</b> PLANTAS Y PERFILES	<b>TOPOGRAFIA:</b> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURA <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/>
<b>DISEÑO:</b> DMP	<b>DIBUJO:</b> DMP
<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>TIMBRE:</b>
 P. PLANIFICADOR	
F. ALCALDE MUNICIPAL	
HOJA No. <b>04</b> / <b>13</b>	



**PERFIL RAMAL-1**

PV-64 A DESFOGUE 1 ESC. HOR: 1/200  
VER: 025



**PLANTA RAMAL-1**

PV-64 A DESFOGUE 1 ESC. 1/1000

REFERENCIAS	
	TERRENO NATURAL
	POZO DE VISITA EN PERFIL
	POZO DE VISITA EN PLANTA
<b>P.V. #</b>	POZO DE VISITA #
<b>C.I.E.</b>	COTA INVERT DE ENTRADA
<b>C.I.S.</b>	COTA INVERT DE SALIDA
<b>H.P.V.</b>	ALTURA POZO DE VISITA
<b>Stub</b>	PENDIENTE DE TUBERIA
<b>E- #</b> 0+000.00	NÚMERO DE ESTACIÓN
	TUBERIA DE PVC DE 10" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 12" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 15" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 18" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 24" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 30" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 36" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 42" 250 ASTM F-949

**MUNICIPALIDAD DE PALENCIA**  
CANTÓN FIEBLO ENVIÓ 645, TEL. 8644-6866, CENTRO AMÉRICA  
PLANIFICACIONPALENCIA@GMAIL.COM  
WWW.MUNIPALENCIA.GOV.GT

**DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN**

**PROYECTO:**  
DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, EN COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

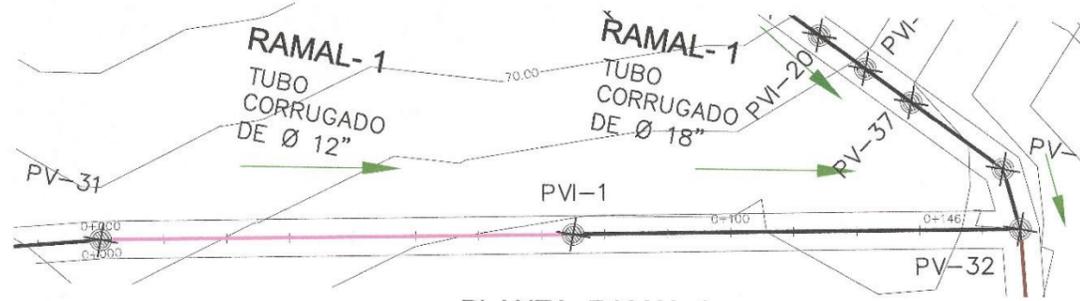
<b>UBICACIÓN:</b> ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	<b>FECHA:</b> ENERO 2021 MES Y AÑO
<b>CONTENIDO:</b> CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA Y PERFIL	<b>TOPOGRAFÍA:</b> <input type="checkbox"/> <b>ARQUITECTURA:</b> <input type="checkbox"/> <b>ESTRUCTURA:</b> <input type="checkbox"/> <b>INSTALACIONES:</b> <input type="checkbox"/>

<b>DISEÑO:</b> DMP	<b>DIBUJO:</b> DMP	<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>TIMBRE:</b>
-----------------------	-----------------------	----------------------------	----------------

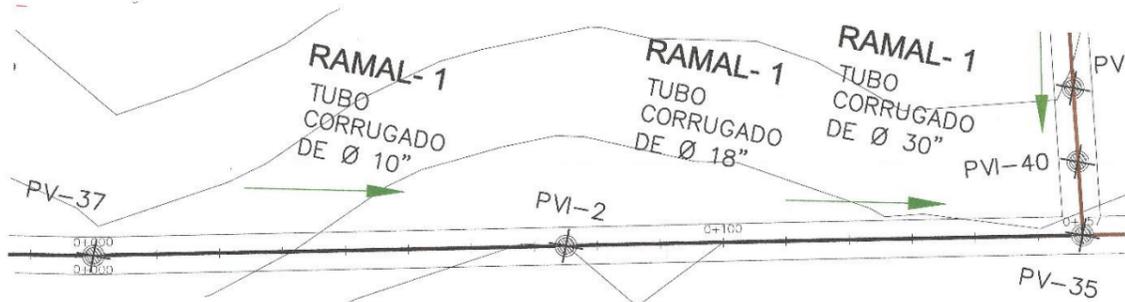
**F. PLANIFICADOR**

<b>HOJA No.</b> <b>05</b>	<b>13</b>
------------------------------	-----------

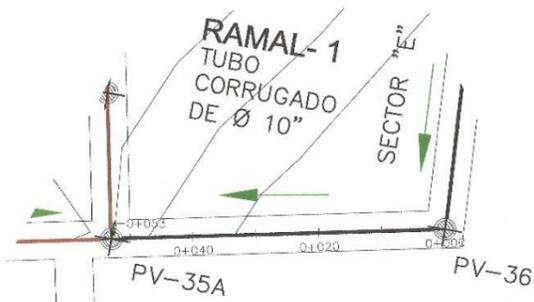
F. ALCALDE MUNICIPAL



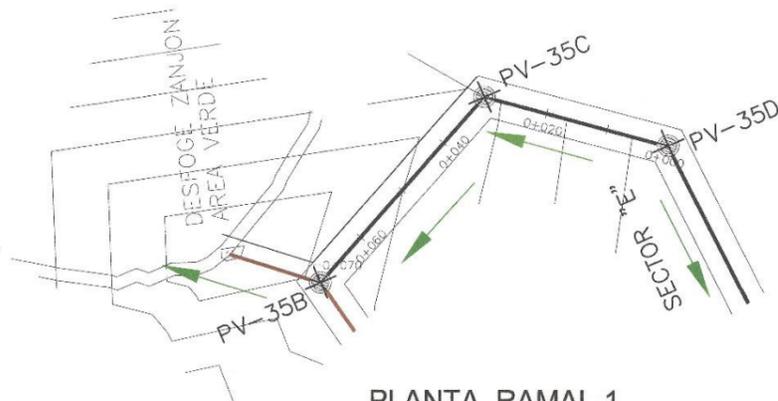
PLANTA RAMAL-1  
PV-31 A PV-32 ESC. 1/500



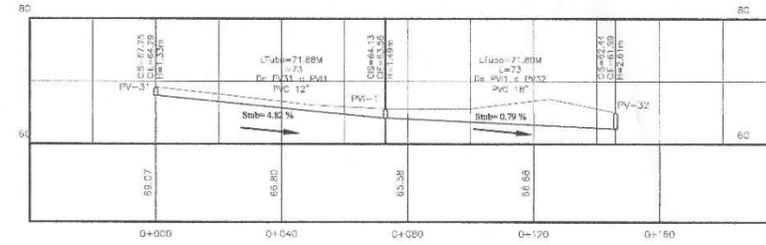
PLANTA RAMAL-1  
PV-37 A PV-35 ESC. 1/500



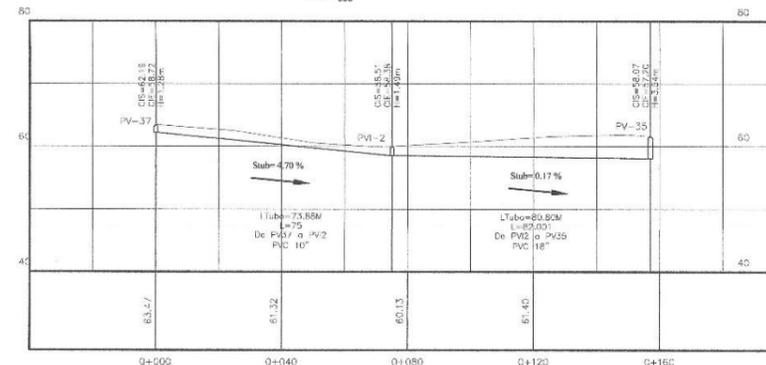
PLANTA RAMAL-1  
PV-36 A PV-35A ESC. 1/500



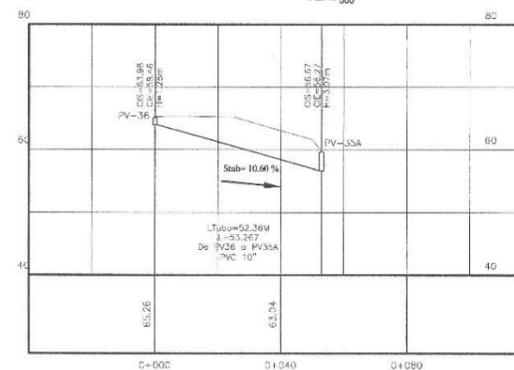
PLANTA RAMAL-1  
PV-35D A PV-35B ESC. 1/500



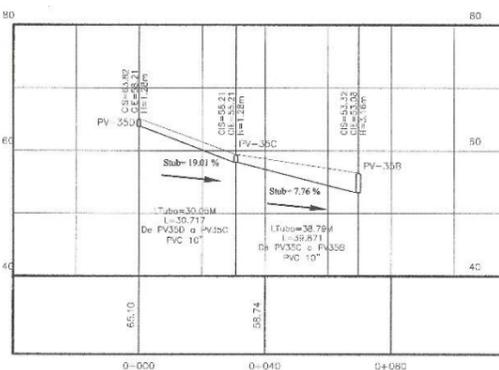
PERFIL RAMAL-6  
PV-31 A PV-32 ESC. HOR: 1000  
VER: 500



PERFIL RAMAL-7  
PV-37 A PV-35 ESC. HOR: 1000  
VER: 500



PERFIL RAMAL-8  
PV-36 A PV-35A ESC. HOR: 1000  
VER: 500



PERFIL RAMAL-9  
PV-35D A PV-35B ESC. HOR: 1000  
VER: 500

REFERENCIAS	
	TERRENO NATURAL
	POZO DE VISITA EN PERFIL
	POZO DE VISITA EN PLANTA
<b>P.V. #</b>	POZO DE VISITA #
<b>C.I.E.</b>	COTA INVERT DE ENTRADA
<b>C.I.S.</b>	COTA INVERT DE SALIDA
<b>H.P.V.</b>	ALTURA POZO DE VISITA
<b>Stub</b>	PENDIENTE DE TUBERÍA
<b>E-#</b>	NÚMERO DE ESTACIÓN
<b>0+000.00</b>	
	TUBERÍA DE PVC DE 10" 250 ASTM F-949
	TUBERÍA DE PVC DE 12" 250 ASTM F-949
	TUBERÍA DE PVC DE 15" 250 ASTM F-949
	TUBERÍA DE PVC DE 18" 250 ASTM F-949
	TUBERÍA DE PVC DE 24" 250 ASTM F-949
	TUBERÍA DE PVC DE 30" 250 ASTM F-949
	TUBERÍA DE PVC DE 36" 250 ASTM F-949
	TUBERÍA DE PVC DE 42" 250 ASTM F-949

