



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

**ESTUDIO Y DISEÑO DE LA NUEVA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
AGUA POTABLE EN SECTORES CRÍTICOS DE LA CIUDAD DE
MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**

OSMAN ABEL DE LEÓN OAJACA
MARIO ANDRÉS BATEN MORALES
Asesorados por Ing. Angel Roberto Sic García

GUATEMALA, JULIO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO Y DISEÑO DE LA NUEVA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
AGUA POTABLE EN SECTORES CRÍTICOS DE LA CIUDAD DE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

POR

**OSMAN ABEL DE LEÓN OAJACA
MARIO ANDRÉS BATEN MORALES**

ASESORADOS POR: ING. ANGEL SIC GARCÍA

**AL CONFERIRSE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, JULIO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sidney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Isuur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sidney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Crista Classon de Pinto
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**ESTUDIO Y DISEÑO DE LA NUEVA RED DE DISTRIBUCIÓN DE
AGUA POTABLE EN SECTORES CRÍTICOS DE LA CIUDAD DE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ**

**Tema que fuera asignado por la dirección de la Escuela de
Ingeniería Civil,**

con fecha 03 de octubre de 2004.

Osman Abel de León Oajaca

Mario Andrés Baten Morales

AGRADECIMIENTO A:

MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO:

Por haberme dado la oportunidad de haber realizado mi Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) y dado el apoyo en la elaboración del presente proyecto.

OFICINA DE OBRAS MUNICIPALES:

Por su atención y apoyo en el proceso de la realización de mi trabajo de graduación.

OSMAN DE LEÓN:

Amigo y compañero de E.P.S. por su ayuda logística en la elaboración de nuestro trabajo de graduación, éxitos y sigue adelante.

MIS AMIGOS:

Que de alguna u otra manera me brindaron su ayuda para la terminación de este trabajo de graduación.

ACTO QUE DEDICO:

DIOS TODOPODEROSO:

Por haberme dado la sabiduría, comprensión, fortaleza que me han ayudado a terminar una etapa más de mi vida.

A MIS PADRES:

Andrés Baten y Margarita Morales por ser piezas fundamentales en mi vida y haberme apoyado desde el inicio de mi carrera, que este sea una recompensa por sus múltiples esfuerzos, Dios los bendiga.

A MI HERMANOS:

Noemí, Franklin, Ludwin y Gilmer, por que para ellos esto sea un triunfo mas a nuestras vidas y también sea un incentivo y ejemplo para llegar a realizar nuestras metas.

A MI NOVIA:

Claudia Melissa por su infinita colaboración y apoyo en la elaboración y terminación de este trabajo de tesis, gracias por estar conmigo y tu incondicional compania.

AGRADECIMIENTO A:

HECTOR SENG:

Por haberme dado la mejor oportunidad de apoyarme en el momento más difícil de mi carrera, gracias por sus consejos, su comprensión y por su apoyo incondicional, Dios lo bendiga

GUDELIA DE SENG:

Por haber sido una como una madre en el transcurso de mi carrera, gracias por todas sus atenciones, que Dios la bendiga.

MARIO BATEN:

Amigo y compañero de E.P.S. por su motivación y apoyo en la realización del trabajo de graduación.

MI TIA:

Olivia de León, por su apoyo en los momentos más oportunos.

ING. ANGEL ROBERTO SIC:

Quien nos acompaña y asesora en el desarrollo de este trabajo.

MIS AMIGOS:

Por acompañarme y compartir momentos importantes en el proceso de mi carrera

ACTO QUE DEDICO:

DIOS TODOPODEROSO:

Por ser el principal autor de mi vida y darme la fortaleza para lograr una de mis metas.

A MI MADRE:

Gloria Oajaca por haberme dado el apoyo espiritual y moral en mi carrera, que esto sea un pequeño homenaje a sus esfuerzos y sacrificios para hacer de mi lo que ahora soy, Dios la bendiga.

A MI HERMANOS:

Claudia, Heidi, Andrés y Danilo, que esto sea un ejemplo de lucha por alcanzar las metas que nos trazamos, sigan adelante que Dios esta con ustedes.

