



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

DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PAJAL, MATAQUESCUINTLA, JALAPA

Helamán Abinadí Sicán Ruano

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, mayo de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PAJAL,
MATAQUESCUINTLA, JALAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HELAMÁN ABINADÍ SICÁN RUANO

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIOA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PAJAL, MATAQUESCUINTLA, JALAPA.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 16 de octubre de 2017.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized loop followed by the name 'Helamán' and 'Sicán Ruano' written in a cursive script.

Helamán Abinadí Sicán Ruano

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 22 de octubre de 2018
REF.EPS.DOC.859.10.2018

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

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Helamán Abinadí Sicán Ruano**, Registro Académico 200313398 y CUI 1941 59159 2101 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PAJAL, MATAQUESCUINTLA, JALAPA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



c.c. Archivo
MAAO/ra



Guatemala,
18 de octubre de 2018

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

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PAJAL, MATAQUESCINTLA, JALAPA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Helamán Abinadí Sicán Ruano, con CUI 1941591592101 Registro Académico No. 200313398, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

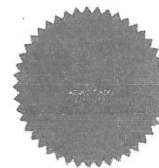
ID Y ENSEÑADA TODOS


Ing. civil, Luis Manuel Sandoval Mendoza
Jefe Del Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/mrrm.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 20 de marzo de 2019
Ref.EPS.D.102.03.19

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PAJAL, MATAQUESCUINTLA, JALAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Helamán Abinadí Sicán Ruano, CUI 1941 59159 2101 y Registro Académico 200313398**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte del Asesor-Supervisor, 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





El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante Helamán Abinadí Sicán Ruano titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PAJAL MATAQUESCUINTLA, JALAPA** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Guatemala, mayo 2019
/mrrm.



Universidad de San Carlos
de Guatemala

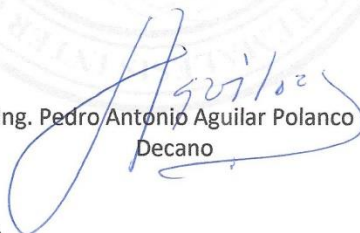


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 268.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PAJAL, MATAQUESCUINTLA, JALAPA**, presentado por el estudiante universitario: **Helamán Abinadí Sicán Ruano**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, mayo de 2019

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Rubén Sicán Grijalva y Zoila Consuelo Ruano Ruano, he nacido de buenos padres que me han guiado en el trayecto de mi vida y brindado el apoyo para alcanzar esta meta.

Mi familia

Quienes han sido un bastión importante, brindando cariño y ánimo.

Mis amigos

Por su amistad consejos y apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

Padre Celestial	Quien ha permitido que tenga salud y me brinda sabiduría para alcanzar los conocimientos de esta profesión.
Universidad de San Carlos De Guatemala	Por haber abierto sus puertas para recibirme y brindarme la formación académica.
Ingeniero Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta	Por el trabajo que realiza en la unidad de EPS y el conocimiento que me ha transmitido, paciencia y apoyo.
Municipalidad de Mataquescuintla	Quienes me brindaron la oportunidad de poner en práctica lo aprendido en la Facultad, especialmente al personal de la Oficina de Planificación, y COCODE de aldea El Pajal.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. DIAGNÓSTICO.....	1
1.1. Monografía del lugar.....	1
1.1.1. Ubicación y localización.....	3
1.1.2. Límites y colindancias.....	4
1.1.3. Extensión.....	4
1.2. Economía y producción.....	5
1.3. Servicio de agua.....	5
1.4. Servicios sanitarios.....	7
1.5. Población.....	7
1.6. Población actual.....	8
1.7. Educación.....	8
1.8. Salud.....	9
2. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	11
2.1. Descripción del proyecto.....	11
2.2. Levantamiento topográfico.....	12
2.2.1. Altimetría.....	13
2.2.2. Planimetría.....	13

2.3.	Diseño del sistema.....	14
2.3.1.	Descripción del proyecto.....	14
2.3.2.	Caudal de aforo.....	14
2.3.3.	Calidad de agua.....	15
2.3.4.	Periodo de diseño.....	16
2.3.5.	Dotación.....	16
2.3.6.	Determinación del caudal.....	17
	2.3.6.1. Consumo medio diario.....	17
	2.3.6.2. Consumo máximo diario.....	18
	2.3.6.3. Consumo máximo horario.....	18
2.3.7.	Captación.....	19
2.3.8.	Diseño de la línea de conducción.....	19
2.3.9.	Diseño del tanque de distribución.....	21
2.3.10.	Diseño de la línea de distribución.....	30
2.3.11.	Sistema de desinfección.....	33
2.3.12.	Obras hidráulicas.....	34
2.3.13.	Válvulas de compuerta.....	35
2.3.14.	Caja rompresión.....	35
2.3.15.	Conexión domiciliar.....	37
2.3.16.	Paso aéreo.....	37
2.3.17.	Paso de zanjón.....	43
2.3.18.	Operación y mantenimiento.....	44
2.3.19.	Impacto ambiental.....	45
2.3.20.	Análisis de riesgo.....	46
2.3.21.	Propuesta de tarifa	46
	CONCLUSIONES.....	47
	RECOMENDACIONES.....	49
	BIBLIOGRAFÍA.....	51

APÉNDICES.....	53
ANEXOS.....	111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Microrregiones del municipio.....	6
2. Área de influencia del proyecto.....	12
3. Válvulas.....	35
4. Detalle de caja rompedora.....	36
5. Paso aéreo.....	37
6. Paso de zanjón.....	44

TABLAS

I. Cálculo de aforo volumétrico.....	15
II. Relación de losa.....	22
III. Cálculo de caudales de diseño de ramales.....	32
IV. Cálculo de longitudes de cable principal.....	40
V. Cálculo de longitud de péndolas.....	43

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Smax	Acero máximo
ACI	American Concrete Institute
ASTM	American Standard test methods
As	Área de acero
As min	Área de acero mínimo
Q	Caudal
Qmd	Caudal máximo diario
Qmh	Caudal máximo horario
Qm	Caudal medio diario
γ	densidad
∅	Diámetro
ka	Empuje activo
kp	Empuje pasivo
Fdm	Factor de día máximo
Fhm	Factor de hora máximo
HG	Hierro galvanizado
@	Indica a cada
PSI	Libras por pulgada cuadrada
m.c,a.	Metros columna de agua
Hf	Pérdida de carga
Φ	Phi
r.	Tasa de crecimiento
PVC	Tubería de cloruro de vinilo

GLOSARIO

Aforo	Cantidad de agua que brota de una fuente en un tiempo determinado.
Caudal	Volumen en unidad de tiempo.
COGUANOR	Comisión guatemalteca de normas.
Dotación	Cantidad de agua que una persona necesita para satisfacer sus necesidades.
Hipoclorador	Es una bomba dosificadora de químicos que alimenta una solución de hipoclorito de calcio al sistema.
Péndolas	Cada uno de los elementos verticales que sostienen el tablero o piso de un puente colgante.
UNEPAR	Unidad ejecutora del programa de acueductos rurales.

RESUMEN

El agua es de vital importancia para el desarrollo del ser humano, y ha resultado una problemática en Guatemala en los últimos años ya que no todos cuentan con cantidad ni calidad adecuada, especialmente en las áreas rurales, el deterioro del ambiente hace las fuentes disminuyan y en ocasiones las fuentes se encuentran contaminadas, lo que imposibilita su uso sin un sistema de desinfección.

Al tener la problemática del agua es necesario remodelar o crear proyectos que puedan brindar soluciones a la población, los sistemas por gravedad son los más utilizados dado que estos son de menor costo de operación y mantenimiento y resultan muy eficientes.

El presente trabajo fue realizado para paliar la problemática de agua que posee la aldea El Pajal, del municipio de Mataquescuintla, Jalapa, cuentan con un sistema obsoleto, no puede ser remodelado por la antigüedad del mismo y el caudal ya no se da abasto a la población, por lo cual se diseñará un nuevo sistema.

OBJETIVOS

General

Por medio de los conocimientos de ingeniería brindar las herramientas necesarias en el diseño de agua potable de la aldea El Pajal, del municipio de Mataquescuintla, Jalapa, para que en lo futuro la municipalidad pueda ejecutar el mismo.

Específicos

1. Determinar si se encuentran los elementos necesarios para realizar el estudio correspondiente, tales como fuente de agua terrenos para obras hidráulicas, derechos de paso, entre otros.
2. Determinar si las fuentes abastecen a la población actual y a la futura del periodo de diseño, así como la calidad de agua de la fuente que esta sea apta para el consumo humano.
3. Realizar la topografía necesaria para el diseño de las redes de conducción como de distribución y las conexiones domiciliarias.
4. Elaborar los respectivos diseños que cumplan con las normativas requeridas para la ejecución de dicho proyecto, las cuales en su mayoría determina el INFOM y UNEPAR, así como las municipalidades, con sus respectivos planos y presupuesto.

5. Elaborar instrumentos que ayudarán en lo futuro a la gestión de proyecto en las respectivas dependencias de gobierno, quienes son las encargadas de dar avales para su ejecución, tales como MARN, MSPAS, SEGEPLAN, Bienes del estado, entre otras.

INTRODUCCIÓN

El EPS provee la posibilidad de brindar apoyo técnico a las municipalidades, las cuales en muchas ocasiones no cuentan con personal suficiente para cubrir las problemáticas presentes en sus comunidades, por lo cual los epesistas resultan de gran ayuda al brindar de sus conocimientos en el campo de la ingeniería.

Existen muchos problemas en las comunidades, sin embargo, no todos pueden ser resueltos de manera inmediata dado que los recursos son limitados y las necesidades muchas, por lo cual se busca solucionar los más urgentes y que causar un gran impacto al ser solucionados.

El modelo utilizado por las municipalidades es participativo donde los representantes de los COCODES exponen sus necesidades y donde se busca resolverlos de la mejor manera posible, existen diversidad de problemas. Sin embargo, la municipalidad se ha enfocado en resolver de manera urgente los siguientes: agua, educación, saneamiento, salud.

Con esta premisa surge apoyar para el proyecto de agua potable de la aldea El Pajal, cuenta con un sistema de agua obsoleto, ya ha rebasado su periodo de vida útil, las fuentes ya no dan abasto y posee problemas en la red dado el crecimiento en población de la aldea, en algunos sectores el servicio es irregular y en otro es nulo, por lo cual se ven en la necesidad de buscar la manera de contar con el vital líquido.

En su afán de solucionar este problema han adquirido una fuente de agua, ya han dado los primeros pasos para solucionar su problema, y se han abocado a la municipalidad con datos preliminares para la ejecución de un proyecto, es allí donde surge el proyecto diseño del sistema de agua potable aldea El Pajal, Mataquescuintla, Jalapa. Diseñado para proveer a la municipalidad de un estudio donde puedan echar mano para resolver este problema y beneficiar a la aldea.

1. DIAGNÓSTICO

1.1. Monografía del lugar

En tiempos muy remotos, gente pipil y pocoman formaron en este lugar su asentamiento y surge el pueblo con el nombre de *Matati*. Cuando llegaron los conquistadores, a este pueblo llegó un español llamado Francisco Castillo a quien se le atribuye la fundación de otros pueblos del actual Departamento de Santa Rosa y fundo aquí el pueblo dándole el nombre de Mataquescuintla, nombre derivado del nombre primitivo *Matat*, que significa tierra y *Cuintí* igual a fértil. Derivado de *Matati*, Mataquescuintla significa tierra fértil.

En la época colonial fue parte de la hacienda de el Potrero Grande y lo formaron: Alzatate, Sanguayabá y Las Casitas. Creación que ocurrió aproximadamente en 1538. A este pueblo se le llama también Colis, lo cual le viene porque desde la colonia fue famoso por cultivar Col o Coliflor, hierba de hortaliza propia para la dieta diaria, por lo que a los que comerciaban con esta hierba les llamaban Coliseños.

Divididas las tierras (del potrero grande) sección que comprendiera lo que hoy es Mataquescuintla, Sanguayabá Samororo y otros lugares que el heredero de españoles reconociera como suyas, pero que al morir, su viuda vendiera fraccionadamente tal propiedad. En estas circunstancias, el capitán González Meléndez y Valdez, en 1613 entre los parajes: San Miguel y el Colorado, compro diez caballerías y media. Diez años después, los también españoles Ignacio Cepeda y Felipe Jáuregui le compraron a la misma vendedora ocho caballerías de terreno, inmueble situado en el Cerro Alto.

Entre los parajes de Soledad y Pino Dulce le fueron vendidas seis caballerías a Pedro Cano de la Barra. Un tiempo después Cano de la Barra le vende la misma propiedad a Alfonso Meléndez y Valdez, este comprador traslada la referida propiedad a sus herederos, pero ellos inmediatamente se la entregan vendida a Martín de Loázaga por una cantidad de 200 tostones (100 pesos), compraventa que tuvieron en 1662. Finalmente una de las herederas de la viuda hace una de las últimas ventas de la antigua propiedad, cuando en 1782 le vende a Ignacio Cepeda (hijo) la cantidad de 18 caballerías, propiedad situada en el paraje La Sierra.

En la sección que comprendía Agua Caliente y Sampaquisoy, en 1784 se había formado un ejido con el nombre Hacienda de Nuestra Señora del Rosario de Santiago Mataquescuintla (archivo Nacional de Centroamérica).

Más o menos aquel fue el movimiento de tierras y que enseguida de aquellos primeros terratenientes hubiera muchas compraventas y fue como llegaron a este lugar las familias Toledo, Olivares, Cruz, Sandoval, Mendoza, Rodríguez y otros; quienes pronto hicieron producir las tierras. Hoy (inicios del siglo) son las fuerzas económicas más importantes que ha llevado a gran desarrollo este pueblo.

El municipio fue fundado el 25 de febrero de 1848 formando parte del distrito de Mita pasando a integrarse al departamento de Santa Rosa. El 29 de octubre de 1850 fue elevado a la categoría de villa. El 3 de septiembre de 1935 Mataquescuintla se deslindó del departamento de Santa Rosa y se incorporó al departamento de Jalapa.

Se cree que fue el señor Julián Oliva quien era terrateniente de esas tierras acompañado del señor Furgencio Oliva, que eran familiares, eran

emigrantes quienes empezaron a poblar la zona, Julián Oliva era dueño de una hacienda, situada en el caserío San Sorito que el día de hoy es conocido como caserío El Pajalito, en la hacienda había ganado, frutas, mostaza y muchas colmenas, en la hacienda se producía café, así como leche, crema y productos derivados de la leche los cuales se llevaban a la capital para su comercialización.

La aldea está situada sobre terrenos pendientes pequeñas colinas y joyas, no cuenta con ninguna etnia representativa, todos sus habitantes son mestizos y hablan el idioma castellano, se cree que el nombre de la aldea se originó por lo siguiente, estando asentada en terreno pendiente y húmedo con vientos fuertes y clima frío, en la época de su fundación no habían muchos cultivos, existía mucha tierra ociosa, por lo cual crecía mucha paja y Pajón plantas resistentes al viento y frío, dando origen al nombre de aldea El Pajal.

Según testimonios de personas que vivieron en los años 30 y 40 y que aún viven en la comunidad, solo se contaban con veredas, y en estos años se impartían clases particulares a las personas del lugar, lo cual fue de gran beneficio para que se organizaran y empezaran a solicitar proyectos para el beneficio de la aldea.

1.1.1. Ubicación y localización

El municipio de Mataquescuintla se encuentra situado en la parte oeste del departamento de Jalapa, se localiza geográficamente entre los paralelos 14° 19" y 14° 40" al norte del ecuador y de los meridianos 90° 07" y 90° 17" al oeste de *Greenwich*, con altitudes que varían de los 1 070 a los 2 653 metros de altura sobre el nivel del mar.

La aldea el Pajal se ubica a 4km. al suroeste de la cabecera municipal, se localiza geográficamente 14° 31' 00" al norte del ecuador y del meridiano 90° 13' 02" al oeste de *Greenwich*, con altitudes que varían de los 2 030 a 1 660 MSNM.

1.1.2. Límites y colindancias

Su ubicación respecto a la ciudad capital al sureste, y en relación con la cabecera departamental de Jalapa al sureste. Limita al norte con los municipios de Sansare, Sanarate, Palencia y Jalapa, al sur con San Rafael las Flores, Casillas, Santa Rosa de Lima y nueva Santa Rosa, al oeste con Santa Rosa de Lima, y San José Pínula, al este con San Carlos Alzatate y Jalapa. La distancia de esta cabecera municipal a la cabecera departamental de Jalapa es de 42 kilómetros, hacia el este sobre carretera asfaltada CA 18.

La aldea el Pajal colinda al norte con el caserío Buena Vista San Granada y el caserío San Granada, al este con el caserío El Matazanito y el Casco Urbano, al sur con el caserío el Aguacatillo y aldea El Carrizal, al oeste con aldea San José la Sierra.

1.1.3. Extensión

Según el IGN el municipio posee un extensión territorial de 287 km², mientras que el INE le atribuye una extensión de 238 km² de acuerdo al INE el municipio abarcaría el 11,7% del área total, según el censo poblacional del INE de 2002, el municipio contaba con 70 lugares poblados, distribuidos en área urbana con la villa a nivel rural con 17 aldeas, 39 caseríos, 4 parajes, 8 fincas y 2 otras categorías poblado.

Según acuerdo municipal de 2010, que actualiza las categorías de lugares poblados del municipio, Mataquescuintla cuenta con 19 lugares poblados, distribuidos en: área urbana con la villa, dividida en 3 cantones y área rural 19 aldeas, 67 caseríos, 9 parajes y 21 fincas.

El dictamen técnico correspondiente a la nomenclatura sobre el ordenamiento territorial del municipio para el 2018 detalla que el municipio lo conforman, el casco urbano dividido en 5 cantones, 20 aldeas, 71 caseríos, 10 fincas, 7 parajes y 2 haciendas. Véase figura 1.

1.2. Economía y producción

La región de Mataquescuintla es mayormente agrícola, sin embargo por poseer diversidad de clima no todas las regiones del municipio producen los mismos productos, siendo los más predominantes el café, hortalizas y frutas, también se cuenta con ganado bovino destinado para doble propósito (leche y carne) donde se obtienen sub productos como: queso, crema, requesón, mantequilla de costal, queso seco, el cual es comercializado a nivel municipal, departamental y nacional también se cuenta con pequeños empresarios que aportan al desarrollo socioeconómico de la región.

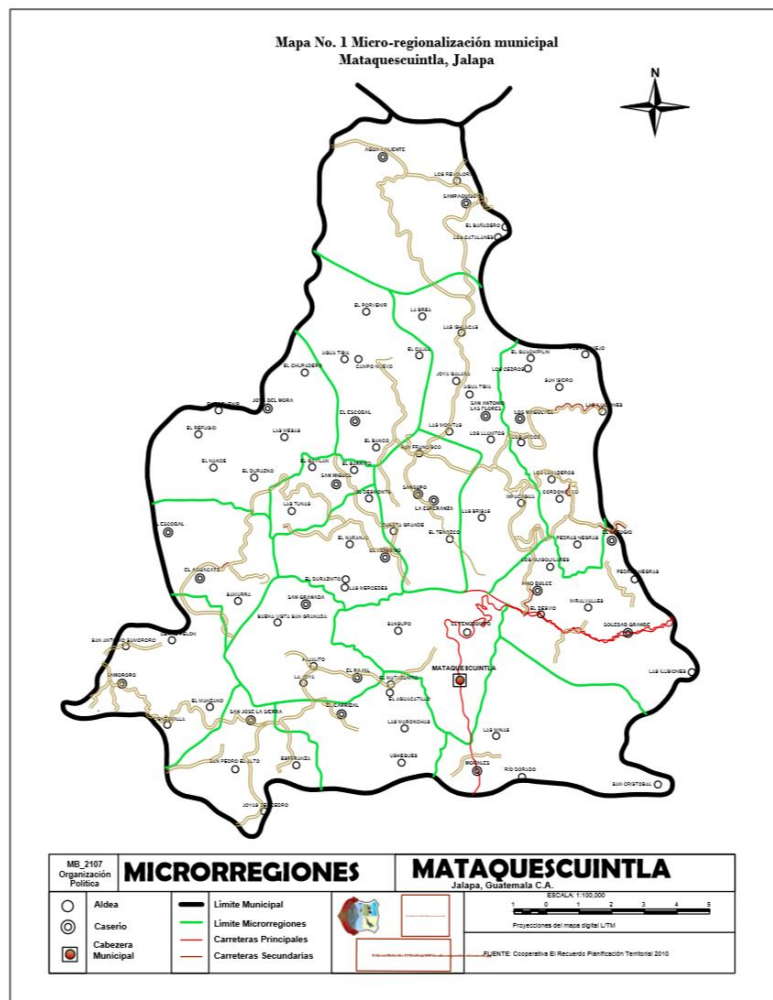
Existen beneficios de café que exportan sus productos al extranjero así como beneficios que venden su producto a nivel, nacional, las hortalizas también son comercializadas a nivel nacional como internacional.

1.3. Servicio de agua

Según el INE en el 2002 1 310 hogares no contaban con fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable, por lo cual en los últimos años

la inversión en proyectos de abastecimiento de agua potable ha aumentado, construyendo donde no existían, así como mejorando los ya existentes y remplazando los obsoletos. La aldea El Pajal cuenta con un sistema de agua el cual es obsoleto, dado que este no se da abasto para la población existente actualmente.

Figura 1. **Microrregiones del municipio**



Fuente: Cooperativa el Recuerdo, Microrregiones.

1.4. Servicios sanitarios

Existe deficiencia en servicios sanitarios solo el casco urbano cuenta con red de drenaje, sin embargo, aún hay sectores a donde esta red no ha llegado, existen dos plantas de tratamiento en el casco urbano una ubicada en aldea Morales y otra en cantón Barrios, las cuales colapsaron por lo cual los drenajes se vierten directamente en el río Los Plátanos sin ningún tipo de tratamiento.

En el área rural los hogares solo cuentan con fosas, sin ningún tipo de tratamiento las cuales podrían estar contaminando las aguas en los niveles freáticos, tomando en cuenta que en las áreas rurales muchos se abastecen con agua de pozos artesanales, lo cual podría ocasionarles enfermedades.

1.5. Población

Según el XI censo poblacional y VI de vivienda del INE Mataquescuintla tiene una población censada de 32 860 habitantes, siendo el 14 % de la población del departamento, 16 482 hombres y 16 378 mujeres, predominando la niñez y juventud. Para 2010 se estima para el municipio una población de 38 345 habitantes, habiendo un crecimiento poblacional anual del 2,23 % aproximadamente.

El censo realizado para la aldea efectuado en el 2018 contabilizo una población de 790 habitantes distribuidos en 160 familias, datos que no son oficiales, pero que serán de utilidad para el diseño del proyecto. Censo que fue realizado con el apoyo del COCODE.

1.6. Población actual

El último censo realizado en Guatemala fue en el 2002 por lo cual la población actual solo se puede determinar por medio de métodos de predicción a la espera de obtener un dato más preciso con el censo que se realizara en el 2018.

Para estimar el crecimiento de la población se utilizará el método geométrico con los datos de los últimos dos censos realizados.

En el censo de 1994 Mataquescuintla contaba con 27 169 habitantes, en el censo del 2001 contaba con 32 860.

$$R = \frac{Pf^{\frac{1}{8}}}{P} - 1$$

$$R = \frac{32\ 868^{\frac{1}{8}}}{27\ 169} - 1$$

$$R = 0,02408$$

$$R = 24,08 \%$$

$$P_{2018} = 32\ 868 * (1 + 0,02408)^{16}$$

$$P_{2018} = 48\ 097 \text{ habitantes}$$

1.7. Educación

La agenda educativa 2009 de Mataquescuintla, indica deficiencia en la infraestructura escolar, la mayoría de edificios necesitan equipamiento, remozamiento, así como construcción de nuevas aulas en diversas comunidades, por lo cual desde 2009 hasta la fecha se incrementó la inversión en educación siendo uno de los pilares actuales, creando nueva infraestructura

reparando y remozando la existente, tanto en educación primaria como nivel de básicos llegando a invertir hasta en educación superior.

La aldea cuenta con tres escuelas primarias y un instituto de educación básica, distribuidas de la siguiente manera, una escuela primaria ubicada en el caserío La Joya, otra ubicada en Pajal Central y el caserío El Pajalito cuenta con escuela primaria así como con Instituto de Telesecundaria.

1.8. Salud

En los últimos años ha habido una mejora en infraestructura en salud con la construcción de centros de convergencia en distintos puntos estratégicos para tener un lugar donde la población pueda ser atendida por personal de enfermería y pueda visitar un médico para brindar consultas a los vecinos del lugar. La aldea cuenta con la infraestructura de centro de convergencia, ubicado en el caserío Pajal central.

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

2.1. Descripción del proyecto

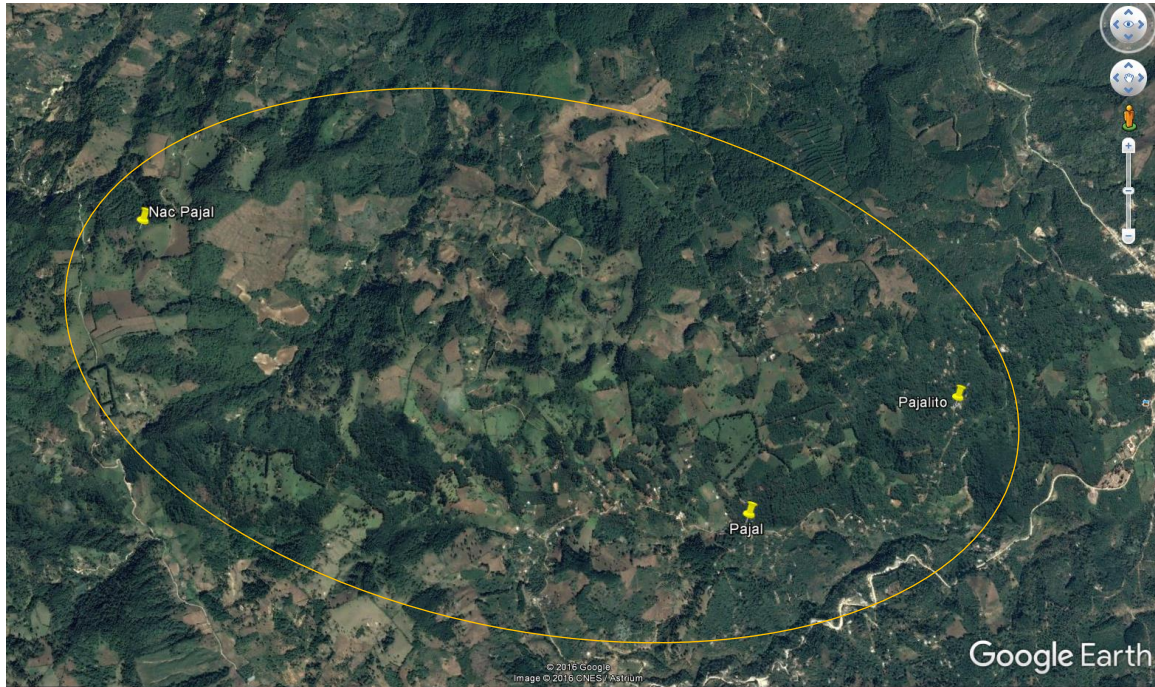
El consejo municipal de desarrollo de Mataquescuintla se ha propuesto impulsar el desarrollo ordenado y sostenible del municipio, por medio de una planificación participativa.

A través del plan de trabajo municipal que persigue el desarrollo ordenado y sostenible del municipio de Mataquescuintla, mismo que es consensuado conjuntamente con los gobiernos locales (COCODE) y gobierno municipal que enfatiza con mayor relevancia el saneamiento ambiental, seguridad alimentaria, salud, educación como pilares fundamentales, derivado de la premisa.

Dentro de los instrumentos de investigación para obtener la información del proyecto y como fuente se tuvo la observación del entorno de la comunidad y del barrio, los miembros del COCODE establecen como prioridad el mejoramiento de su sistema de agua potable.

El área de influencia del proyecto en aldea El Pajal, específicamente en el caserío La Joya, Pajal Central y caserío El Pajalito, Mataquescuintla, Jalapa, situado en la parte suroeste dentro de las coordenadas geográficas latitud Norte 14° 31' 2" y en longitud oeste 90° 12' 56" a una elevación de 1 873 MSNM.

Figura 2. Área de influencia del proyecto



Fuente: elaboración propia, utilizando Google Earth.

2.2. Levantamiento topográfico

Se define la topografía (del griego: *topos*, lugar y *graphein*, describir) como la ciencia que trata de los principios y métodos empleados para determinar posiciones relativas de los puntos de la superficie terrestre, por medio de medidas y usando los tres elementos del espacio. Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación.

La topografía, en general, es una aplicación de la geometría por tanto, sin el conocimiento de esta ciencia, sería imposible que aquella llenara el cometido que tiene asignado.

A la topografía se le puede considerar como una de las herramientas básicas de la ingeniería civil, aunque se llega a utilizar en otras especialidades. Las materias propedéuticas son la geometría, la trigonometría, la física y la astronomía, por lo tanto, se puede decir que la topografía es una ciencia aplicada.

Para su estudio la topografía se divide en tres partes:

- Topología que estudia las leyes que rigen las formas del terreno
- Topometría que establece los métodos geométricos de medida
- Planografía que es la representación gráfica de los resultados y constituye el dibujo topográfico.

2.2.1. Altimetría

Que determina las alturas de los diferentes puntos del terreno con respecto a la superficie de referencia; generalmente corresponde al nivel del mar.

2.2.2. Planimetría

Que estudia los instrumentos y métodos para proyectar sobre una superficie plana horizontal, la exacta posición de los puntos más importantes del terreno y construir de esa manera una figura similar al mismo.

2.3. Diseño del sistema

Para realizar el diseño del sistema de agua potable, es necesario previamente realizar una investigación de la descripción del proyecto, su caudal de aforo, caudal de agua, periodo de diseño, dotación, determinar el caudal, entre otros.

2.3.1. Descripción del proyecto

La aldea El Pajal posee un sistema de agua el cual es obsoleto dado que las fuentes no se dan abasto a la demanda ya que la población ha crecido y se ha sobrepasado el periodo de diseño del mismo, lo que ocasiona que no todos tengan un buen servicio y algunos sin servicio.

Por lo cual se ven en la necesidad de remplazar el sistema existente, para proveer de un buen servicio a todos los habitantes de la comunidad, brindando una buena dotación así como buena presión en sus hogares.

La aldea ha adquirido un nacimiento para ejecutar el citado proyecto el cual consistirá en captación, conducción, sistema de cloración, almacenaje, y distribución.

2.3.2. Caudal de aforo

En el aforo se determina la cantidad de agua que proporcionará la fuente, existen varios métodos de aforo y en este caso se utilizó el método volumétrico, que consiste en definir el tiempo en que se llena un recipiente de volumen conocido.

Para este aforo se utilizó un recipiente de 18,9 litros, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla I. **Cálculo de aforo volumétrico**

FUENTE			
Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo promedio
8,69 s	9,25 s	9,20 s	9,05 s
Caudal de aforo de fuente 2,09 litros/segundo			

Fuente: elaboración propia.

2.3.3. **Calidad del agua**

La calidad varia en relación al lugar donde se obtiene, uso de la tierra, clima y estrato de las fuentes. La calidad del agua exigente está dada por el uso que se le dará, en este caso es para el consumo humano, por lo cual debe ser sanitariamente segura. Para ello debe cumplir con las normas de calidad fisicoquímicas y bacteriológicas, estas están definidas por los parámetros que se obtienen en el análisis de laboratorio.

La Norma que rige la calidad de agua en Guatemala es la COGUANOR NTG 29001, y las muestras son realizadas bajo las especificaciones COGUANOR NGO 29002 h18 y 29002 h19. Ver apéndice 1.

El análisis físico mide y registra las propiedades que pueden ser observadas por los sentidos, como aspecto, color turbiedad, olor, sabor, temperatura y conductividad eléctrica.

El análisis químico determina cantidades de minerales y materia orgánica existentes, los cuales podrían afectar la calidad de agua como: amoníaco, nitritos, nitratos, cloro residual, manganeso, cloruro, fluoruros, sulfatos, hierro total, dureza total, sólidos totales, sólidos volátiles, sólidos fijos, sólidos en suspensión, sólidos disueltos, además de especificar su alcalinidad.

El resultado de laboratorio químico sanitario indica: dureza en límites máximos permisibles. Las demás determinaciones indicadas se encuentran dentro de los límites máximos aceptables de normalidad. según Norma COGUANOR NGO 29001.

El análisis bacteriológico indica el grado de contaminación bacteriana y principalmente con materia fecal, los resultados del examen bacteriológico indican: No apta para el consumo humano. Según Norma COGUANOR NTG 29001, por lo cual se deberá instalar un sistema de cloración para potabilizarla. Ver apéndice 1.

2.3.4. Período de diseño

Define el lapso de tiempo que el proyecto será eficiente a la población actual como a población futura, para que cumpla con diversas fluctuaciones sociales y económicas se adoptara un periodo de diseño de 20 años, por las características de los elementos que componen el sistema podría ampliarse y remodelarse en el futuro.

2.3.5. Dotación

Es la cantidad de agua asignada por persona en un día. Es necesario un análisis del uso y consumo de agua para asignar una dotación adecuada para

la comunidad, adoptando una dotación de 120 l/hab/día dotación recomendada por UNEPAR para áreas rurales.

2.3.6. Determinación del caudal

Existen fluctuaciones en los requerimientos de caudal en distintas horas del día, así como en las épocas del año, por lo cual es necesario determinar los siguientes tipos de consumo.

2.3.6.1. Consumo medio diario

Conocido también como caudal medio, es la cantidad de agua que se consume en un día, se obtiene del promedio de consumos diarios en un año, cuando no se cuenta con este registro se calcula en función de las poblaciones futuras y la dotación.

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_m = \frac{\text{poblacion futura} * \text{dotacion}}{86\ 400}$$

$$Q_m = \frac{1\ 272\ \text{hab} * 120 \frac{\text{l}}{\text{hab} * \text{dia}}}{86\ 400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}}}$$

$$Q_m = 1,77 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

2.3.6.2. Consumo máximo diario

Es conocido como caudal de conducción, es el consumo máximo de agua que se requiere en 24 horas, observado durante un año podría suceder en actividades que participa la mayor parte de la población, al no contar con esta información se puede calcular con un porcentaje denominado factor de día máximo (Fdm).

Este factor está comprendido dentro de los siguientes valores 1,2 para poblaciones futuras mayores a 1 000 habitantes y 1,5 para poblaciones menores de 1 000 habitantes, parámetros establecidos por INFOM.

$$Q_c = Q_m * F_{dm}$$

$$Q_c = 1,77 \frac{l}{s} * 1,2$$

$$Q_c = 2,1 \frac{l}{s}$$

2.3.6.3. Consumo máximo horario

Conocido también como caudal de distribución, es el consumo máximo en una hora del día, observado del consumo durante un año, si no se cuenta con estos registros se puede obtener con el caudal medio diario y el factor de hora máximo.

INFOM establece que el factor de hora máxima (Fhm) está comprendido en el área rural entre 2,0 para poblaciones futuras mayores a 1 000 habitantes y 3,0 para poblaciones menores a 1 000 habitantes.

$$Q_d = Q_m * F_{hm}$$

$$Q_d = 2,1 \frac{l}{s} * 2$$

$$Q_d = 4,2 \frac{l}{s}$$

2.3.7. Captación

Es la obra civil que recolecta el agua proveniente de uno o varios nacimientos de brotes definidos o difusos. El tipo de captación utilizada en las dos fuentes superficiales tiene los siguientes componentes:

- Filtro de piedra y sello sanitario para captación del brote
- Caja de captación
- Caja de válvula de salida
- Dispositivo de desagüe y rebalse

2.3.8. Diseño de la línea de conducción

Está constituido por todos los elementos desde la captación o de caja reunidora de caudales hacia el tanque de distribución, existen conducciones por gravedad y por bombeo, para este caso será diseñada por gravedad con tubería de PVC norma ASTM D 2241.

Para el diseño de la línea de conducción se utiliza la ecuación de *Hazen-Williams* la cual es la siguiente:

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

$$V = \frac{1,974 * Q}{D^2}$$

Donde:

Hf = energía perdida de carga (m)

V = velocidad (m/s)

L = longitud de la tubería más un factor de 5 % para compensar topografía del terreno (m)

Q = caudal (l/seg)

D = diámetro de tubería (plg)

C = coeficiente de rugosidad (para PVC se utilizará 150 y HG se utilizará 100)

Para las velocidades en la red UNEPAR recomienda como mínimo 0,40 m/s y como máximo 3,00 m/s para conducciones con material sedimentado, sin embargo esta red no posee material sedimentado por lo cual se podrá utilizar menores velocidades.

Las tuberías utilizadas en el proyecto son las siguientes:

- El cloruro de polivinilo (PVC) es el material que más se emplea actualmente. Es más liviano, fácil de instalar, durable y no se corroe, pero es frágil y se vuelve quebradizo al estar a la intemperie. Para sistemas rurales de abastecimiento de agua se utiliza la cédula 40.
- El acero galvanizado tiene su principal aplicación cuando queda a la intemperie, ya que enterrado se corroe. Generalmente se le conoce como hierro galvanizado, cuando en realidad es acero galvanizado.