**MUNICIPALIDAD DE PALENCIA**  
CANTÓN PUERTO NUEVO S.A. TEL: 0644-6894, CENTRO AMÉRICA  
PLANIFICACION@MUNIPALENCIA.GU  
WWW.MUNIPALENCIA.GU

**DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN**

PROYECTO:  
DISEÑO DE SISTEMA DE ALcantarillado PLUVIAL, EN COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

UBICACIÓN:  
ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA

FECHA:  
ENERO 2021  
MES Y AÑO

CONTENIDO:  
CONTENIDO DEL PLANO: PLANTAS Y PERFILES

TOPOGRAFIA   
ARQUITECTURA   
ESTRUCTURAS   
INSTALACIONES

DISEÑO: DMP

DIBUJO: DMP

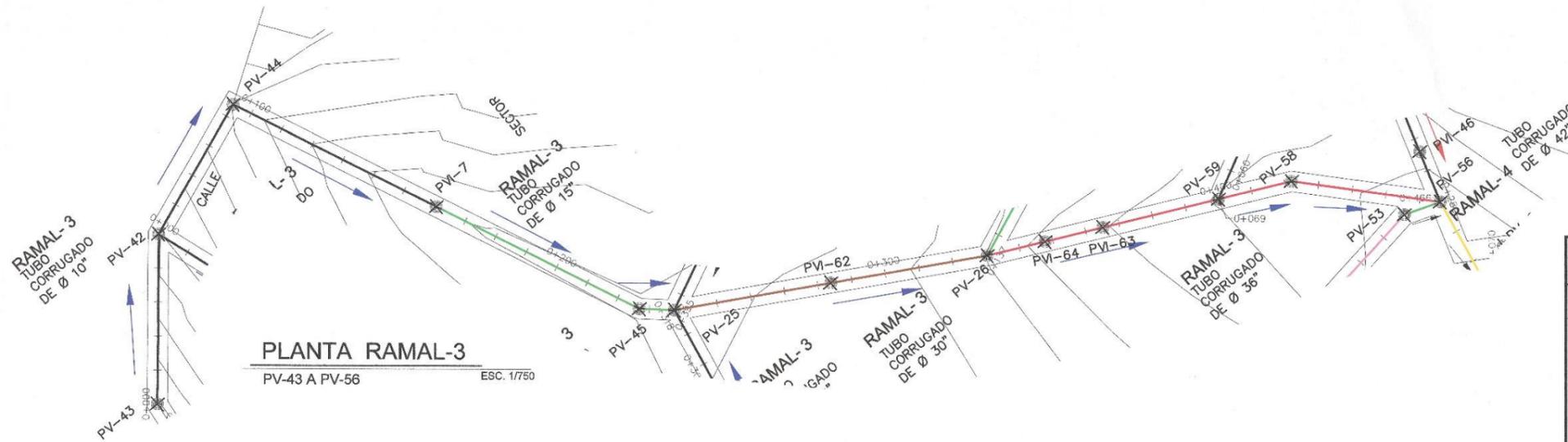
ESCALA: INDICADA

TÍTULO:

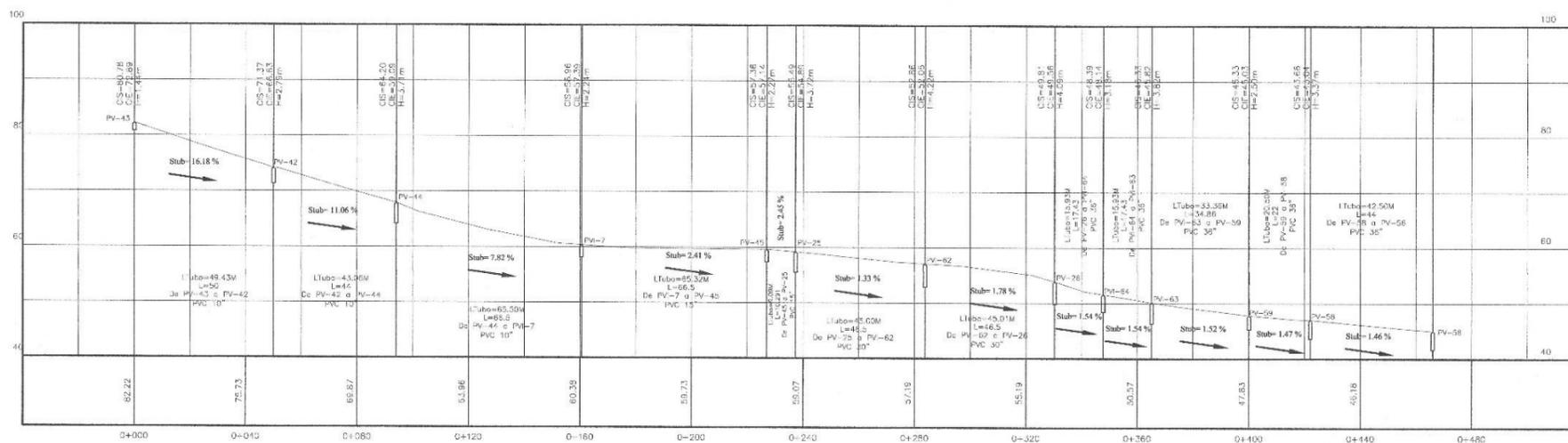
*[Signature]*  
PLANIFICADOR

HOJA No. **06**  
**13**

F. ALCALDE MUNICIPAL



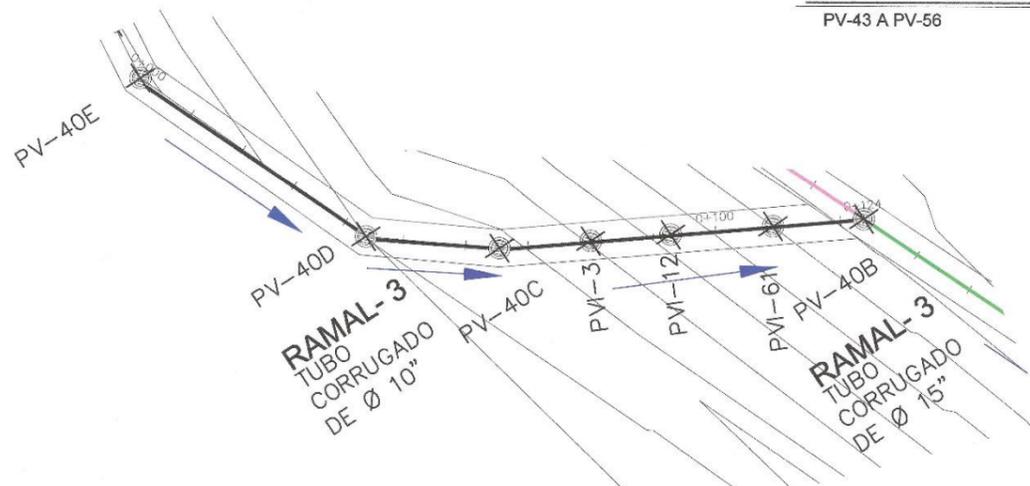
**PLANTA RAMAL-3**  
PV-43 A PV-56  
ESC. 1/750



**PERFIL RAMAL-3**

PV-43 A PV-56

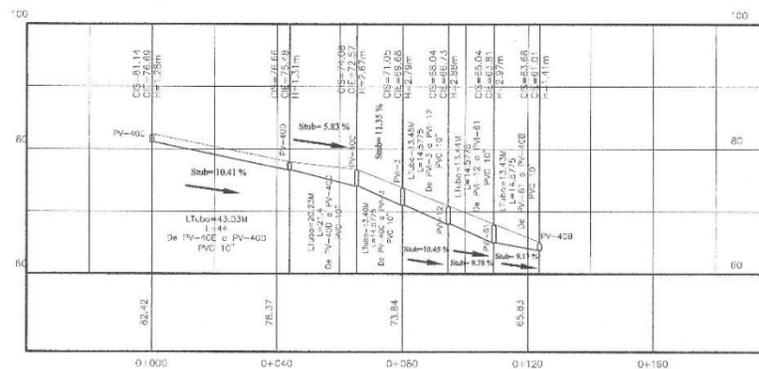
ESC. HOR: 1000  
VER: 500



**PLANTA RAMAL-3**

PV-40E A PV-40B

ESC. 1/500



**PERFIL RAMAL-10**

PV-40E A PV-40B

ESC. HOR: 1000  
VER: 500

REFERENCIAS	
	TERRENO NATURAL
	POZO DE VISITA EN PERFIL
	POZO DE VISITA EN PLANTA
<b>P.V. #</b>	POZO DE VISITA #
<b>C.I.E.</b>	COTA INVERT DE ENTRADA
<b>C.I.S.</b>	COTA INVERT DE SALIDA
<b>H.P.V.</b>	ALTURA POZO DE VISITA
<b>Stub</b>	PENDIENTE DE TUBERIA
<b>E- #</b>	NÚMERO DE ESTACIÓN
<b>0+000.00</b>	
	TUBERIA DE PVC DE 10" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 12" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 15" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 18" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 24" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 30" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 36" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 42" 250 ASTM F-949