A FAMILIA SENG:

Héctor Seng, Gudelia de Seng, Nora Seng y Moisés Seng, por ser los instrumentos que Dios puso en mi camino para poder culminar mi carrera, gracias por su apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
LISTA DE SÍMBOLOS	VIII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	X
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XII
1. INVESTIGACIÓN, CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE MAZATENANGO DEPARTAMENTO DE SUCHITEPÉQUEZ REGIÓN VI	
1.1. Breve historia del municipio	1
1.2. Aspectos geográficos	1
1.3. Condiciones geofísicas	3
1.4. Clima	3
1.5. Población	4
1.6. Servicios	6
1.7. Salud	10
2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	
2.1. Abastecimiento actual de agua potable	11
2.1.1. Tarifa de propiedad	11

2.2. Distribución existente de agua potable	12
2.3. Estudios preliminares	12
2.4. Diseño de la nueva red de distribución	12
2.4.1. Período de diseño	13
2.4.2. Captación	13
2.4.3. Línea de conducción	13
2.4.4. Caja distribuidora de caudales	14
2.4.5. Tanques de distribución	14
2.4.6. Dotación	15
2.4.7. Determinación de la dotación	16
2.4.8. Determinación de la población de diseño	16
2.4.9. Determinación de caudales	17
2.4.9.1. Factores de variación normal	17
2.4.9.2. Caudal medio diario	18
2.4.9.3. Caudal hora máxima	18
2.4.9.4. Caudal día máximo	18
2.4.10. Línea de distribución	19
2.4.11. Red de distribución	19

3. EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

3.1. Antecedentes	21
3.2. Levantamiento de la línea de conducción actual	21
3.3. Levantamiento de la red de distribución actual	22
3.3.1. Aforos y toma de presiones	23

4. DISEÑO DEL PROYECTO

4.1 Diseño hidráulico	25
4.1.1. Criterios para el diseño	25
4.2. Cálculo hidráulico	26
4.2.1. Período de diseño	27
4.2.2. Determinación de la dotación	27
4.2.3. Determinación de la población de diseño	27
4.2.4. Determinación de caudales	28
4.2.4.1. Factores de variación normal	28
4.2.4.2. Caudal medio diario	28
4.2.4.3. Caudal hora máxima	29
4.2.4.4. Caudal día máximo	29
4.2.5. Línea de distribución	30
4.2.6. Red de distribución	34
4.2.7. Válvulas de compuerta	34
4.2.8. Válvulas de limpieza	35
4.2.9. Válvulas de aire	35
4.2.10. Conexiones domiciliarias	36
CONCLUSIONES	37
RECOMENDACIONES	39
BIBLIOGRAFÍA	40
ANEXOS	41

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Ubicación del municipio de Mazatenango Suchitepéquez	2
2. Perfil línea de conducción actual	22
3. Tubería red actual	23
4. Perfil nueva línea de distribución	30
5. Mapa de acceso	42
6. Plano planta general circuitos	91
7. Plano planta general perfiles	92
8. Plano planta circuito 1	93
9. Plano planta circuito 2	94
10. Plano planta circuito 3	95
11. Plano planta circuito 4	96
12. Plano planta circuito 5	97
13. Plano planta circuito 6	98
14. Plano planta circuito 7	99
15. Plano planta circuito 8	100
16. Plano planta circuito 9	101
17. Plano planta circuito 10	102
18. Plano planta circuito 11	103
19. Plano planta circuito 12	104
20. Plano planta perfil 1	105
21. Plano planta perfil 2	106
22. Plano planta perfil 3	107
23. Plano planta perfil 4	108
24. Plano planta perfil 5	109

25. Plano planta perfil 6	110
26. Plano planta perfil 7	111
27. Plano planta perfil 8	112
28. Plano planta perfil 9	113
29. Plano planta perfil 10	114
30. Plano planta perfil 11	115
31. Plano planta perfil 12	116
32. Plano planta perfil 13	117
33. Plano planta perfil 14	118
34. Plano planta perfil 15	119
35. Plano planta perfil 16	120
36. Plano planta perfil línea de distribución	121
37. Plano detalle de válvulas	122

TABLAS

I.	Población	04
II.	Número de escuelas por nivel y sector	07
III.	Memoria de cálculo circuito 1	43
IV.	Memoria de cálculo circuito 2	44
V.	Memoria de cálculo circuito 3	45
VI.	Memoria de cálculo circuito 4	46
VII.	Memoria de cálculo circuito 5	46
VIII.	Memoria de cálculo circuito 6	47
IX.	Memoria de cálculo circuito 7	48
X.	Memoria de cálculo circuito 8	49
XI.	Memoria de cálculo circuito 9	51
XII.	Memoria de cálculo circuito 10	53
XIII.	Memoria de cálculo circuito 11	54
XIV.	Memoria de cálculo circuito 12	55
XV.	Presupuesto de materiales circuito 1	56
XVI.	Presupuesto de materiales circuito 2	57
XVII.	Presupuesto de materiales circuito 3	58
XVIII.	Presupuesto de materiales circuito 4	59
XIX.	Presupuesto de materiales circuito 5	60
XX.	Presupuesto de materiales circuito 6	61
XXI.	Presupuesto de materiales circuito 7	62
XXII.	Presupuesto de materiales circuito 8	63
XXIII.	Presupuesto de materiales circuito 9	64
XXIV.	Presupuesto de materiales circuito 10	65