2.3.9. Diseño del tanque de distribución

Este tanque es un depósito que sirve para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo. Este tipo de obra es de suma importancia para el diseño del sistema de distribución de agua, tanto desde el punto de vista económico como para funcionamiento hidráulico del sistema y del almacenamiento de un servicio eficiente. Un tanque de distribución tiene los siguientes componentes:

- Depósito principal
- Caja de válvula de entrada y de salida
- Tapaderas para entrada
- Dispositivo de desagüe y rebalse
- Respiraderos
- Clorador

El tanque está diseñado para compensar los consumos máximos horarios de la población a abastecer a futuro.

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 40 \% Q_{md}$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 110 \text{ m}^3$$

Con base en el método 3 de la *American Concrete Institute (ACI)*, se diseñará losa de 7 m. x 6 m. x 2,65 m.

Si la relación $m = a/b$ es mayor que 0,5 debe diseñarse en dos sentidos; si es menor que 0,5 se diseñará en un sentido.

Donde:

A = lado de menor longitud de la losa

B = lado de mayor longitud de la losa

Tabla II. **Relación de losa**

Descripción	Losa
m= a/b	0,86 > 0,5
Refuerzo	Dos sentidos

Fuente: elaboración propia.

Para determinar el espesor de la losa (t) se utilizará la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180}$$
$$t = \frac{(7 + 6) * 2}{180}$$
$$t = 0,144$$

Se utilizará un espesor de 15 cm.

Integración de cargas

Carga muerta (CM)

Se considera el peso propio de la losa y las sobrecargas

CM = peso específico t + sobrecarga

CM = 2 400 kg/m³* 0,15 m + 50 kg/m²

CM = 410 kg/m²

Carga muerta última (CMu) = 1,4*CM

$$CM = 410 \text{ kg/m}^2 * 1,4$$

$$CM = 574 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva (CV)

La losa solo soportará cargas eventuales de este tipo, por lo cual se asumirá una carga de 100kg/m².

Carga viva última (CVu) = 1,7*CV

$$CVu = 1,7 * CV$$

$$CVu = 1,7 * 100 \text{ kg/m}^2$$

$$CVu = 170 \text{ kg/m}^2$$

Carga última (CU)

También conocida como carga de diseño, se tomara en cuenta la carga muerta y la carga viva.

$$CU = 1,4CM + 1,7 CV$$

$$CU = 574 \text{ kg/m}^2 + 170 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 744 \text{ kg/m}^2$$

Determinación de momentos

Para determinar los momentos negativos y positivos en los puntos críticos de la losa, se emplean las ecuaciones del ACI:

$$MA (-) = C_{An} * CU * A^2$$

$$MB (-) = C_{Bn} * CU * B^2$$

$$MA (+) = C_{Am} * Cmu * A^2 + CACv * CVu * A^2$$

$$MB (+) = C_{Bm} * C_{mu} * B^2 + C_{Bcv} * C_{Vu} * B^2$$

$$MA (+) = (7)^2 * (0,036 * 574 + 0,036 * 170) = 1\ 312,42 \text{ kg-m}$$

$$MA (-) = (7)^2 * (0,036 * 744) = 1\ 312,42$$

$$MB (+) = (6)^2 * (0,036 * 574 + 0,036 * 170) = 964,22 \text{ kg-m}$$

$$MB (-) = (6)^2 * (0,036 * 744) = 964,22$$

Diseño de acero de refuerzo

El refuerzo para la losa se diseña considerando una viga de ancho unitario de un metro, procediendo de la siguiente manera:

Suponiendo varillas núm. 3 con $\varnothing = 0,9525 \text{ cm}$, el peralte efectivo será:

$$D = 15 \text{ cm} - 2,5 \text{ cm} - 0,9525/2 = 12,02 \text{ cm.}$$

$$\text{Acero mínimo } (A_{s_{\min}}) = 0,4 * 14,1 * 100 * 12/2810$$

$$A_{s_{\min}} = 2,40 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento mínimo (S_{\min}) para cumplir con el acero mínimo

$$2,40 \text{ cm}^2 \quad 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \quad S_{\min}$$

$$S_{\min} = 29,58 \text{ cm}$$

Según el ACI 318 el espaciamiento máximo de la armadura en las secciones críticas no debe de exceder de dos veces el espesor de la losa ($2t$).

$$S_{\max} = 2 * t$$

$$S_{\max} = 2 * 15 = 30$$

$$S_{\max} = 20 \text{ cm.}$$

El diseño de los muros consiste en verificar las presiones máximas que se ejercen en las paredes del tanque y el suelo que no afecten la estabilidad en el tanque.

Integrando la carga que se distribuye por encima del largo del muro calculamos.

$$W = \frac{At * CU}{L} + Psc$$

Donde:

W = carga total en Kg / m

At = área tributaria en metros cuadrados

CU = carga última total en Kg / m

L = longitud del muro en metros

Psc = peso propio de la solera corona en Kg / m

$$W = \frac{11,2 * 744}{7} + (0,2 * 0,2 * 2\ 400)$$

$$W = 1\ 286,40 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W = \frac{1\ 286,40}{1\ 000} = 1,29 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

La cortina está comprendida entre H/10 y H/12 donde obtenemos

$$t = \frac{H}{12}$$

$$t = \frac{2,65}{12}$$

$$t = 0,22$$

Por procesos constructivos se utilizará un espesor de 0,20 m

Coeficientes de empuje activo y pasivo

$$k_a = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi}$$

$$k_a = \frac{1 - \text{sen}38}{1 + \text{sen}38}$$

$$k_a = 0,237$$

$$k_p = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi}$$

$$k_p = \frac{1 + \text{sen}38}{1 - \text{sen}38}$$

$$k_p = 4,20$$

Diseño de la cortina

$$P_{\text{agua}} = K_a \cdot \gamma_a \cdot h$$

Donde:

$K_a = 0,23$ calculado anteriormente

$\gamma_a = \text{peso del agua} = 1 \text{ ton/m}^3$

$h = \text{altura del agua} = 2,65$

Se sustituye en la ecuación

$$P_{\text{agua}} = 0,23 \cdot 1 \cdot 2,65$$

$$P_{\text{agua}} = 0,61 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Verificación por corte

$$V_u = 2,65 \cdot P_{\text{agua}}$$

$$V_u = 2,65 \cdot 0,61$$

$$V_u = 1,62 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Corte resistente del concreto

$$V_c = \Phi \cdot 0,53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

Donde:

B = 1m

Φ = factor que equivale a corte, 0,85

\emptyset = diámetro de la varilla núm. 4 = 1,27 cm

D = espesor de losa sin contar el recubrimiento mínimo del acero = 15,73 cm

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 100 * 15,73$$

$$V_c = 10\,269,12 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$V_c = 10,27, \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Dado que $V_c > V_u$ resiste el corte.

Verificación por flexión

$$M_u = 2,65 * \left[(P \text{ agua} * \frac{1}{3} * H) \right]$$

Donde:

M_u = momento último del muro

P agua = 0,61 Ton/m

H = 2,85

$$M_u = 2,65 * \left[(0,61 * \frac{1}{3} * 2,85) \right]$$

$$Mu = 1\,535,68 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$Mu = 1\,535,68 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

Cálculo de acero mínimo

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

$$s_{min} = \frac{14,1}{2\,810} * 100 * 15,73$$

$$s_{min} = 7,89 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero requerido

$$As_{req} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * F'c}} \right] * \frac{0,85 * F'c}{F_y}$$

$$As_{req} = \left[100 * 15,73 - \sqrt{(100 * 15,73)^2 - \frac{1\,535,68 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2\,810}$$

$$As_{req} = 3,94 \text{ cm}^2$$

Cálculo del acero máximo

$$As_{max} = 0,5 \left(0,85^2 * \frac{F'c}{F_y} * \frac{6\,090}{F_y + 6\,090} * b * d \right)$$

$$As_{max} = 0,5 \left(0,85^2 * \frac{210}{2\,810} * \frac{6\,090}{2\,810 + 6\,090} * 100 * 15,73 \right)$$

$$As_{max} = 29,06 \text{ cm}^2$$

Se utilizará acero mínimo dado que es mayor que el acero requerido

Espaciamiento:

$$S = \frac{1,27 * 100}{7,89}$$

$$S = 16,10 \text{ cm}$$

Se colocará varillas núm. 4 @ 0,15 m

Acero longitudinal

$$As_{temp} = 0,002 * b * d$$

$$As_{temp} = 0,002 * 100 * 15,73$$

$$As_{temp} = 3,15 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

$$S = \frac{1,27 * 100}{3,15}$$

$$S = 40,31 \text{ cm}$$

2.3.10. Diseño de la línea de distribución

Para el diseño hidráulico de la línea se utiliza el sistema abierto dado que las viviendas se encuentran dispersas y no en bloque como sucede en las áreas urbanas.

El diseño de los ramales abiertos se emplea las siguientes ecuaciones, la de caudal de uso simultaneo y la de caudal unitario, para el diseño se adoptará el mayor de los caudales según sea el caso en cada ramal del diseño.

$$Q1 = K\sqrt{(N - 1)}$$

$$Q2 = \frac{f_{dm} * f_{hm} * d * N * n}{86\ 400}$$

Donde:

F_{dm} = factor de día máximo

F_{hm} = factor de hora máximo

D = dotación

N = número de viviendas estimadas para el final del periodo

N = número de habitantes por vivienda

K = coeficiente, cuyo valor se encuentra entre 0,15 y 0,20 (según UNEPAR)

La probabilidad de uso simultaneo de las conexiones domiciliarias en un ramal no puede ser inferior de 0,2 l/s.

Los ramales se diseñan utilizando la ecuación de *Hazen-Williams*, debiendo verificar que cumplan con los rangos permisibles de velocidades establecidos por UNEPAR.

Tabla III. **Cálculo de caudales de diseño de ramales**

	domiciliares a futuro	población a futuro	$Q1 = K\sqrt{(N - 1)}$	$Q2 = \frac{f_{dm} * f_{hm} * d * N * n}{86\ 400}$
Ramal 1	4	17	0,35 l/s	0,16 l/s
Ramal 2	39	194	1,23 l/s	1,52 l/s
Ramal 3	33	165	1,13 l/s	1,29 l/s
Ramal 4	73	363	1,7 l/s	2,85 l/s
Ramal 5	18	89	0,82 l/s	0,7 l/s
Ramal 6	18	89	0,82 l/s	0,7 l/s
Ramal 7	29	145	1,06 l/s	1,13 l/s
Ramal 8	12	57	0,66 l/s	0,47 l/s
Ramal 9	7	33	0,49 l/s	0,27 l/s
Ramal 10	15	73	0,75 l/s	0,59 l/s
Ramal 11	9	41	0,56 l/s	0,35 l/s
Ramal 12	4	17	0,35 l/s	0,16 l/s
Ramal 13	10	49	0,60 l/s	0,39 l/s
Ramal 14	12	57	0,66 l/s	0,47 l/s
Pajalito	92	459	1,91 l/s	3,59 l/s

Fuente: elaboración propia.

2.3.11. Sistema de desinfección

Se utiliza para proveer agua libre de bacterias, virus, se aplica cloro, se utilizará un hipoclorador que dosifique hipoclorito de calcio al 65 % diluido en pequeñas dosis en el caudal de entrada del tanque de almacenamiento.

La solución de flujo de cloro (F_c) en gramos/hora se calcula de la siguiente manera.

$$F_c = Q_e * D_c * 0,06$$

Donde:

Q_e = caudal en la entrada del tanque en litros/minuto

D_c = demanda de cloro en mg/litro (se estima una demanda de cloro de 0,2 mg/litro)

$$F_c = 120 * 2 * 0,06$$

$$F_c = 14,4 \text{ gr/h}$$

Para determinar el flujo de solución de cloro (S_c) se obtiene por la calibración de la válvula de compuerta que se coloca en el ingreso del hipoclorador, calculando el tiempo necesario para llenar un recipiente de un litro de la siguiente manera.

$$t = \frac{60}{S_c}$$

Donde:

T = tiempo de llenado de un litro en segundos

Sc = flujo de solución de cloro en l/min

$$t = \frac{60}{17}$$

Esto indica que el tiempo necesario para llenarse completamente un recipiente de un litro. El flujo de cloro del hipoclorito es de 49.32 gr/h, la cantidad de tabletas (Ct) está definida de la siguiente forma:

$$Ct = 14,4 \text{ gms/h} * 24\text{h} / 1\text{día} * 30\text{días} / 1\text{mes}$$

$$Ct = 10,368 \text{ gms/mes} * 1\text{tableta} / 120 \text{ gramos}$$

$$Ct = 86.4$$

$$Ct = 87 \text{ tabletas al mes}$$

2.3.12. Obras hidráulicas

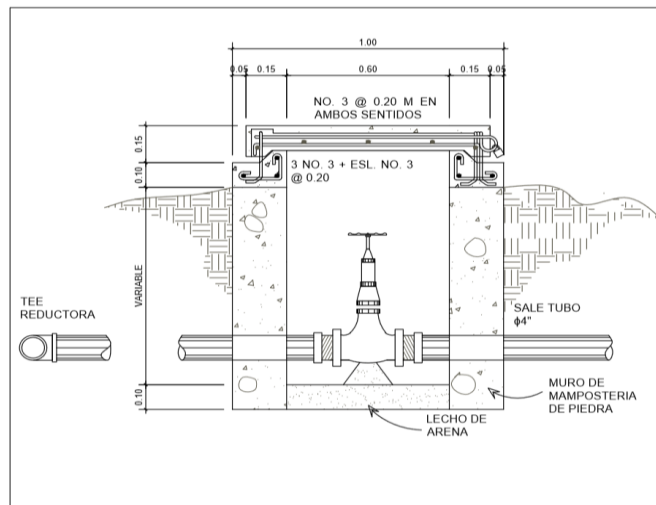
Son elementos que poseen los abastecimientos de agua y que conforman parte del sistema, y sirven para su correcto funcionamiento, tales como:

- De captación
- Obras de conducción
- Almacenamiento
- De distribución
- De tratamiento

2.3.13. Válvulas de compuerta

Son las de mayor uso en las captaciones en los tanques, en cajas rompepresión y conexiones domiciliarias, principalmente por su costo y baja pérdida de presión cuando se encuentran abiertas en su totalidad.

Figura 3. Válvulas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

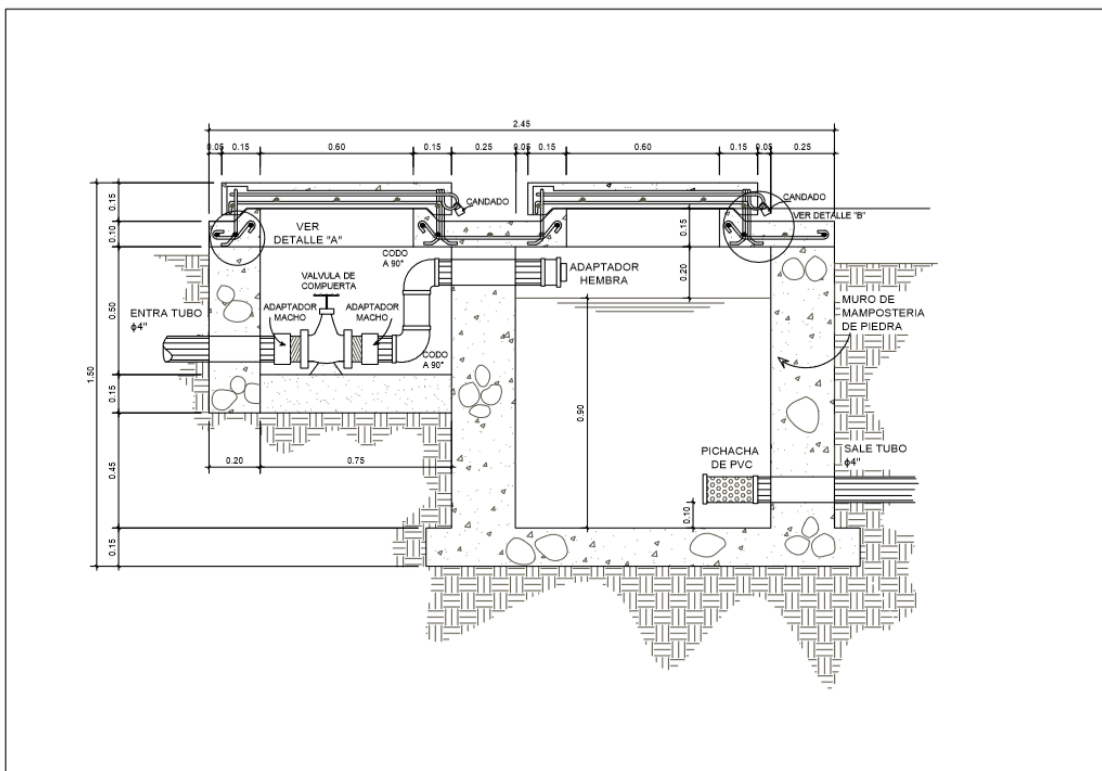
2.3.14. Caja rompepresión

Son elementos necesarios cuando un tramo de tubería posee un fuerte desnivel, evita la falla de tuberías y accesorios, a fin de que cada tramo trabaje con una carga de presión acorde a la tubería que se emplee, la localización de las cajas está regida por la presión de trabajo de tubería a instalar.

Las Normas que establece UNEPAR son las siguientes:

- Las dimensiones mínimas serán las que permitan la maniobra del flotador y demás accesorios y en ningún caso menores a 0,65 m x 0,50 m x 0,80 m libres.
- Las válvulas de flotador de 13 mm (1/2") deberán diseñarse para una carga estática no mayor de 40 metros de columna de agua. Para diámetros mayores la carga estática será no mayor a 60 m.c.a. Estarán provistas de una válvula de globo en la entrada.

Figura 4. **Detalle de caja rompepresión**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

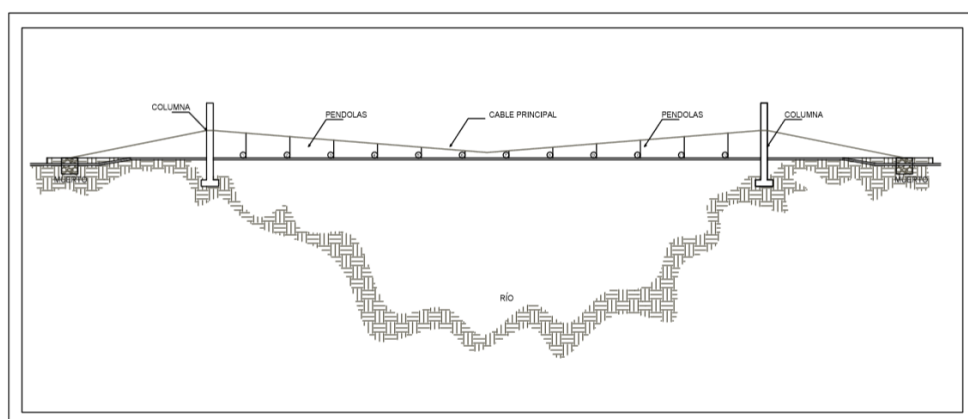
2.3.15. Conexión domiciliar

Se entiende por conexión intradomiciliar el servicio que permite la instalación de uno o más grifos o unidades dentro y fuera de una vivienda. Por razones económicas este servicio es el menos aconsejable en el área rural, pero por razones urbanísticas y socioeconómicas no se debe impedir su empleo.

2.3.16. Paso aéreo

Esta estructura es utilizada para salvar depresiones donde es imposible enterrar o revestir la tubería, esta queda a la intemperie, por lo cual se utiliza tuberías acero galvanizado, que se sostiene con cables galvanizados soportados en columnas de concreto armado y anclados a muerdos de concreto ciclópeo.

Figura 5. Paso aéreo



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Diámetro de tubería HG= 3"

Longitud= 25 m = 82 pies

Peso de la tubería Hg Ø 3" accesorios= 8,13 lb/pie

Densidad del agua= 62,40 lb/pie³

Área de tubería Ø 3"= 0,0491pie²

- Cálculo de carga muerta y carga viva

Peso del agua = área de tubería*densidad agua

Peso del agua = 0,0491pie²*62,40 lb/pie³

Peso del agua = 3,064 lb/pie

Carga muerta CM= peso del agua + peso de la tubería

CM=3,064 lb/pie +8,13 lb/pie

CM= 11,194 lb/pie

Para carga viva se considera una persona de 150 lb cada 20 pies

Carga viva Cv= 150lb/20 pies

Cv= 7,5 lb/pie

- Cálculo de carga horizontal (w)

Según AGIES para la zona se considera una velocidad de viento de 100 km/h

AGIES 5.3

$$P = C_e * C_q * q_s * I$$

$$P = 1,13 * 1,4 * 100 * 1,15$$

$$P = 181,93\text{km}/\text{m}^2$$

- Cálculo de la integración de cargas (U= carga ultima) ACI-318

$$U = 0,75*(1,4*CM+1,7*CV+1,7*W)$$

$$U = 0,75*(1,4*11,194+1,7*7,5+1,7*9,32)$$

$$U = 33,20 \text{ lb/pie}$$

Revisión de carga última:

$$U = 1,4*CM+1,7*CV$$

$$U = 1,4*11,194+1,7*7,5$$

$$U = 28,42 \text{ lb/pie}$$

Se utilizará la carga crítica, se diseñará con 33,20 lb/pie

- Diseño del cable principal. Se utilizará la ecuación del *wire Rope Hand Book*, 1963, capítulo 3.

$$h = \frac{w * s^2}{8 * d}$$

$$T = H * \left(1 + \left(\frac{16 * d^2}{s^2}\right)\right)$$

$$V = \sqrt{t^2 - h^2}$$

$$y = \frac{Wx(sx)}{2H}$$

Donde:

H = tensión horizontal del cable

T = tensión máxima del cable

V = tensión vertical

Y = variación de la flecha

El Dr. David Barnard Steinman Ingeniero Estructural recomienda una relación económica de flecha y luz de S/9 hasta S/12. Se adoptó la siguiente relación:

S/12

25/12= 2,08 m

Tabla IV **Cálculo de longitudes de cable principal**

W	S	D	D	H	T	V
lb/pie	Pies	M	Pies	Lb	lb	lb
33,20	82	0,75	2,46	11 341,63	11 504,94	1 931,65
33,20	82	1,00	3,28	8 506,22	8 723,98	1 937,02
33,20	82	1,25	4,10	6 804,98	7 077,17	1 943,89
33,20	82	1,50	4,92	5 670,81	5 997,45	1 952,26
33,20	82	1,75	5,74	4 860,70	5 241,78	1 962,10
33,20	82	2,00	6,56	4 253,11	4 688,63	1 973,40
33,20	82	2,25	7,38	3780,54	4 270,50	1 986,12
33,20	82	2,40	7,87	3545,16	4 067,65	1 994,39
33,20	82	2,50	8,20	3402,49	3 946,89	2 000,25
33,20	82	2,75	9,02	3093,17	3 692,01	2 015,74
33,20	82	3,00	9,84	2835,41	3 488,68	2 032,58
33,20	82	3,25	10,66	2617,30	3 325,02	2 050,73
33,20	82	3,60	11,81	2362,84	3 146,77	2 078,26
33,20	82	2,00	6,56	4253,11	4 688,63	1 973,40

Fuente: elaboración propia

Se obtiene una tensión máxima 4 688,63 libras para una flecha de 2 m.

Los diámetros de cable más usados en pasos aéreos de agua potable son los siguientes: Ø 3/8" con un esfuerzo de ruptura de 12 620 lb. y un peso de 0,22 lb./pie, Ø 1/2" con un esfuerzo de ruptura de 27 200 lb. Y un peso de 0,42 lb./pie.

Con base en estos datos se selecciona el cable de 3/8" de diámetro, con alma de acero de 6*9 hilos y una resistencia a tensión de 12 620 lb. Integrando el peso propio del cable a la carga muerta se tiene:

$$CM = 11,194 + 0,22$$

$$\text{Carga última } U = 1,4 * 11,41 + 1,7 * 7,50$$

$$U = 28,73 \text{ lb/pie}$$

Dado que la carga crítica sigue siendo 33,195 lb/pie se diseña con esta

$$T = 4\,688,63$$

$$H = 4\,253,11$$

$$V = 1\,973,40$$

Longitud del cable principal: Según *el Wire Hand Book*, cuando la flecha (d), es el 5 % de S, la longitud suspendida entre soportes viene dada por las siguientes ecuaciones:

$$L = S + \frac{8 * d^2}{3 * S}$$

$$L = 25 + \frac{8 * 2^2}{3 * 25}$$

$$L = 25,42 \text{ m}$$

Se tomarán 25,50 metros. Ingeniero *Steinman* recomienda una relación S/4 como longitud de tensor.

$$SI = \frac{25}{4} \quad LI = \sqrt{6,25^2 + 2^2}$$

$$SI = 6.25 \quad LI = 6,56$$

Se tomarán 7 metros. La longitud del cable se incrementará un 10% por empalmes y dobleces en el anclaje.

$$L \text{ total} = 25,42 + 2 * 7$$

$$L \text{ total} = 39,42 \text{ m}$$

Péndolas o tirantes: son los tirantes que sostienen la tubería. Van unidos al cable principal. La separación óptima de péndola a péndola es de 2 m según el Ingeniero *Steinman*. El tirante central debe tener como mínimo 50 cm.

La carga de tensión que soportará viene dada por la siguiente ecuación:

$$Q=U*L$$

Q= carga última * Separación entre péndolas

$$Q= 33,2*6,56$$

$$Q=217,80 \text{ lb}$$

Se utilizará cable galvanizado de ¼" con una resistencia de 3 600 lb, para péndolas. Para calcular la longitud de péndolas se utilizará la ecuación de la sección 3 *del Wire Rope Hand Book*, que es la siguiente:

$$y = \frac{Wx(sx)}{2H}$$

Donde:

Y = variación de la flecha

X = variable

W= 33,20lb/pie

H = 4 253,11 lb

S = 25

Tabla V. **Cálculo de longitud de péndolas**

No.	X	S-X	W/2H	Y	LONG PÉND	NO	L X NO. PÉND
péndolas	M	M		M	m	PÉNDOLAS	m
1	2	24	0,01280193	0,61449245	1,22898491	2	2,457969815
2	4	20	0,01280193	0,51207704	1,02415409	2	2,048308179
3	6	18	0,01280193	0,46086934	0,92173868	2	1,843477361
4	8	16	0,01280193	0,40966164	0,81932327	2	1,638646543
5	10	14	0,01280193	0,35845393	0,71690786	2	1,433815725
6	12	12	0,01280193	0,30724623	0,61449245	2	1,228984908
		10	0,01280193	0,25603852	0,51207704	2	1,02415409
						suma	11,67535662

Fuente: elaboración propia.

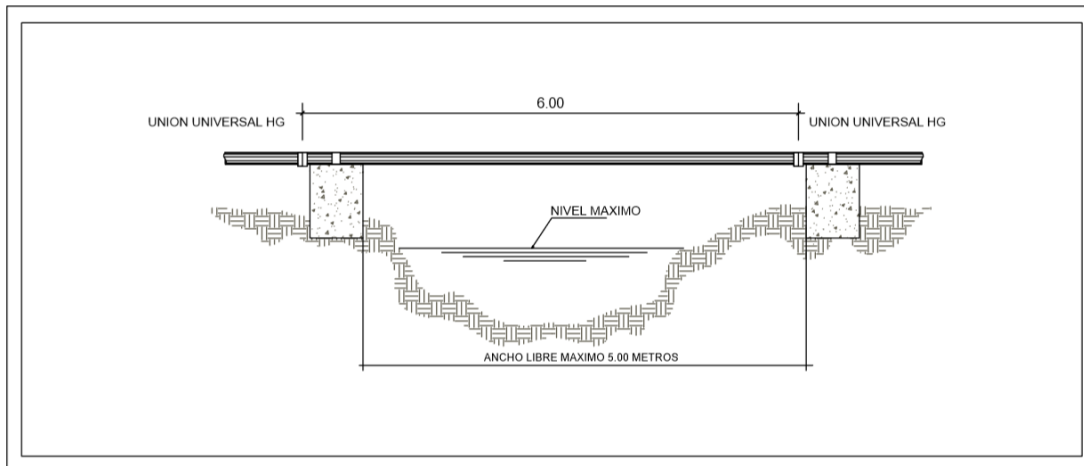
Debido a que las péndolas van sujetas por medio de accesorios como guarda cables y abrazaderas, su longitud debe incrementarse en un 15 %.

$$\text{Longitud} = 7,11 * 1,15 = 13,43 \text{ m}$$

2.3.17. Paso de zanjón

Esta estructura permite conducir el agua y la tubería en barrancos, zanjas y depresiones pequeñas donde no es necesario un paso aéreo, son elaborados con tuberías de HG anclados a columnas de concreto armado.

Figura 6. Paso de zanjón



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

2.3.18. Operación y mantenimiento

El mantenimiento es muy importante dado que de esto depende el buen funcionamiento, y para que este alcance su tiempo de vida útil, de igual manera permite que si se presentare un desperfecto este pueda ser solucionado de forma correcta y no se corte el suministro de agua por periodos prolongados de tiempo.

Por lo cual se recomienda contar con un fontanero que pueda encargarse de brindar el respectivo mantenimiento que incluye verificar que todos los elementos del sistema operan adecuadamente, así como brindar el respectivo mantenimiento con visitas periódicas a las captaciones, cajas unificadoras, cajas derivadoras, cajas rompedpresión, válvulas de limpieza y de aire, pasos de zanjón, pasos aéreos, y tanque de almacenamiento, como elementos que componen las conexiones domiciliarias.

El fontanero también deberá encargarse de verificar que no existan fugas en la red de conducción como en la de distribución, así como que las presiones sean las adecuadas en las conexiones domiciliarias y reparar los desperfectos que estas presenten. Llevar un registro de los máximos consumos, será también responsable de reemplazar las pastillas de cloro para que el agua sea apta para el consumo humano. Este devengará un salario el cual será cubierto por los usuarios del servicio, que será cubierto con la tarifa que estime conveniente los miembros del COCODE.

2.3.19. Impacto ambiental

Se puede definir impacto ambiental (IA) como la alteración, modificación o cambios en el ambiente o cualquiera de sus componentes que son originados por las actividades humanas. Todo proyecto de cualquier tipo genera un impacto en el medio donde se realiza, por lo cual es de mucha importancia causar el menor impacto, tanto en su ejecución como en su funcionamiento.

En los proyectos de agua los elementos que generan impacto son los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos, tales como el agua, el suelo, flora y fauna entre otros.

Existen instrumentos que son utilizados para mantener medidas de mitigación en cuanto al impacto ambiental estos son proporcionados por el MARN, quienes al cumplir con estos instrumentos en orden extienden una licencia para la ejecución de los proyectos. Ver apéndice 2.

2.3.20. Análisis de riesgo

La inversión pública en los últimos años está condicionada a los riesgos que puedan ocurrir o presentar en las áreas a ejecutar los proyectos, en los últimos años y meses Guatemala ha sido azotada por desastres naturales que salen de las manos, es por eso que se debe ejecutar proyectos que no generarán peligros, tanto en su elaboración como en su funcionamiento, para poder brindar seguridad a quienes se encarguen de la operación el mantenimiento y el uso de los mismos.

Por lo cual existen instrumentos que se han vuelto necesarios para la ejecución de los proyectos que han sido elaborados por las instancias correspondientes de gobierno, en el tema de riesgo es la CONRED quien se encarga de brindar los parámetros en este tema. Ver apéndice 3.

2.3.21. Propuesta de tarifa.

El mantenimiento es indispensable para el correcto funcionamiento del sistema, por lo cual será necesario el contar con un fontanero que se ocupe de dicho mantenimiento y la operación del mismo sea eficiente, también para que se encargue de los desperfectos que puedan ocurrir, como de verificar que el hipoclorador cuente con los insumos necesarios para la potabilización del agua, por lo cual es necesario que cada usuario pague una cuota mensual la cual puede variar anualmente por el precio de los insumos y depreciación de la moneda.

Por lo cual para cubrir los gastos necesarios se propone una tarifa de Q.50,00 mensuales por usuario, para el primer año ajustándolo en los años consecutivos.

CONCLUSIONES

1. Las necesidades en el área rural son diversas y muy importante resolver para brindar un mejor estilo de vida a sus habitantes, sin embargo, los recursos son limitados, por lo cual se debe tomar decisiones para resolver los más importantes y de mayor urgencia.
2. El modelo participativo ayuda a la gestión de proyectos debido a que no siempre se conoce las necesidades existentes, por lo cual este modelo se da a conocer y se implica a las comunidades tanto en la gestión como en la ejecución para brindar solución a los problemas.
3. En la inversión pública existen diversos requisitos que deben cumplirse para ejecutar un proyecto, por lo cual es necesario conocerlos y cumplir con ellos para planificar un proyecto que ayudará a mitigar o resolver un problema.
4. Los proyectos de agua son de vital importancia dado que sin agua no se puede vivir, por lo cual es necesario para una vida digna tanto como para el desarrollo del ser humano, los sistemas por gravedad son los más utilizados dado que son económicos y de fácil mantenimiento.
5. El costo estimado es de Q.146,50 por metro de ejecución que está dentro de los límites de gastos en ejecución de proyectos de agua para el municipio, dado que los afluentes de agua escasean por diversos factores en ciertas comunidades solo se puede obtener agua por medio de la perforación de pozos y extracción por medio de bombas

hidroneumáticas, esto hace que los montos tanto de ejecución como de mantenimiento y operación sean más elevados, de igual manera no se posee certeza que las aguas subterráneas abastezcan y no escaseen.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar materiales que cumplan con las normas establecidas por COGUANOR, y las disposiciones dadas por CONRED para la reducción de desastres.
2. Contratar un fontanero que brinde mantenimiento al proyecto y sea el encargado de capacitar a la población del correcto uso y concientizar para evitar los desperdicios de agua, así como promover talleres para la conservación del medio ambiente para mantener las fuentes de agua tanto como la naturaleza, y brindar educación sanitaria.
3. Para brindar un mejor servicio es necesario que se establezca la cuota de pago que derive de acuerdo al uso que se le dé y pueda cubrir con los gastos del mantenimiento del sistema, asimismo, socializar la necesidad de ubicar contadores para que no se recurran en desperdicios y todos posean la misma oportunidad de uso del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Institute Concrete. *Requisitos de reglamento para concreto estructural*. USA: ACI, 2010. 135 p.
2. SALAZAR CHACON, Christian Humberto. *Diseño de abastecimiento de agua potable por gravedad para la aldea pinzón y puente vehicular para la colonia 19 de septiembre en la cabecera municipal de Chiquimulilla, Santa Rosa*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2005. 224 p.
3. GARCÍA MÁRQUEZ, Fernando. *Curso básico de topografía planimetría agrimensura altimetría*. México: Pax, 2003. 88 p.
4. FUENTES DE LEÓN, Hamilton Manuel. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea San Sebastián, municipio de San Marcos, departamento de San Marcos*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2007. 206 p.
5. Instituto Nacional de Fomento. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo Humano*. Guatemala: INFOM-MSPAS, 2011. 140 p.

6. ——— . *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales, segunda revisión*. Guatemala: INFOM-MSPAS, 1997. 132 p.

7. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes del curso de Ingeniería Sanitaria 1*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 138 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Integración de precios unitarios

CUADRO RESUMEN					
RENLÓN NÚM.	DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL POR RENLÓN
1	TRABAJOS PRELIMINARES, TRAZO Y ESTAQUEADO	23 432,33	M	6,63	155 356,35
2	CAPTACIÓN DE BROTE DEFINIDO	2,00	UNIDAD	48 350,91	96 701,82
3	LÍNEA DE CONDUCCIÓN 4" 160 PSI	1 500,00	M	218,53	327 795,00
4	LÍNEA DE CONDUCCIÓN 3" 160 PSI	2 225,55	M	167,36	372 468,05
5	LÍNEA DE CONDUCCIÓN 3" 250 PSI	285,46	M	209,07	59 681,12
6	LÍNEA DE CONDUCCIÓN 3" HG MEDIANO	183,00	M	431,43	78 951,69
7	LÍNEA DE CONDUCCIÓN 2" 250 PSI	1 176,74	M	124,18	146 127,57
8	CAJA + VÁLVULA DE AIRE 1"	15,00	UNIDAD	6 319,85	94 797,75
9	CAJA + VÁLVULA DE LIMPIEZA	9,00	UNIDAD	5 983,56	53 852,04
10	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	110,00	M3	2 705,93	297 652,30
11	LÍNEA DE CONDUCCIÓN 2.5"	1 764,00	M	181,85	320 783,40
12	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2"	1 566,00	M	123,12	192 805,92
13	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 1.5"	3 798,00	M	109,90	417 400,20
14	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 1"	1 806,00	M	98,78	178 396,68
15	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 3/4"	1 284,00	M	96,26	123 597,84
16	CAJAS ROMPE PRESIÓN	5,00	UNIDAD	5 946,99	29 734,95
17	CAJA +DOSIFICADOR AUTOMÁTICO DE CLORO	1,00	UNIDAD	14 285,00	14 285,00
18	DOMICILIARES	262,00	UNIDAD	1 609,45	421 675,90
19	PASO AÉREO 25 M	1,00	UNIDAD	37 094,55	37 094,55
20	PASO DE ZANJÓN	2,00	UNIDAD	5 641,68	11 283,36
TOTAL					3 430 441,49

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Resumen del presupuesto

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PAJAL,
MATAQUESCUINTLA, JALAPA**

CUADRO RESUMEN					
RENGLÓN Núm.	DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL POR RENGLÓN
1	TRABAJOS PRELIMINARES, TRAZO Y ESTAQUEADO	23 432,33	M	Q6,63	Q155 415,14
2	CAPTACIÓN DE BROTE DEFINIDO	2,00	UNIDAD	Q48 350,91	Q96 701,82
3	LÍNEA DE CONDUCCIÓN 4" 160 PSI	1 500,00	M	Q218,53	Q327 795,26
4	LÍNEA DE CONDUCCIÓN 3" 160 PSI	2 225,55	M	Q167,36	Q372 468,50
5	LÍNEA DE CONDUCCIÓN 3" 250 PSI	285,46	M	Q209,07	Q59 682,15
6	LÍNEA DE CONDUCCIÓN 3" HG MEDIANO	183,00	M	Q431,43	Q78 951,78
7	LÍNEA DE CONDUCCIÓN 2" 160 PSI	1 176,74	M	Q124,18	Q146 130,01
8	CAJA + VÁLVULA DE AIRE 1"	15,00	UNIDAD	Q6 319,85	Q94 797,82
9	CAJA + VÁLVULA DE LIMPIEZA	9,00	UNIDAD	Q5 983,56	Q53 852,05
10	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	110,00	M3	Q2 705,93	Q297 652,23
11	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 3"	1 764,00	M	Q181,85	Q320 787,65
12	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2"	1 566,00	M	Q123,12	Q192 799,34
13	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 1.5"	3 798,00	M	Q109,90	Q417 394,81
14	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 1"	1 806,00	M	Q98,78	Q178 392,19
15	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 3/4"	1 284,00	M	Q96,26	Q123 598,22
16	CAJAS ROMPE PRESIÓN	5,00	UNIDAD	Q5 946,99	Q29 734,93
17	CAJA +DOSIFICADOR AUTOMÁTICO DE CLORO	1,00	UNIDAD	Q14 285,00	Q14 285,00
18	DOMICILIARES	262,00	UNIDAD	Q1 609,45	Q421 675,59
19	PASO AÉREO 25 M	1,00	UNIDAD	Q37 094,55	Q37 094,55
20	PASO DE ZANJÓN	2,00	UNIDAD	Q.5 641,68	Q11 283,36
TOTAL					Q3 430 492,40

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Diseño hidráulico línea de conducción

ESTACIÓN	P.O.	ELEVACIÓN	D.H.	DIÁMETRO	CLASE	PÉRDIDA	VELOCIDAD	CARGA ESTÁTICA	CARGA DINÁMICA
0	1	2 082,80	13,28	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,80
1	2	2 082,28	8,45	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,79
2	3	2 082,24	10,91	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,78
3	4	2 080,34	15,58	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,78
4	5	2 079,89	13,84	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,76
5	6	2 081,06	4,38	4	160	0,00	0,24675	2 082,80	2 082,75
6	7	2 081,26	5,32	4	160	0,00	0,24675	2 082,80	2 082,75
7	8	2 082,36	3,31	4	160	0,00	0,24675	2 082,80	2 082,75
8	9	2 081,86	8,53	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,75
9	10	2 078,68	5,71	4	160	0,00	0,24675	2 082,80	2 082,74
10	11	2 074,59	13,53	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,74
11	12	2 069,97	18,24	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,73
12	13	2 060,00	24,01	4	160	0,02	0,24675	2 082,80	2 082,71
13	14	2 051,67	16,92	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,69
14	15	2 041,73	10,68	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,68
15	16	2 044,59	18,15	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,67
16	17	2 040,94	15,14	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,66
17	18	2 033,92	19,11	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,65
18	19	2 023,73	39,13	4	160	0,03	0,24675	2 082,80	2 082,64
19	20	2 004,98	13,65	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,61
20	21	2 000,64	4,40	4	160	0,00	0,24675	2 082,80	2 082,60
21	22	2 001,75	9,79	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,59
22	23	2 002,65	12,12	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,59
23	24	2 006,63	12,57	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,58
24	25	2 012,21	21,19	4	160	0,02	0,24675	2 082,80	2 082,57
25	26	2 019,59	40,38	4	160	0,03	0,24675	2 082,80	2 082,55
26	27	2 031,57	11,34	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,52
27	28	2 026,22	29,17	4	160	0,02	0,24675	2 082,80	2 082,52
28	29	2 026,02	1,05	4	160	0,00	0,24675	2 082,80	2 082,50
29	30	2 024,72	43,87	4	160	0,03	0,24675	2 082,80	2 082,49
30	31	2 024,58	33,36	4	160	0,02	0,24675	2 082,80	2 082,46
31	32	2 020,28	20,07	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,44
32	33	2 022,09	37,60	4	160	0,03	0,24675	2 082,80	2 082,42

Continuación del apéndice 3.

33	34	2 039,40	16,61	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,40
34	35	2 045,45	38,32	4	160	0,03	0,24675	2 082,80	2 082,38
35	36	2 054,13	39,90	4	160	0,03	0,24675	2 082,80	2 082,36
36	37	2 063,66	34,96	4	160	0,03	0,24675	2 082,80	2 082,33
37	38	2 070,74	21,81	4	160	0,02	0,24675	2 082,80	2 082,30
38	39	2 070,12	28,87	4	160	0,02	0,24675	2 082,80	2 082,29
39	40	2 057,30	32,68	4	160	0,02	0,24675	2 082,80	2 082,27
40	41	2 040,05	38,20	4	160	0,03	0,24675	2 082,80	2 082,24
41	42	2 022,76	5,28	4	160	0,00	0,24675	2 082,80	2 082,21
42	43	2 018,59	10,45	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,21
43	44	2 021,58	5,44	4	160	0,00	0,24675	2 082,80	2 082,20
44	45	2 017,73	2,08	4	160	0,00	0,24675	2 082,80	2 082,20
45	46	2 014,92	33,56	4	160	0,02	0,24675	2 082,80	2 082,20
46	47	2 001,79	54,68	4	160	0,04	0,24675	2 082,80	2 082,17
47	48	2 018,99	26,18	4	160	0,02	0,24675	2 082,80	2 082,13
48	49	2 020,04	45,08	4	160	0,03	0,24675	2 082,80	2 082,11
49	50	2 019,12	38,87	4	160	0,03	0,24675	2 082,80	2 082,08
50	51	2 019,56	5,31	4	160	0,00	0,24675	2 082,80	2 082,05
51	52	2 019,76	11,56	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,05
52	53	2 017,22	9,22	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,04
53	54	2 016,96	10,57	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,03
54	55	2 020,44	12,77	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,03
55	56	2 026,59	6,69	4	160	0,00	0,24675	2 082,80	2 082,02
56	57	2 025,58	9,84	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 082,01
57	58	2 031,48	71,95	4	160	0,05	0,24675	2 082,80	2 082,00
58	59	2 036,00	15,12	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 081,95
59	60	2 036,10	18,43	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 081,94
60	61	2 035,51	15,49	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 081,93
61	62	2 033,31	5,73	4	160	0,00	0,24675	2 082,80	2 081,92
62	63	2 032,25	4,93	4	160	0,00	0,24675	2 082,80	2 081,91
63	64	2 031,39	15,84	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 081,91
64	65	2 028,02	15,29	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 081,90
65	66	2 024,70	17,16	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 081,89
66	67	2 020,78	8,82	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 081,87
67	68	2 018,61	11,90	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 081,87
68	69	2 015,86	17,94	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 081,86
69	70	2 012,29	19,94	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 081,85
70	71	2 011,01	14,99	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 081,83

Continuación del apéndice 3

71	72	2 009,90	12,95	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 081,82
72	73	2 006,04	36,27	4	160	0,03	0,24675	2 082,80	2 081,81
73	74	1 996,48	7	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 081,78
74	75	1 999,03	32,20	4	160	0,02	0,24675	2 082,80	2 081,78
75	76	1 999,68	23,15	4	160	0,02	0,24675	2 082,80	2 081,76
76	77	1 999,40	21,40	4	160	0,02	0,24675	2 082,80	2 081,74
77	78	2 005,69	59,73	4	160	0,04	0,24675	2 082,80	2 081,72
78	79	2 027,79	12,69	4	160	0,01	0,24675	2 082,80	2 081,68
79	80	2 030,74	10,49	3	160	0,03	0,438666667	2 082,80	2 081,67
80	81	2 028,69	5,69	3	160	0,02	0,438666667	2 082,80	2 081,64
81	82	2 021,34	18,57	3	160	0,05	0,438666667	2 082,80	2 081,62
82	83	2 021,41	22,74	3	160	0,07	0,438666667	2 082,80	2 081,57
83	84	2 013,92	47	3	160	0,14	0,438666667	2 082,80	2 081,50
84	85	2 008,55	44,83	3	160	0,13	0,438666667	2 082,80	2 081,36
85	86	2 009,74	44,98	3	160	0,13	0,438666667	2 082,80	2 081,23
86	87	2 007,60	19,95	3	160	0,06	0,438666667	2 082,80	2 081,10
87	88	2 012,97	30,45	3	160	0,09	0,438666667	2 082,80	2 081,04
88	89	2 009,08	16,67	3	160	0,05	0,438666667	2 082,80	2 080,95
89	90	2 022,03	39,47	3	160	0,12	0,438666667	2 082,80	2 080,90
90	91	2 031,27	25,06	3	160	0,07	0,438666667	2 082,80	2 080,78
91	92	2 032,08	34,67	3	160	0,10	0,438666667	2 082,80	2 080,71
92	93	2 032,97	15,83	3	160	0,05	0,438666667	2 082,80	2 080,61
93	94	2 030,47	11,13	3	160	0,03	0,438666667	2 082,80	2 080,56
94	95	2 026,31	6,57	3	160	0,02	0,438666667	2 082,80	2 080,53
95	96	2 025,55	5,29	3	160	0,02	0,438666667	2 082,80	2 080,51
96	97	2 026,06	13,50	3	160	0,04	0,438666667	2 082,80	2 080,49
97	98	2 022,62	10,65	3	160	0,03	0,438666667	2 082,80	2 080,45
98	99	2 023,06	3,40	3	160	0,01	0,438666667	2 082,80	2 080,42
99	100	2 024,58	17,04	3	160	0,05	0,438666667	2 082,80	2 080,41
100	101	2 023,56	9,16	3	160	0,03	0,438666667	2 082,80	2 080,36
101	102	2 023,55	5,71	3	160	0,02	0,438666667	2 082,80	2 080,33
102	103	2 021,65	24,30	3	160	0,07	0,438666667	2 082,80	2 080,32
103	104	2 021,73	10,37	3	160	0,03	0,438666667	2 082,80	2 080,24
104	105	2 018,67	5,34	3	160	0,02	0,438666667	2 082,80	2 080,21
105	106	2 020,67	55,71	3	160	0,16	0,438666667	2 082,80	2 080,20
106	107	2 022,76	31,95	3	160	0,09	0,438666667	2 082,80	2 080,03
107	108	2 024,47	16,71	3	160	0,05	0,438666667	2 082,80	2 079,94
108	109	2 025,77	14,66	3	160	0,04	0,438666667	2 082,80	2 079,89

Continuación del apéndice 3

109	110	2 023,84	17,80	3	160	0,05	0,438666667	2 082,80	2 079,85
110	111	2 026,39	31,96	3	160	0,09	0,438666667	2 082,80	2 079,79
111	112	2 040,64	5,36	3	160	0,02	0,438666667	2 082,80	2 079,70
112	113	2 041,90	7,14	3	160	0,02	0,438666667	2 082,80	2 079,68
113	114	2 044,70	6,01	3	160	0,02	0,438666667	2 082,80	2 079,66
114	115	2 045,56	18,89	3	160	0,06	0,438666667	2 082,80	2 079,64
115	116	2 044,46	13,13	3	160	0,04	0,438666667	2 082,80	2 079,59
116	117	2 043,54	10,28	3	160	0,03	0,438666667	2 082,80	2 079,55
117	118	2 044,27	16,50	3	160	0,05	0,438666667	2 082,80	2 079,52
118	119	2 049,40	11,51	3	160	0,03	0,438666667	2 082,80	2 079,47
119	120	2 051,88	4,48	3	160	0,01	0,438666667	2 082,80	2 079,44
120	121	2 053,25	5,36	3	160	0,02	0,438666667	2 082,80	2 079,42
121	122	2 052,94	31,33	3	160	0,09	0,438666667	2 082,80	2 079,41
122	123	2 053,16	19,52	3	160	0,06	0,438666667	2 082,80	2 079,32
123	124	2 057,41	40,01	3	160	0,12	0,438666667	2 082,80	2 079,26
124	125	2 059,10	20,74	3	160	0,06	0,438666667	2 082,80	2 079,14
125	126	2 060,55	18,31	3	160	0,05	0,438666667	2 082,80	2 079,08
126	127	2 067,47	22,79	3	160	0,07	0,438666667	2 082,80	2 079,02
127	128	2 066,65	33,12	3	160	0,10	0,438666667	2 082,80	2 078,96
128	129	2 061,94	18,26	3	160	0,05	0,438666667	2 082,80	2 078,86
129	130	2 062,38	10,49	3	160	0,03	0,438666667	2 082,80	2 078,81
130	131	2 060,51	42,48	3	160	0,13	0,438666667	2 082,80	2 078,77
131	132	2 054,32	44,48	3	160	0,13	0,438666667	2 082,80	2 078,65
132	133	2 051,32	22,39	3	160	0,07	0,438666667	2 082,80	2 078,52
133	134	2 053,24	59,37	3	160	0,18	0,438666667	2 082,80	2 078,45
134	135	2 050,36	32,67	3	160	0,10	0,438666667	2 082,80	2 078,28
135	136	2 042,68	17,66	3	160	0,05	0,438666667	2 082,80	2 078,18
136	137	2 032,05	16,35	3	160	0,05	0,438666667	2 082,80	2 078,13
137	138	2 024,16	98,19	3	160	0,29	0,438666667	2 082,80	2 078,08
138	139	1 989,23	24,19	3	160	0,07	0,438666667	2 082,80	2 077,79
139	140	1 993,42	29,93	3	160	0,09	0,438666667	2 082,80	2 077,72
140	141	1 993,98	29,51	3	160	0,09	0,438666667	2 082,80	2 077,63
141	142	1 992,85	45,13	3	160	0,13	0,438666667	2 082,80	2 077,54
142	143	2 001,48	6,59	3	160	0,02	0,438666667	2 082,80	2 077,41
143	144	1 999,26	3,25	3	160	0,01	0,438666667	2 082,80	2 077,39
144	145	2 001,36	38,04	3	160	0,11	0,438666667	2 082,80	2 077,38
145	146	2 012,27	55,28	3	160	0,16	0,438666667	2 082,80	2 077,27
146	147	2 025,75	30,98	3	160	0,09	0,438666667	2 082,80	2 077,10

Continuación del apéndice 3.

147	148	2 027,84	27,17	3	160	0,08	0,438666667	2 082,80	2 077,01
148	149	2 021,16	14,77	3	160	0,04	0,438666667	2 082,80	2 076,93
149	150	2 014,18	3,72	3	160	0,01	0,438666667	2 082,80	2 076,89
150	151	2 014,92	48,06	3	160	0,14	0,438666667	2 082,80	2 076,88
151	152	2 014,92	46,23	3	160	0,14	0,438666667	2 082,80	2 076,74
152	153	1 987,57	102,11	3	160	0,30	0,438666667	2 082,80	2 076,60
153	154	1 966,75	53,26	3	160	0,16	0,438666667	2 082,80	2 076,30
154	155	1 952,42	46,99	3	250	0,14	0,438666667	2 082,80	2 076,14
155	156	1 929,30	79,68	3	250	0,24	0,438666667	2 082,80	2 076,00
156	157	1 906,42	60,68	3	250	0,18	0,438666667	2 082,80	2 075,77
157	158	1 854,05	6,32	3	HG	0,04	0,438666667	2 082,80	2 075,59
158	159	1 851,69	13,92	3	HG	0,09	0,438666667	2 082,80	2 075,55
159	160	1 859,07	6,88	3	HG	0,04	0,438666667	2 082,80	2 075,46
160	161	1 857,89	12,73	3	HG	0,08	0,438666667	2 082,80	2 075,42
161	162	1 887,68	15,60	3	HG	0,10	0,438666667	2 082,80	2 075,34
162	163	1 874,71	25,02	3	HG	0,16	0,438666667	2 082,80	2 075,24
163	164	1 888,92	29,98	3	HG	0,19	0,438666667	2 082,80	2 075,08
164	165	1 900,97	22,27	3	HG	0,14	0,438666667	2 082,80	2 074,90
165	166	1 923,02	78,98	3	250	0,23	0,438666667	2 082,80	2 074,76
166	167	1 969,73	46,46	3	250	0,14	0,438666667	2 082,80	2 074,52
167	168	2 009,11	46,19	3	160	0,14	0,438666667	2 082,80	2 074,39
168	169	2 016,65	40,68	3	160	0,12	0,438666667	2 082,80	2 074,25
169	170	2 026,30	28,32	3	160	0,08	0,438666667	2 082,80	2 074,13
170	171	2 033,99	30,22	3	160	0,09	0,438666667	2 082,80	2 074,05
171	172	2 041,56	26,68	3	160	0,08	0,438666667	2 082,80	2 073,96
172	173	2 048,08	37,83	3	160	0,11	0,438666667	2 082,80	2 073,88
173	174	2 055,85	36,04	3	160	0,11	0,438666667	2 082,80	2 073,77
174	175	2 061,23	22,84	3	160	0,07	0,438666667	2 082,80	2 073,66
175	176	2 085,32	59,50	3	160	0,18	0,438666667	2 082,80	2 073,59
176	177	2 072,48	36,22	3	160	0,11	0,438666667	2 082,80	2 073,42
177	178	2 066,41	58,04	3	160	0,17	0,438666667	2 082,80	2 073,31
178	179	2 065,57	37,03	3	160	0,11	0,438666667	2 082,80	2 073,14
179	180	2 062,40	44,52	2	160	0,95	0,987	2 082,80	2 073,03
180	181	2 066,97	11,29	2	160	0,24	0,987	2 082,80	2 072,08
181	182	2 066,56	37,81	2	160	0,80	0,987	2 082,80	2 071,84
182	183	2 063,42	60,53	2	160	1,29	0,987	2 082,80	2 071,04
183	184	2 059,31	13,44	2	160	0,29	0,987	2 082,80	2 069,75
184	185	2 057,00	29,71	2	160	0,63	0,987	2 082,80	2 069,47

Continuación del apéndice 3

185	186	2 046,24	50,92	2	160	1,08	0,987	2 082,80	2 068,83
186	187	2 024,71	27,87	2	160	0,59	0,987	2 082,80	2 067,75
187	188	2 020,92	21,83	2	160	0,46	0,987	2 082,80	2 067,16
188	189	2 052,92	7,92	2	160	0,17	0,987	2 082,80	2 066,69
189	190	2 025,91	31,28	2	160	0,67	0,987	2 082,80	2 066,52
190	191	2 013,63	25,03	2	160	0,53	0,987	2 082,80	2 065,86
191	192	2 011,52	12,07	2	160	0,26	0,987	2 082,80	2 065,33
192	193	2 014,12	6,31	2	160	0,13	0,987	2 082,80	2 065,07
193	194	2 013,36	22,60	2	160	0,48	0,987	2 082,80	2 064,94
194	195	2 017,64	33,03	2	160	0,70	0,987	2 082,80	2 064,45
195	196	2 014,92	28,73	2	160	0,61	0,987	2 082,80	2 063,75
196	197	2 024,57	27,31	2	160	0,58	0,987	2 082,80	2 063,14
197	198	2 034,52	7,43	2	160	0,16	0,987	2 082,80	2 062,56
198	199	2 037,63	21,82	2	160	0,46	0,987	2 082,80	2 062,40
199	200	2 041,55	10,59	2	160	0,23	0,987	2 082,80	2 061,94
200	201	2 041,31	13,71	2	160	0,29	0,987	2 082,80	2 061,71
201	202	2 043,42	11,27	2	160	0,24	0,987	2 082,80	2 061,42
202	203	2 048,01	24,87	2	160	0,53	0,987	2 082,80	2 061,18
203	204	2 054,88	4,44	2	160	0,09	0,987	2 082,80	2 060,65
204	205	2 054,74	14,74	2	160	0,31	0,987	2 082,80	2 060,56
205	206	2 054,62	8,20	2	160	0,17	0,987	2 082,80	2 060,24
206	207	2 054,74	11,06	2	160	0,24	0,987	2 082,80	2 060,07
207	208	2 054,60	16,68	2	160	0,35	0,987	2 082,80	2 059,83
208	209	2 053,94	12,90	2	160	0,27	0,987	2 082,80	2 059,48
209	210	2 053,66	16,96	2	160	0,36	0,987	2 082,80	2 059,21
210	211	2 053,49	9,21	2	160	0,20	0,987	2 082,80	2 058,84
211	212	2 053,47	14,17	2	160	0,30	0,987	2 082,80	2 058,65
212	213	2 053,75	1,50	2	160	0,24	0,987	2 082,80	2 058,35
213	214	2 053,94	16,01	2	160	0,34	0,987	2 082,80	2 058,10
214	215	2 054,27	14,91	2	160	0,32	0,987	2 082,80	2 057,76
215	216	2 054,35	6,38	2	160	0,14	0,987	2 082,80	2 057,44
216	217	2 053,75	14,55	2	160	0,31	0,987	2 082,80	2 057,31
217	218	2 051,23	11,91	2	160	0,25	0,987	2 082,80	2 057,00
218	219	2 049,36	12,89	2	160	0,27	0,987	2 082,80	2 056,75
219	220	2 047,84	19,65	2	160	0,42	0,987	2 082,80	2 056,47
220	221	2 046,29	29,20	2	160	0,62	0,987	2 082,80	2 056,05
221	222	2 045,78	14,55	2	160	0,31	0,987	2 082,80	2 055,43
222	223	2 045,53	13,26	2	160	0,28	0,987	2 082,80	2 055,12

Continuación del apéndice 3

223	224	2 045,39	11,59	2	160	0,25	0,987	2 082,80	2 054,84
224	225	2 045,38	23,28	2	160	0,50	0,987	2 082,80	2 054,59
225	226	2 045,32	13,52	2	160	0,29	0,987	2 082,80	2 054,10
226	227	2 045,28	9,80	2	160	0,21	0,987	2 082,80	2 053,81
227	228	2 045,10	13,42	2	160	0,29	0,987	2 082,80	2 053,60
228	229	2 045,32	10,48	2	160	0,22	0,987	2 082,80	2 053,32
229	230	2 045,36	12,38	2	160	0,26	0,987	2 082,80	2 053,10
230	231	2 044,57	16,08	2	160	0,34	0,987	2 082,80	2 052,83
231	232	2 042,76	29,83	2	160	0,63	0,987	2 082,80	2 052,49
232	233	2 037,16	15,31	2	160	0,33	0,987	2 082,80	2 051,86
233	234	2 035,25	10,23	2	160	0,22	0,987	2 082,80	2 051,53
234	235	2 033,66	6,68	2	160	0,14	0,987	2 082,80	2 051,31
235	236	2 031,64	16,50	2	160	0,35	0,987	2 082,80	2 051,17
236	237	2 028,53	0,81	2	160	0,02	0,987	2 082,80	2 050,82
237	238	2 029,78	3,35	2	160	0,07	0,987	2 082,80	2 050,80
238		2 026,80						2 082,80	2 050,73

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Diseño hidráulico ramal principal

ESTACIÓN	P.O.	ELEVACIÓN	Q	L	DIÁMETRO	CLASE	PÉRDIDA	VELOCIDAD	CARGA ESTÁTICA	CARGA DINÁMICA
239	240	2 026,80	8,40	48,75	3	160	2,048	1,842	2 026,00	2 026,00
240	241	2 019,62	8,40	17,68	3	160	0,743	1,842	2 026,00	2 023,95
241	242	2 015,27	8,40	8,70	3	160	0,365	1,842	2 026,00	2 023,21
242	243	2 016,84	8,40	10,64	3	160	0,447	1,842	2 026,00	2 022,84
243	244	2 012,62	7,27	28,12	3	160	0,904	1,595	2 026,00	2 022,40
244	245	2 008,12	7,27	14,27	3	160	0,459	1,595	2 026,00	2 021,49
245	246	2 004,60	7,27	16,73	3	160	0,538	1,595	2 026,00	2 021,03
246	247	1 999,78	7,27	36,52	3	160	1,174	1,595	2 026,00	2 020,50
247	248	1 990,86	7,27	49,69	3	160	1,598	1,595	2 026,00	2 019,32
248	249	1 980,70	7,27	9,83	3	160	0,316	1,595	2 026,00	2 017,73
249	250	1 978,57	7,27	24,86	3	160	0,799	1,595	2 026,00	2 017,41
250	251	1 972,91	6,56	15,47	3	160	0,411	1,439	2 026,00	2 016,61
251	252	1 969,46	6,56	26,36	3	160	0,701	1,439	2 026,00	2 016,20
252	253	1 962,68	6,56	32,45	3	160	0,863	1,439	2 026,00	2 015,50

Continuación del apéndice 4.

253	254	1 957,11	6,56	2,97	3	160	0,079	1,439	2 026,00	2 014,64
254	255	1 956,83	6,56	28,76	3	160	0,765	1,439	2 026,00	2 014,56
255	256	1 954,36	6,56	28,69	3	160	0,763	1,439	2 026,00	2 013,79
256	257	1 952,09	6,56	47,89	3	160	1,273	1,439	2 026,00	2 013,03
257	258	1 950,41	6,56	23,26	3	160	0,618	1,439	2 026,00	2 011,76
258	259	1 949,88	6,56	3,34	3	160	0,089	1,439	2 026,00	2 011,14
259	260	1 949,93	6,56	54,41	3	160	1,446	1,439	2 026,00	2 011,05
260	261	1 949,53	6,56	58,87	3	160	1,565	1,439	2 026,00	2 009,60
261	262	1 947,91	4,21	23,86	3	160	0,279	0,923	2 026,00	2 008,04
262	263	1 944,58	4,21	18,65	3	160	0,218	0,923	2 026,00	2 007,76
263	264	1 939,03	4,21	27,10	3	160	0,317	0,923	2 026,00	2 007,54
264	265	1 923,03	4,21	9,20	3	160	0,108	0,923	2 026,00	2 007,22
265	266	1 922,87	4,21	40,12	3	160	0,469	0,923	2 026,00	2 007,12
266	267	1 939,66	4,21	27,76	3	160	0,325	0,923	2 026,00	2 006,65
267	268	1 939,27	4,21	36,43	3	160	0,426	0,923	2 026,00	2 006,32
268	269	1 927,85	4,21	31,78	3	160	0,372	0,923	2 026,00	2 005,89
269	270	1 919,16	4,21	26,81	3	160	0,314	0,923	2 026,00	2 005,52
270	271	1 920,66	4,21	47,68	3	160	0,558	0,923	2 026,00	2 005,21
271	272	1 915,93	4,21	9,39	3	160	0,110	0,923	1 915,93	1 915,37
272	273	1 915,46	4,21	30,28	3	160	0,354	0,923	1 915,93	1 915,82
273	274	1 909,25	4,21	11,71	3	160	0,137	0,923	1 915,93	1 915,58
274	275	1 908,06	4,21	31,68	3	160	0,371	0,923	1 915,93	1 915,79
275	276	1 904,69	4,21	11,36	3	160	0,133	0,923	1 915,93	1 915,56
276	277	1 903,58	4,21	16,36	3	160	0,191	0,923	1 915,93	1 915,80
277	278	1 901,94	4,21	11,01	3	160	0,129	0,923	1 915,93	1 915,74
278	279	1 899,93	4,21	17,87	3	160	0,209	0,923	1 915,93	1 915,80
279	280	1 896,12	4,21	23,98	3	250	0,281	0,923	1 915,93	1 915,72
280	281	1 890,58	4,21	41,47	3	250	0,485	0,923	1 915,93	1 915,65
281	282	1 882,43	4,21	8,44	3	250	0,099	0,923	1 915,93	1 915,44
282	283	1 881,08	4,21	16,54	3	250	0,194	0,923	1 915,93	1 915,83
283	284	1 878,38	4,21	34,95	3	250	0,409	0,923	1 915,93	1 915,74
284	285	1 872,79	4,21	8,63	3	250	0,101	0,923	1 915,93	1 915,52
285	286	1 871,50	4,21	11,40	3	250	0,133	0,923	1 915,93	1 915,83
286	287	1 871,73	4,21	28,91	3	250	0,338	0,923	1 915,93	1 915,80
287	288	1 870,24	4,21	58,08	3	250	0,680	0,923	1 915,93	1 915,59
288	289	1 852,43	4,21	19,06	3	250	0,223	0,923	1 915,93	1 915,25
289	290	1 853,56	4,21	35,57	3	250	0,416	0,923	1 915,93	1 915,71
290	291	1 859,72	4,21	63,27	3	250	0,740	0,923	1 915,93	1 915,51

Continuación del apéndice 4.

291	292	1 849,58	4,21	74,78	3	250	0,875	0,923	1 915,93	1 915,19
292	293	1 850,77	4,21	43,24	3	250	0,506	0,923	1 915,93	1 915,05
293	294	1 856,87	4,21	37,08	3	250	0,434	0,923	1 915,93	1 915,42
294	295	1 869,22	4,21	35,91	3	250	0,420	0,923	1 915,93	1 915,50
295	296	1 883,46	4,21	54,90	3	250	0,642	0,923	1 915,93	1 915,51
296	297	1 895,34	4,21	41,74	3	250	0,488	0,923	1 895,34	1 894,70
297	298	1 880,06	3,64	34,49	2	160	2,221	1,796	1 895,34	1 894,21
298	299	1 872,20	3,64	14,87	2	160	0,958	1,796	1 895,34	1 891,99
299	300	1 866,59	3,64	23,87	2	160	1,537	1,796	1 895,34	1 891,03
300	301	1 860,94	3,64	6,47	2	160	0,417	1,796	1 895,34	1 889,49
301	302	1 860,05	3,64	60,25	2	160	3,881	1,796	1 895,34	1 889,08
302	303	1 860,04	3,64	17,33	2	160	1,116	1,796	1 895,34	1 885,20
303	304	1 860,82	3,64	23,54	2	160	1,516	1,796	1 895,34	1 884,08
304	305	1 864,08	3,64	33,20	2	160	2,138	1,796	1 895,34	1 882,56
305	306	1 864,84	3,64	9,27	2	160	0,597	1,796	1 895,34	1 880,42
306	307	1 863,67	3,64	4,00	2	160	0,258	1,796	1 895,34	1 879,83
307	308	1 862,89	3,30	64,73	2	160	3,477	1,629	1 895,34	1 879,57
308	309	1 855,24	3,30	18,88	2	160	1,014	1,629	1 895,34	1 876,09
309	310	1 853,27	3,30	8,93	2	160	0,480	1,629	1 895,34	1 875,08
310	311	1 852,64	3,10	23,31	2	160	1,115	1,530	1 895,34	1 874,60
311	312	1 851,29	3,10	19,24	2	160	0,921	1,530	1 895,34	1 873,48
312	313	1 851,02	3,10	14,75	2	160	0,706	1,530	1 895,34	1 872,56
313	314	1 850,72	3,10	40,39	2	160	1,933	1,530	1 895,34	1 871,86
314	315	1 847,07	3,10	16,21	2	160	0,776	1,530	1 895,34	1 869,92
315	316	1 845,64	3,10	14,77	2	160	0,707	1,530	1 895,34	1 869,15
316	317	1 844,91	3,10	31,21	2	160	1,494	1,530	1 895,34	1 868,44
317	318	1 842,71	2,33	12,33	2	160	0,348	1,150	1 895,34	1 866,95
318	319	1 841,84	2,33	34,68	2	160	0,979	1,150	1 895,34	1 866,60
319	320	1 836,99	2,33	20,21	2	160	0,570	1,150	1 895,34	1 865,62
320	321	1 834,71	2,33	19,34	2	160	0,546	1,150	1 895,34	1 865,05
321	322	1 830,76	2,33	23,59	2	160	0,666	1,150	1 895,34	1 864,50
322	323	1 825,92	2,33	33,47	2	160	0,944	1,150	1 895,34	1 863,84
323	324	1 818,94	2,33	24,72	2	160	0,698	1,150	1 895,34	1 862,89
324	325	1 815,59	2,33	25,85	2	160	0,729	1,150	1 895,34	1 862,20
325	326	1 813,43	2,33	25,45	2	160	0,718	1,150	1 895,34	1 861,47
326	327	1 811,28	2,33	21,41	2	160	0,604	1,150	1 895,34	1 860,75
327	328	1 809,27	2,33	25,73	2	160	0,726	1,150	1 895,34	1 860,15
328	329	1 807,04	2,33	25,09	2	160	0,708	1,150	1 895,34	1 859,42

Continuación del apéndice 4.

329	330	1 804,85	2,33	11,60	2	160	0,327	1,150	1 895,34	1 858,71
330	331	1 804,17	2,33	16,84	2	160	0,475	1,150	1 895,34	1 858,38
331	332	1 803,28	2,33	13,90	2	160	0,392	1,150	1 895,34	1 857,91
332	333	1 802,73	2,33	9,03	2	160	0,255	1,150	1 895,34	1 857,52
333	334	1 802,70	2,33	6,26	2	160	0,177	1,150	1 895,34	1 857,26
334	335	1 804,84	2,33	42,18	2	160	1,190	1,150	1 895,34	1 857,09
335	336	1 802,38	2,33	5,41	2	160	0,153	1,150	1 802,38	1 801,19
336	337	1 801,40	2,12	14,21	2	160	0,337	1,046	1 802,38	1 801,04
337	338	1 797,61	2,12	7,20	2	160	0,171	1,046	1 802,38	1 800,70
338	339	1 792,23	2,12	8,06	2	160	0,191	1,046	1 802,38	1 800,53
339	340	1 791,06	2,12	18,02	2	160	0,427	1,046	1 802,38	1 800,34
340	341	1 787,21	2,12	10,62	2	160	0,252	1,046	1 802,38	1 799,91
341	342	1 785,77	2,12	9,15	2	160	0,217	1,046	1 802,38	1 799,66
342	343	1 784,39	2,12	16,28	2	160	0,386	1,046	1 802,38	1 799,44
343	344	1 782,45	2,12	32,84	2	160	0,778	1,046	1 802,38	1 799,06
344	345	1 780,75	2,12	38,30	2	160	0,907	1,046	1 802,38	1 798,28
345	346	1 778,30	2,12	25,73	2	160	0,610	1,046	1 802,38	1 797,37
346	347	1 773,66	1,90	32,17	2	160	0,622	0,938	1 802,38	1 796,76
347	348	1 737,80	1,90	35,20	2	160	0,681	0,938	1 802,38	1 796,14
348	349	1 762,70	1,90	38,42	2	160	0,743	0,938	1 802,38	1 795,46
349	350	1 753,54	1,90	15,03	2	160	0,291	0,938	1 802,38	1 794,72
350	351	1 729,25	1,90	7,70	2	160	0,149	0,938	1 802,38	1 794,43
351	352	1 748,73	1,90	27,04	2	160	0,523	0,938	1 802,38	1 794,28
352	353	1 729,10	1,90	5,93	2	160	0,115	0,938	1 802,38	1 793,75
353	354	1 729,24	1,90	62,00	2	160	1,199	0,938	1 802,38	1 793,64
354	355	1 730,01	1,90	2,46	2	160	0,048	0,938	1 802,38	1 792,44
355	356	1 729,80	1,90	95,01	2	160	1,838	0,938	1 802,38	1 792,39
356	357	1 716,99	1,90	52,70	2	160	1,020	0,938	1 802,38	1 790,55
357	358	1 725,90	1,90	10,35	2	160	0,200	0,938	1 802,38	1 789,53
358	359	1 723,32	1,90	27,63	2	160	0,535	0,938	1 802,38	1 789,33
359	360	1 711,69	1,90	19,00	2	160	0,368	0,938	1 802,38	1 788,80
360	361	1 713,85	1,90	57,09	2	160	1,104	0,938	1 802,38	1 788,43
361	362	1 720,80	1,90	44,84	2	160	0,867	0,938	1 802,38	1 787,33
362	363	1 717,44	1,90	63,95	2	160	1,237	0,938	1 802,38	1 786,46
363	364	1 729,29	1,90	30,30	2	160	0,586	0,938	1 802,38	1 785,22
364	365	1 726,25	1,90	41,48	2	160	0,802	0,938	1 802,38	1 784,64
365	366	1 722,05	1,90	26,41	2	160	0,511	0,938	1 802,38	1 783,83
366	367	1 719,80	1,90	32,75	2	160	0,634	0,938	1 802,38	1 783,32

Continuación del apéndice 4.