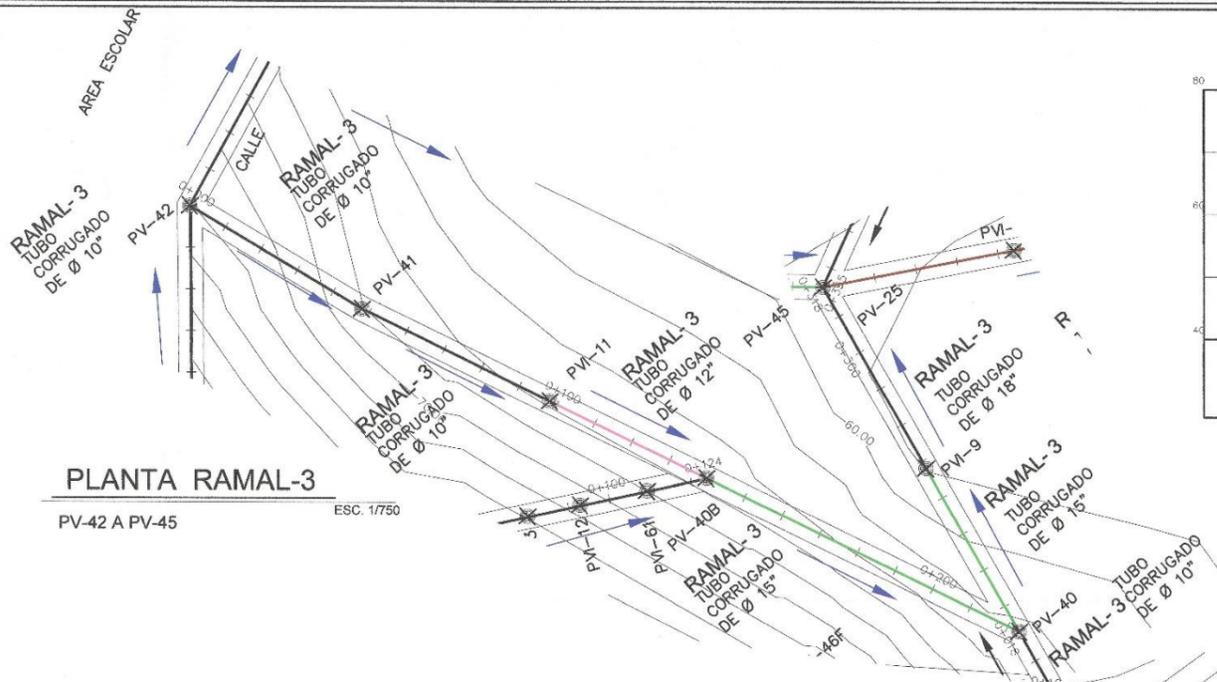
**MUNICIPALIDAD DE PALENCIA**  
CANTÓN PUEBLO NUEVO 9-AJ, TEL. 644-896, CENTRO AMÉRICA  
PLANEACIONPALENCIA@GMAIL.COM  
WWW.MUNIPALIDADDEPALENCIA.GU

**DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN**

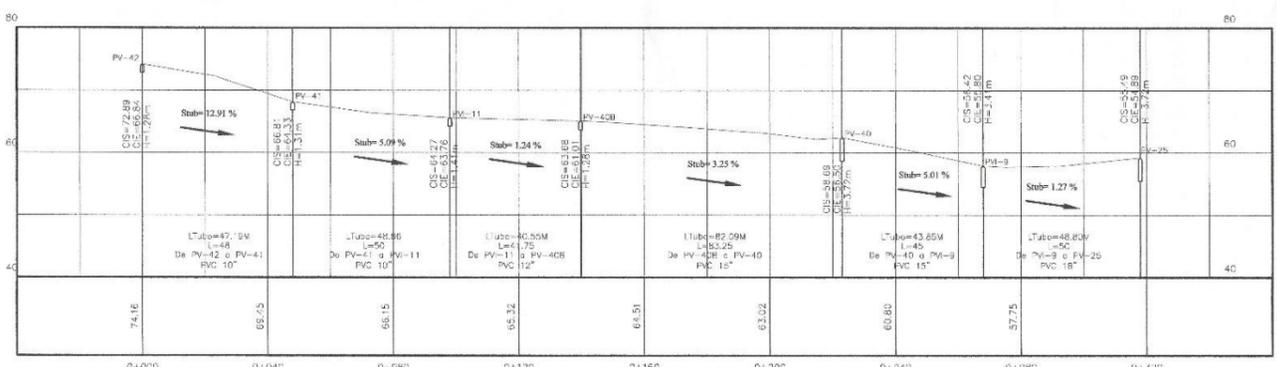
PROYECTO: **DISÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, EN COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.**

LUBICACIÓN: ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: ENERO 2021 MES Y AÑO
CONTENIDO: CONTENIDO DEL PLANO, PLANTAS Y PERFILES	TOPOGRAFIA <input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURA <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/>
DISEÑO: DMP	ESCALA: INDICADA
 <b>PLANIFICADOR</b>	
<b>07</b> <b>13</b>	

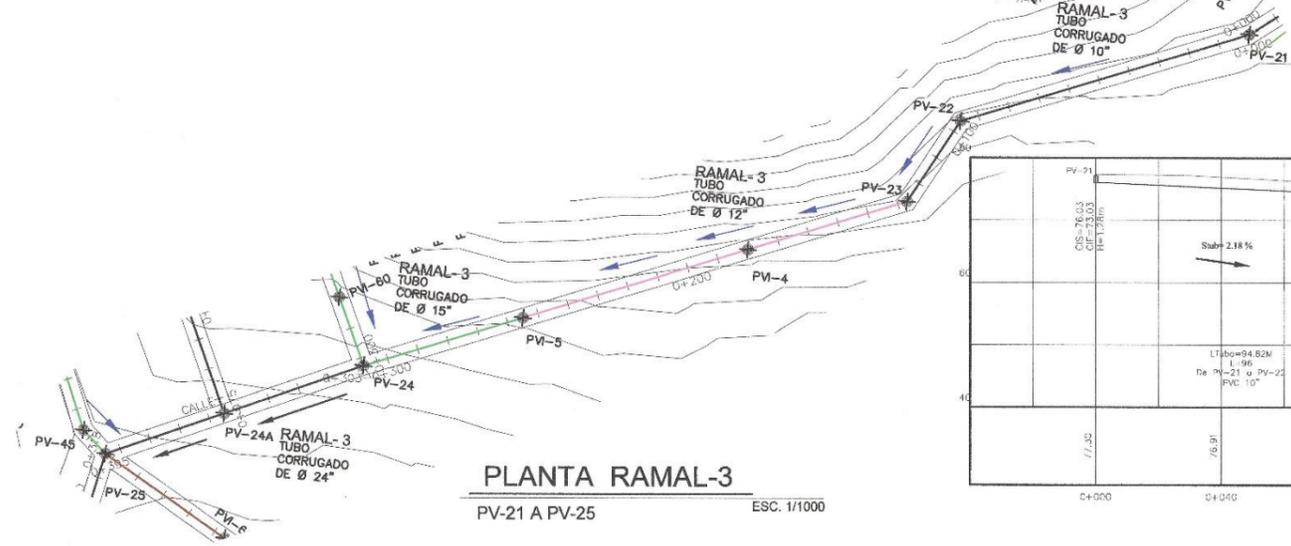
F. ALCALDE MUNICIPAL



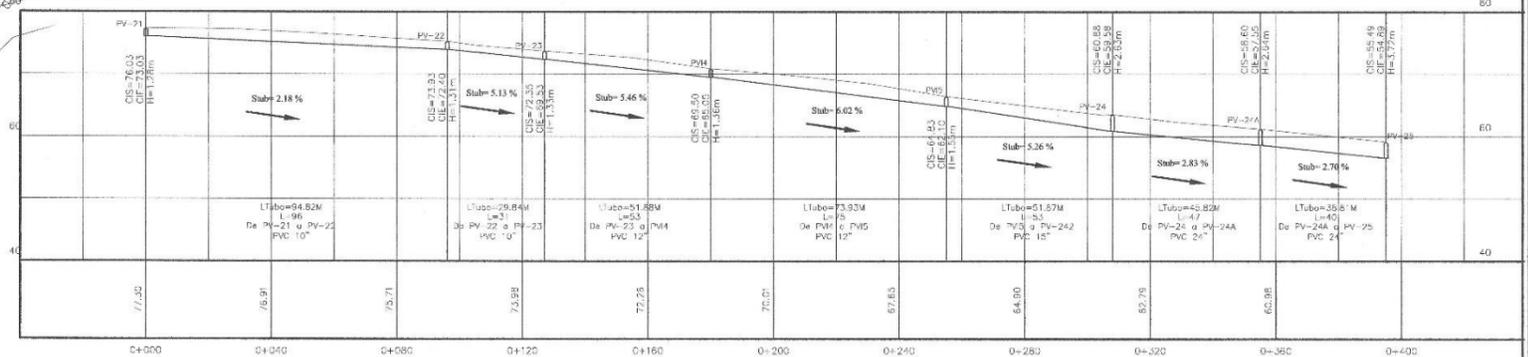
**PLANTA RAMAL-3**  
PV-42 A PV-45  
ESC. 1/750



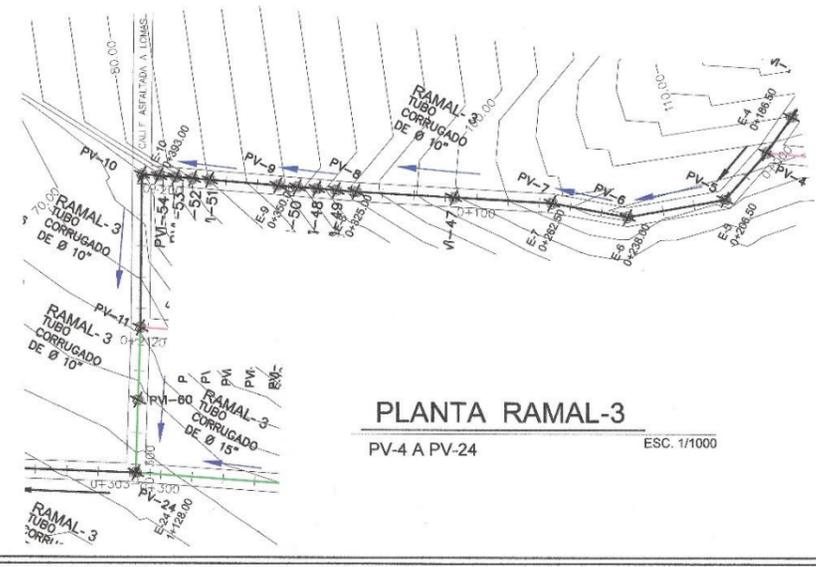
**PERFIL RAMAL-3**  
PV-42 A PV-45  
ESC. HOR: 1000  
VER: 500



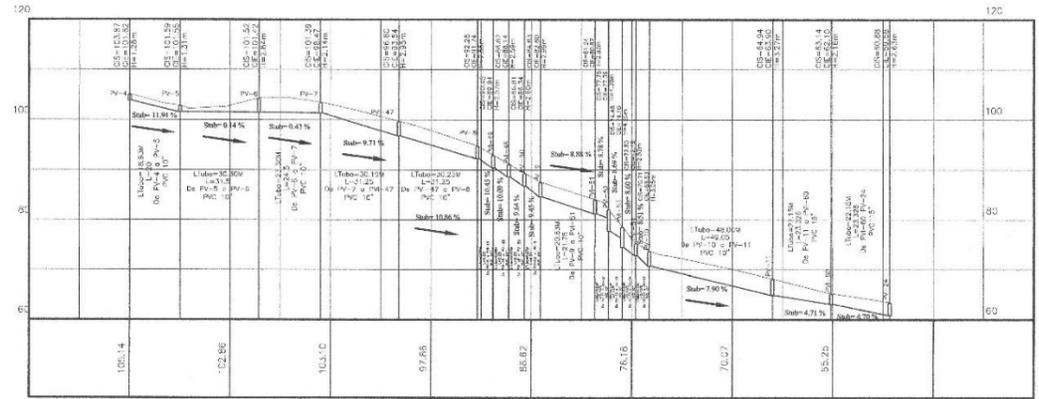
**PLANTA RAMAL-3**  
PV-21 A PV-25  
ESC. 1/1000