XXV.	Presupuesto de materiales circuito 11	66
XXVI.	Presupuesto de materiales circuito 12	67
XXVII.	Presupuesto de materiales línea de distribución	67
XXVIII.	Presupuesto de materiales caja V. C.	68
XXIX.	Presupuesto de materiales caja V. L.	68
XXX.	Presupuesto general	69

LISTA DE SÍMBOLOS

CA-2	Carretera asfaltada número 2, ruta al pacifico
HG	Hierro galvanizado
HC	Hierro colado
PVC	Cloruro de polivinilo
kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
lt/dia	Litros por día
lt/hr	Litros por hora
lt/seg	Litros por segundo
mca	Metros columna de agua
Q	Caudal
Ø	Diámetro

GLOSARIO

Aforo	El término se refiere al proceso de medir las corrientes de agua.
Floculación	Coagulación de un precipitado finamente dividido, para formar partículas de mayor tamaño.
Orografía	Parte de la geografía física que trata de las montañas, Conjunto de montes de una comarca, región, país, etc.
Potable	Agua sanitariamente segura para el consumo humano.
Presión	Fuerza ejercida sobre la unidad de superficie de un cuerpo por un gas, un líquido o un sólido.
Sectores	Parte de una ciudad o de un sitio y sus ocupantes.

RESUMEN

El presente proyecto trata sobre el estudio y diseño de la nueva red de distribución de agua potable en sectores críticos de la ciudad de Mazatenango, cabecera del departamento de Suchitepéquez. Surgió derivado de la necesidad del mal estado de la red de distribución en estos sectores, tiene como prioridad la elaboración del proyecto como actividad principal del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.).

Por lo tanto, se presenta la parte de investigación sobre el sistema de abastecimiento de agua potable, se enfoca en la red de distribución y se realiza un levantamiento, para determinar el funcionamiento de la tubería, esto da como resultado que la red de distribución en general se encuentra obsoleta ya que en unos sectores, el caudal es insuficiente para suministrar el agua a las viviendas.

En el servicio técnico profesional se presenta el desarrollo del proyecto, con la descripción de los aspectos teóricos de sus componentes y la memoria descriptiva del mismo. En los anexos se incluyen los cuadros de los cálculos realizados para el diseño de la red de distribución, los presupuestos por circuitos, y los planos correspondientes.

Finalmente, se concluye que las obras civiles son muy importantes ya que en ellas se plantean estudios y diseños ingenieriles con el propósito de ser funcionales para los municipios en desarrollo urbano. En este caso se obtuvo un diseño funcional de la red de distribución de los sectores críticos de la ciudad de Mazatenango, con el objetivo de mejorar la vida de los habitantes de dicha ciudad.

OBJETIVOS

General

Realizar el estudio y diseño del sistema de distribución de agua potable, con ello mejorar el suministro y el servicio en todos los sectores de la población, priorizando a los que más críticamente padecen la problemática.

Específicos

1. Que el proyecto sea eficiente y funcional en los sectores críticos, Colonia Independencia, Colonia Aceituno, Jardines del Rosario, Colonia Castillo Obregón, Colonia Castillo, Flor del Café, Los Almendros, Barrio la Unión, Cantón la Cruz, Cantón Florida.
2. Diseñar la nueva red por sectores, para una mejor distribución.
3. Proponer una cuota tarifaria para el suministro de agua, determinada por la Municipalidad.

INTRODUCCIÓN

El agua es un líquido vital para la vida humana y el desarrollo social de una ciudad. Para lograr un óptimo desarrollo se necesita contar con sistemas de abastecimiento de agua potable funcionales.

La ciudad de Mazatenango cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, constituido por una fuente de captación, una planta de tratamiento, tanques de almacenamiento y una red de distribución. Aunque se trata de un sistema de abastecimiento completo, se observó que en algunos sectores de la ciudad no cuentan con el suministro de agua, debido a que la red de distribución se encuentra obsoleta.