367	368	1 720,91	1,90	117,82	2	160	2,279	0,938	1 802,38	1 782,69
368	369	1 739,20	1,90	68,61	2	160	1,327	0,938	1 802,38	1 780,41
369	370	1 732,84	1,90	45,05	2	160	0,872	0,938	1 802,38	1 779,08
370	371	1 731,21	1,90	86,63	2	160	1,676	0,938	1 802,38	1 778,21
371	372	1 720,37	1,90	21,33	2	160	0,413	0,938	1 802,38	1 776,53
372	373	1 722,10	1,90	25,19	2	160	0,487	0,938	1 802,38	1 776,12
373	374	1 720,49	1,90	36,79	2	160	0,712	0,938	1 802,38	1 775,63
374	375	1 712,86	1,90	27,35	2	160	0,529	0,938	1 802,38	1 774,92
375	376	1 713,00	1,90	32,58	2	160	0,630	0,938	1 802,38	1 774,39
376	377	1 712,80	1,90	39,86	2	160	0,771	0,938	1 802,38	1 773,76
377	378	1 715,33	1,90	46,53	2	160	0,900	0,938	1 802,38	1 772,99
378	379	1 725,14	1,90	21,04	2	160	0,407	0,938	1 802,38	1 772,09
379	380	1 725,18	1,90	87,55	2	160	1,694	0,938	1 802,38	1 771,69
380		1 702,45							1 802,38	1 769,99

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Diseño hidráulico ramal 1**

ESTACIÓN	P.O.	ELEVACIÓN	Q	L	DIÁMETRO	CLASE	PÉRDIDA	VELOCIDAD	CARGA ESTÁTICA	CARGA DINÁMICA
239	384	2 026,80	0,35	96,80	1,5	160	0,332	0,307	2 026,80	2 026,80
384	385	1 976,78	0,35	61,68	1,5	160	0,212	0,307	2 026,80	2 026,49
385	386	1 985,29	0,35	38,10	1,5	160	0,131	0,307	2 026,80	2 026,19
386	387	1 998,78	0,35	9,94	1,5	160	0,034	0,307	2 026,80	2 025,88
387	388	2 000,16	0,35	144,97	1,5	160	0,498	0,307	2 026,80	2 025,57
388	389	2 006,65	0,35	29,29	1,5	160	0,101	0,307	2 026,80	2 025,26
389	390	2 015,65	0,35	26,54	1,5	160	0,091	0,307	2 026,80	2 024,96
390	391	2 020,49	0,35	12,44	1,5	160	0,043	0,307	2 026,80	2 024,65
391		2 022,50							2 026,80	2 024,34

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Diseño hidráulico ramal 2

ESTACIÓN	P.O.	ELEVACIÓN	Q	L	DIÁMETRO	CLASE	PÉRDIDA	VELOCIDAD	CARGA ESTÁTICA	CARGA DINÁMICA
381	382	2 010,43	1,52	7,120	1,5	160	0,370	1,334	2 026,80	2 022,32
382	392	2 008,78	1,52	22,460	1,5	160	1,167	1,334	2 026,80	2 021,95
392	393	2 001,95	1,52	26,220	1,5	160	1,363	1,334	2 026,80	2 020,78
393	394	1 998,18	1,52	11,510	1,5	160	0,598	1,334	2 026,80	2 019,42
394	395	1 997,36	1,52	44,620	1,5	160	2,319	1,334	2 026,80	2 018,82
395	396	1 987,90	1,52	27,520	1,5	160	1,430	1,334	2 026,80	2 016,50
396	397	1 982,72	1,52	73,030	1,5	160	3,795	1,334	2 026,80	2 015,07
397	398	1 977,09	1,52	27,720	1,5	160	1,441	1,334	2 026,80	2 011,28
398	399	1 956,84	1,52	47,360	1,5	160	2,461	1,334	2 026,80	2 009,84
399	400	1 939,05	1,52	35,010	1,5	160	1,820	1,334	2 026,80	2 007,38
400	401	1 928,56	1,52	47,850	1,5	160	2,487	1,334	2 026,80	2 005,56
401	402	1 926,56	1,52	16,110	1,5	160	0,837	1,334	2 026,80	2 003,07
402	403	1 926,93	1,52	13,640	1,5	160	0,709	1,334	2 026,80	2 002,23
403	404	1 928,88	1,52	7,200	1,5	160	0,374	1,334	2 026,80	2 001,52
404	405	1 931,60	1,52	40,450	1,5	160	2,102	1,334	2 026,80	2 001,15
405	406	1 924,82	1,52	34,210	1,5	160	1,778	1,334	2 026,80	1 999,05
406	407	1 916,51	1,52	26,950	1,5	160	1,401	1,334	2 026,80	1 997,27
407	408	1 911,92	1,52	10,080	1,5	160	0,524	1,334	2 026,80	1 995,87
408	409	1 909,52	1,52	14,210	1,5	160	0,739	1,334	2 026,80	1 995,34
409	410	1 912,93	1,52	41,510	1,5	160	2,157	1,334	2 026,80	1 994,61
410	411	1 915,56	1,52	39,740	1,5	160	2,065	1,334	2 026,80	1 992,45
411	412	1 913,06	1,52	12,970	1,5	160	0,674	1,334	2 026,80	1 990,38
412	413	1 903,52	1,52	18,840	1,5	160	0,979	1,334	2 026,80	1 989,71
413	414	1 913,70	1,52	5,040	1,5	160	0,262	1,334	2 026,80	1 988,73
414	415	1 913,27	1,52	17,980	1,5	160	0,934	1,334	2 026,80	1 988,47
415		1 908,10							2 026,80	1 987,53
397	416	1 977,09	0,35	15,93	0,75	250	1,600	1,228	2 026,80	2 008,31
416	417	1 977,78	0,35	93,69	0,75	250	9,410	1,228	2 026,80	2 006,71
417	418	1 968,99	0,35	32,04	0,75	250	3,218	1,228	2 026,80	1 997,30
418	419	1 969,57	0,35	35,91	0,75	250	3,607	1,228	2 026,80	1 994,08
419	420	1 965,17	0,35	22,76	0,75	250	2,286	1,228	2 026,80	1 990,48
420	421	1 960,25	0,35	21,70	0,75	250	2,180	1,228	2 026,80	1 988,19
421	422	1 955,19	0,35	21,45	0,75	250	2,154	1,228	2 026,80	1 986,01

Continuación del apéndice 6.

422		1 950,30						1,228	2 026,80	1 983,86
406	423	1 916,51	0,35	54,980	0,75	250	5,522	1,228	2 026,80	1 990,76
423	424	1 918,65	0,35	32,630	0,75	250	3,277	1,228	2 026,80	1 985,24
424	425	1 920,67	0,35	3,460	0,75	250	0,348	1,228	2 026,80	1 981,96
425		1 921,50							2 026,80	1 981,61
406	426	1 916,51	0,60	92,09	0,75	250	25,071	2.106	2 026,80	1 990,76
426	427	1 916,41	0,60	37,01	0,75	250	10,076	2.106	2 026,80	1 965,69
427	428	1 919,22	0,60	13,49	0,75	250	3,673	2.106	2 026,80	1 955,61
428	429	1 919,79	0,60	15,70	0,75	250	4,274	2.106	2 026,80	1 951,94
429	430	1 913,58	0,60	26,21	0,75	250	7,135	2.106	2 026,80	1 947,67
430		1 908,90							2 026,80	1 940,53
409	431	1 912,93	0,35	30,74	0,75	250	3,087	1,228	2 026,80	1 987,41
431	432	1 919,85	0,35	17,02	0,75	250	1,709	1,228	2 026,80	1 984,32
432	433	1 923,81	0,35	14,93	0,75	250	1,500	1,228	2 026,80	1 982,61
433		1 924,08							2 026,80	1 981,11

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Diseño hidráulico ramal 3**

ESTACIÓN	P.O.	ELEVACIÓN	Q	L	DIÁMETRO	CLASE	PÉRDIDA	VELOCIDAD	CARGA ESTÁTICA	CARGA DINÁMICA
434	435	1 979,71	1,29	80,52	1,5	160	3,089	1,132	2 026,80	2 019,61
435	436	1 942,90	1,29	83,34	1,5	160	3,197	1,132	2 026,80	2 016,52
436	437	1 965,95	1,29	7,09	1,5	160	0,272	1,132	2 026,80	2 013,32
437	438	1 965,31	1,29	11,81	1,5	160	0,453	1,132	2 026,80	2 013,05
438	439	1 967,10	1,29	20,83	1,5	160	0,799	1,132	2 026,80	2 012,60
439	440	1 966,90	1,29	35,06	1,5	160	1,345	1,132	2 026,80	2 011,80
440	441	1 969,70	1,29	82,54	1,5	160	3,167	1,132	1 969,70	1 969,70
441	442	1 958,65	1,29	75,96	1,5	160	2,914	1,132	1 969,70	1 966,53
442	443	1 961,43	1,29	9,83	1,5	160	0,377	1,132	1 969,70	1 963,62
443	444	1 960,87	1,29	26,14	1,5	160	1,003	1,132	1 969,70	1 963,24
444	445	1 949,57	1,29	20,86	1,5	160	0,800	1,132	1 969,70	1 962,24
445	446	1 949,32	1,29	104,04	1,5	160	3,992	1,132	1 969,70	1 961,44
446	447	1 930,64	1,29	35,32	1,5	160	1,355	1,132	1 969,70	1 957,45
447	448	1 948,17	1,29	8,35	1,5	160	0,320	1,132	1 969,70	1 956,09
448	449	1 951,66	1,29	24,90	1,5	160	0,955	1,132	1 969,70	1 955,77
449	450	1 951,55	1,29	10,31	1,5	160	0,396	1,132	1 969,70	1 954,82

Continuación del apéndice 7.

450	451	1 950,24	1,29	47,21	1,5	160	1,811	1,132	1 969,70	1 954,42
451	452	1 947,34	1,29	14,55	1,5	160	0,558	1,132	1 969,70	1 952,61
452	453	1 944,52	1,29	37,62	1,5	160	1,443	1,132	1 969,70	1 952,05
453	454	1 944,66	1,29	176,27	1,5	160	6,763	1,132	1 969,70	1 950,61
454	455	1 896,94	1,29	16,82	1,5	160	0,645	1,132	1 969,70	1 943,85
455	456	1 889,18	1,29	96,32	1,5	160	3,695	1,132	1 969,70	1 943,20
456		1 873,45							1 969,70	1 939,50

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Diseño hidráulico ramal 4**

ESTACIÓN	P.O.	ELEVACIÓN	Q	L	DIÁMETRO	CLASE	PÉRDIDA	VELOCIDAD	CARGA ESTÁTICA	CARGA DINÁMICA
457	458	1 950,86	2,85	21,17	2	160	0,867	1,406	2 026,80	2 012,26
458	459	1 956,02	2,85	18,20	2	160	0,745	1,406	2 026,80	2 011,39
459	460	1 958,80	2,85	38,68	2	160	1,584	1,406	2 026,80	2 010,65
460	461	1 858,37	2,85	6,82	2	160	0,279	1,406	2 026,80	2 009,06
461	462	1 958,34	2,85	12,53	2	160	0,513	1,406	2 026,80	2 008,78
462	463	1 958,55	2,85	12,15	2	160	0,498	1,406	2 026,80	2 008,27
463	464	1 959,22	2,85	9,67	2	160	0,396	1,406	2 026,80	2 007,77
464	465	1 961,52	2,85	2,84	2	160	0,116	1,406	2 026,80	2 007,38
465	466	1 962,85	2,85	26,91	2	160	1,102	1,406	2 026,80	2 007,26
466	467	1 966,06	2,85	23,55	2	160	0,965	1,406	2 026,80	2 006,16
467	468	1 968,02	2,85	51,94	2	160	2,127	1,406	2 026,80	2 005,19
468	469	1 973,98	2,85	8,53	2	160	0,349	1,406	2 026,80	2 003,07
469	470	1 975,06	2,85	26,08	2	160	1,068	1,406	1 975,06	1 975,06
470	471	1 971,44	2,85	18,35	2	160	0,752	1,406	1 975,06	1 973,99
471	472	1 967,93	2,85	19,76	2	160	0,809	1,406	1 975,06	1 973,24
472	473	1 957,60	2,85	22,30	2	160	0,913	1,406	1 975,06	1 972,43
473	474	1 945,00	2,85	6,04	2	160	0,247	1,406	1 975,06	1 971,52
474	475	1 942,40	2,85	33,39	2	160	1,368	1,406	1 975,06	1 971,27
475	476	1 926,98	2,85	16,37	2	160	0,671	1,406	1 975,06	1 969,90
476	477	1 925,97	2,85	13,37	2	160	0,548	1,406	1 975,06	1 969,23
477	478	1 928,16	2,85	41,25	2	160	1,690	1,406	1 975,06	1 968,68
478	479	1 925,39	2,85	18,95	2	160	0,776	1,406	1 975,06	1 966,99
479	480	1 922,74	2,85	60,42	2	160	2,475	1,406	1 975,06	1 966,22

Continuación del apéndice 8.

480	481	1 914,61	2,85	22,63	2	160	0,927	1,406	1 975,06	1 963,74
481	482	1 910,79	2,85	17,25	2	160	0,707	1,406	1 975,06	1 962,82
482	483	1 908,88	2,85	9,05	2	160	0,371	1,406	1 975,06	1 962,11
483	484	1 909,12	2,85	30,41	2	160	1,246	1,406	1 975,06	1 961,74
484	485	1 910,89	2,85	9,45	2	160	0,387	1,406	1 975,06	1 960,49
485	486	1 911,47	2,85	20,96	2	160	0,859	1,406	1 975,06	1 960,11
486	487	1 912,69	2,85	15,97	2	160	0,654	1,406	1 975,06	1 959,25
487	488	1 913,40	2,85	8,66	2	160	0,355	1,406	1 975,06	1 958,59
488	489	1 913,57	2,85	15,53	2	160	0,636	1,406	1 975,06	1 958,24
489	490	1 914,24	2,85	16,76	2	160	0,687	1,406	1 975,06	1 957,60
490	491	1 914,67	2,85	9,22	2	160	0,378	1,406	1 975,06	1 956,92
491	492	1 915,28	2,85	10,18	2	160	0,417	1,406	1 975,06	1 956,54
492	493	1 915,87	2,85	22,34	2	160	0,915	1,406	1 975,06	1 956,12
493	494	1 916,32	2,85	13,76	2	160	0,564	1,406	1 975,06	1 955,21
494	495	1 916,42	2,85	29,83	2	160	1,222	1,406	1 975,06	1 954,64
495	496	1 917,13	2,85	9,27	2	160	0,380	1,406	1 975,06	1 953,42
496	497	1 916,83	2,85	12,43	2	160	0,509	1,406	1 975,06	1 953,04
497	498	1 916,06	2,85	11,40	2	160	0,467	1,406	1 975,06	1 952,53
498	499	1 915,77	2,85	22,04	2	160	0,903	1,406	1 975,06	1 952,07
499	500	1 915,21	2,85	24,30	2	160	0,995	1,406	1 975,06	1 951,16
500	501	1 914,93	2,85	18,70	2	160	0,766	1,406	1 975,06	1 950,17
501	502	1 914,99	2,85	8,63	2	160	0,353	1,406	1 975,06	1 949,40
502	503	1 915,45	0,49	1,96	0,75	250	0,367	1,720	1 975,06	1 949,05
503	504	1 917,01	0,49	11,69	0,75	250	2,188	1,720	1 975,06	1 948,68
504	505	1 920,21	0,49	25,60	0,75	250	4,792	1,720	1 975,06	1 946,50
505	506	1 926,70	0,49	3,22	0,75	250	0,603	1,720	1 975,06	1 941,70
506	507	1 928,52	0,49	14,77	0,75	250	2,764	1,720	1 975,06	1 941,10
507		1 933,24							1 975,06	1 938,34
467	508	1 968,02	0,56	27,58	0,75	250	6,609	1,965	1 975,06	2 004,84
508	509	1 964,23	0,56	13,14	0,75	250	3,149	1,965	1 975,06	1 998,23
509	510	1 952,16	0,56	16,14	0,75	250	3,867	1,965	1 975,06	1 995,08
510	511	1 950,76	0,56	17,39	0,75	250	4,167	1,965	1 975,06	1 991,22
511	512	1 944,22	0,56	44,99	0,75	250	10,780	1,965	1 975,06	1 987,05
512	513	1 943,47	0,56	3,00	0,75	250	0,719	1,965	1 975,06	1 976,27
513	514	1 943,64	0,56	5,76	0,75	250	1,380	1,965	1 975,06	1 975,55
514	515	1 944,80	0,56	17,04	0,75	250	4,083	1,965	1 975,06	1 974,17

Continuación del apéndice 8..

515		1 946,80							1 975,06	1 970,09
483	516	1 908,88	1,29	55,27	1,5	160	13,320	1,132	1 975,06	1 961,74
516	517	1 901,62	1,29	14,75	1,5	160	0,566	1,132	1 975,06	1 948,42
517	518	1 902,69	1,29	9,64	1,5	160	0,370	1,132	1 975,06	1 947,85
518	519	1 903,84	1,29	2,86	1,5	160	0,110	1,132	1 975,06	1 947,48
519	520	1 904,03	1,29	15,62	1,5	160	0,599	1,132	1 975,06	1 947,37
520	521	1 904,27	1,29	25,70	1,5	160	0,986	1,132	1 975,06	1 946,78
521	522	1 904,82	1,29	30,98	1,5	160	1,189	1,132	1 975,06	1 945,79
522	523	1 905,80	1,29	42,37	1,5	160	1,626	1,132	1 975,06	1 944,60
523	524	1 901,26	1,29	40,28	1,5	160	1,545	1,132	1 975,06	1 942,98
524	525	1 899,58	1,29	37,58	1,5	160	1,442	1,132	1 975,06	1 941,43
525		1 897,10							1 975,06	1 939,99
502	526	1 915,45	0,49	13,54	0,75	250	2,534	1,720	1 975,06	1 936,11
526	527	1 915,29	0,49	25,64	0,75	250	4,799	1,720	1 975,06	1 933,58
527	528	1 916,21	0,49	14,72	0,75	250	2,755	1,720	1 975,06	1 928,78
528		1 916,64							1 975,06	1 926,02

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Diseño hidráulico ramal 5**

ESTACIÓN	P.O.	ELEVACIÓN	Q	L	DIÁMETRO	CLASE	PÉRDIDA	VELOCIDAD	CARGA ESTÁTICA	CARGA DINÁMICA
529	530	1 872,47	0,82	5,27	1,5	160	0,087	0,719	1 915,93	1 912,83
530	531	1 871,50	0,82	14,35	1,5	160	0,238	0,719	1 915,93	1 912,74
531	532	1 868,13	0,82	9,76	1,5	160	0,162	0,719	1 915,93	1 912,50
532	533	1 867,54	0,82	9,77	1,5	160	0,162	0,719	1 915,93	1 912,34
533	534	1 863,00	0,82	32,98	1,5	160	0,547	0,719	1 915,93	1 912,18
534	535	1 856,08	0,82	9,64	1,5	160	0,160	0,719	1 915,93	1 911,63
535	536	1 855,33	0,82	6,52	1,5	160	0,108	0,719	1 915,93	1 911,47
536	537	1 854,31	0,82	26,86	1,5	160	0,446	0,719	1 915,93	1 911,37
537	538	1 850,66	0,82	18,51	1,5	160	0,307	0,719	1 915,93	1 910,92
538	539	1 847,14	0,82	15,14	1,5	160	0,251	0,719	1 915,93	1 910,61
539	540	1 844,17	0,82	19,48	1,5	160	0,323	0,719	1 915,93	1 910,36
540	541	1 843,81	0,82	18,16	1,5	160	0,301	0,719	1 915,93	1 910,04

Continuación del apéndice 9.

541	542	1 841,85	0,82	17,00	1,5	160	0,282	0,719	1 915,93	1 909,74
542	543	1 845,36	0,82	57,64	1,5	160	0,956	0,719	1 915,93	1 909,45
543	544	1 869,85	0,82	25,39	1,5	160	0,421	0,719	1 915,93	1 908,50
544	545	1 878,72	0,82	44,80	1,5	160	0,743	0,719	1 915,93	1 908,08
545	546	1 894,45	0,82	18,81	1,5	160	0,312	0,719	1 915,93	1 907,33
546	547	1 900,04	0,82	45,39	1,5	160	0,753	0,719	1 915,93	1 907,02
547	548	1 905,71	0,82	24,76	1,5	160	0,411	0,719	1 915,93	1 906,27
548	549	1 904,81	0,82	20,88	1,5	160	0,346	0,719	1 915,93	1 905,86
549	550	1 900,73	0,82	22,74	1,5	160	0,377	0,719	1 915,93	1 905,51
550	551	1 897,64	0,82	36,89	1,5	160	0,612	0,719	1 915,93	1 905,13
551	552	1 897,19	0,82	32,12	1,5	160	0,533	0,719	1 915,93	1 904,52
552	553	1 895,69	0,82	10,32	1,5	160	0,171	0,719	1 915,93	1 903,99
553	554	1 894,26	0,82	41,85	1,5	160	0,694	0,719	1 915,93	1 903,82
554	555	1 887,33	0,82	24,90	1,5	160	0,413	0,719	1 915,93	1 903,12
555	556	1 890,92	0,82	30,30	1,5	160	0,503	0,719	1 915,93	1 902,71
556		1 886,95							1 915,93	1 902,21
									1 915,93	
535	557	1 855,33	0,35	88,88	0,75	250	8,927	1,228	1 915,93	1 911,44
557	558	1 842,44	0,35	35,04	0,75	250	3,519	1,228	1 915,93	1 902,51
558	559	1 839,18	0,35	38,41	0,75	250	3,858	1,228	1 915,93	1 898,99
559	560	1 841,18	0,35	25,70	0,75	250	2,581	1,228	1 915,93	1 895,14
560		1 847,00							1 915,93	1 892,55

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. **Diseño hidráulico ramal 6**

ESTACIÓN	P.O.	ELEVACIÓN	Q	L	DIÁMETRO	CLASE	PÉRDIDA	VELOCIDAD	CARGA ESTÁTICA	CARGA DINÁMICA
561	562	1 894,88	0,49	23,82	1	160	1,098	0,967	1 895,34	1 895,34
562	563	1 889,69	0,49	42,56	1	160	1,962	0,967	1 895,34	1 894,24
563	564	1 880,93	0,49	64,29	1	160	2,964	0,967	1 895,34	1 892,28
564	565	1 860,93	0,49	38,31	1	160	1,766	0,967	1 895,34	1 889,31
565	566	1 853,18	0,49	21,81	1	160	1,006	0,967	1 895,34	1 887,55
566	567	1 850,26	0,49	28,88	1	160	1,332	0,967	1 895,34	1 886,54
567	568	1 849,71	0,49	31,14	1	160	1,436	0,967	1 895,34	1 885,21
568	569	1 849,71	0,49	72,74	1	160	3,354	0,967	1 895,34	1 883,78

Continuación del apéndice 10.

569	570	1 861,97	0,49	17,61	1	160	0,812	0,967	1 895,34	1 880,42
570	571	1 864,60	0,49	9,35	1	160	0,431	0,967	1 895,34	1 879,61
571		1 865,82							1 895,34	1 879,18
562	572	1 889,69	0,66	143,51	1	160	11,480	1,303	1 895,34	1 893,57
572	573	1 849,16	0,66	54,51	1	160	4,361	1,303	1 895,34	1 882,09
573	574	1 847,40	0,66	38,76	1	160	3,101	1,303	1 895,34	1 877,73
574	575	1 847,92	0,66	40,63	1	160	3,250	1,303	1 895,34	1 874,63
575	576	1 845,59	0,66	32,31	1	160	2,585	1,303	1 895,34	1 871,38
576	577	1 845,54	0,66	30,28	1	160	2,422	1,303	1 895,34	1 868,79
577	578	1 844,97	0,66	15,20	1	160	1,216	1,303	1 895,34	1 866,37
578		1 845,73							1 895,34	1 865,15
576	579	1 845,54	0,35	21,79	0,75	250	2,189	1,228	1 895,34	1 868,80
579	580	1 847,02	0,35	15,00	0,75	250	1,507	1,228	1 895,34	1 866,61
580		1 849,40							1 895,34	1 865,10

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. **Diseño hidráulico ramal 7**

ESTACIÓN	P.O.	ELEVACIÓN	Q	L	DIÁMETRO	CLASE	PÉRDIDA	VELOCIDAD	CARGA ESTÁTICA	CARGA DINÁMICA
297	298	1 880,06	1,52	34,49	2,5	160	0,149	0,480	1 895,34	1 895,34
298	299	1 872,20	1,52	14,87	2,5	160	0,064	0,480	1 895,34	1 895,19
299	300	1 866,59	1,52	23,87	2,5	160	0,103	0,480	1 895,34	1 895,13
300	301	1 860,94	1,52	6,47	2,5	160	0,028	0,480	1 895,34	1 895,02
301	302	1 860,05	1,52	60,25	2,5	160	0,260	0,480	1 895,34	1 895,00
302	581	1 860,04	1,52	14,05	2,5	160	0,061	0,480	1 895,34	1 894,74
581	582	1 860,74	1,52	19,12	2,5	160	0,083	0,480	1 895,34	1 894,67
582	583	1 862,63	1,52	9,63	2	160	0,123	0,750	1 895,34	1 894,59
583	584	1 864,72	1,52	43,80	2	160	0,561	0,750	1 895,34	1 894,47
584	585	1 873,22	1,52	23,64	2	160	0,303	0,750	1 895,34	1 893,91
585	586	1 876,50	1,52	15,56	2	160	0,199	0,750	1 895,34	1 893,61
586	587	1 878,30	1,52	24,09	2	160	0,308	0,750	1 895,34	1 893,41
587	588	1 881,02	1,52	40,86	2	160	0,523	0,750	1 895,34	1 893,10
588	589	1 888,99	1,52	5,46	2	160	0,070	0,750	1 895,34	1 892,57
589	590	1 890,23	1,52	13,05	2	160	0,167	0,750	1 895,34	1 892,50
590	591	1 892,23	1,52	12,81	2	160	0,164	0,750	1 895,34	1 892,34
591	592	1 890,19	1,52	20,02	2	160	0,256	0,750	1 895,34	1 892,17

Continuación del apéndice 11.

592	593	1 888,24	1,52	31,41	2	160	0,402	0,750	1 895,34	1 891,92
593	594	1 887,56	1,52	22,14	2	160	0,283	0,750	1 895,34	1 891,52
594	595	1 885,16	1,52	40,57	2	160	0,519	0,750	1 895,34	1 891,23
595	596	1 888,15	1,52	27,23	2	160	0,349	0,750	1 895,34	1 890,71
596	597	1 885,40	1,52	47,71	1,5	160	2,480	1,334	1 895,34	1 890,36
597	598	1 876,15	1,52	49,60	1,5	160	2,578	1,334	1 895,34	1 887,88
598	599	1 866,85	1,52	10,71	1,5	160	0,557	1,334	1 895,34	1 885,31
599	600	1 864,24	1,52	7,75	1,5	160	0,403	1,334	1 895,34	1 884,75
600	601	1 862,73	1,52	65,37	1,5	160	3,397	1,334	1 895,34	1 884,35
601	602	1 851,90	1,52	11,50	1,5	160	0,598	1,334	1 895,34	1 880,95
602	603	1 850,71	1,52	20,77	1,5	160	1,079	1,334	1 895,34	1 880,35
603	604	1 846,98	1,52	9,07	1,5	160	0,471	1,334	1 895,34	1 879,27
604	605	1 846,98	1,52	10,36	1,5	160	0,538	1,334	1 895,34	1 878,80
605	606	1 845,71	1,52	6,06	1,5	160	0,315	1,334	1 895,34	1 878,26
606	607	1 840,93	1,52	16,52	1,5	160	0,859	1,334	1 895,34	1 877,95
607	608	1 836,83	1,52	33,19	1,5	160	1,725	1,334	1 895,34	1 877,09
608	609	1 833,65	1,52	19,92	1,5	160	1,035	1,334	1 895,34	1 875,36
609	610	1 837,49	1,52	30,47	1,5	160	1,584	1,334	1 895,34	1 874,33
610	611	1 833,14	1,52	5,85	1,5	160	0,304	1,334	1 895,34	1 872,75
611	612	1 832,32	1,52	9,13	1,5	160	0,475	1,334	1 895,34	1 872,44
612	613	1 830,99	1,52	24,66	1,5	160	1,282	1,334	1 895,34	1 871,97
613	614	1 827,54	1,52	15,93	1,5	160	0,828	1,334	1 895,34	1 870,69
614	615	1 826,52	1,52	54,66	1,5	160	2,841	1,334	1 895,34	1 869,86
615	616	1 819,05	1,52	49,93	1,5	160	2,595	1,334	1 895,34	1 867,02
616	617	1 814,93	1,52	64,10	1,5	160	3,331	1,334	1 895,34	1 864,42
617	618	1 816,37	1,52	17,79	1,5	160	0,925	1,334	1 895,34	1 861,09
618	619	1 813,69	1,52	17,52	1,5	160	0,911	1,334	1 895,34	1 860,17
619	620	1 809,60	1,52	18,35	1,5	160	0,954	1,334	1 895,34	1 859,26
620	621	1 808,48	1,52	33,59	1,5	160	1,746	1,334	1 895,34	1 858,30
621	622	1 809,97	1,52	19,67	1,5	160	1,022	1,334	1 895,34	1 856,56
622	623	1 811,61	1,52	15,78	1,5	160	0,820	1,334	1 895,34	1 855,53
623	624	1 813,88	1,52	35,72	1,5	160	1,856	1,334	1 895,34	1 854,71
624	625	1 814,81	1,52	2,94	1,5	160	0,153	1,334	1 895,34	1 852,86
625		1 814,95							1 895,34	1 852,70

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 12. Diseño hidráulico ramal 8

ESTACIÓN	P.O.	ELEVACIÓN	Q	L	DIÁMETRO	CLASE	PÉRDIDA	VELOCIDAD	CARGA ESTÁTICA	CARGA DINÁMICA
626	627	1 860,39	0,66	40,69	1	160	3,255	1,303	1 895,34	1 878,28
627	628	1 860,85	0,66	26,87	1	160	2,150	1,303	1 895,34	1 875,02
628	629	1 860,56	0,66	17,24	1	160	1,379	1,303	1 895,34	1 872,88
629	630	1 858,54	0,66	13,50	1	160	1,080	1,303	1 895,34	1 871,50
630		1 856,10							1 895,34	1 870,42

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. Diseño hidráulico ramal 9

ESTACIÓN	P.O.	ELEVACIÓN	Q	L	DIÁMETRO	CLASE	PÉRDIDA	VELOCIDAD	CARGA ESTÁTICA	CARGA DINÁMICA
631	632	1 840,51	0,49	42,16	0,75	250	7,891	1,720	1 895,34	1 873,49
632	633	1 843,42	0,49	13,16	0,75	250	2,463	1,720	1 895,34	1 865,60
633		1 843,05							1 895,34	1 863,14

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 14. Diseño hidráulico ramal 10

ESTACIÓN	P.O.	ELEVACIÓN	Q	L	DIÁMETRO	CLASE	PÉRDIDA	VELOCIDAD	CARGA ESTÁTICA	CARGA DINÁMICA
634	635	1 840,37	0,75	20,00	1	160	2,027	1,481	1 895,34	1 866,91
635	636	1 840,35	0,75	97,36	1	160	9,867	1,481	1 895,34	1 864,88
636	637	1 816,19	0,75	15,17	1	160	1,537	1,481	1 895,34	1 855,02
637	638	1 808,28	0,75	22,61	1	160	2,291	1,481	1 895,34	1 853,48
638	639	1 806,90	0,75	25,47	1	160	2,581	1,481	1 895,34	1 851,19
639	640	1 801,12	0,75	14,07	1	160	1,426	1,481	1 895,34	1 848,61
640	641	1 801,81	0,75	124,81	1	160	12,648	1,481	1 895,34	1 847,18
641	642	1 796,49	0,75	16,06	1	160	1,628	1,481	1 895,34	1 834,53
642	643	1 798,79	0,75	31,32	1	160	3,174	1,481	1 895,34	1 832,91
643		1 805,24							1 895,34	1 829,73

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 15. Diseño hidráulico ramal 11

ESTACIÓN	P.O.	ELEVACIÓN	Q	L	DIÁMETRO	CLASE	PÉRDIDA	VELOCIDAD	CARGA ESTÁTICA	CARGA DINÁMICA
644	645	1 840,88	0,56	65,42	1	160	3,862	1,105	1 895,34	1 866,91
645	646	1 824,29	0,56	33,37	1	160	1,970	1,105	1 895,34	1 863,05
646	647	1 821,71	0,56	35,60	1	160	2,101	1,105	1 895,34	1 861,08
647	648	1 826,16	0,56	17,31	1	160	1,022	1,105	1 895,34	1 858,98
648	649	1 825,46	0,56	28,31	1	160	1,671	1,105	1 895,34	1 857,96
649	650	1 819,65	0,56	130,39	1	160	7,697	1,105	1 895,34	1 856,28
650		1 799,69							1 895,34	1 848,59

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 16. Diseño hidráulico ramal 12

ESTACIÓN	P.O.	ELEVACIÓN	Q	L	DIÁMETRO	CLASE	PÉRDIDA	VELOCIDAD	CARGA ESTÁTICA	CARGA DINÁMICA
651	652	1 801,94	0,35	25,03	0,75	250	2,514	1,228	1 895,34	1 856,06
652	653	1 800,26	0,35	17,12	0,75	250	1,719	1,228	1 895,34	1 853,55
653	654	1 798,60	0,35	12,96	0,75	250	1,302	1,228	1 895,34	1 851,83
654		1 798,65							1 895,34	1 850,52

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 17. Diseño hidráulico ramal 13

ESTACIÓN	P.O.	ELEVACIÓN	Q	L	DIÁMETRO	CLASE	PÉRDIDA	VELOCIDAD	CARGA ESTÁTICA	CARGA DINÁMICA
655	656	1 799,14	0,60	1,05	1	160	0,070	1,184	1 802,38	1 802,38
656	657	1 796,94	0,60	7,02	1	160	0,471	1,184	1 802,38	1 802,31
657	658	1 797,08	0,60	20,15	1	160	1,351	1,184	1 802,38	1 801,84
658	659	1 793,27	0,60	5,89	1	160	0,395	1,184	1 802,38	1 800,49
659		1 792,05							1 802,38	1 800,09

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 18. Diseño hidráulico ramal 14

ESTACIÓN	P.O.	ELEVACIÓN	Q	L	DIÁMETRO	CLASE	PÉRDIDA	VELOCIDAD	CARGA ESTÁTICA	CARGA DINÁMICA
660	661	1 774,24	0,60	26,91	1	160	1,805	1,184	1 802,38	1 798,49
661	662	1 769,42	0,60	15,79	1	160	1,059	1,184	1 802,38	1 796,69
662	663	1 766,13	0,60	49,61	1	160	3,327	1,184	1 802,38	1 795,63
663	664	1 755,48	0,60	15,70	1	160	1,053	1,184	1 802,38	1 792,30
664	665	1 759,39	0,60	22,85	1	160	1,532	1,184	1 802,38	1 791,25
665	666	1 767,60	0,60	10,19	1	160	0,683	1,184	1 802,38	1 789,71
666		1 766,50							1 802,38	1 789,03

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 19. Diseño hidráulico resumen