**PERFIL RAMAL-3**  
PV-21 A PV-25  
ESC. HOR: 1000  
VER: 500



**PLANTA RAMAL-3**  
PV-4 A PV-24  
ESC. 1/1000



**PERFIL RAMAL-3**  
PV-4 A PV-24  
ESC. HOR: 1250  
VER: 825

**MUNICIPALIDAD DE PALENCIA**  
CANTON PUEBLO NUEVO S.A.S. TEL: 0664 6884, CENTRO AMERICA  
PLANEACION@MUNICIPALIDAD.COM  
WWW.MUNICIPALIDAD.GOB.GI

**DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION**

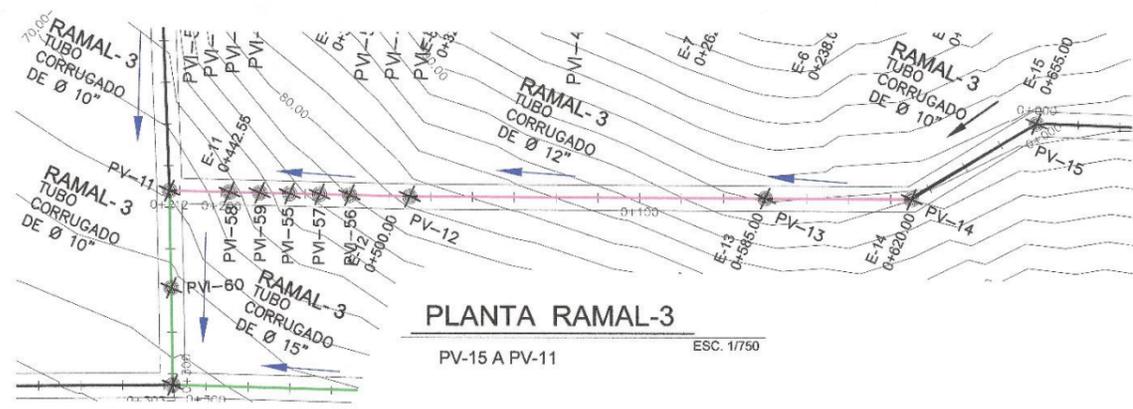
PROYECTO: **DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL EN COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.**

UBICACION: ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: ENERO 2021 MES 1/2021
CONTENIDO: ARQUITECTURA ESTRUCTURA INSTALACIONES	TOPOGRAFIA <input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input checked="" type="checkbox"/> ESTRUCTURA <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input checked="" type="checkbox"/>
DISEÑO: DMP	DIBUJO: DMP
ESCALA: INDICADA	TIMBRE:

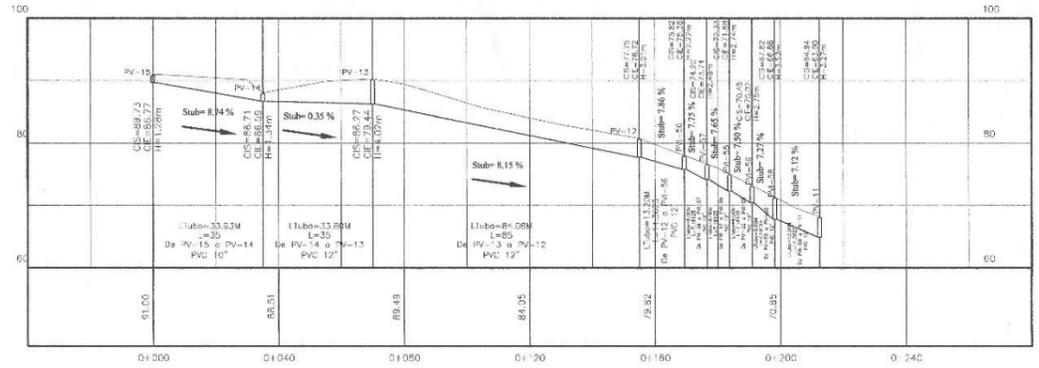
**P. PLANIFICADOR**

HOLLA No. **08/13**

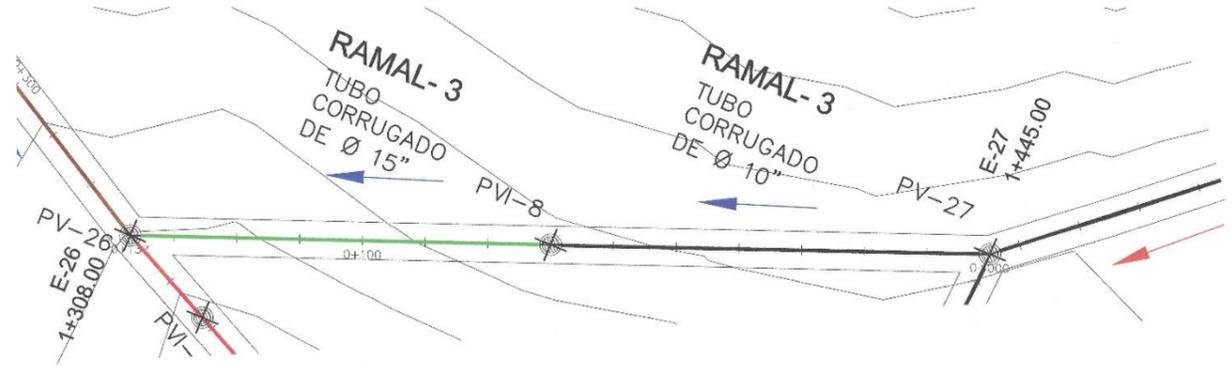
F. ALCALDE MUNICIPAL



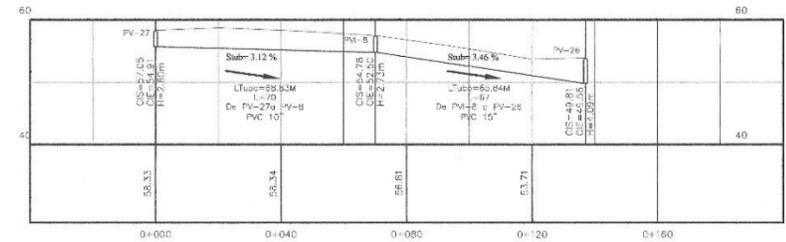
**PLANTA RAMAL-3**  
PV-15 A PV-11  
ESC. 1/750



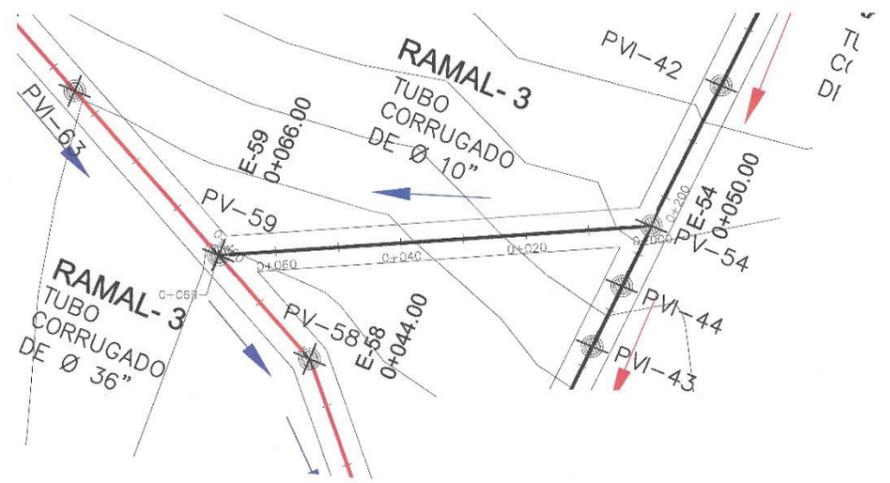
**PERFIL RAMAL-3**  
PV-15 A PV-11  
ESC. HOR: 1/1000  
VER: 500



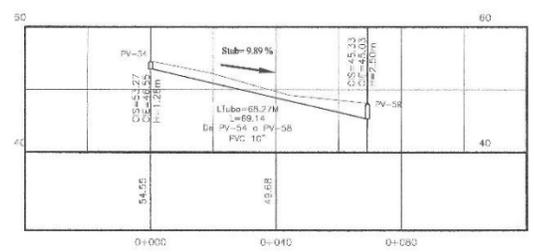
**PLANTA RAMAL-15**  
PV-27 A PV-26  
ESC. 1/500



**PERFIL RAMAL-15**  
PV-27 A PV-26  
ESC. HOR: 1/1000  
VER: 500



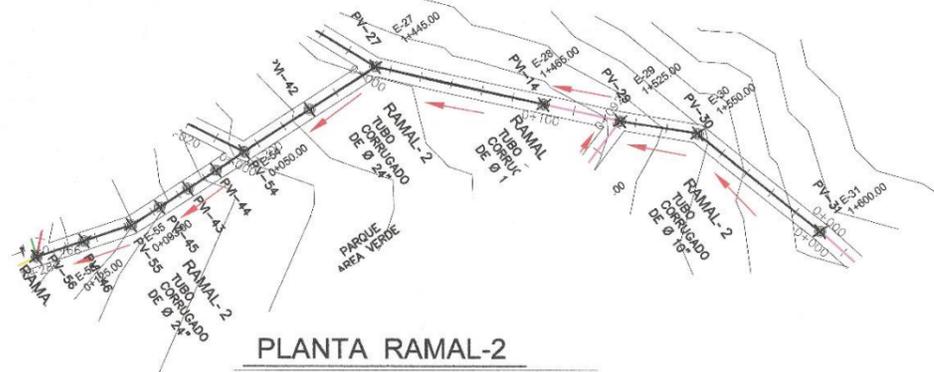
**PLANTA RAMAL-16**  
PV-54 A PV-59  
ESC. 1/500