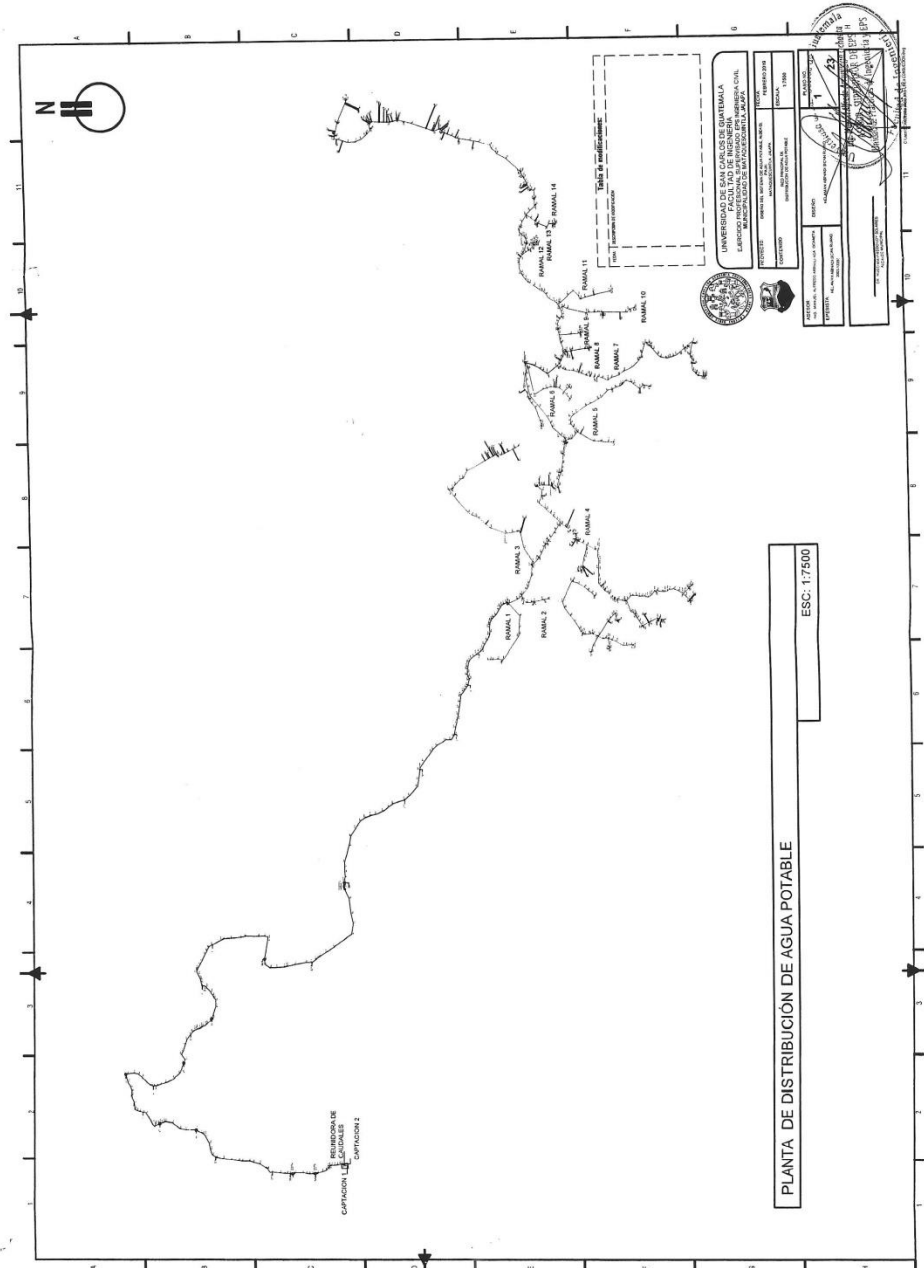
NÚM.	INICIA ESTACIÓN	FINALIZA ESTACIÓN	LONGITUD M	CAUDAL L/S	PÉRDIDA M	CÁLCULO DIÁMETRO PULG	DIÁMETRO PULG	PÉRDIDA REAL M	VELOCIDAD M/S
línea central	239	242	75,13	8,40	9,96	2,37	3,00	3,16	1,84
línea central	242	249	165,81	7,27	38,27	2,00	3,00	5,33	1,59
línea central	249	260	245,32	6,56	29,04	2,21	3,00	6,52	1,44
línea central	260	296	1 050,30	4,21	54,19	2,21	3,00	12,29	0,92
línea central	296	306	267,42	3,64	31,67	1,76	2,00	17,22	1,80
línea central	306	309	87,61	3,33	10,40	1,71	2,00	4,79	1,64
línea central	309	316	137,61	3,10	8,36	1,90	2,00	6,59	1,53
línea central	316	335	424,37	2,33	42,18	1,54	2,00	11,97	1,15
línea central	335	345	164,07	2,12	24,08	1,38	2,00	3,89	1,05
línea central	345	380	1 541,84	1,90	67,80	1,69	2,00	29,83	0,94
ramal 1	239	391	398,60	0,35	4,30	1,19	1,50	1,37	0,31
ramal 2	242	415	868,66	1,52	115,55	1,24	1,50	45,15	1,33
ramal 2	397	422	243,48	0,35	54,94	0,64	0,75	24,45	1,23

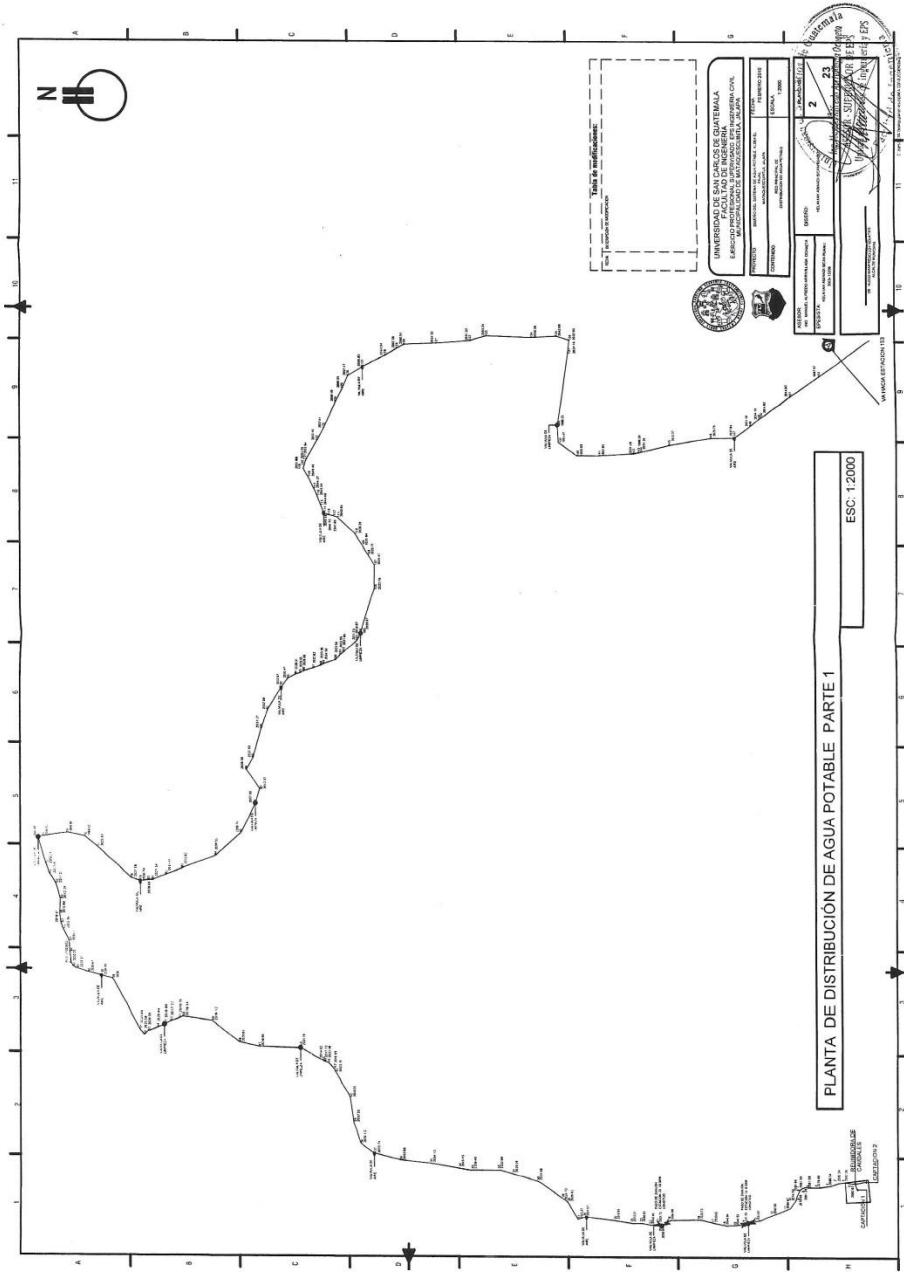
Continuación del apéndice 19

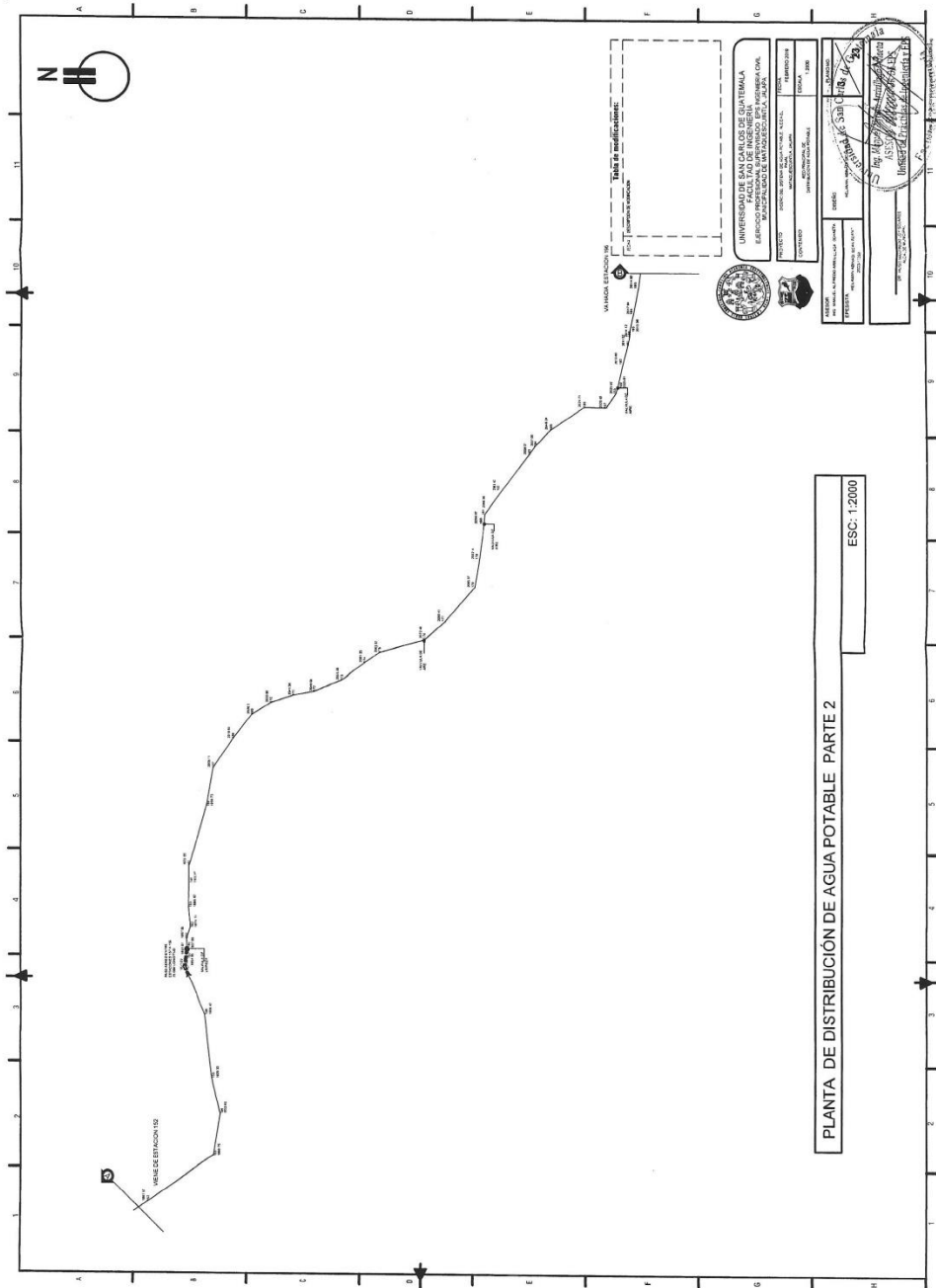
ramal 2	406	425	91,07	0,35	69,26	0,49	0,75	9,15	1,23
ramal 2	406	430	184,50	0,60	81,86	0,68	0,75	50,23	2,11
ramal 2	409	433	62,69	0,35	63,33	0,47	0,75	6,30	1,23
ramal 3	249	456	1 032,13	1,29	146,16	1,15	1,50	39,60	1,13
ramal 4	260	502	876,64	2,85	96,81	1,63	2,00	35,91	1,41
ramal 4	467	515	145,04	0,56	58,04	0,68	0,75	34,75	1,97
ramal 4	483	525	275,05	1,29	91,94	0,96	1,50	10,55	1,13
ramal 4	502	528	53,90	0,49	59,71	0,52	0,75	10,09	1,72
ramal 4	502	507	57,24	0,49	43,11	0,56	0,75	10,71	1,72
ramal 5	284	556	642,40	0,82	25,88	1,25	1,50	10,66	0,72
ramal 5	535	560	188,03	0,35	64,44	0,58	0,75	18,89	1,23
ramal 6	296	571	355,17	0,49	29,52	0,89	1,00	16,38	0,97
ramal 6	562	578	355,20	0,66	47,85	0,90	1,00	28,42	1,30
ramal 6	576	580	36,79	0,35	19,40	0,53	0,75	3,70	1,23
ramal 7	296	581	195,74	1,52	7,19	1,61	0,85	16,26	0,48
ramal 7	581	595	517,90	1,52	7,44	1,95	6,63	0,85	0,75
ramal 7	595	625	751,85	1,52	74,01	1,32	39,07	6,63	1,33
ramal 8	306	630	126,65	0,66	22,17	0,85	10,13	39,07	1,30
ramal 9	309	633	108,71	0,49	30,44	0,69	20,35	10,13	1,72
ramal 10	316	643	386,55	0,75	61,67	0,91	39,17	20,35	1,48
ramal 11	316	650	332,20	0,56	67,22	0,78	19,61	39,17	1,11
ramal 12	632	654	76,11	0,35	5741	0,50	7,64	19,61	1,23
ramal 13	335	659	54,97	0,60	10,33	0,81	3,69	7,64	1,18
ramal 14	345	666	167,21	0,66	25,88	0,87	13,38	3,69	1,30

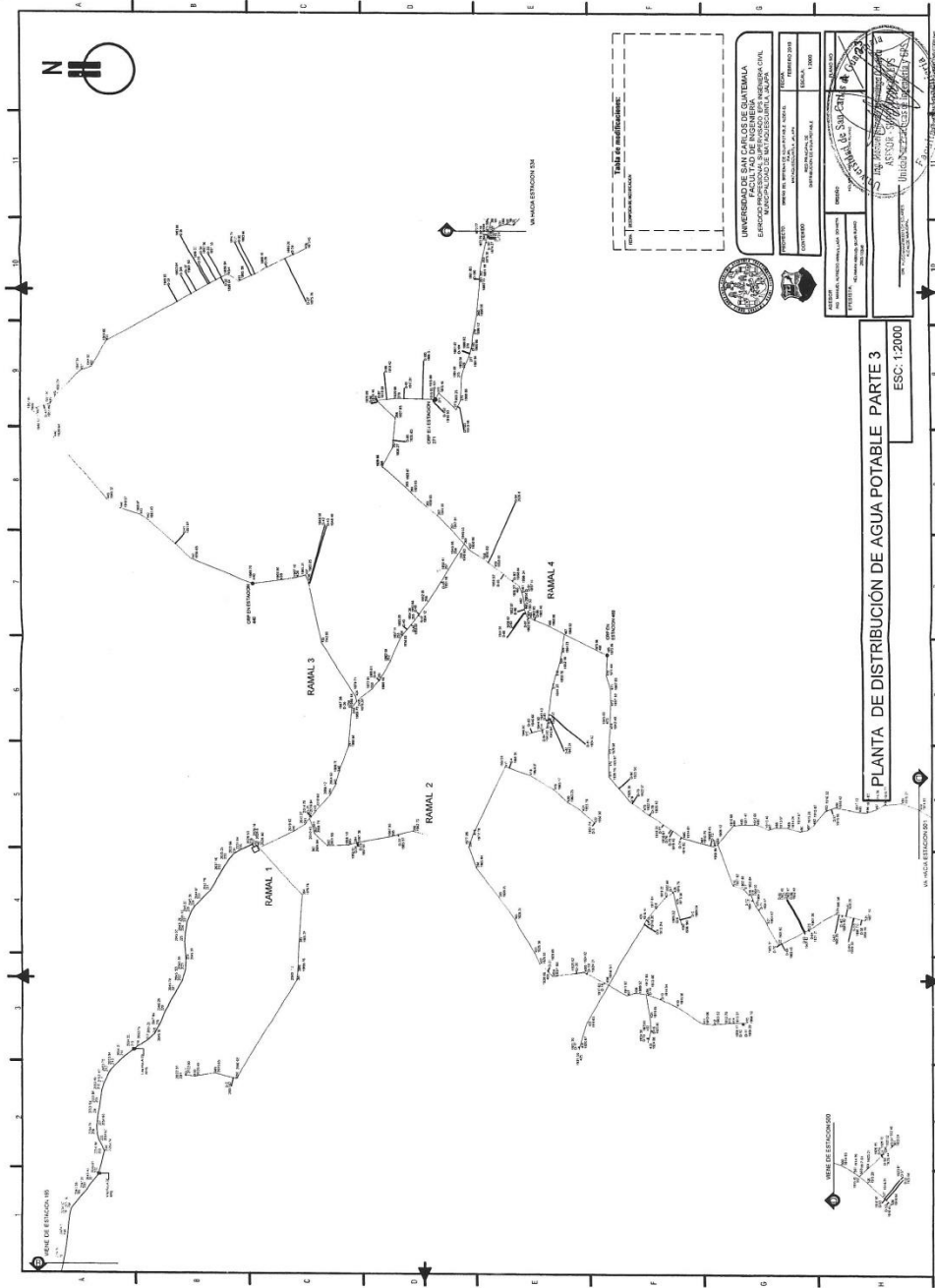
Fuente: elaboración propia.

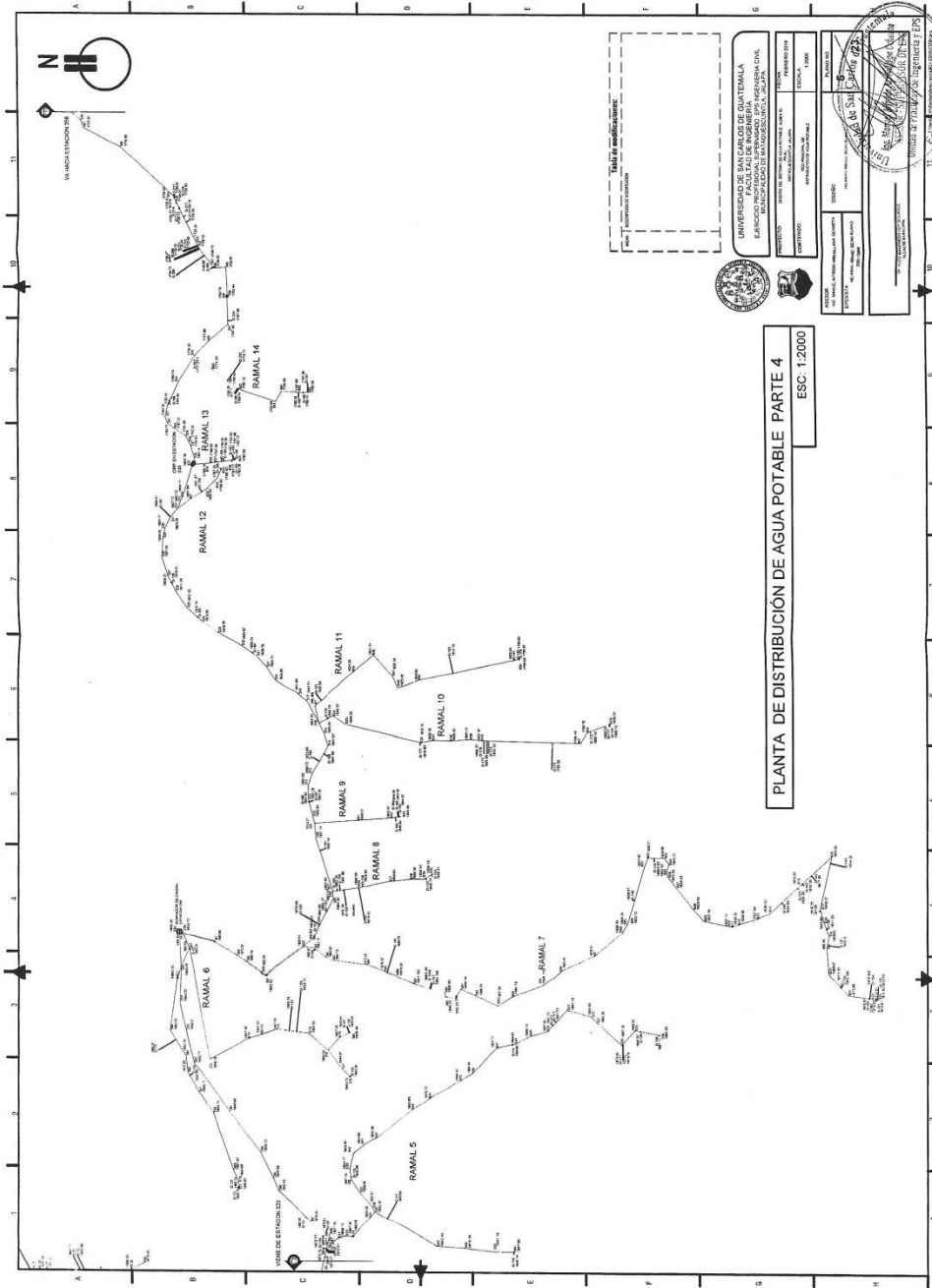
Apéndice 20. Planos

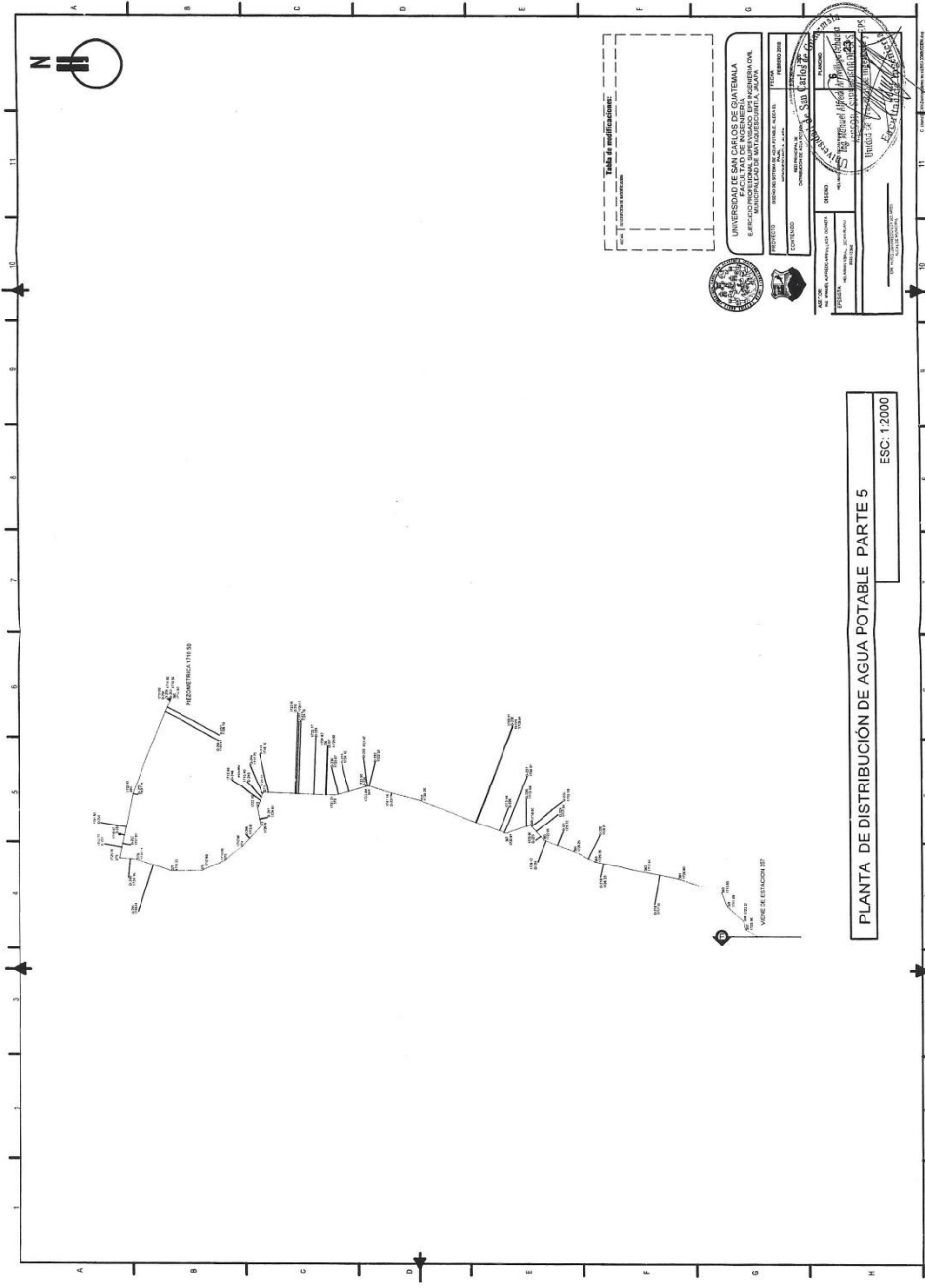














PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE - PARTE 5
 ESC: 1:2000

Tabla de modificaciones

NO. DE MODIFICACION	FECHA	DESCRIPCION

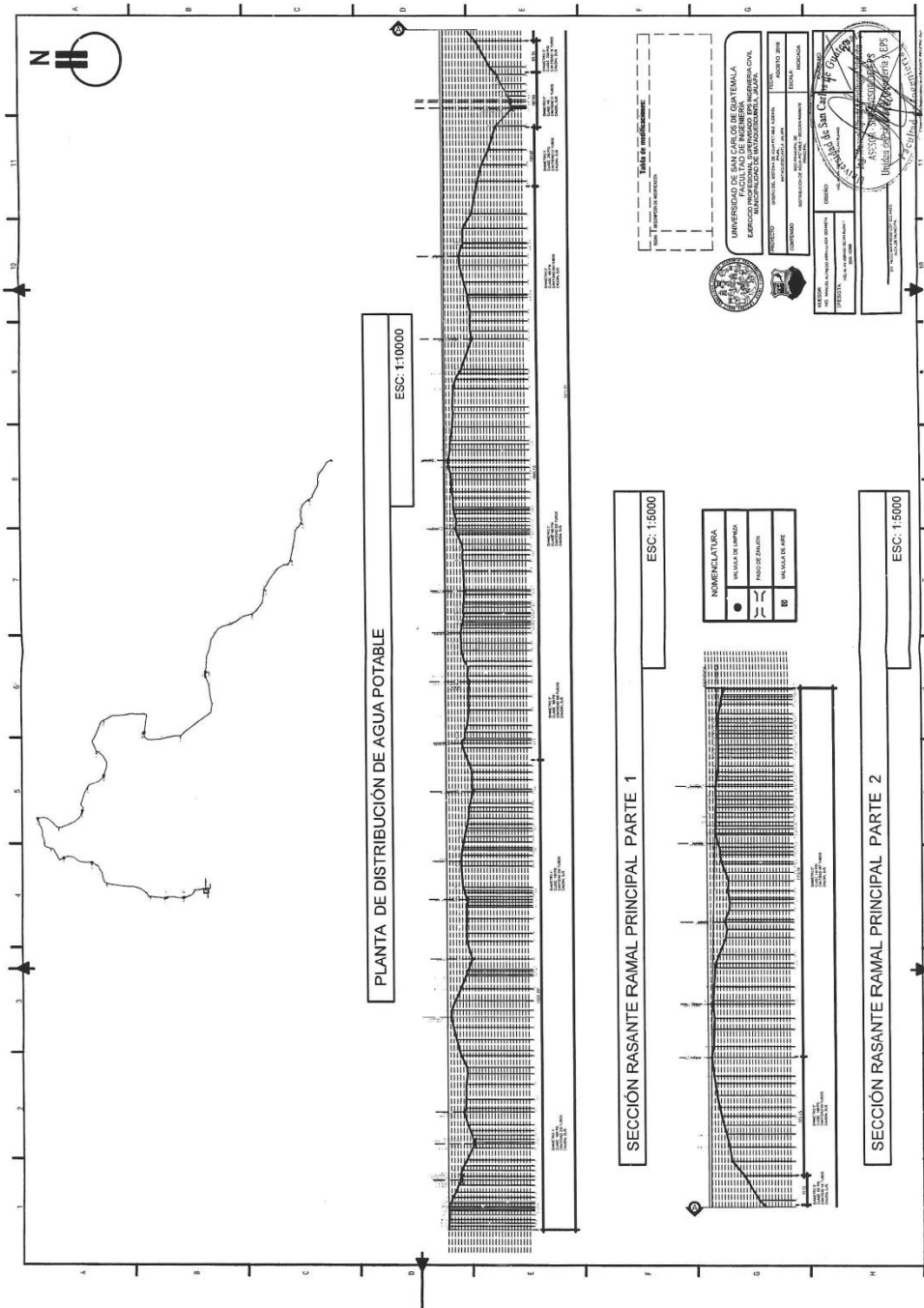



UNIVERSIDAD DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA EN INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA DE ELACION 107
 CATEDRATICO: MSc. JOSÉ ANTONIO SUAREZ
 ESTUDIANTE: MSc. JOSÉ ANTONIO SUAREZ

TITULO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA DE ELACION 107
 FECHA: 15/05/2018
 LUGAR: GUATEMALA

INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
 JOSÉ ANTONIO SUAREZ



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
 ESC. 1:10000

SECCIÓN RASANTE RAMAL PRINCIPAL PARTE 1
 ESC. 1:5000

SECCIÓN RASANTE RAMAL PRINCIPAL PARTE 2
 ESC. 1:5000

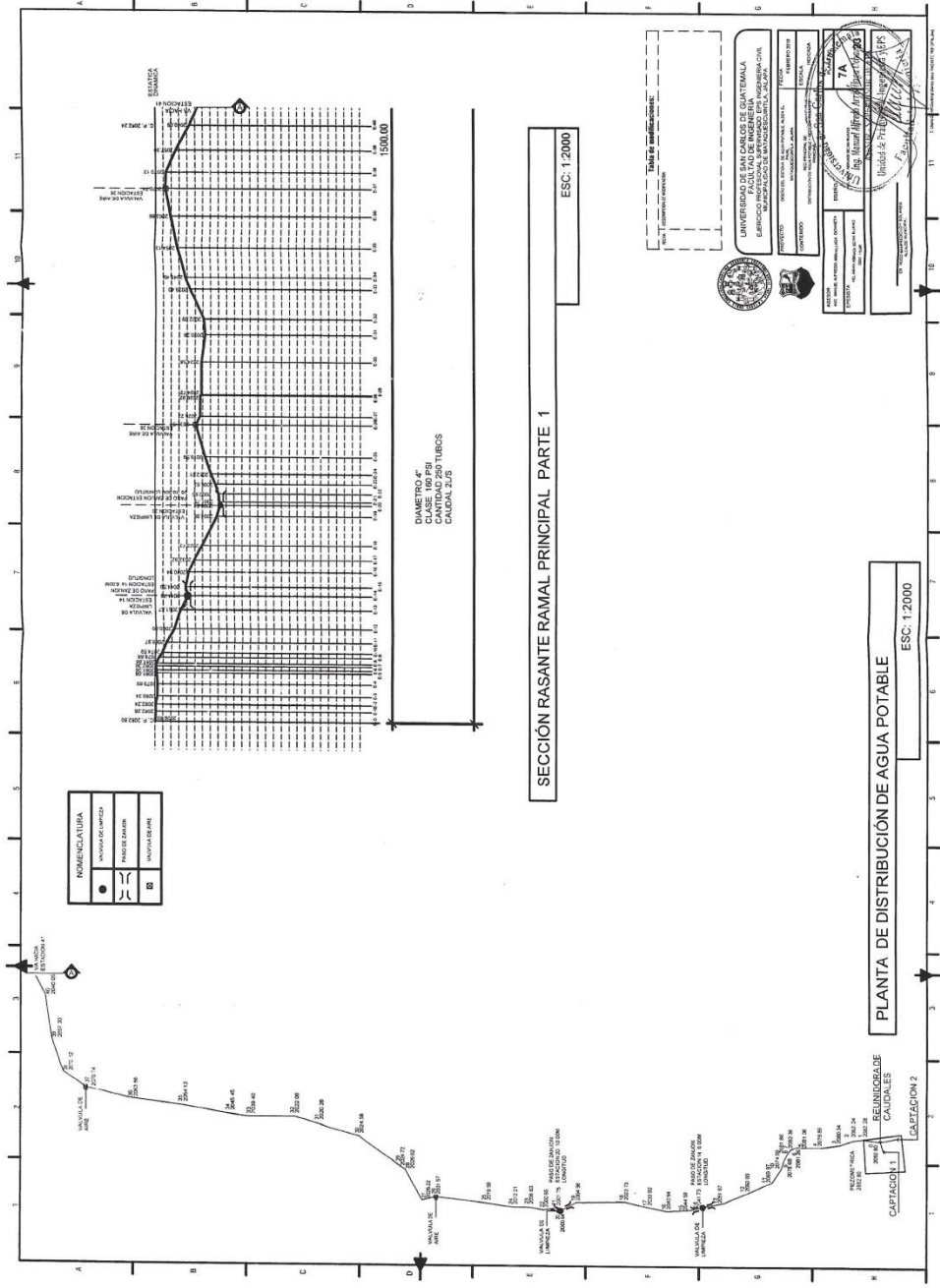
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS, GUATEMALA

PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA REDE DE TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
 PERÍODO: 2018
 AUTORA:

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS, GUATEMALA

15
 16
 17
 18
 19
 20
 21

NOMENCLATURA	
—	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
—	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
—	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN



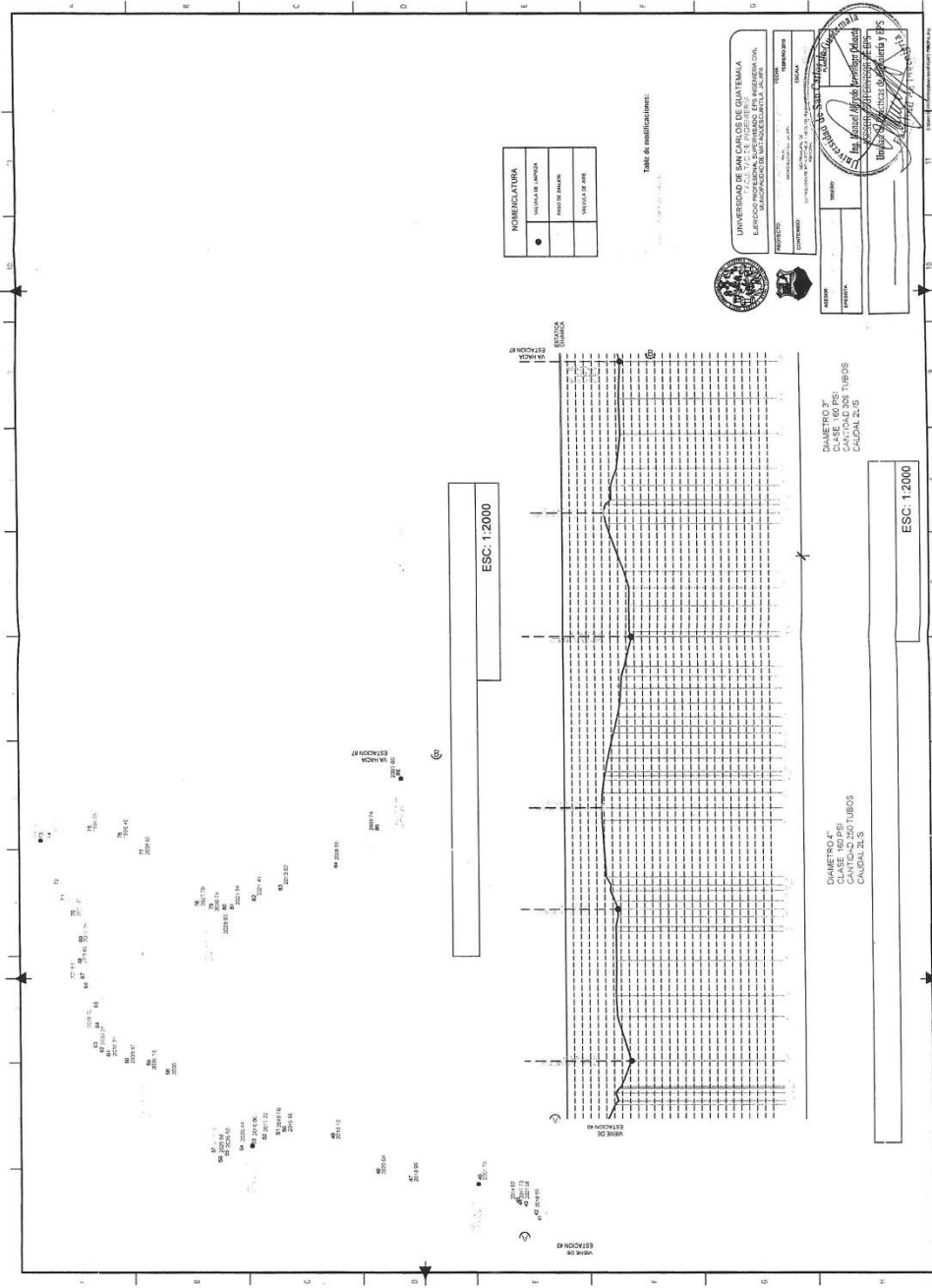
NOMENCLATURA	
●	MANHOLE
○	VALVE
⌋	HYDRANT
⊞	MANHOLE

SECCION RASANTE RAMAL PRINCIPAL PARTE 1
 ESC: 1:2000

PLANTA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
 ESC: 1:2000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ESCUELA NACIONAL SUPERIOR DE INGENIERIA CIVIL
 INSTITUCION EDUCATIVA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: ...
 TITULO: ...
 AUTOR: ...
 FECHA: ...



NOMENCLATURA	
●	VALVULA DE ABRIDA
○	VALVULA DE CERRA
○	VALVULA DE AIRE

Tabla de medicaciones:

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE INGENIERIA DE AGUAS
 Y SANEAMIENTO

PROYECTO: []
 CARRERA: []
 GRUPO: []

FECHA: []

INSTRUMENTOS: []

ESCALA: []

PROFESOR: []

ESTUDIANTE: []

INSTRUMENTOS: []

ESCALA: []

PROFESOR: []

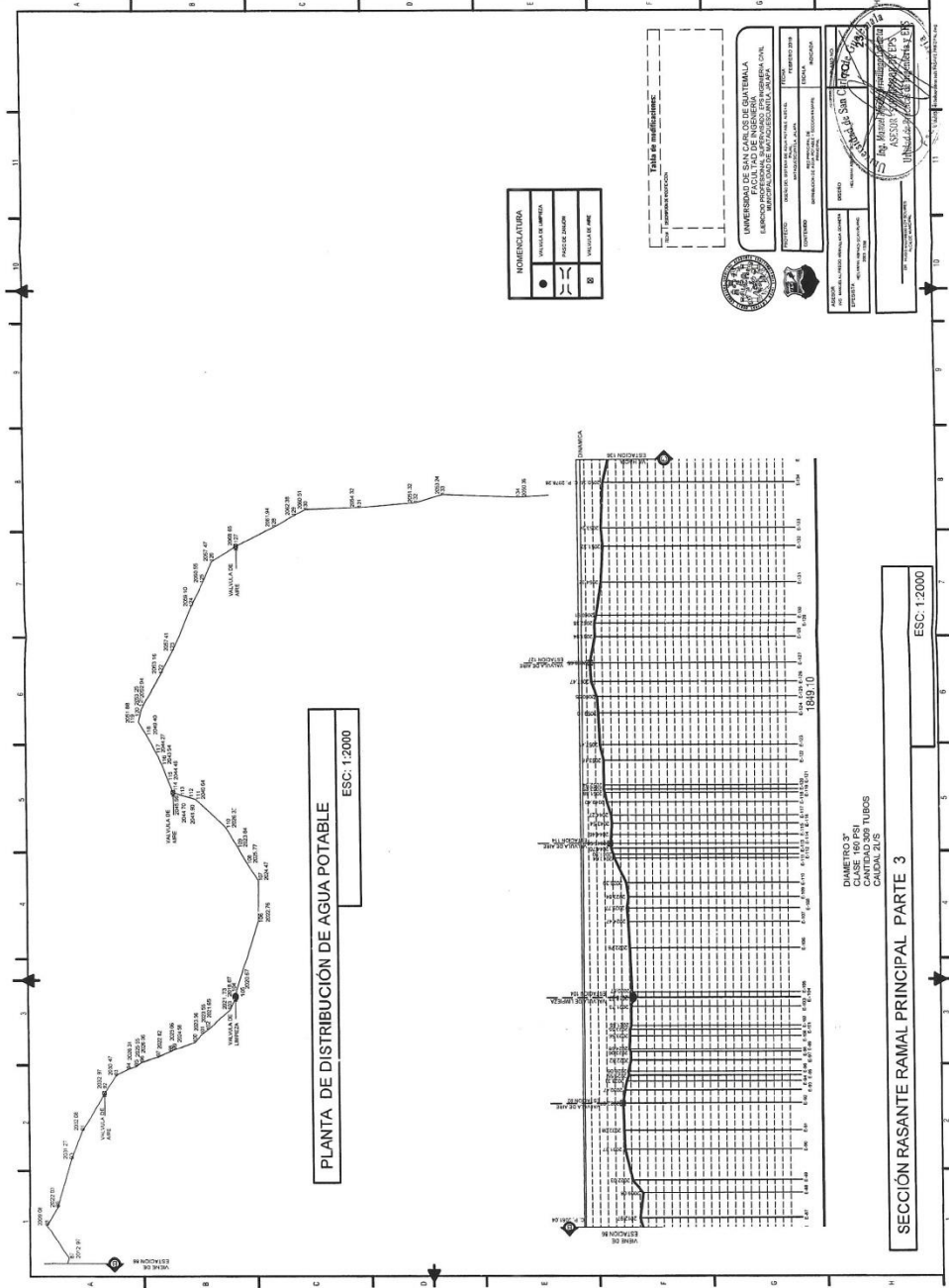
ESTUDIANTE: []

ESC: 1:2000

ESC: 1:2000

DIAMETRO: 30"
 CLASE: 160 PSI
 CANTIDAD: 250 TUBOS
 CUBIERTA: 2.5

DIAMETRO: 30"
 CLASE: 160 PSI
 CANTIDAD: 250 TUBOS
 CUBIERTA: 2.5



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
ESC: 1:2000

SECCIÓN RASANTE RAMAL PRINCIPAL PARTE 3
ESC: 1:2000

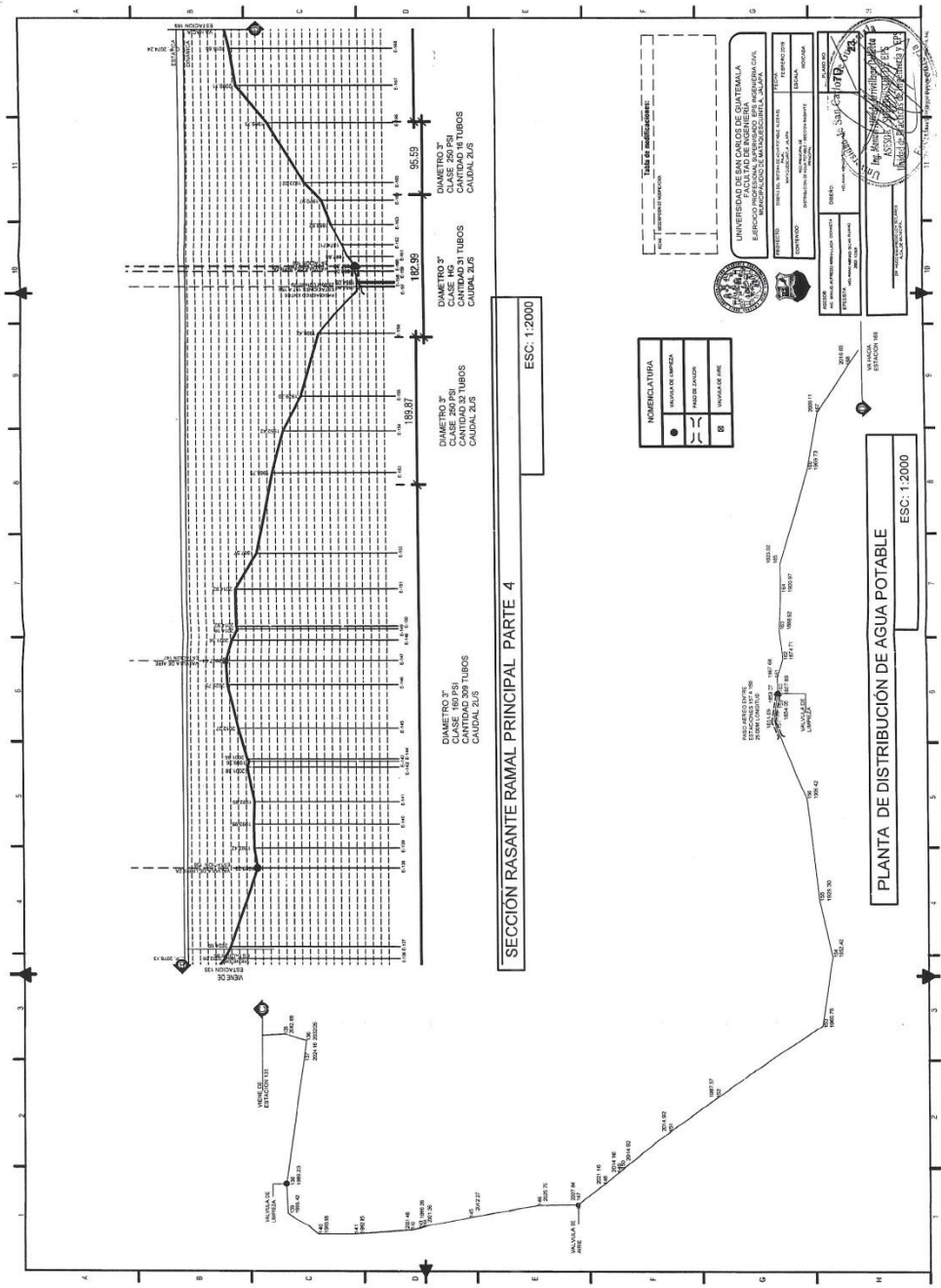
NOMENCLATURA	
●	VALVULA DE AEREA
○	VALVULA DE MANEJO
○	VALVULA DE AER

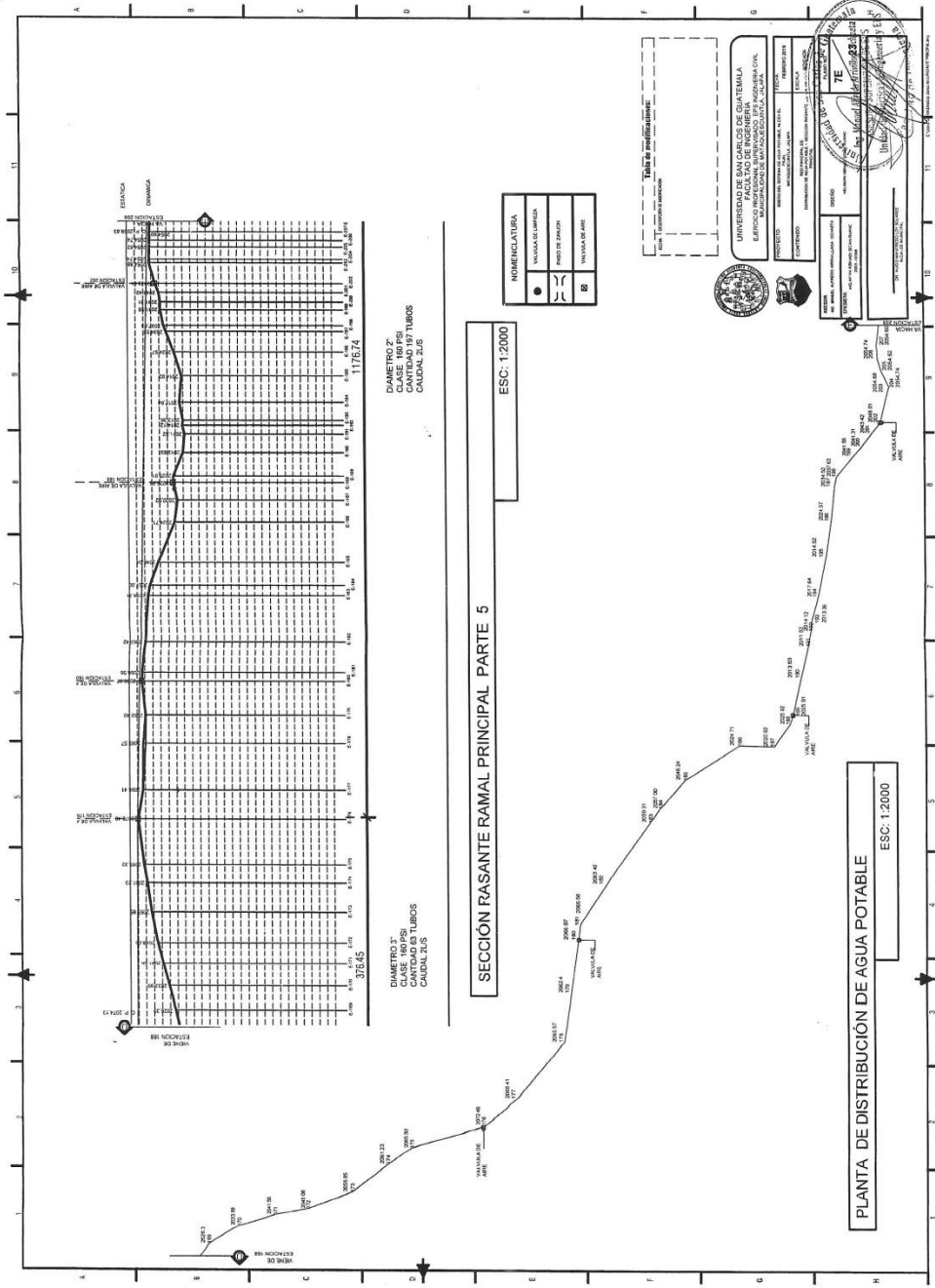
TITULO DE PROYECTO:
FECHA DE ELABORACION:

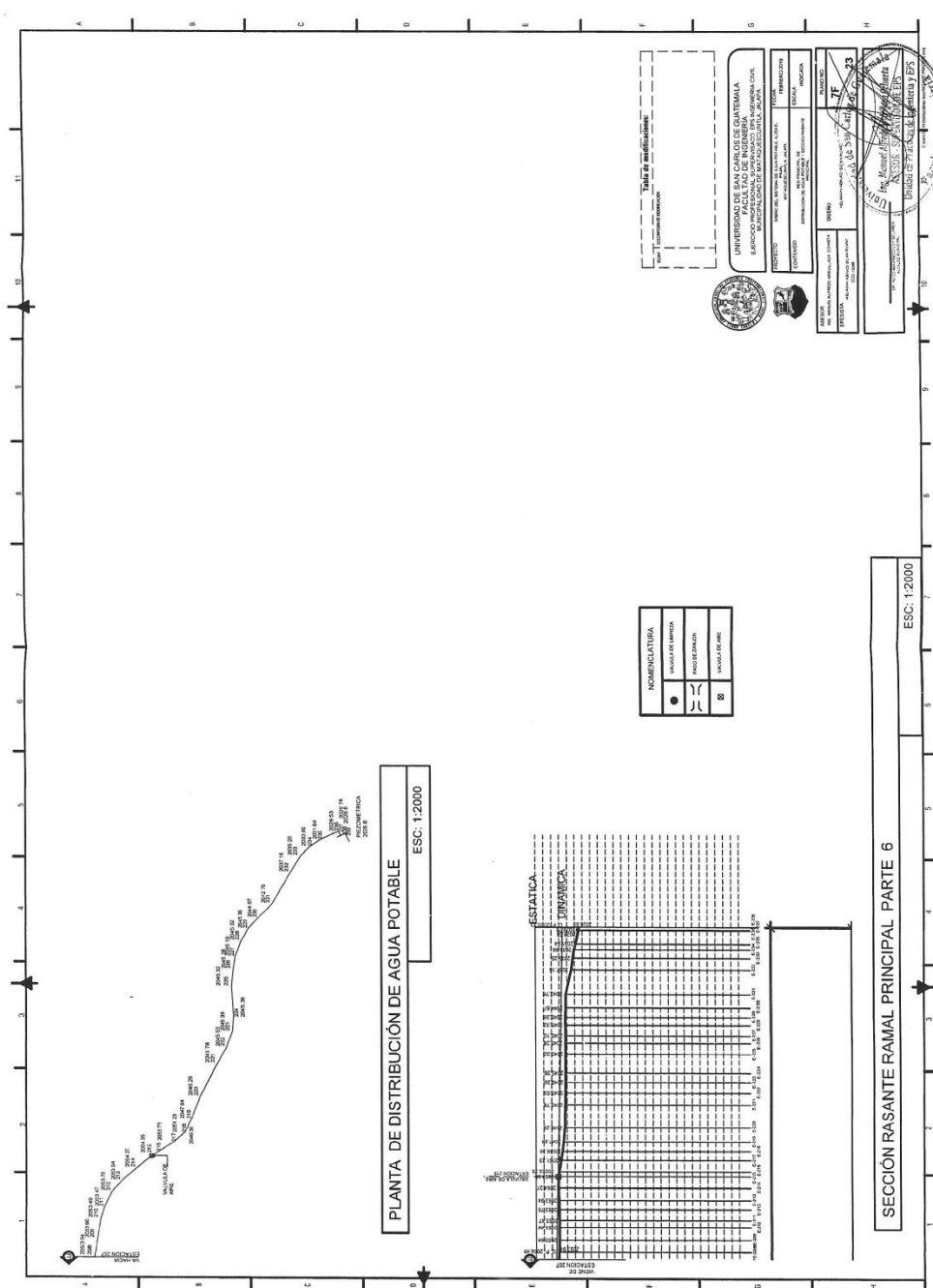


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
ASOCIACION DE INGENIEROS CIVILES DE GUATEMALA

PROYECTO:	CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA DE LA COMUNIDAD RURAL DE SAN CARLOS
CONTRATADO:	INGENIERIA DE PROYECTO Y EJECUCION
FECHA:	15/05/2014
ESCALA:	1:2000







PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
ESC. 1:2000

SECCIÓN RAMAL PRINCIPAL PARTE 6
ESC. 1:2000

NOMENCLATURA	
●	VALVULA DE LLANTONA
∩	PROTECCION
⊗	VALVULA DE AIRE

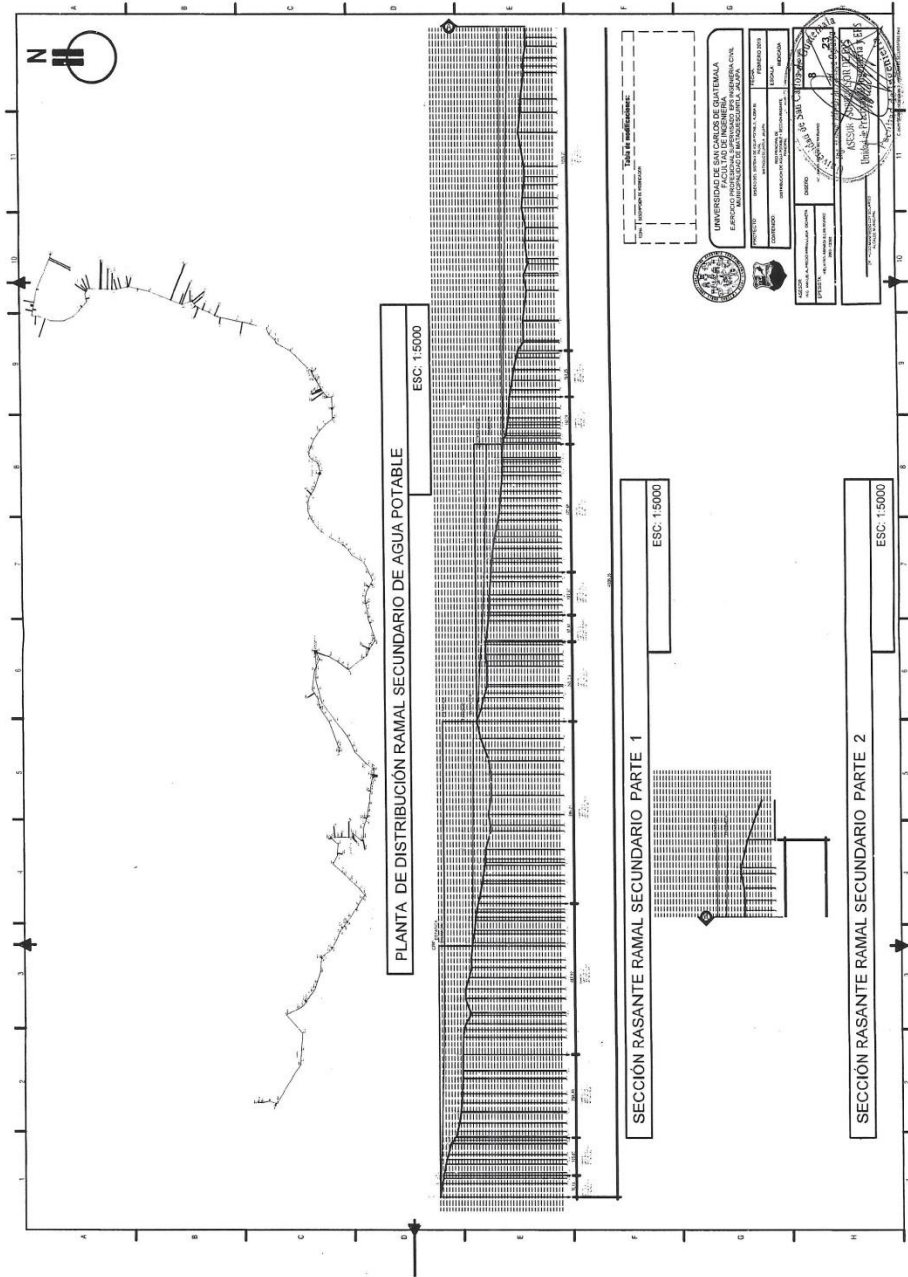
Tabla de especificaciones

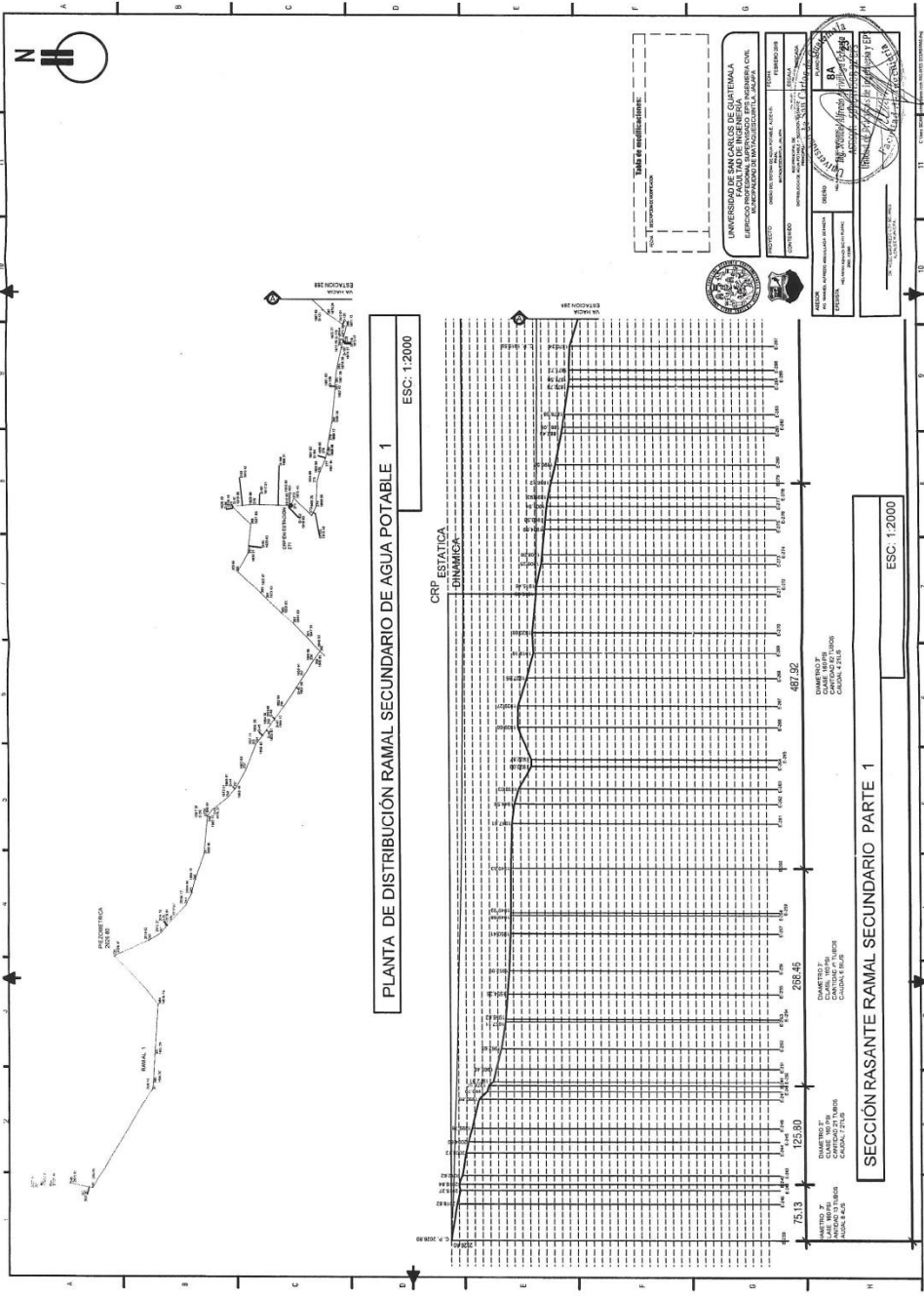
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

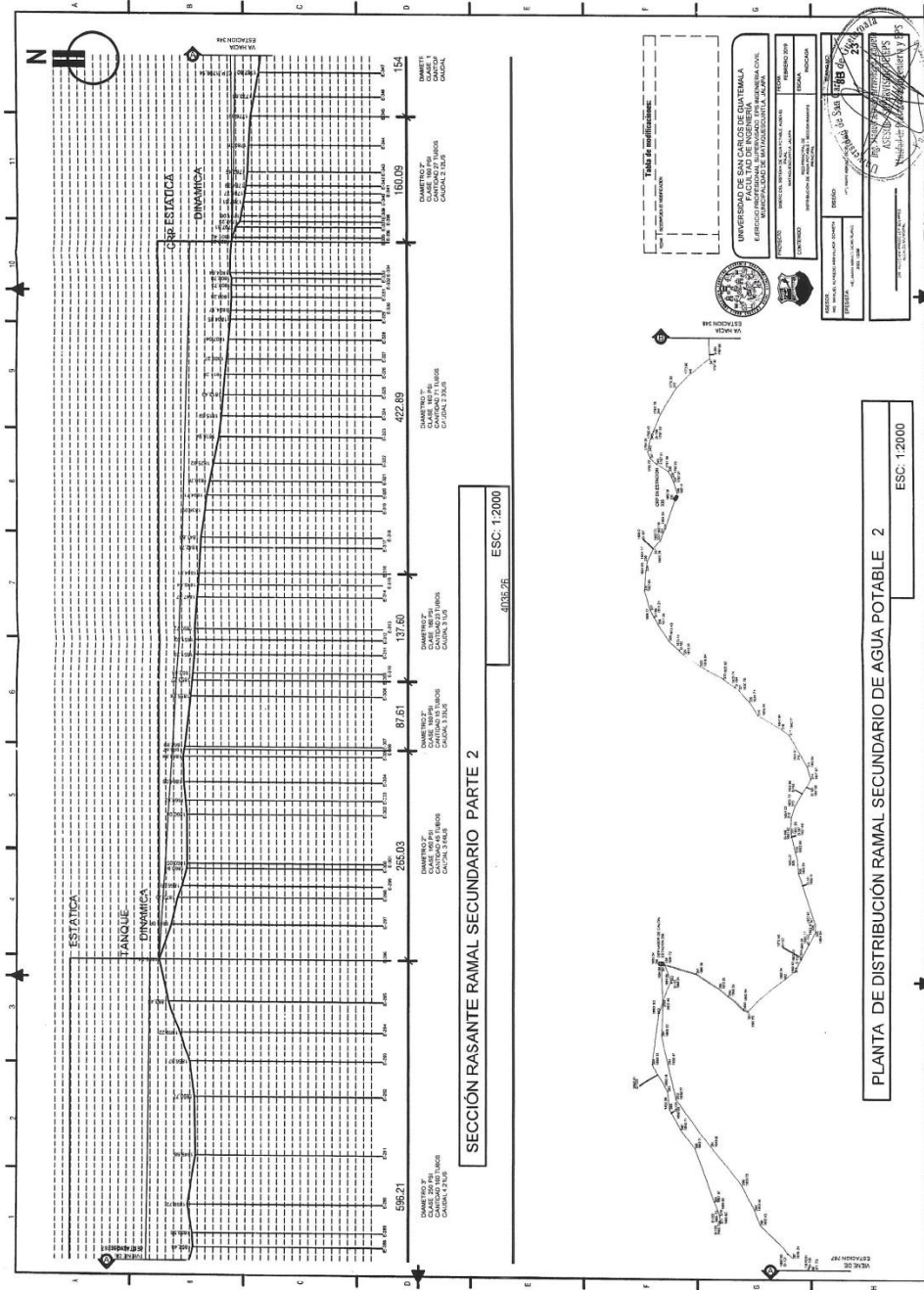
PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA DE LA VILLA DE LA AMERICA
CONTRATO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ZONA DE LA VILLA DE LA AMERICA
FECHA: 2018

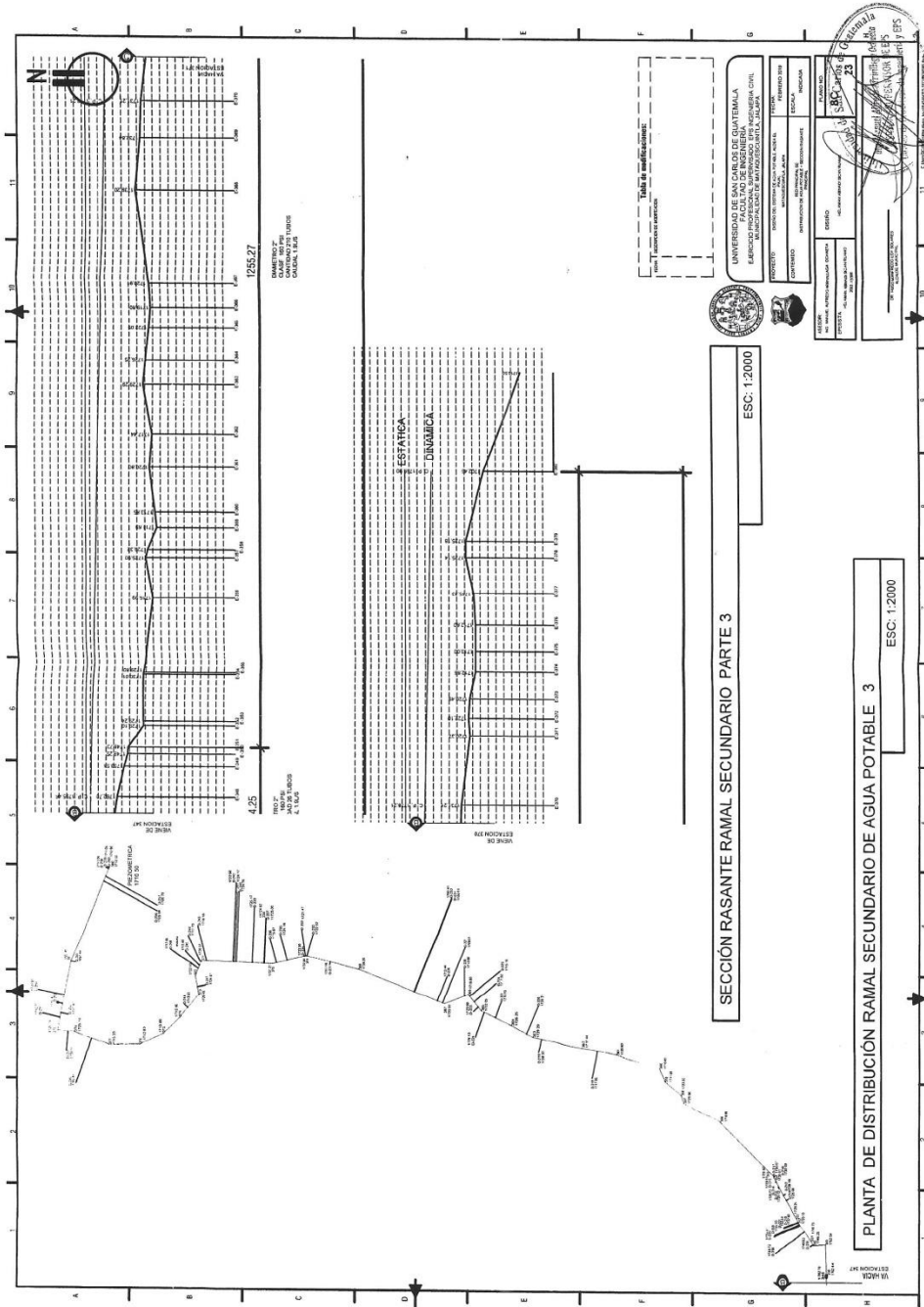
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Ing. Renier Arce
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO









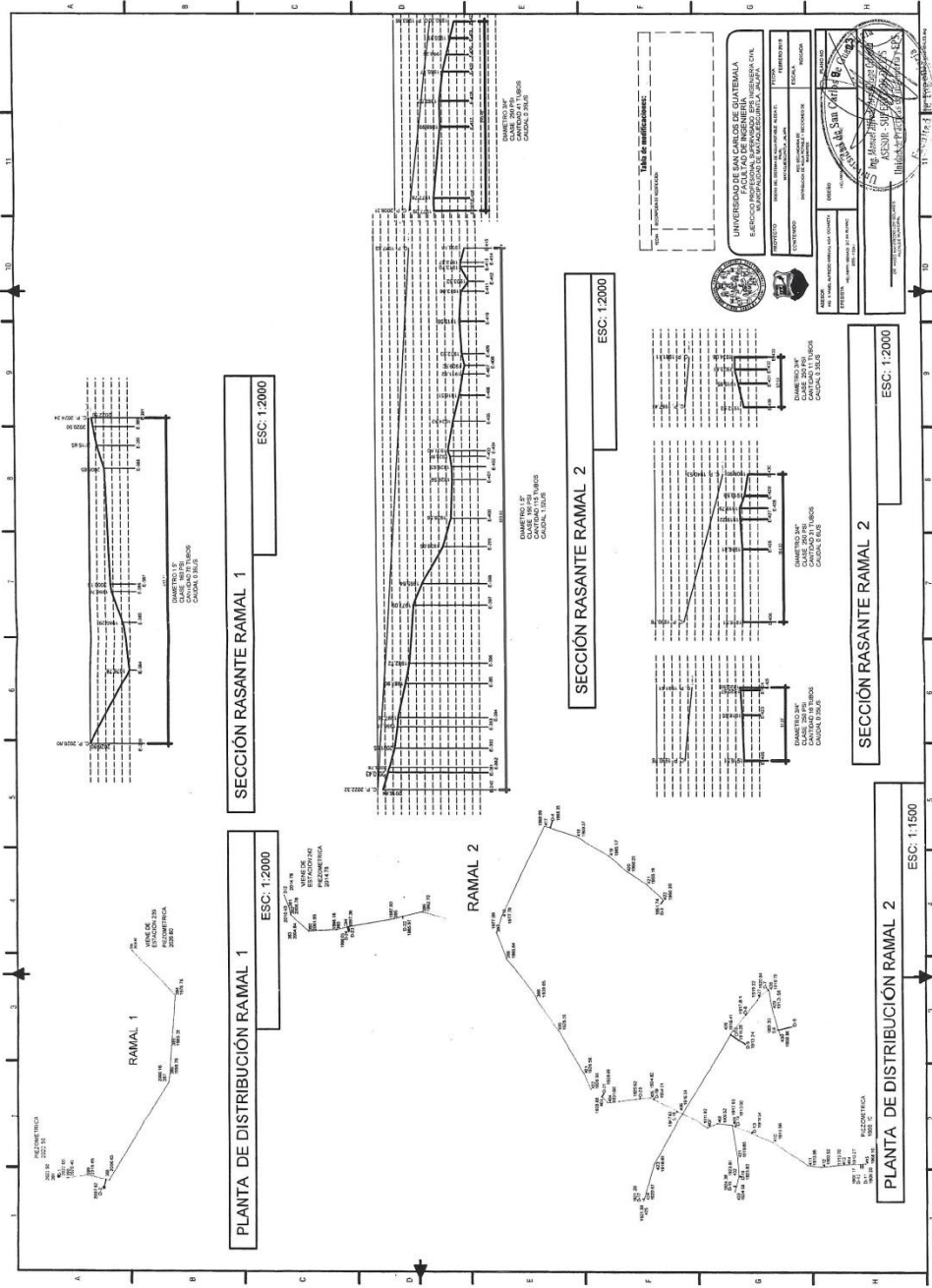


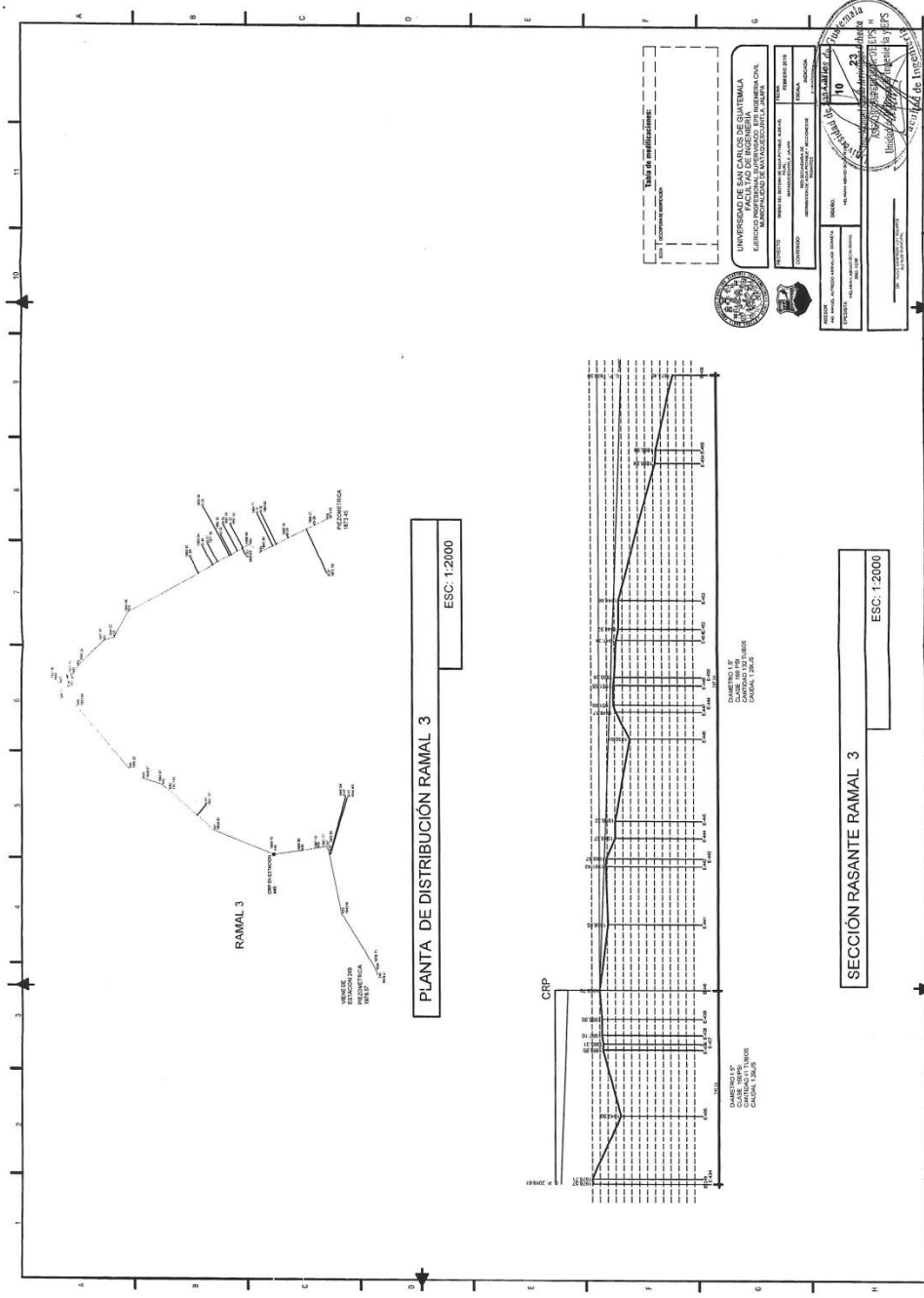
Tabla de modificaciones:

No.	Descripción	Fecha
1
2
3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA CIVIL
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: ...
FECHA: ...
PROFESOR: ...
ESTUDIANTE: ...