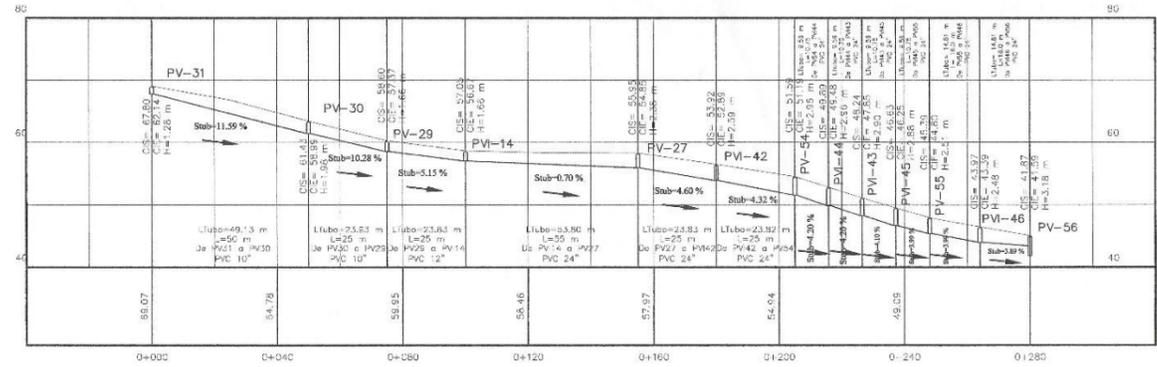
**PERFIL RAMAL-16**  
PV-54 A PV-59  
ESC. HOR: 1/1000  
VER: 500

REFERENCIAS	
	TERRENO NATURAL
	POZO DE VISTA EN PERFIL
	POZO DE VISTA EN PLANTA
<b>P.V. #</b>	POZO DE VISTA #
<b>C.I.E.</b>	COTA INVERT DE ENTRADA
<b>C.I.S.</b>	COTA INVERT DE SALIDA
<b>H.P.V.</b>	ALTURA POZO DE VISTA
<b>Stub</b>	PENDIENTE DE TUBERIA
<b>E- #</b>	NÚMERO DE ESTACIÓN
	TUBERIA DE PVC DE 10" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 12" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 15" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 18" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 24" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 30" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 36" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 42" 250 ASTM F-949

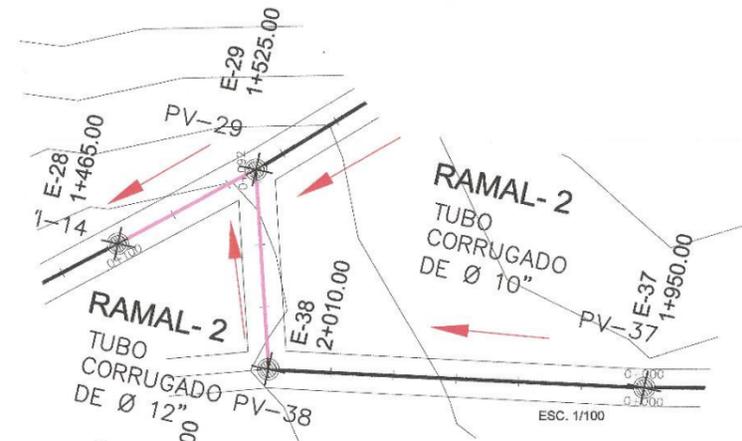
 <b>MUNICIPALIDAD DE PALENCIA</b> CANTON PUEBLO NUEVO SAN TEL. 584-880, CENTRO AMERICA PLANNING@PALENCIA.GOV.GM WWW.MUNIPALENCIA.GOV.GM	
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN	
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, EN COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.	
<b>UBICACIÓN:</b> ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	<b>FECHA:</b> ENERO 2021 MES Y AÑO
<b>CONTENIDO:</b> CONTENIDO DEL PLANO: PLANTAS Y PERFILES	<b>TOPOGRAFIA:</b> <input type="checkbox"/> <b>ARQUITECTURA:</b> <input type="checkbox"/> <b>ESTRUCTURA:</b> <input type="checkbox"/> <b>INSTALACIONES:</b> <input type="checkbox"/>
<b>DISEÑO:</b> DMP	<b>REVISADO:</b> DMP
<b>APROBADO:</b>  PLANNING	<b>FECHA:</b> 09/13
F. ALCALDE MUNICIPAL	



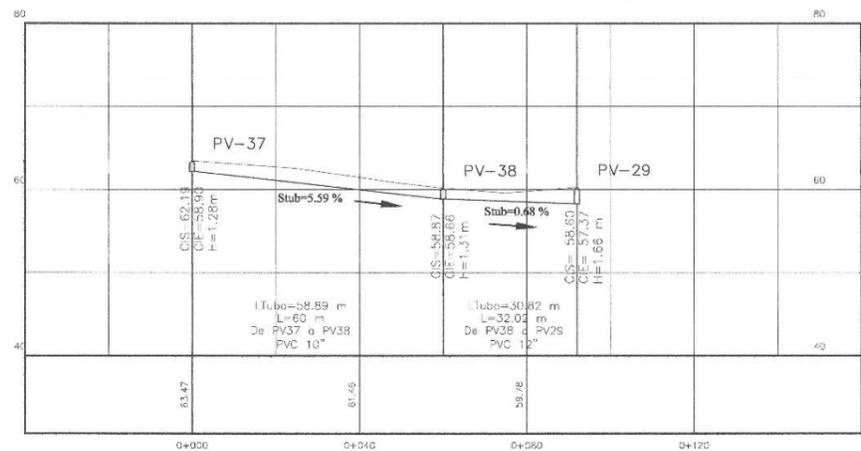
**PLANTA RAMAL-2**  
PV-31 A PV-56  
ESC. 1/1000



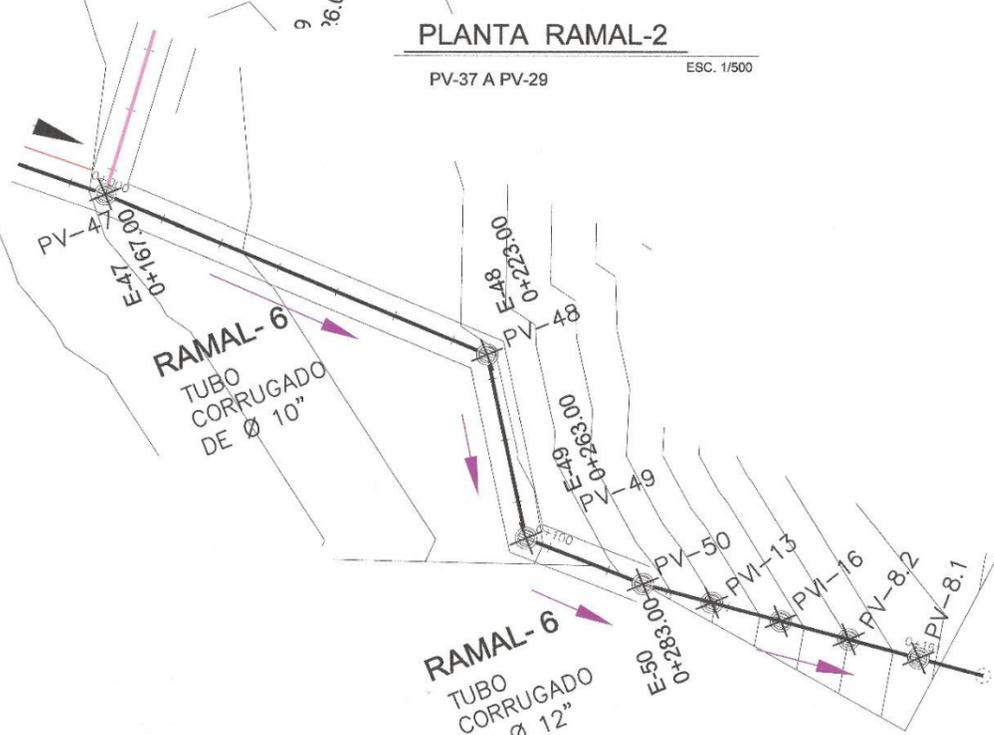
**PERFIL RAMAL-2**  
PV-31 A PV-56  
ESC. HOR: 1/500  
VER: 500



**PLANTA RAMAL-2**  
PV-37 A PV-29  
ESC. 1/500

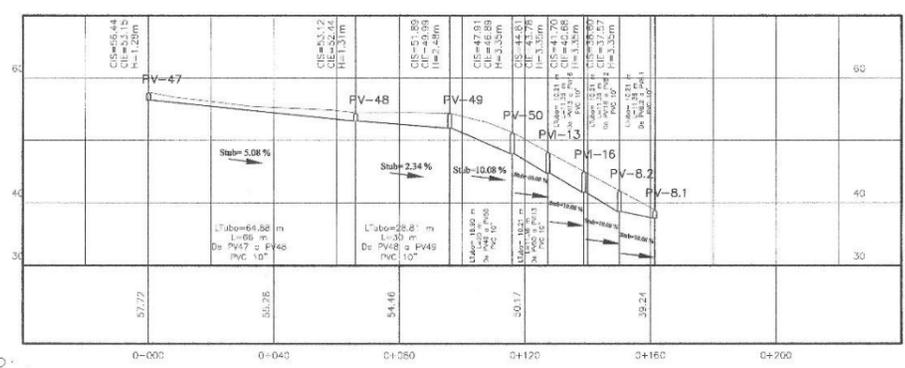


**PERFIL RAMAL-2**  
PV-37 A PV-29  
ESC. HOR: 1/500  
VER: 500



**PLANTA RAMAL-6**  
PV-47 A PV-8.1  
ESC. 1/500

DES. A BÓ



**PERFIL RAMAL-6**  
PV-47 A PV-8.1  
ESC. HOR: 1/500  
VER: 500

REFERENCIAS	
	TERRENO NATURAL
	POZO DE VISTA EN PERFIL
	POZO DE VISTA EN PLANTA
<b>P.V. #</b>	POZO DE VISTA #
<b>C.I.E.</b>	COTA INVERT DE ENTRADA
<b>C.I.S.</b>	COTA INVERT DE SALIDA
<b>H.P.V.</b>	ALTURA POZO DE VISTA
<b>Stub</b>	PENDIENTE DE TUBERIA
<b>E-#</b>	NÚMERO DE ESTACIÓN
	TUBERIA DE PVC DE 10" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 12" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 15" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 18" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 24" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 30" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 36" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 42" 250 ASTM F-949