Asesorado por: ...
Asesorado por: ...



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 3
ESC: 1:2000

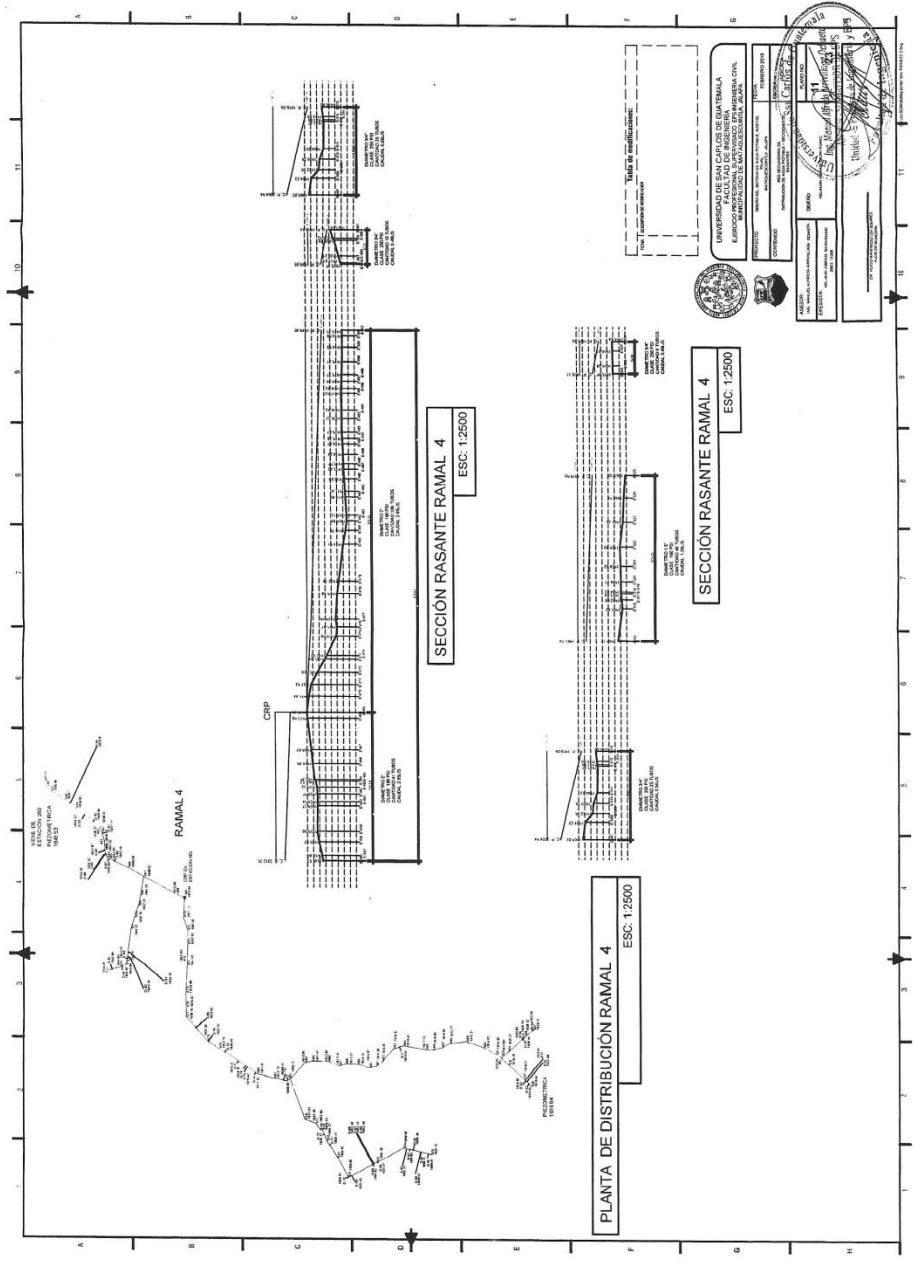
SECCIÓN RASANTE RAMAL 3
ESC: 1:2000

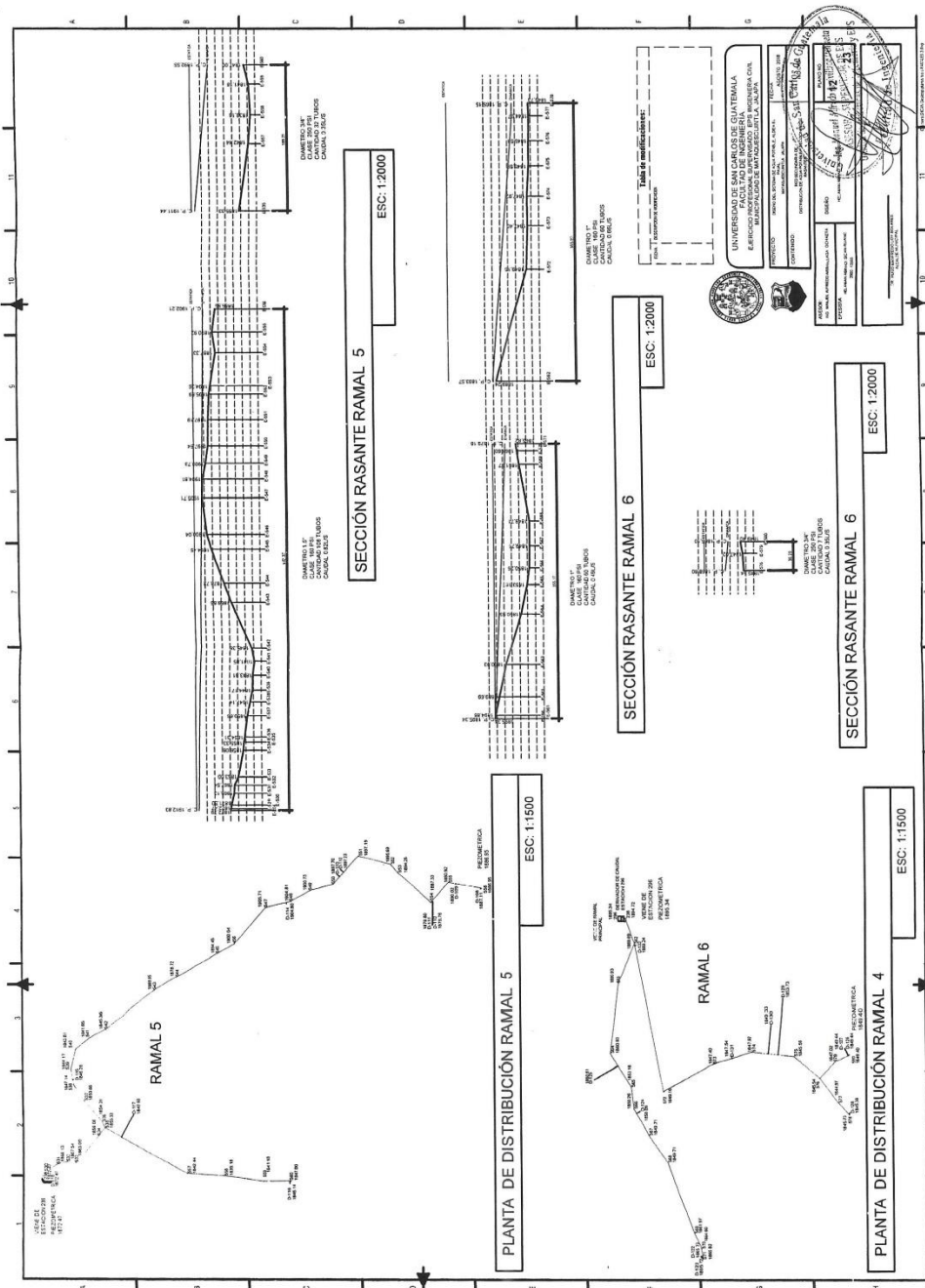
Título de modificación:
No. 1: CORRECCIÓN DE DATOS

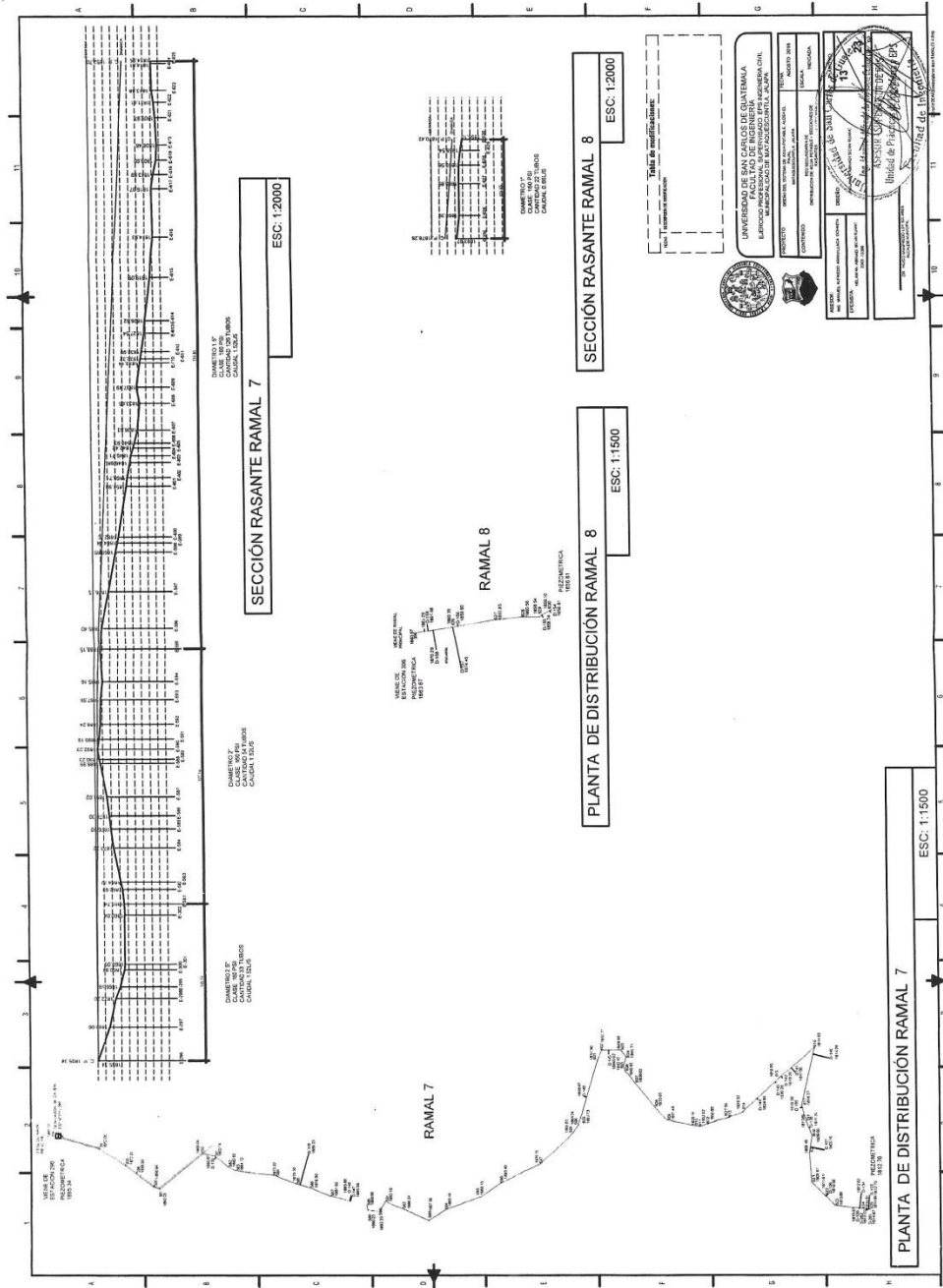
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIDAD DE ENGENNERÍA EN LA AGUA

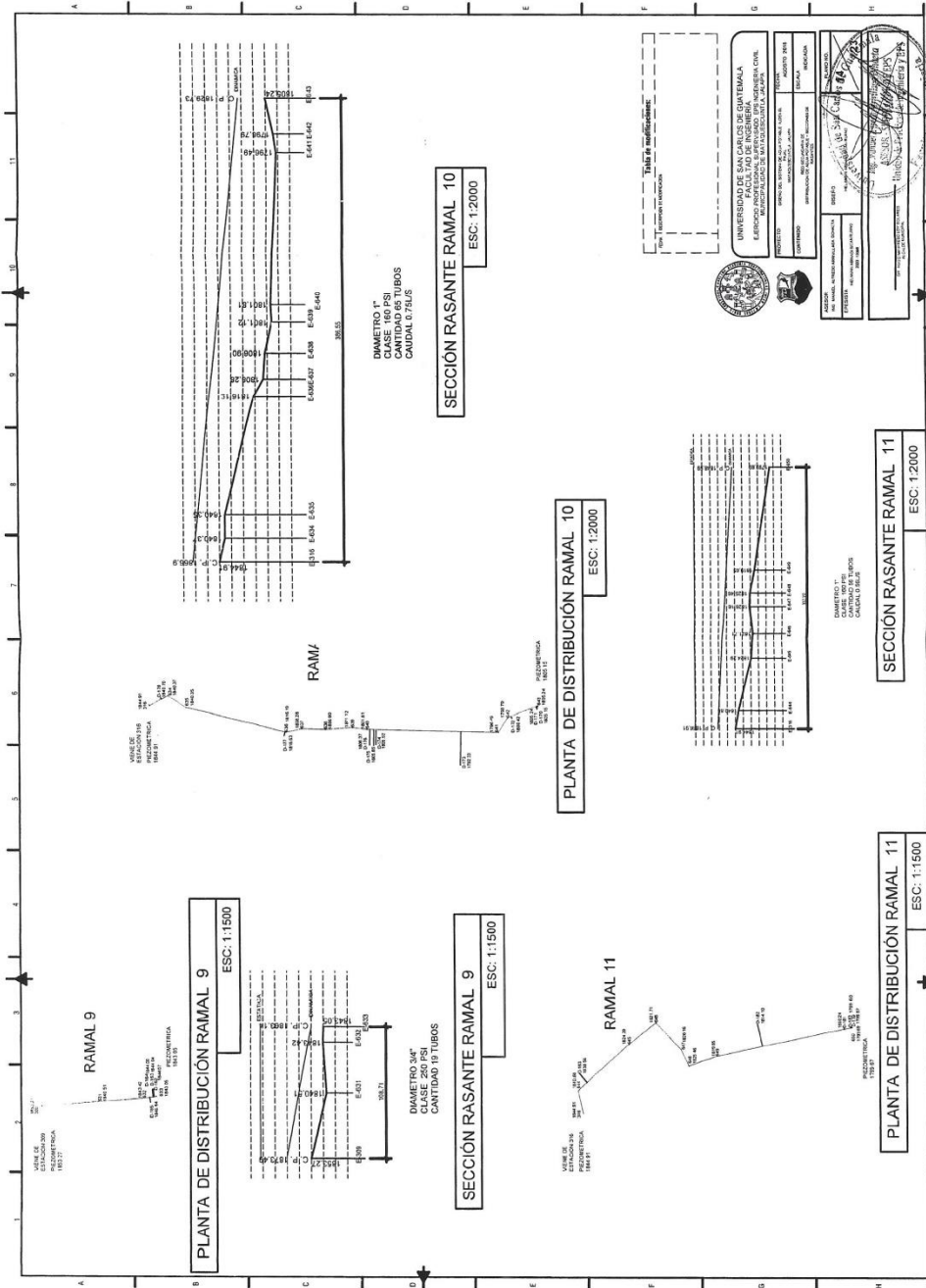
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIDAD DE ENGENNERÍA EN LA AGUA
10/23/2015

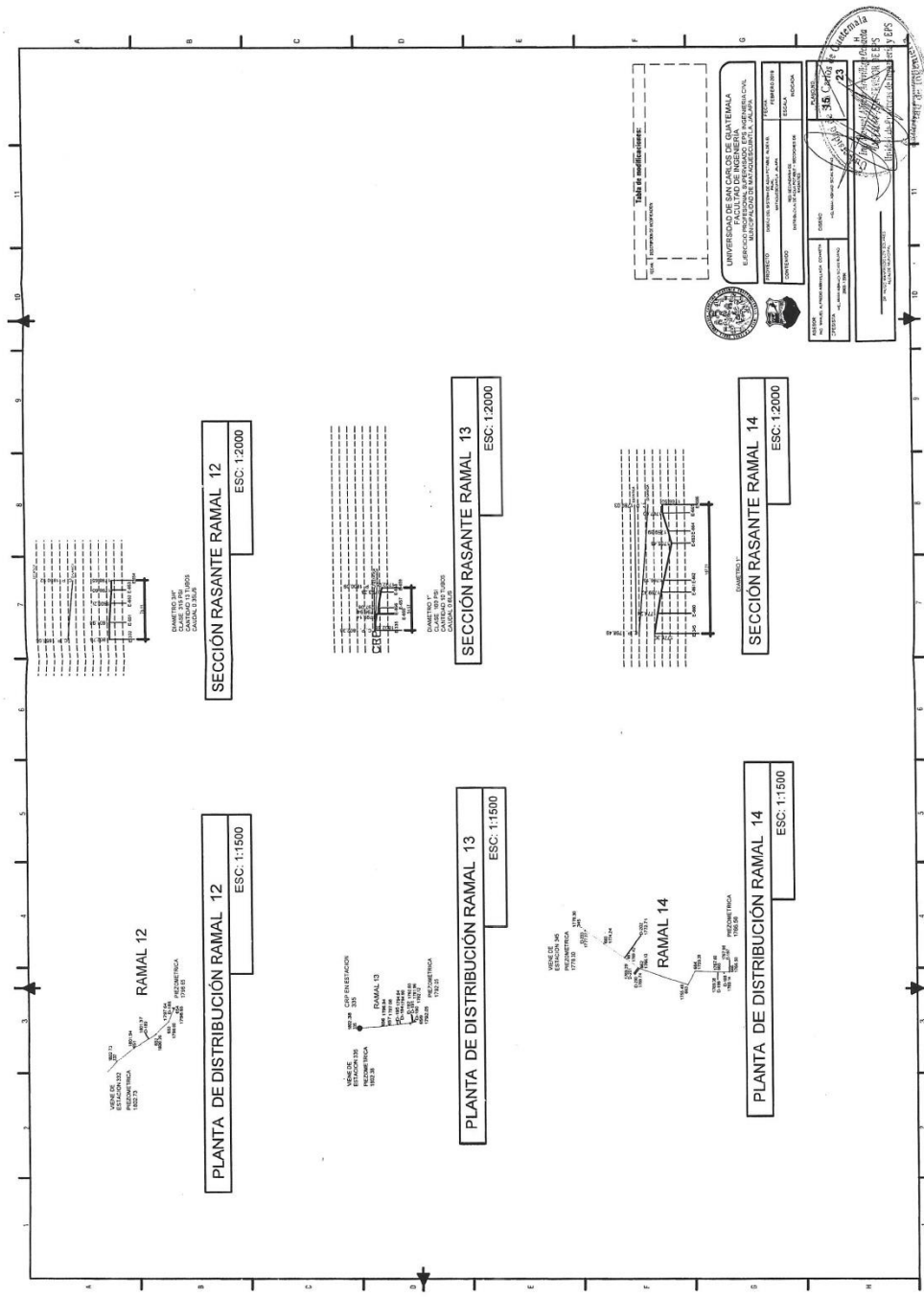


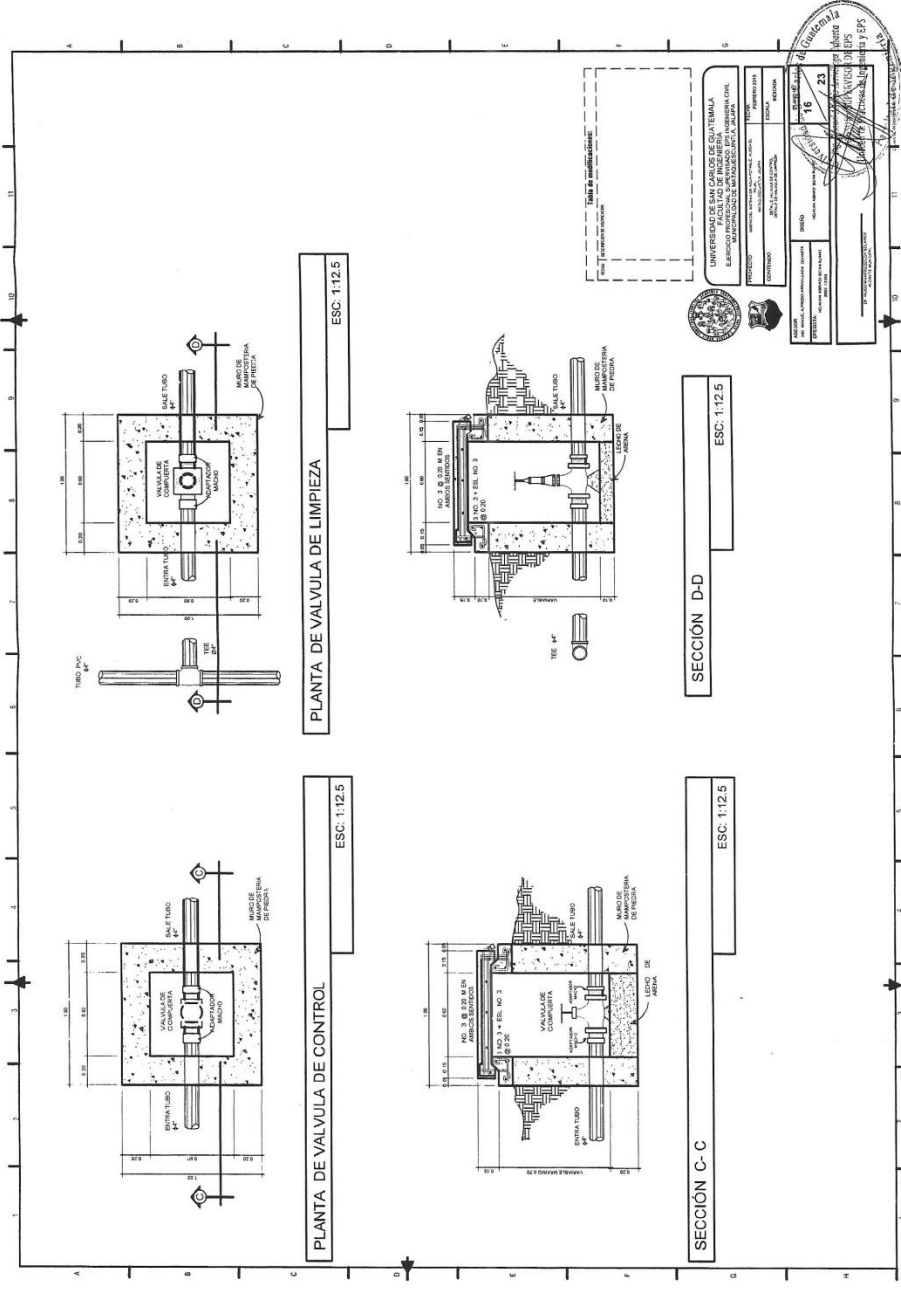












PIANTA DE VALVULA DE CONTROL
ESC: 1:12.5

PIANTA DE VALVULA DE LIMPIEZA
ESC: 1:12.5

SECCION C-C
ESC: 1:12.5

SECCION D-D
ESC: 1:12.5

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS

CONTENIDO: **ANÁLISIS DE UN VALVULO**

PROFESOR: **ING. J. J. GONZALEZ**

ESTUDIANTE: **ING. J. J. GONZALEZ**

FECHA: **16 / 07 / 23**

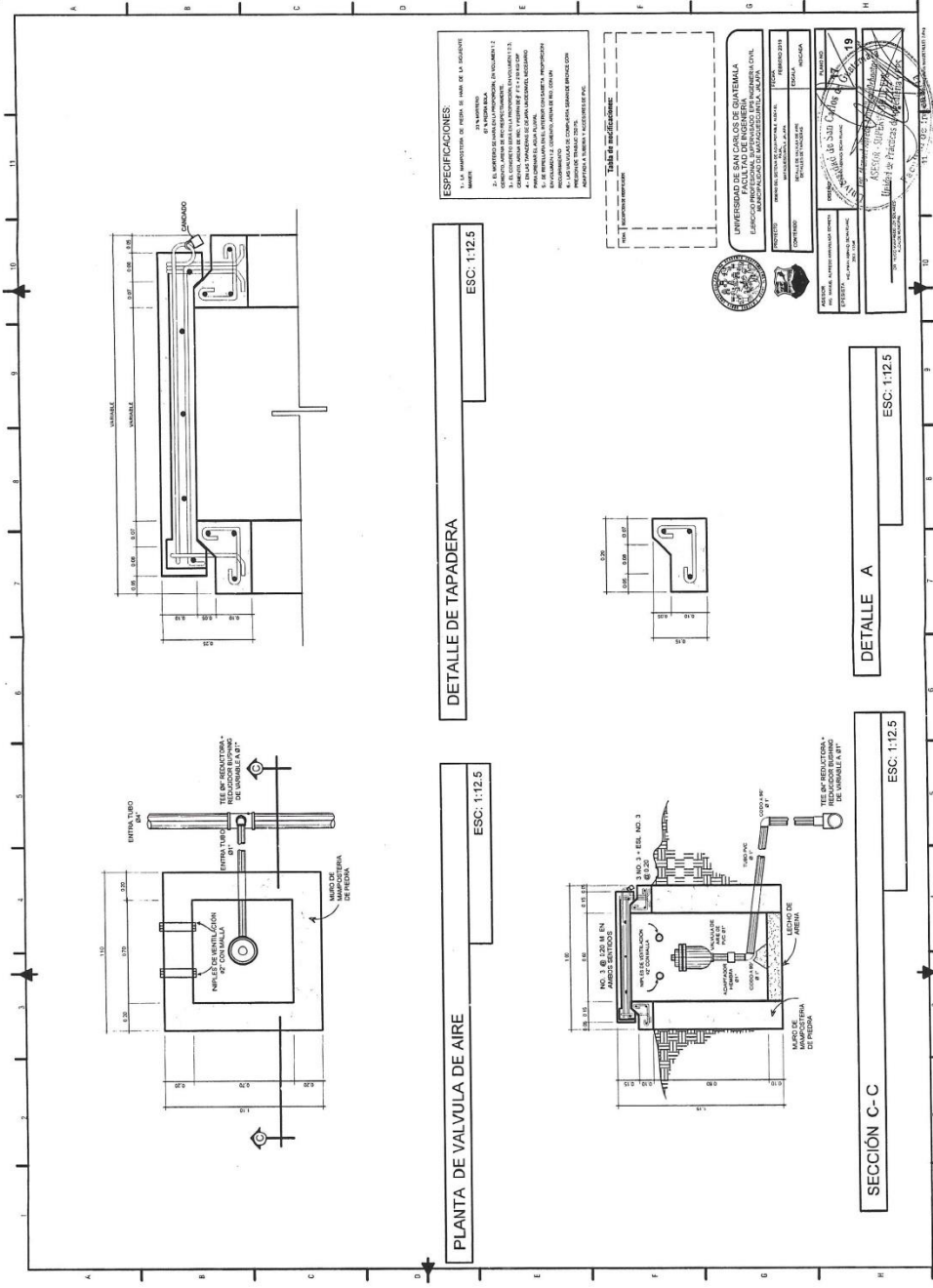
INSTITUCION: **UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

PROFESOR: **ING. J. J. GONZALEZ**

ESTUDIANTE: **ING. J. J. GONZALEZ**

FECHA: **16 / 07 / 23**

INSTITUCION: **UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



PLANTA DE VALVULA DE AIRE
ESC: 1:12.5

DETALLE DE TAPADERA
ESC: 1:12.5

SECCION C-C
ESC: 1:12.5

DETALLE A
ESC: 1:12.5

ESPECIFICACIONES:
 MATERIAL: **ACERO**
 1. SE ENTREGARAN EN SU ESTADO DE FABRICA.
 2. SE ENTREGARAN EN SU ESTADO DE FABRICA.
 3. SE ENTREGARAN EN SU ESTADO DE FABRICA.
 4. SE ENTREGARAN EN SU ESTADO DE FABRICA.
 5. SE ENTREGARAN EN SU ESTADO DE FABRICA.
 6. SE ENTREGARAN EN SU ESTADO DE FABRICA.
 7. SE ENTREGARAN EN SU ESTADO DE FABRICA.
 8. SE ENTREGARAN EN SU ESTADO DE FABRICA.
 9. SE ENTREGARAN EN SU ESTADO DE FABRICA.
 10. SE ENTREGARAN EN SU ESTADO DE FABRICA.
 11. SE ENTREGARAN EN SU ESTADO DE FABRICA.

Tabla de modificaciones:

No.	Descripción	Fecha

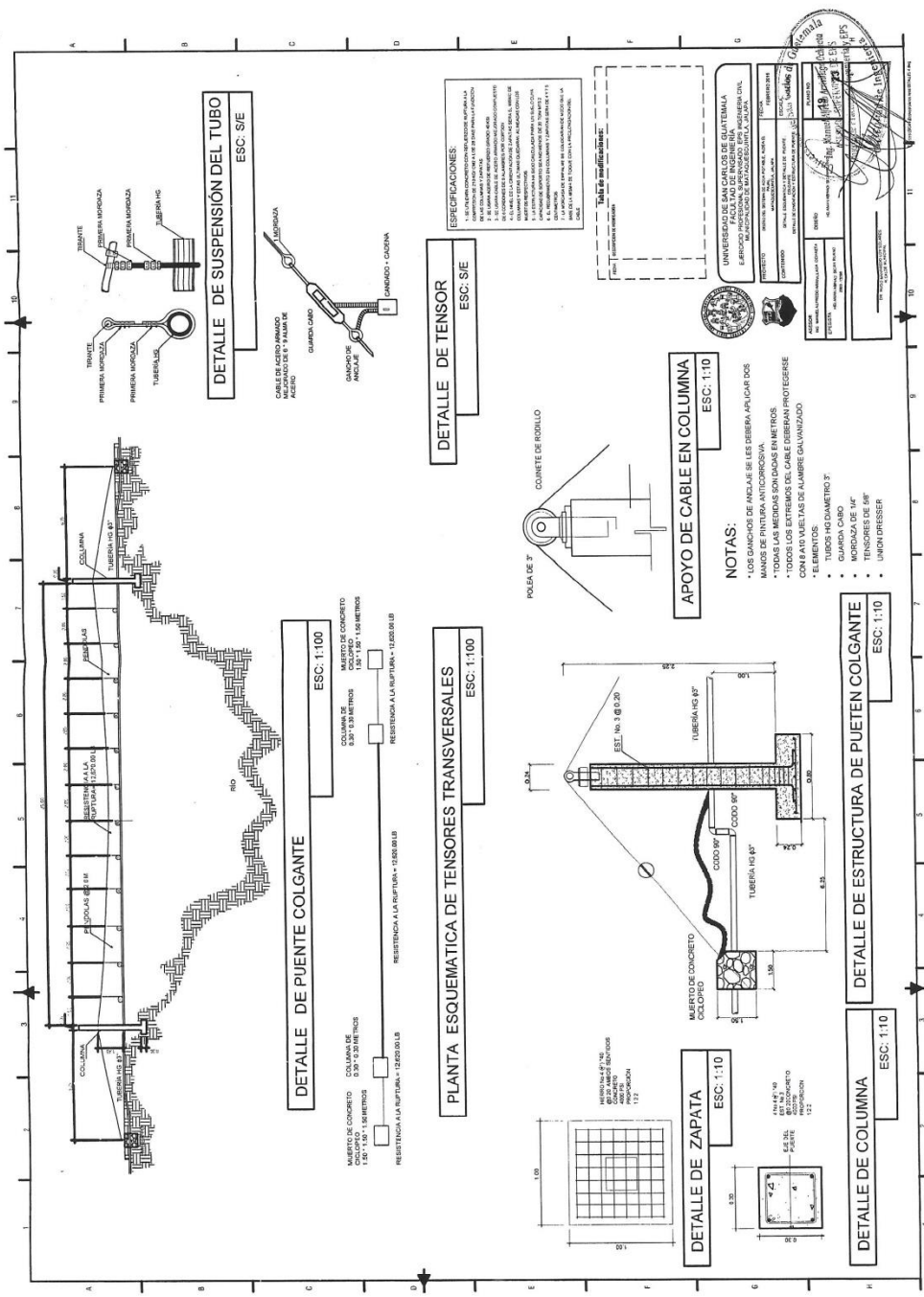
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL

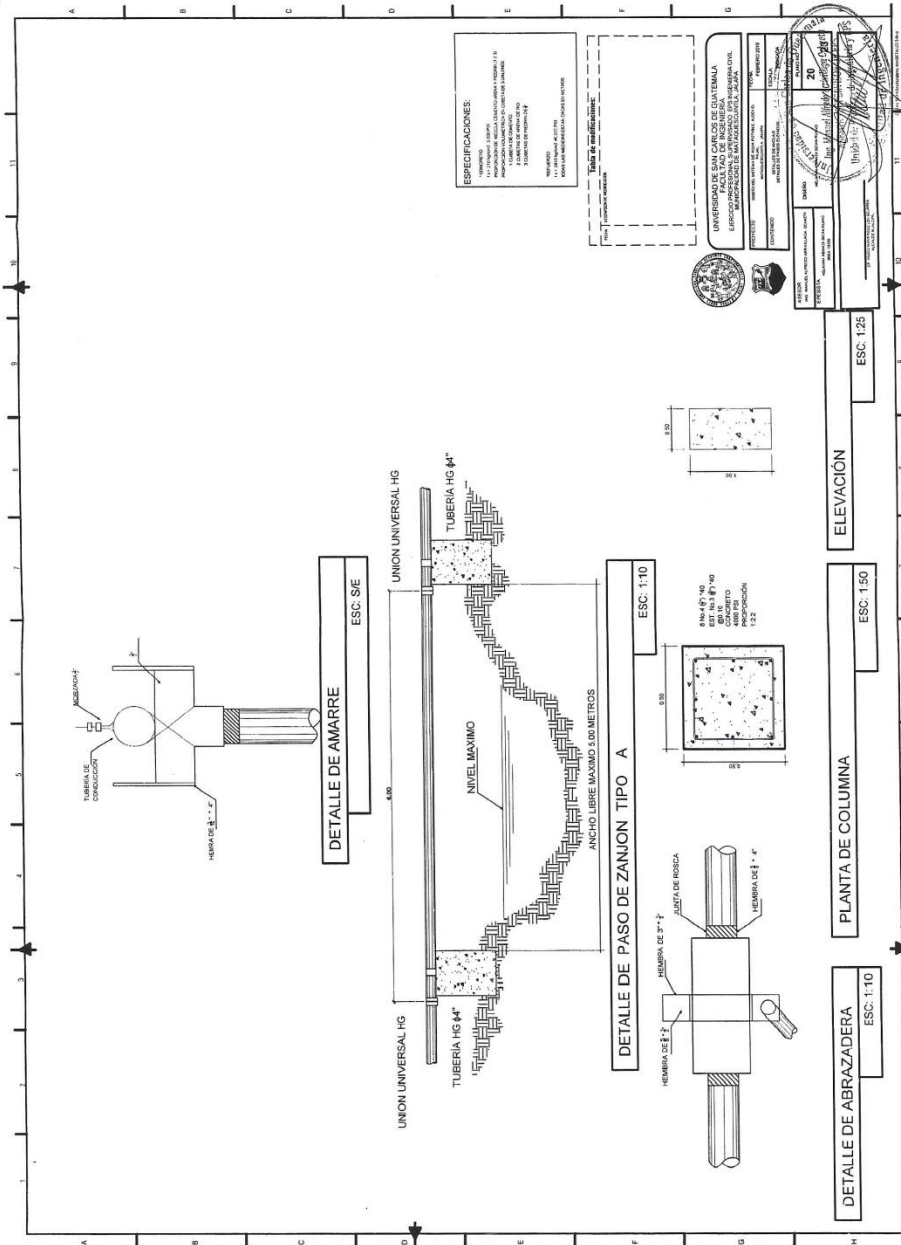
PROYECTO: ...
CLIENTE: ...
FECHA: ...

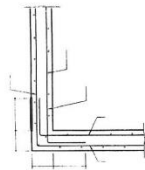
INGENIERO EN JEFE: ...
INGENIERO: ...

ASISTENTE: ...

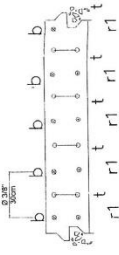
BOLETIN DE CALIFICACION: ...



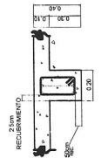




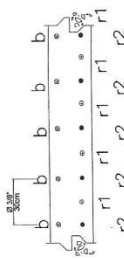
DETALLE DE ESQUINA
ESC: 1:50



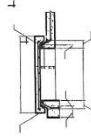
SECCIÓN A-A ARMADO DE LOSA
ESC: 1:50



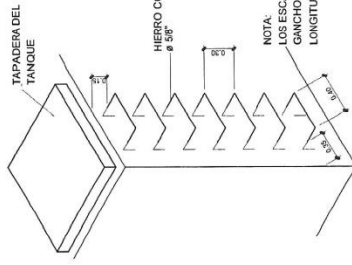
DETALLE DE VIGA
ESC: 1:20



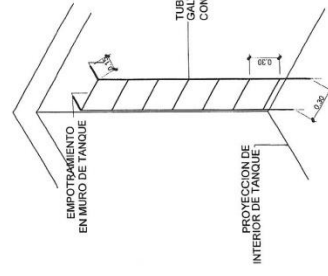
SECCIÓN B-B ARMADO DE LOSA
ESC: 1:50



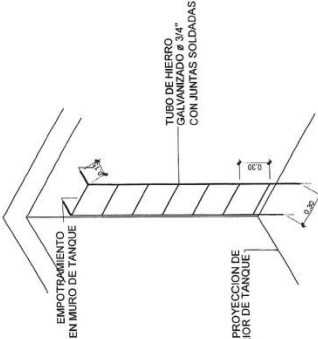
DETALLE DE TAPADERA
ESC: 1:20



ISOMETRICO GRADAS EXTERIORES
ESC: 5/8



ISOMETRICO GRADAS INTERIORES
ESC: 5/8



DETALLE DE TAPADERA
ESC: 1:20

- NOTAS GENERALES**
- 1) SE USARA CONCRETO CON $f_c = 25$ MEGAPASCAL Y ACERO DE $f_y = 420$ MEGAPASCAL.
 - 2) EL ACERO DEBEN SER DE CLASE B.
 - 3) EL ACERO DEBEN SER DE CLASE B.
 - 4) TODOS LOS REQUISITOS INDICADOS DEBEN SER CUMPLIDOS EN EL DISEÑO Y EN LA CONSTRUCCION.
 - 5) EL ACERO DEBEN SER DE CLASE B.
 - 6) EL ACERO DEBEN SER DE CLASE B.
 - 7) EL ACERO DEBEN SER DE CLASE B.
 - 8) EL ACERO DEBEN SER DE CLASE B.
 - 9) EL ACERO DEBEN SER DE CLASE B.
 - 10) EL ACERO DEBEN SER DE CLASE B.
 - 11) EL ACERO DEBEN SER DE CLASE B.
 - 12) EL ACERO DEBEN SER DE CLASE B.

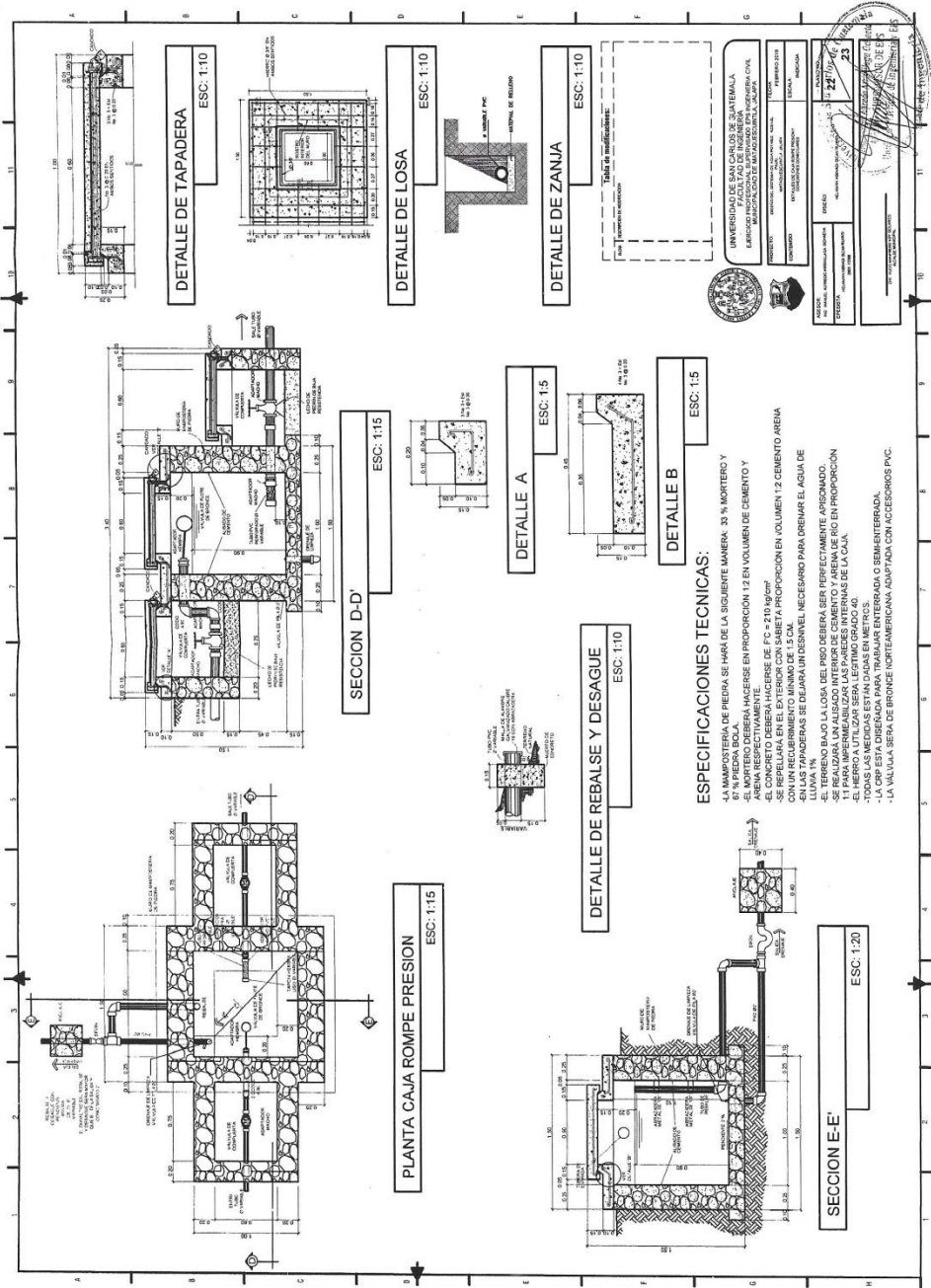


Título de la Edificación

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: ...
AUTOR: ...
FECHA: ...

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ESPECIFICACIONES TECNICAS:

- LA MANSION DE PIEDRA SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA: 25 % MORTERO Y 75 % PIEDRA SOLA.
- EL MORTERO DEBERA HACERSE EN PROPORCION 1:2 EN VOLUMEN DE CEMENTO Y ARENA.
- EL CONCRETO DEBERA HACERSE DE F'c = 210 kg/cm².
- SE REPELLARA EN EL EXTERIOR CON SABETA PROPORCION EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO ARENA CON UN REQUERIMIENTO MINIMO DE 1.5 CM.
- LAS CUBIERTAS DE DEJAR UN ESPESOR NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA 1%.
- EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE ANIVELADO.
- EL PISO DEBERA SER DE PIEDRA CON UN REQUERIMIENTO MINIMO DE 1.5 CM EN PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.
- EL HIERRO A UTILIZAR SERA LEGITIMO GRADO 40.
- LA OBRERA DEBERA TRABAJAR ENTERRADA O SEMI-ENTERRADA.
- LA VALVULA SERA DE BRONCE NORTEAMERICANA ADAPTADA CON ACCESORIOS PVC.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA DE INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: []
CARRERA: INGENIERIA CIVIL
SEMESTRE: []
FECHA: []

INTEGRANTES:
NOMBRE: []
NOMBRE: []
NOMBRE: []

PROFESOR: []

FECHA DE ENTREGA: []

FECHA DE CALIFICACION: []

FECHA DE DEFENSA: []

FECHA DE CALIFICACION FINAL: []

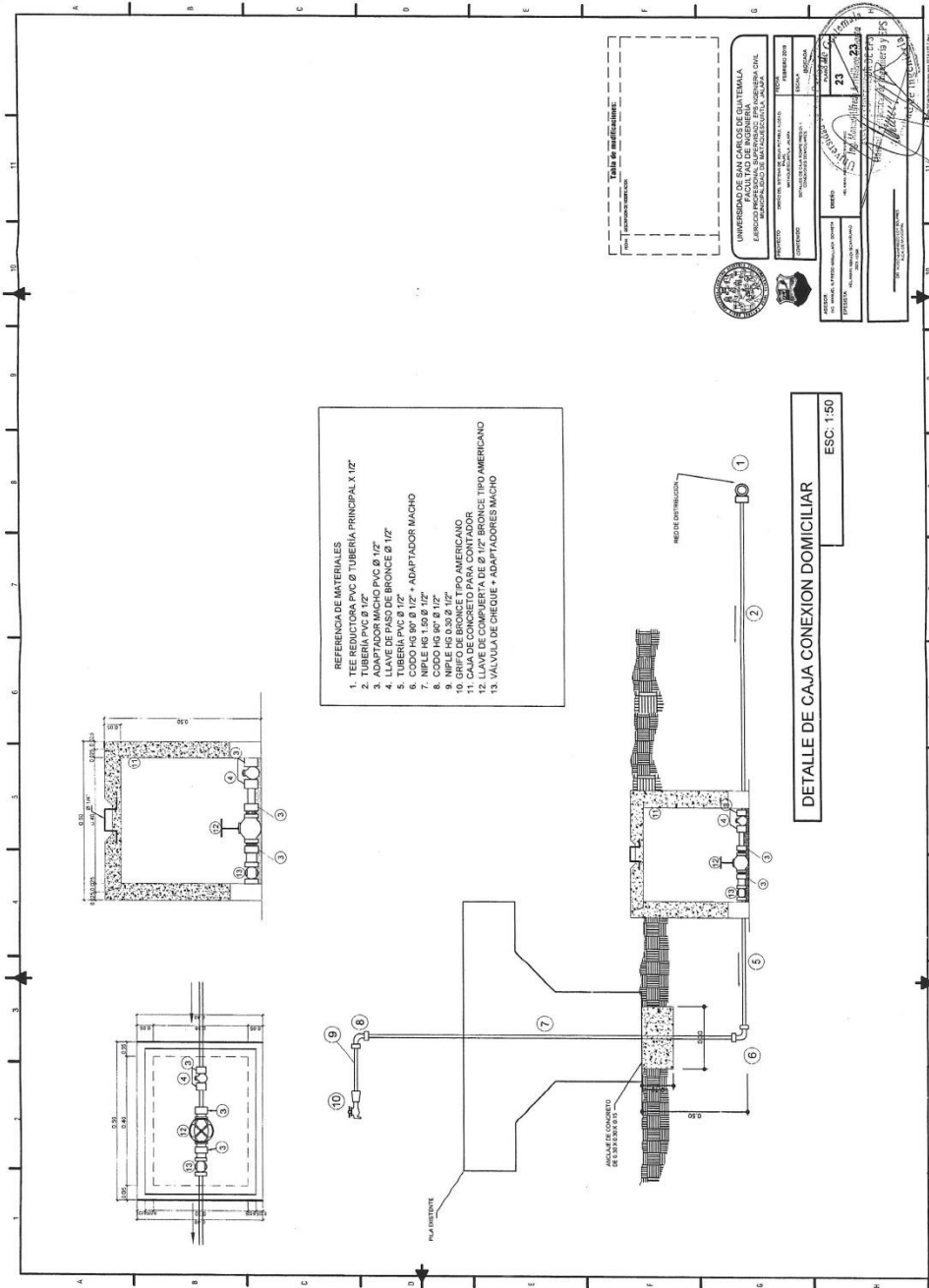
FECHA DE DEFENSA FINAL: []

FECHA DE CALIFICACION FINAL: []

FECHA DE DEFENSA FINAL: []

FECHA DE CALIFICACION FINAL: []

FECHA DE DEFENSA FINAL: []



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: []

FECHA: []

ESTADISTICA: []

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: []

FECHA: []

ESTADISTICA: []

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

ANEXOS

Anexo 1 Análisis microbiológico del agua

1 de 1



Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM

3a. Calle 6-47, Zona 1
Centro Histórico, Guatemala Ciudad
Tel: 2253-1319
Email: lafymusac@gmail.com

Empresa : **MUNICIPALIDAD DE MATAQUESCUINTLA**
N° de la muestra : **2437** (Protocolo firmado)
Temperatura : **Refrigeración**
Muestra : **AGUA**
Captación : **Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase de LAFYM**

Fecha de toma de la muestra : **10/10/2017 09:45**
Fecha de recepción : **11/10/2017 08:48**
Número de lote : **AGUA NACIMIENTO - PROYECTO AGUA EL PAJAL**

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

ANÁLISIS	RESULTADO	Límites COGUANOR NTG 29 001:2,013
Coliformes Totales	Detectable/100 mL(1,046.2 NMP/100 mL)	No detectable/100 mL
Coliformes Fecales	Detectable/100 mL(307.6 NMP/100 mL)	No presenta límites
<i>Escherichia coli</i>	Detectable/100 mL(307.6 NMP/100 mL)	No detectable/100 mL

*Métodos de Referencia: APHA-AWWA-WEF: Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater, 21 ed. 2005.

Conclusión:

La muestra recibida y analizada en el laboratorio, no satisface los criterios microbiológicos de calidad de la norma COGUANOR NTG 29 001, Agua para consumo humano (Agua Potable). Por lo que se considera **SANITARIAMENTE NO SEGURA PARA CONSUMO HUMANO.**

Nomenclatura utilizada:

NMP/100mL Número Más probable por cien mililitros
UFC/100 mL Unidades Formadoras de Colonia por cien mililitros
NTG Norma Técnica Guatemalteca
NPL No Presenta Limite

Licda. Ana Rodas García, QB.
Jefatura

Licda. Ana E. Rodas García
QUÍMICA BIÓLOGA
COL. 2323



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.

Fuente: LAFYM Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 2. Análisis fisicoquímico del agua

1 de 2



Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos - LAFYM

3a. Calle 6-47, Zona 1
Centro Histórico, Guatemala Ciudad
Tel: 2253-1319
Email: lafymusac@gmail.com

Empresa : **MUNICIPALIDAD DE MATAQUESCUINTLA**
N° de la muestra : **2436** (Protocolo firmado)
Temperatura : **Refrigeración**
Muestra : **AGUA**
Captación : **Captado por personal ajeno a LAFYM en un envase de LAFYM**

Fecha de toma de la muestra : **10/10/2017 09:45**
Fecha de recepción : **11/10/2017 08:48**
Número de lote : **AGUA NACIMIENTO - PROYECTO AGUA EL PAJAL**

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE AGUA

PARAMETRO O SUSTANCIA	RESULTADO	COGUANOR NTG 29 001:2013 LMA	COGUANOR NTG 29 001: 2013 LMP
Color	19,0 UPl/Co	5,0 u Pl/Co	35,0
Olor	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
Conductividad	47,01 µS/cm	750 µS/cm	1 500 µS/cm
Salinidad	0,0 mg/L		---
S. Totales disueltos	23,64 mg/ L	500,0 mg/L	1 000,0 mg/L
Turbiedad	1,12 UNT	5,0UNT	15,0 UNT
pH	6,14	7,0 -7,5	6,5 - 8,5
Dureza total(CaCO3)	118,4 mg/ L	100,0 mg/L	500,0 mg/L
Hierro total	0,20 mg/ L		0,3 mg/L
Calcio	23,70 mg/ L	75,0 mg/L	150,0 mg/L
Magnesio	14,38 mg/ L	50,0 mg/L	100,0 mg/L
Manganeso	< 0,05 mg/ L	0,1 mg/L	0,4 mg/L
Nitratos	4,4 mg/ L		50,0 mg/L
Nitritos	0,96 mg/ L		3,00 mg/L
Cloruros	1,2 mg/ L	100,0 mg/L	250,0 mg/L
Sulfatos	4,0 mg/ L	100,0 mg/L	250,0 mg/L
Aluminio	< 0,05 mg/ L	0,050 mg/L	0,10 mg/L
Cinc	0,31 mg/ L	3,0 mg/L	70,0 mg/L
Cobre	0,04 mg/ L	0,050 mg/L	1,500 mg/L

*Métodos de Referencia: APHA-AWWA-WEF: Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater, 21 ed. 2005.

Conclusión:

La muestra recibida y analizada en el laboratorio satisface los criterios de calidad de la norma COGUANOR NTG 29 001, Agua para consumo humano (Agua Potable). Especificaciones. A excepción del pH.


Nomenclatura utilizada:

LMA Límite Máximo Aceptable
LMP Límite Máximo Permisible



Continuación del anexo 2.

2 de 2

Licda. Ana  de García, QB.
Jefatura

Licda. Ana E. Rodas Garcia
QUÍMICA BIÓLOGA
COL. 2323



*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.*

Fuente: LAFYM Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 3. Evaluación ambiental Inicial

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial, colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • 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: vunica@marn.gob.gt • 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). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>
I. INFORMACION LEGAL	
I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (OBLIGATORIAMENTE que tenga relación con la actividad a realizar):	
Diseño del sistema de agua potable aldea El Pajal, Mataquescuintla, Jalapa	
1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento.	
Proyecto de agua potable	
I.2. Información legal:	
A) Persona Individual:	
A.1. Representante Legal: Hugo Manfredo Loy Solares	
A.2. No. de CUI del Documento Personal de Identificación (DPI): 1966361242107	
B) De la empresa:	
Razón social:	
Nombre	
Comercial:	
No. _____	De _____ Escritura _____
Fecha _____	de _____ constitución:
Patente de Sociedad _____	Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____

Continuación del anexo 3.

Patente de Comercio	Registro No. _____	Folio No. _____	Libro No. _____
C) De la Propiedad:			
No. De Finca _____	Folio No. _____		Libro No. _____
_____ de _____ dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.			
D) De la Empresa y/o persona individual:			
Número _____	de _____	Identificación Tributaria _____	(NIT): _____
3208079			
INSTRUCCIONES			PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono <u>79242266</u> Correo electrónico: <u>munimataquescuintla@hotmail.com</u>			
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)			
El proyecto está ubicado en la aldea El Pajal, consta de la construcción de dos captaciones de brote definido, una caja unificadora de caudal, línea de conducción con un total de 5 400 m, tanque de almacenamiento de 110m ³ , clorinador, 10218 m de conducción, 262 conexiones domiciliarias.			
Especificar coordenadas geográficas			
14° 31' 00" N 90° 13' 02" W			
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)			
2 av. "A" 1-23 zona 1 Mataquescuintla, Jalapa			
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre, profesión, número de teléfono y correo electrónico del mismo			
II. INFORMACION GENERAL			
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:			
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono	
<ul style="list-style-type: none"> • Zanjeo • Colocación de tuberías • Construcción de obras de arte 	<ul style="list-style-type: none"> • Fontanero para operación y mantenimiento del proyecto • Tabletas para hipo clorador 	No utilizar el agua del sistema con el respectivo, podría ocasionar enfermedad	

Continuación del anexo 3.

II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> Tanque de almacenamiento Domiciliares 		
II.3 Área a) Área total de terreno en metros cuadrados: _____ 868.98 m ² _____ b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: _____ Área total de construcción en metros cuadrados: _____		
INSTRUCCIONES		PARA INTERNO MARN
II.4 Actividades colindantes al proyecto: NORTE Rudy Cruz _____ SUR Margarita del Cid Pineda de Oliva _____ ESTE Margarita del Cid Pineda de Oliva _____ OESTE Margarita del Cid Pineda de Oliva _____ Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):		
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
Zanjón	norte	10 m
Terreno montañoso	sur	1 m
Nacimiento	este	3 m
Terreno montañoso	oeste	1m
II.5 Dirección del viento: De norte a sur		
II.6 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto? a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos (x) d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()		
Detalle la información Por las características topográficas del terreno donde se encuentra el nacimiento y el terreno para la construcción del tanque podrían ocasionarse deslizamientos de tierra _____ _____ _____		
_____ _____		

Continuación del anexo 3.

II.7 Datos laborales							
a) Jornada de trabajo:	Diurna (x)	Nocturna ()	Mixta ()	Horas Extras _____			
b) Número de empleados	por jornada _____		6	Total empleados _____			6

II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, ENTRE OTRO...

INSTRUCCIONES				PARA USO INTERNO DEL MARN			
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, ENTRE OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico						
	Pozo	no					
	Agua especial	no					
	Superficial	no					
Combustible	Otro	no					
	Gasolina	no					
	Diesel	no					
	Bunker	no					
	Glp	no					
	Otro	no					
Lubricantes	Solubles	no					
	No solubles	no					
Refrigerantes							
Otros							

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

III. IMPACTO AL AIRE

GASES Y PARTICULAS

III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?

NO

MITIGACION

III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?

Continuación del anexo 3.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p> <p>NO</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, entre otros.)</p> <p>N/A</p> <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?</p> <p>N/A</p>	
OLORES	
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, entre otros.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:</p> <p>NO</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p> <p>N/A</p>	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p>c) <u>Mezcla</u> de las anteriores</p> <p>d) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	

Continuación del anexo 3.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p><u>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</u></p> <p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>a) sistema de tratamiento b) Capacidad c) Operación y mantenimiento d) Caudal a tratar e) Etc.</p>	
<p><u>DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES</u></p> <p>IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior La comunidad solo cuenta con fosas sépticas</p>	
<p><u>AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)</u></p> <p>IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, entre otros.) <u>Las aguas de lluvia van a desfogara a zanjones y causes de río</u></p>	
<p><u>V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)</u></p>	
<p><u>DESECHOS SÓLIDOS</u> <u>VOLUMEN DE DESECHOS</u></p> <p>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</p> <p><input type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día _____</p> <p><input type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día _____</p> <p><input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día _____</p> <p><input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día _____</p>	
<p>V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, entre otros.):</p> <p>N/A</p>	
<p>V.3. Partiendo de la base que todos los desechos peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?</p>	
<p>V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado</p>	
<p>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado</p>	
<p>V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?</p>	
<p>V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)</p>	

Continuación del anexo 3.


INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____ 0 _____	
VI.2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público _____	
b) Sistema privado _____	
c) generación propia _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO _____ x _____	
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? _____	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ENTRE OTROS.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen: - Bosques x - Animales x - Otros _____	
Especificar información _____ Por donde se conducirá la tubería Existe tanto bosques como animales silvestres estos no se verán afectados dado que se enterrará la tubería _____	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? No	
VII.3 Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (X) Por qué? No solo es traslado de agua del nacimiento hacia la comunidad	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.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 _____ b) Tipo de vehículo _____ c) sitio para estacionamiento y área que ocupa _____ d) Horario de circulación vehicular _____ e) Vías alternas _____	
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? No	

Continuación del anexo 3.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES</p> <p>IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:</p> <p>a) <input type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico <u>NO</u></p> <p>b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico <u>NO</u></p> <p>c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico <u>NO</u></p> <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada</p>	
<p>ASPECTOS SOCIAL</p> <p>IX.3. En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (x)</p> <p>IX.4 Qué tipo de molestias?</p> <p>IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario?</p>	
<p>PAISAJE</p> <p>IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explique por qué? Si Visualmente el entorno se transforma por las obras de arte tales como pasos aéreos, cajas rompe presión, cajas de válvulas de aire y de limpieza.</p>	
<p>X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</p>	
<p>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>a) <input 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> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: No existen riesgos a la salud</p>	
<p>X.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa 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: El riesgo es bajo, sin embargo como en toda actividad los accidentes ocurren por lo cual se recomienda a el encargado de amntenimiento y operación del proyecto tomar las medidas de seguridad correspondientes</p>	
<p>Equipo de protección personal</p> <p>X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI () NO (x)</p> <p>X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:</p> <p>X.6 ¿Qué medidas ha realizado ó que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p>	

Fuente: Ministerio de Ambiente.

Anexo 4. Análisis de riesgo en la inversión pública.

REPORTE DEL ANALISIS DE GESTION DE RIESGO EN LA INVERSION PUBLICA		
Sistema nacional de Inversion Publica, SNIP		Boleta SNIP R-1
Dirección de Gestión de Riesgo		
Boleta de Identificación y Evaluación de Riesgo en Proyectos de Inversión Pública		
Departamento:	JALAPA	Municipio: MATAQUESCUINTLA
ZONA INFLUENCIA (comunidad, aldea, municipio, región)	ALDEA EL PAJAL, MATAQUESCUINTLA, JALAPA.	
Nombre del Proyecto	SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PAJAL	nombre del formulador Helamán Abinadi Sicán Ruano
Fecha:	20/06/2018	
VALORACION VULNERABILIDADES		CRITERIOS DE CALIFICACION
EXPOSICION	1.00	Sitio con Baja Exposición
FRAGILIDAD	2.55	Proyecto con Alta Fragilidad
RESILIENCIA	1.93	Proyecto con mediana Resiliencia
Amenazas	NIVEL DE AMENAZA EN MEDIANA	DESCRIBA LAS MEDIDAS DE MITIGACION / PREVENCIÓN DE ACUERDO A LOS RESULTADOS DEL ANALISIS Y LOS CRITERIOS DE CALIFICACION (si no es suficiente el espacio, agregar hoja anexa)
Naturales	3	
Terremotos (sismos)	3	
Tsunami (tsunamis)	--	
Eruptores Volcánicos (ceniza, piroclastos, lahares, lava, gases, etc)	--	
Deslizamientos	--	
Derrumbes	--	
Hundimientos	--	
Inundaciones	--	
Huracanes y/o depresiones tropicales	3	
Olas ciclónicas (mareas altas)	--	
Sequías	--	
Desertificación	--	
Heladas (congelación)	--	
Onda de frío (pausas de aire frío)	--	
Onda de calor (temperaturas altas fuera del promedio normal)	--	
Radiación solar intensa	--	
Vientos Fuertes	--	
Sedimentación	--	
Otra (especifique)	--	
Socio-Naturales	--	
Incendios forestales	--	
Erosión (hídrica o eólica)	--	
Deforestación	--	
Agotamiento acuíferos	--	
Desecamientos de ríos	--	
Otra (especifique)	--	
Antropicas	3.5	
Incendios estructurales	--	
Derrames hidrocarburos	--	
Contaminación por uso agroquímicos	--	
Contaminación del aire	--	
Contaminación por ruido	--	
Contaminación eléctrica (alta tensión) y electromagnética (antenas telefónicas)	3	
Contaminación por desechos sólidos	3.5	
Contaminación por desechos líquidos	3.5	
Epidemias	--	
Problemas relacionados a residuos y/o procesos productivos	--	
Aglomeraciones	--	
Explosiones	--	
Hundimientos por colapso de drenajes y/o acción del hombre.	--	
Manifestaciones Violentas	--	
Grupos delincuenciales	--	
Linchamientos	--	
Conflictos sociales	--	
Accidentes (terrestres, aéreos, marítimos)	--	
Otra (especifique)	--	
ANEXOS OBLIGADOS:		FIRMA Y SELLO FORMULADOR:
<ol style="list-style-type: none"> Mapa de identificación de las amenazas de la Zona y sitio del proyecto. Fotografías del sitio. Matrices de Exposición, Fragilidad, Resiliencia. Dictamen del análisis del Evaluador institucional (Delegado Adjunto de SEGEPLAN, UTD, DMP, SECTORIALES, y/o quien designe la institución). 		REVISION / EVALUACION NOMBRE DEL EVALUADOR: LUIS OSWALDO DONIS DURAN CARGO: DIRECTOR DMP INSTITUCION: MUNICIPALIDAD DE MATAQUESCUINTLA, JALAPA SE CONSIDERARON LAS MEDIDAS ADECUADAS Y RECOMENDADAS DE REDUCCION DE RIESGO EN EL PRESENTE PROYECTO. (si es necesario adjuntar reporte adjunto) SI: _____ NO: _____ RECOMENDACIONES DEL EVALUADOR: _____ FIRMA: _____ SELLO: _____ LUGAR Y FECHA: MATAQUESCUINTLA, JALAPA _____ FECHA: 20 DE JUNIO DEL 2018 _____

Continuación del anexo 4.

ANEXO: matriz de exposición			
Departamento:	JALAPA		
Municipio:	MATAQUESCUINTLA		
Zona:	ALDEA EL PAJAL, MATAQUESCUINTLA, JALAPA.		
Nombre del Proyecto:	SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PAJAL		
Nombre del formulador:	Helamán Abinadi Sicán Ruano		
Fecha:	20/06/2018		
	Tema/componente/variable	Calificación	Peso relativo
2.1	Exposición del sitio	1.00	0.26
2.1.1	Componente bioclimático	1	0.33
1	Confort higrotérmico	1	
2	Orientación	1	
3	Viento	2	
4	Precipitación	1	
5	Ruido	1	
6	Calidad del aire	1	
2.1.2	Componente de geología	1	0.08
7	Sismicidad	1	
8	Erosión	1	
9	Deslizamientos	1	
10	Vulcanismo	1	
11	Rangos de pendiente	1	
12	Calidad del suelo	1	
13	Uso del suelo	1	
14	Formación geológica	1	
2.1.3	Componente de ecosistema	1	0.12
15	Suelos agrícolas	2	
16	Hidrología superficial	1	
17	Hidrología subterránea	1	
18	Lagos	0	
19	Áreas frágiles	1	
20	Sedimentación	2	
2.1.4	Componente de medio construido	1	0.17
21	Radio de acción	1	
22	Accesibilidad	1	
23	Acceso a servicios	1	
24	Consideraciones urbanísticas	2	
25	Usos del suelo y fuentes contaminantes	1	
26	Normas urbanas	1	
27	Áreas comunales	1	
28	Facilidades de tratamiento de desechos	1	
29	dimensionalidad del proyecto	1	
2.1.5	Componente de contaminación	1	0.26
30	Desechos sólidos y líquidos	1	
31	Industrias contaminantes	0	
32	Líneas de alta tensión	2	
33	Peligro de explosiones e incendios	1	
34	Lugares de vicio	0	
35	Servicios de recolección de desechos	1	
2.1.6	Componente institucional y social	1	0.04
36	Conflictos territoriales	1	
37	Seguridad ciudadana	1	
38	Marco legal	1	
39	Participación ciudadana	1	
40	Importancia socioeconómica	1	
41	Calidad de vida	1	
42	conducta local.	2	

Continuación del anexo 4.

ANEXO: matriz de vulnerabilidad por fragilidad			
Departamento:	JALAPA		
Municipio:	MATAQUESCUINTLA		
Zona:	ALDEA EL PAJAL, MATAQUESCUINTLA, JALAPA.		
Nombre del Proyecto:	SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PAJAL		
Nombre del formulador:	Helamán Abinadi Sicán Ruano		
Fecha:	20/06/2018		
Cuadro 7			
ESTRUCTURA DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD			
	Tema/componente/variable	Calificación	Peso relativo
2.2	Vulnerabilidad por fragilidad	2.55	0.64
2.2.1	Componente de sistema estructural	2	0.16
43	Uso de normas estructurales adecuadas	2	
44	seguridad de los cimientos	3	
45	Distribución en planta	2	
46	Arriostamiento adecuad	2	
47	Redundancia estructural	2	
48	Forma en planta de la edificación	1	
49	Relación longitud/ancho	2	
50	Forma en elevación	2	
51	Trayectoria de fuerzas verticales	3	
52	Pisos superiores salientes	0	
53	Concentraciones de masa en el piso superior	0	
54	Interacción elementos no estructurales	1	
55	Columnas cortas	2	
56	Viga fuerte/columna débil	0	
57	Pisos suaves	0	
58	Proximidad entre edificios	0	
2.2.2	Componente de materiales construcción	2.5	0.28
59	Disponibilidad de materiales	3	
60	Renovabilidad de las fuentes	2	
61	Agresividad del proceso	2	
62	Calidad y durabilidad del material	3	
63	Protección/prevención	3	
64	Facilidad de sustitución o reparación	2	
2.2.3	Componente de adaptación del proyecto	3	0.51
65	Adaptación del proyecto al medio	3	
66	Adaptación del proyecto a la cultura local	1	
67	Funcionalidad del proyecto	3	
68	Confort ambiental del proyecto	3	
69	Mano de obra para la ejecución del proyecto	3	
70	Equipo para la ejecución del proyecto	3	
71	Generación de desechos durante ejecución	2	
72	Eliminación de desechos del proyecto	3	
73	Control de la ejecución del proyecto	3	
74	Externalidades del proyecto	1	
2.2.4	Componente de seguridad no estructural	0	0.05
75	Seguridad instalaciones eléctricas	3	
76	Sistema iluminación interna y externa	1	
77	Ubicación y seguridad cilindros de gas	0	
78	Abatimiento y ancho adecuado de las puertas	0	
79	Condiciones de seguridad de ventanales	0	
80	Condiciones de seguridad muros cerramiento	0	
81	Condiciones de seguridad techos y cubiertas	0	
82	Condiciones de seguridad pisos	0	
83	Condiciones elementos ornamentales	0	
84	Condiciones de seguridad divisiones internas	0	
85	Condiciones de seguridad cielos falsos	0	
86	Condiciones de seguridad sistema incendios	1	
87	Otros elementos arquitectónicos	1	
88	Condiciones seguridad circulación horizontal	2	
89	Condiciones de seguridad gradas y rampas	1	
90	Condiciones de seguridad vías de acceso	2	
91	Ancho de corredores	0	
92	Ancho y dimensiones de las gradas	2	
93	Ubicación y capacidad gradas y rampas	2	

Continuación del anexo 4.

ANEXO: matriz de vulnerabilidad por resiliencia			
Departamento:	JALAPA		
Municipio:	MATAQUESCUINTLA		
Zona:	ALDEA EL PAJAL, MATAQUESCUINTLA, JALAPA.		
Nombre del Proyecto:	SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA EL PAJAL		
Nombre del formulador:	Helamán Abinadi Sicán Ruano		
Fecha:	20/06/2018		
Cuadro 9			
ESTRUCTURA DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR RESILIENCIA			
	Tema/componente/variable	Calificación	
2.3	Vulnerabilidad por falta de resiliencia	1.93	0.10
2.3.1	Componente mantenimiento y recuperación	2	0.28
94	Planes de mantenimiento continuo	2	
95	Planes de mantenimiento preventivo	2	
96	Planes de mantenimiento correctivo	1	
97	Seguros ante catástrofes	2	
98	Tiempo para reparar la infraestructura	2	
2.3.2	Comité formalmente establecido	0	0.65
99	Componente de organización para la emergencia	2	
100	Puntos de reunión protegidos y seguros	2	
101	Procedimientos activación del plan	2	
102	Procedimientos para evacuación del edificio	1	
103	Rutas de emergencia y salida accesibles	1	
2.3.3	Componente de capacitación e investigación	1	0.07
104	Programas de capacitación	1	
105	Programas de difusión	1	
106	Instrumentos para medición	1	
107	Trabajos de investigación sobre desastres	2	

Fuente: Sistema Nacional de Información Pública.