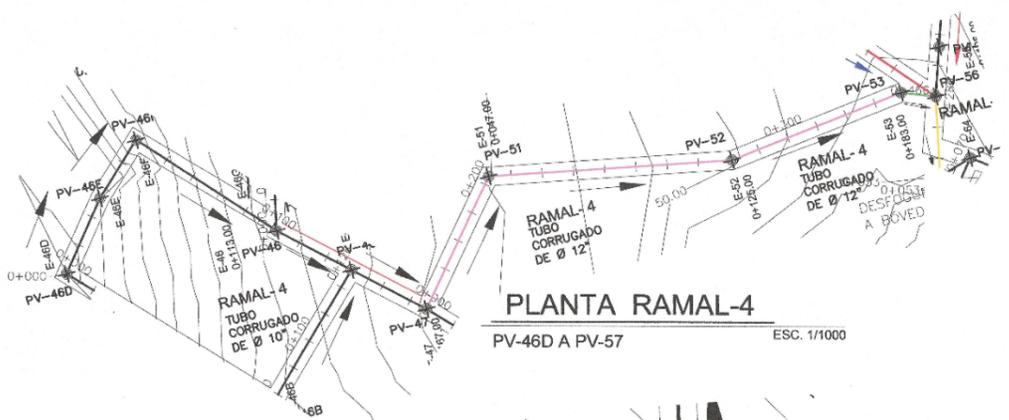
**MUNICIPALIDAD DE PALENCIA**  
CANTÓN PUEBLO NUEVO 040, TEL: 064 6160, CENTRO AMÉRICA  
PLANIFICACION@PALENCIA.GUAMAIL.COM  
WWW.MUNIPALENCIA.GUAMAIL.COM

**DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN**

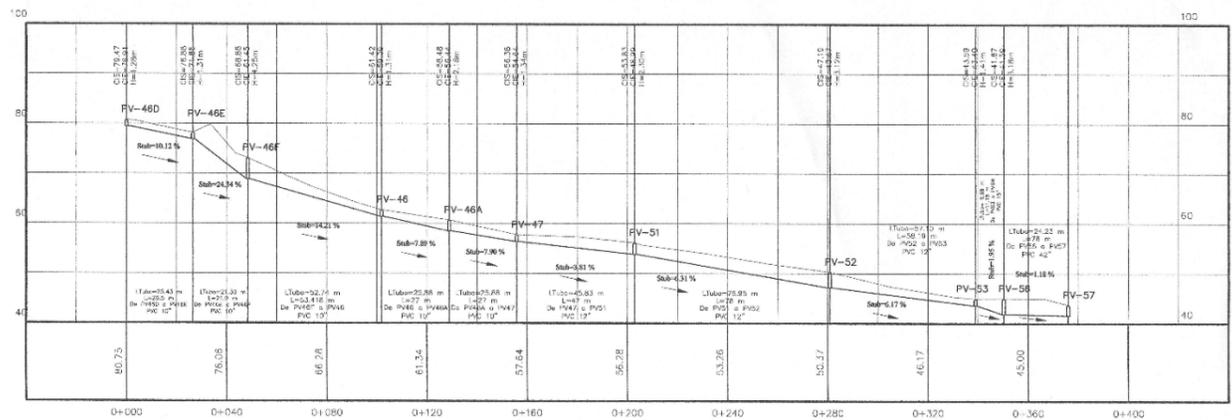
**PROYECTO:** DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, EN COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

<b>LUBRICACIÓN:</b> ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	<b>FECHA:</b> ENERO 2021 MES Y AÑO
<b>CONTENIDO:</b> CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA Y PERFIL	<b>TOPOGRAFÍA:</b> ARQUITECTURA ESTRUCTURA INSTALACIONES
<b>DISEÑO:</b> DMP	<b>ESCALA:</b> INDICADA
 F. PLANIFICADOR	
<b>HOJA No.</b> <b>10</b> <b>13</b>	

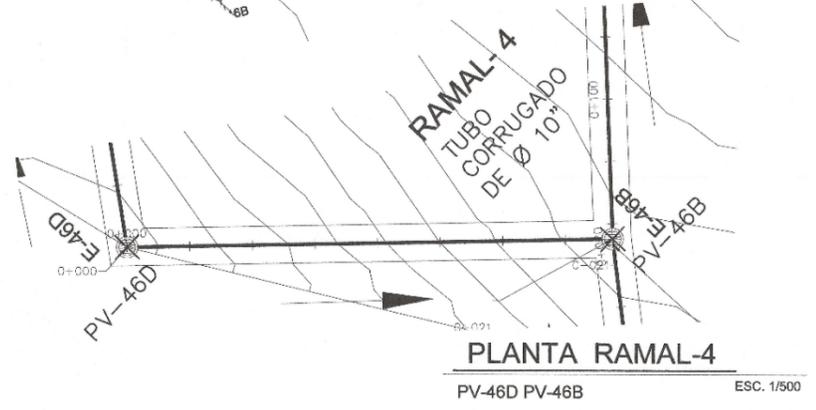
**F. ALCALDE MUNICIPAL**



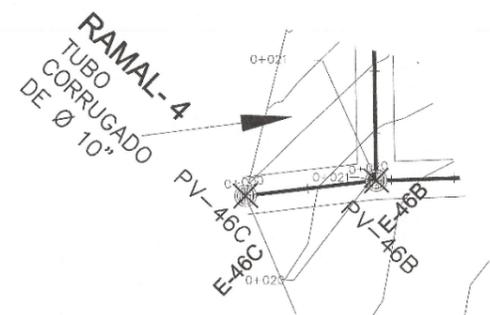
**PLANTA RAMAL-4**  
PV-46D A PV-57  
ESC. 1/1000



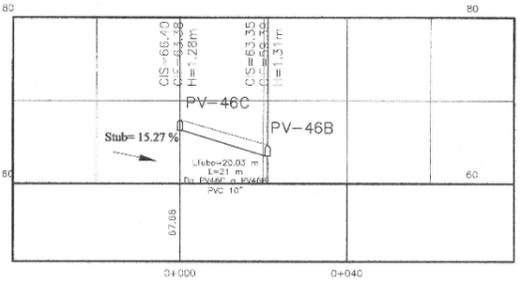
**PERFIL RAMAL-4**  
PV-46D A PV-57  
ESC. HOR: 1/200  
VER: 1/200



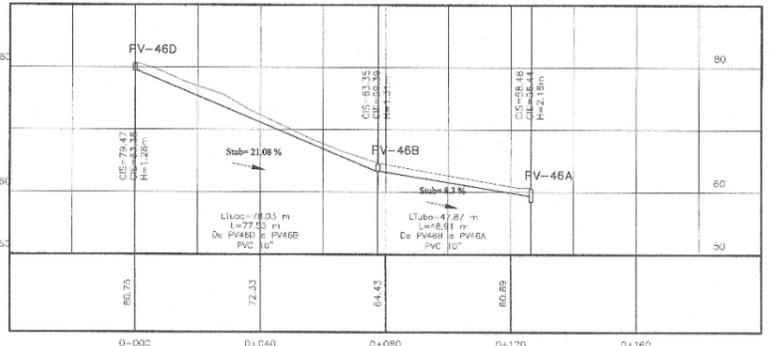
**PLANTA RAMAL-4**  
PV-46D PV-46B  
ESC. 1/500



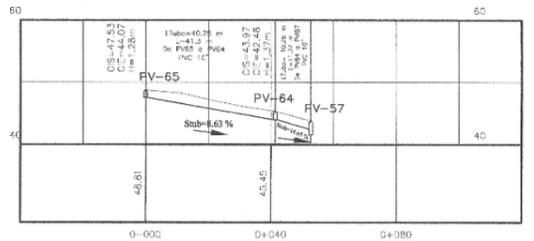
**PLANTA RAMAL-4**  
PV-46C PV-46B  
ESC. 1/500



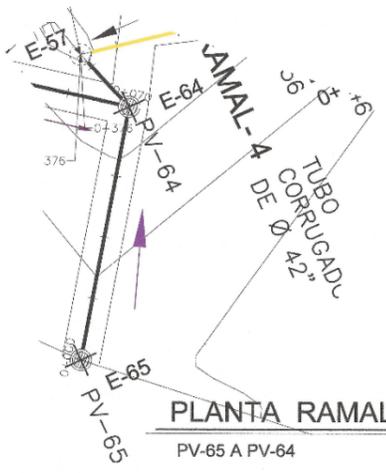
**PERFIL RAMAL-4**  
PV-46C A PV-46B  
ESC. HOR: 1/200  
VER: 1/200



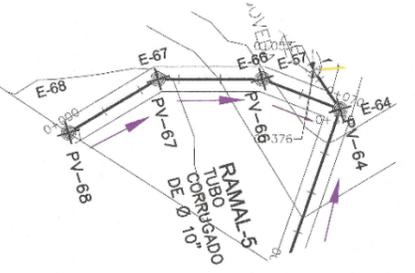
**PERFIL RAMAL-4**  
PV-46D PV-46B  
ESC. HOR: 1/200  
VER: 1/200



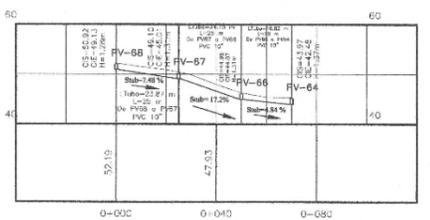
**PERFIL RAMAL-23**  
PV-65 A PV-64  
ESC. HOR: 1/200  
VER: 1/200



**PLANTA RAMAL-23**  
PV-65 A PV-64  
ESC. 1/500



**PLANTA RAMAL-5**  
PV-68 A PV-64  
ESC. 1/750



**PERFIL RAMAL-5**  
PV-68 A PV-64  
ESC. HOR: 1/250  
VER: 1/250

REFERENCIAS	
	TERRENO NATURAL
	POZO DE VISITA EN PERFIL
	POZO DE VISITA EN PLANTA
<b>P.V. #</b>	POZO DE VISITA #
<b>C.I.E.</b>	COTA INVERT DE ENTRADA
<b>C.I.S.</b>	COTA INVERT DE SALIDA
<b>H.P.V.</b>	ALTURA POZO DE VISITA
<b>Stub</b>	PENDIENTE DE TUBERIA
<b>E- #</b>	NÚMERO DE ESTACIÓN
<b>0+000.00</b>	
	TUBERIA DE PVC DE 10" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 12" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 15" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 18" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 24" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 30" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 36" 250 ASTM F-949
	TUBERIA DE PVC DE 42" 250 ASTM F-949

**MUNICIPALIDAD DE PALENCIA**  
CANTÓN PUEBLO NUEVO 045, TEL. 6644-9600, CENTRO AMÉRICA  
PLANNICACION@PALENCIA.GU.GOV.GT  
WWW.MUNIPALIDAD.PALENCIA.GU.GT

**DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN**

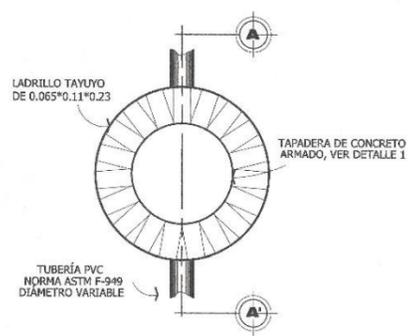
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, EN COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

LUBICACIÓN: ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: ENERO 2021 MES Y AÑO
CONTENIDO: CONTENIDO DEL PLANO: PLANTAS Y PERFILES	TOPOGRAFÍA: <input type="checkbox"/> ARQUITECTURA: <input type="checkbox"/> ESTRUCTURA: <input type="checkbox"/> INSTALACIONES: <input type="checkbox"/>
DISEÑO: DMP	DIBUJÓ: DMP
ESCALA: INDICADA	TITULO:

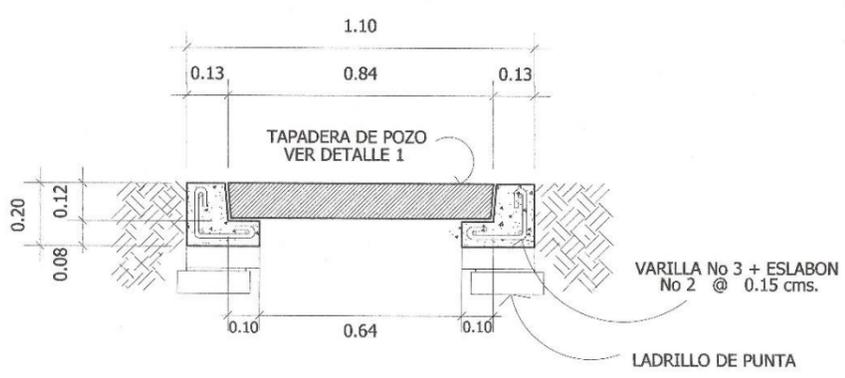
*[Signature]*  
P. PLANIFICADOR

F. ALCALDE MUNICIPAL

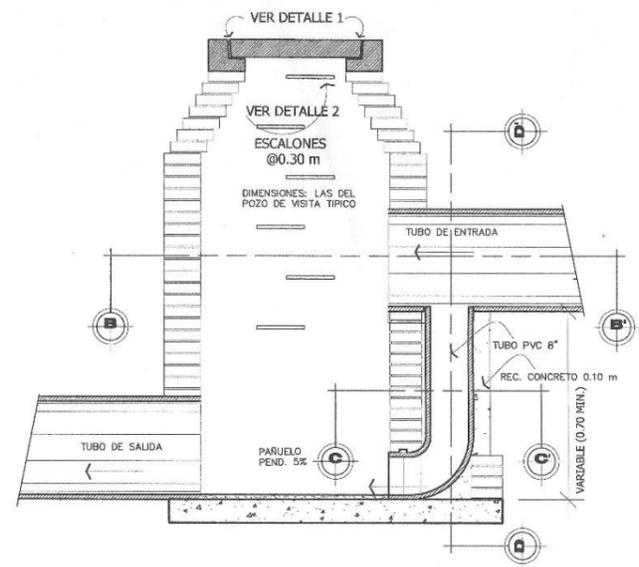
HOJA No. 11/13



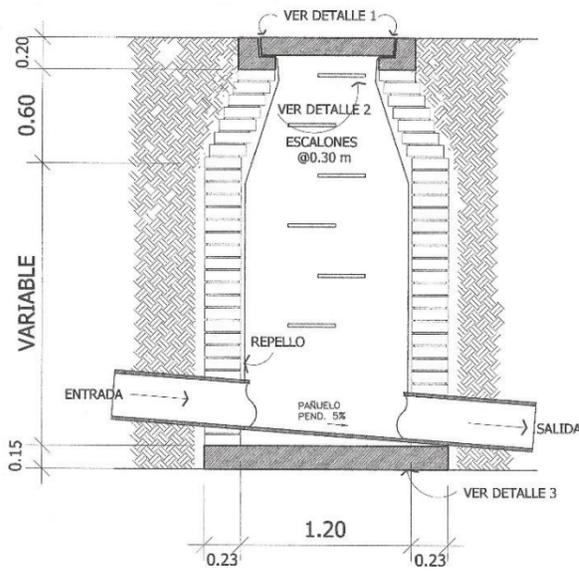
PLANTA POZO DE VISITA TÍPICO  
ESC. 1/20



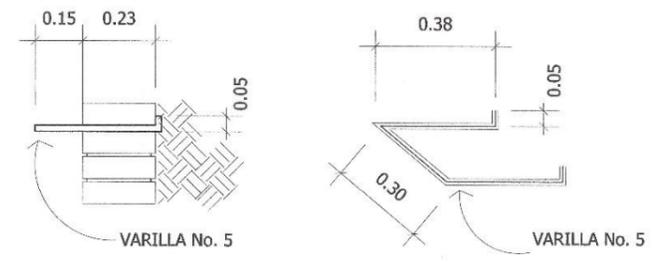
DETALLE DE BROCAL POZO DE VISITA TÍPICO  
ESC. 1/10



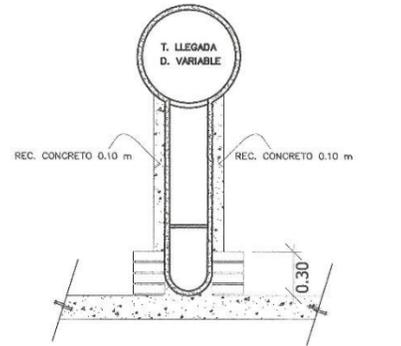
SECCIÓN E-E' POZO CON CAIDA MAYOR A 0.70 M  
ESC. 1/20



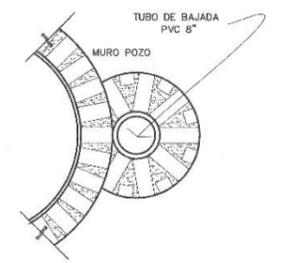
SECCIÓN A-A' POZO DE VISITA TÍPICO  
ESC. 1/20



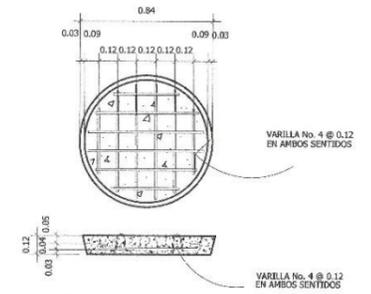
DETALLE 2 ESCALONES  
ESC. 1/10



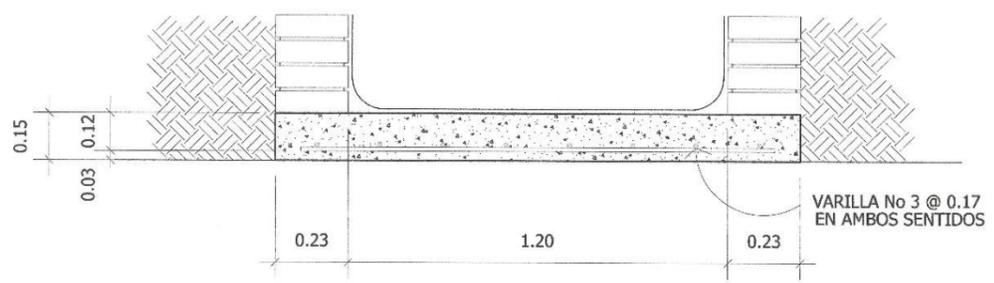
SECCIÓN D-D' POZO CON CAIDA MAYOR A 0.70 M  
ESC. 1/20



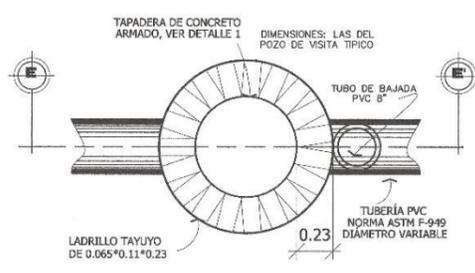
SECCIÓN C-C' POZO CON CAIDA MAYOR A 0.70 M  
ESC. 1/10



DETALLE 1 POZO DE VISITA TÍPICO  
ESC. 1/20

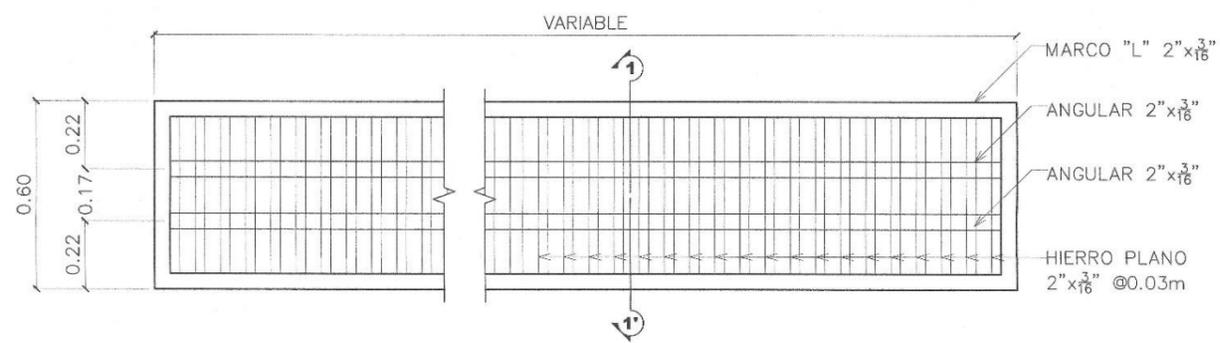


DETALLE 3 POZO DE VISITA TÍPICO  
ESC. 1/10

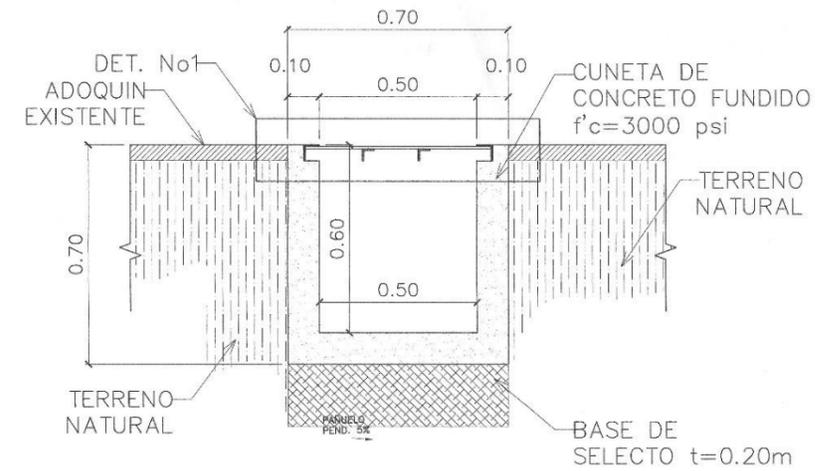


SECCIÓN B-B' POZO CON CAIDA MAYOR A 0.70 M  
ESC. 1/20

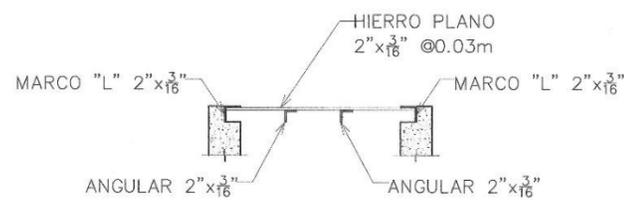
		<b>MUNICIPALIDAD DE PALENCIA</b> CANTÓN PUERTO NUEVO D-45, TEL: 0644-666, CENTRO AMÉRICA PLANNING@PALENCIA.GUATEMALA.GOV.GU WWW.MUNIPALENCIA.GOV.GU	
<b>DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN</b>			
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, EN COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.			
UBICACIÓN: ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA		FECHA: ENERO 2021	
CONTENIDO: DETALLES CONSTRUCTIVOS		TOPOGRAFÍA <input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURA <input type="checkbox"/> INSTALACIONES <input type="checkbox"/>	
DISEÑO: DMP	DIBUJO: DMP	ESCALA: INDICADA	TÍTULO: F. PLANIFICADOR
			HOJA No: <b>12</b> <b>13</b>
F. ALCALDE MUNICIPAL			



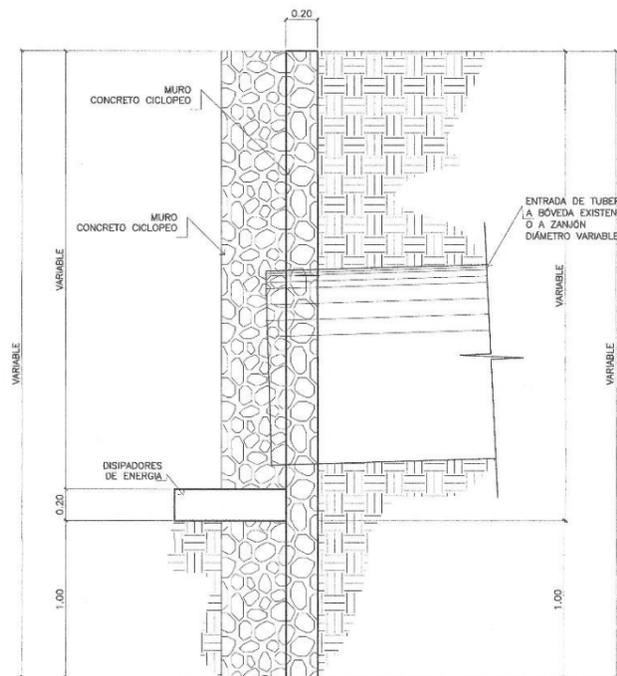
PLANTA DETALLE DE REJILLA TRANSVERSAL TIPICA  
ESC. 1/10



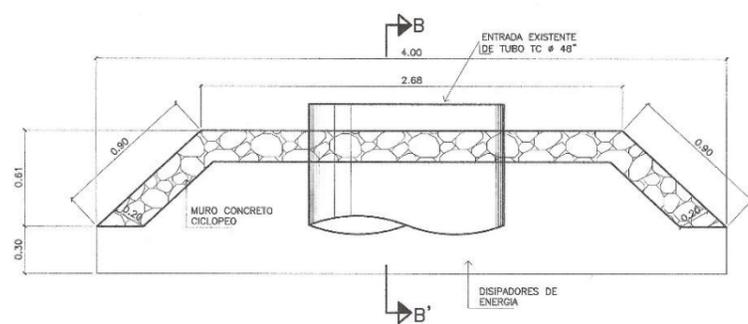
SECCIÓN 1-1'  
REJILLA TRANSVERSAL TIPICA  
ESC. 1/10



DETALLE DE ANLAJE REJILLA TRANSVERSAL TIPICA  
ESC. 1/10



SECCIÓN B-B'  
DESFOGUE  
ESC. 1/20



PLANTA DETALLE DE DESFOGUE  
ESC. 1/20

 <b>MUNICIPALIDAD DE PALENCIA</b> CANTÓN PUERTO NUEVO S.S. TEL. 0644-8886. CENTRO AMÉRICA PLANIFICACION@MUNIPALENCIA.GU WWW.MUNIPALENCIA.GU	
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN	
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, EN COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.	
<b>SUPLENCIÓN:</b> ALDEA DE AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	<b>FECHA:</b> ENERO 2021 MES Y AÑO
<b>CONTENIDO:</b> DETALLES CONSTRUCTIVOS	<input type="checkbox"/> TOPOGRAFÍA <input type="checkbox"/> ARQUITECTURA <input type="checkbox"/> ESTRUCTURA <input type="checkbox"/> INSTALACIONES
<b>DIRECCIÓN:</b> EMP	<b>DIBUJO:</b> EMP
<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>TIMBRE:</b>
 F. PLANIFICADOR	
HOJA No. 13 / 13 F. ALCALDE MUNICIPAL	



# ANEXOS

## Anexo 1. Ensayos de laboratorio del agua



**BIOLAB, S.A.**  
30. Calle 17-50, Colonia Santa Rosa II  
PBX: (502) 2506-3131  
Email: resultados.referencia@biolab.com.gt

Muestra: AGUA SISTEMA DE AGUA POTABLE EL HATIO  
Empresa: **MUNICIPALIDAD DE PALENCIA**  
Recepción de muestra: 08/07/2021 11:42  
Nota :

Número de protocolo : 46962 (Protocolo firmado)

### INFORME DE RESULTADO

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Fecha y hora de toma de muestra:	07/07/2021 16:00 horas
Responsable de toma de muestra:	Juan Lemus (BIOLAB)
Tipo de muestra:	AGUA
Fecha y hora de procesamiento:	08/07/2021 13:00 horas

### ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA

Protocolo: 46962		Sistema de agua potable El Hatio		
Análisis	Resultados	Límite Máximo Aceptable <sup>1</sup>	Límite Máximo Permisible <sup>1</sup>	Metodología
<b>ANÁLISIS FÍSICO DE AGUA</b>				
Color	53.0 U	5 U	35 U	Aquaquant 1.14421
Olor	No Rechazable	No Rechazable	No rechazable	Sensorial
Turbiedad	15.0 NTU	5.0 NTU	15.0 NTU	EPA 180.1
<b>ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUA</b>				
Calcio	69.0 mg/L	75.0 mg/L	150.0 mg/L	Spectroquant 1.14815
Cloro residual libre	Menor de 0.02 mg/L	0.5 mg/L	1.0 mg/L	HACH 8021
Cloruro	6.0 mg/L	100.0 mg/L	250.0 mg/L	Spectroquant 1.00599
Conductividad eléctrica	287.0 µS/cm	750.0 µS/cm	1500.0 µS/cm	InoLab level 3
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> )	268.4 mg/L	100.0 mg/L	500.0 mg/L	HACH 2471100
Hierro	0.06 mg/L	0.3 mg/L	---	Spectroquant 1.14761
Magnesio	10.1 mg/L	50.0 mg/L	100.0 mg/L	Spectroquant 1.00815
Manganeso	0.043 mg/L	0.1 mg/L	0.4 mg/L	Spectroquant 1.14770
Nitratos	18.2 mg/L	---	50.0 mg/L	HACH 8039
Nitritos	0.33 mg/L	---	3.0 mg/L	Spectroquant 1.14776
Potencial de Hidrógeno (pH) *	7.63	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	InoLab level 3
Sólidos totales disueltos	257.0 mg/L	500.0 mg/L	1000.0 mg/L	InoLab level 3
Sulfatos	31.0 mg/L	100.0 mg/L	250.0 mg/L	Spectroquant 1.14791

<sup>1</sup>Especificaciones según COGUANOR 29001 AGUA POTABLE Especificaciones 2010.

**MÉTODO DE ANÁLISIS:** COGUANOR y Standard Methods (SM) for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. 22 ed. USA 2012.

**LÍMITE MÁXIMO ACEPTABLE:** valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual estas características son percibidas por los consumidores desde el punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud del consumidor.

**LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE:** valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual el agua no es adecuada para consumo humano.

\*Análisis Acreditados ISO/IEC 17025:2017 OGA-LE-044-11.

Lidia Carmen Barrios de Pineda  
Química Bióloga  
Colegiada No. 5822

Lidia Carmen Barrios de Pineda  
Química Bióloga  
Colegiada No. 5822

Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.  
El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

Continuación del anexo 1.



**BIOLAB, S.A.**  
30. Calle 17-50, Colonia Santa Rosa II  
PBX: (502) 2506-3131  
Email: resultados.referencia@biolab.com.gt

Muestra: AGUA SISTEMA DE AGUA POTABLE EL HATIO  
Empresa: **MUNICIPALIDAD DE PALENCIA**  
Recepción de muestra: 01/07/2021 11:19  
Nota :

Número de protocolo : 46795 (Protocolo firmado)

### INFORME DE RESULTADOS

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Fecha y hora de toma de muestra:	30/06/2021 17:00 horas
Responsable de toma de muestra:	Juan Lemús (Cliente)
Tipo de muestra:	AGUA
Fecha y hora de procesamiento:	01/07/2021 14:00 horas

### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

Protocolo: 46795	Sistema de agua potable El Hatio		
Análisis	Resultados	Especificaciones <sup>1</sup>	Metodología
Coliformes Totales *	No detectable / 100 mL.	No detectable / 100mL.	SM 9222 B
<i>Escherichia coli</i> *	No detectable / 100 mL.	No detectable / 100 mL.	SM 9222 D

UFC Unidades Formadoras de Colonias en 100 mililitros.

<sup>1</sup>ESPECIFICACIÓN según COGUANOR 29001 Agua Potable Especificaciones. 2010.

Método de análisis: COGUANOR y Standard Methods (SM) for the Examination of Water and Wastewater. 23th Ed. APHA USA. 2017.

\*Análisis Acreditados ISO/IEC 17025:2017 OGA-LE-044-11.

  
Lidia Carmen Barroñán de Peraldo  
Química Bióloga  
Colegiada No. 5822

  
Lidia Carmen Barroñán de Peraldo  
Química Bióloga  
Colegiada No. 5822

*Este Resultado se refiere unicamente a la muestra analizada.  
El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.*