Este proyecto constituye un nuevo estudio y diseño de la red de distribución de agua potable considerando que es la principal causante de no suministrar eficazmente el vital líquido a todos los habitantes. Se optó por realizar un levantamiento topográfico, un censo de la población, un censo de vivienda y un censo de comercio para actualizar la base de datos con que se realizó el diseño de la nueva red de distribución.

El municipio de Mazatenango cuenta con una fuente de captación muy abundante en tiempo de estiaje es por esta razón que es una preocupación prioritaria para las autoridades ediles de turno, quienes tienen como meta solucionar el problema inmediatamente, sobre todo en los sectores más afectados.

Altura sobre el nivel del mar 371.13 m

Distancia

Guatemala – Mazatenango 160.00 Km. CA-2

Figura 1. Ubicación del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez



1.3 Condiciones geofísicas

- **Zona de vida:** Permite la identificación de los principales tipos de vegetación en un área determinada. Cada zona se caracteriza por la presencia de ciertos indicadores ecológicos o especies típicas.

La única zona de vida que se da en el municipio es el bosque muy húmedo subtropical (cálido) 6,524.49 hectáreas. Entre sus indicadores está el corozo, el volador y el conacaste.

- **Fisiografía y orografía:** lo cruzan 18 ríos, 15 riachuelos, 2 quebradas, y además tiene 3 lagunetas y 2 islotes.

1.4 Clima

La temperatura del municipio es de 27 grados centígrados y el clima es cálido. En el departamento se observa una precipitación pluvial abundante (aproximadamente 3.248 mm.) durante los meses de mayo a octubre, mientras que en los meses de noviembre a abril se considera una época seca.

La estación meteorológica Chocojá, se encuentra ubicada en la ciudad de Mazatenango, con una latitud de 14°32'43", una longitud de 91°29'34" y una altitud de 430 m. también cuenta con otra estación cercana Los Tarrales ubicada en Patulul con una latitud 14°31'20", una longitud de 91°08'08" y una altitud 760 m.

1.5 Población

La distribución de lugares poblados en la ciudad de Mazatenango, (cabecera municipal y departamental), es de 4 aldeas, 11 caseríos y 47 fincas de regulares dimensiones.

Tabla I. Población

Recursos humanos	Año 2002	Porcentaje
Población total	65,395	100.00 %
Urbana	52,519	80.13 %
Rural	10,915	16.69 %
Población indígena	17,356	20.29 %
Población no indígena	48,039	78.16 %

Las tasas porcentuales de crecimiento poblacional, para el departamento de Suchitepéquez, proporcionadas por el INE fueron las siguientes:

1,950-55	1,990-95	2,020-26	2,045-50
2.9	2.6	1.8	1.0

Según la sección de seguridad e higiene del IGSS en los meses de septiembre a noviembre, de cada año, llegan migrantes de los departamentos de Huehuetenango y El Quiché a cortar café en las fincas de Suchitepéquez; de los cuales aproximadamente 850 se concentran en el municipio de Mazatenango.

De la misma manera, a Suchitepéquez llegan 35,000 migrantes aproximadamente, de los departamentos de Baja Verapaz, Huehuetenango y El Quiché, en los meses de noviembre a marzo para efectuar el corte de la caña de azúcar. Debido a que la caña es uno de los principales cultivos del departamento y porque el mismo cuenta con el Ingenio Palo Gordo y dos ingenios vecinos al municipio de Cuyotenango, El Pilar y Tzulá.

El porcentaje de pobreza del municipio es de: 30.09%. Aunque la población económicamente activa (PEA) es el conjunto de personas de 7 años y más de edad que durante el período de referencia censal (una semana antes del inicio censo), ejercieron una ocupación o la buscaban activamente. La PEA la integran los ocupados y los desocupados. El número de personas que conforman la PEA en el municipio es de: 21,304 año 2000.

Según el censo de 1994 la distribución de la PEA por rama de actividad permite visualizar que la agricultura es la actividad predominante en el departamento, por lo que se constituye en la ocupación más importante al ser la que provee mayor cantidad de empleos e ingresos a la población. En términos concretos, el 61.3% de los trabajadores de Suchitepéquez se dedican a las tareas agrícolas, la industria manufacturera ocupa el segundo lugar con 10.6% y el comercio la tercera posición con un 9.5%.

La población rural del departamento es la que se dedica en mayor grado a la agricultura, con un 77.2% mientras que de la PEA urbana los agricultores representan el 27.8%. La industria manufacturera da ocupación al 16.8% de la población urbana y al 7.7% de la población rural. Mientras tanto el comercio proporciona ocupación al 20.7% del los laborantes urbanos y al 4.2% de los rurales.

1.6 Servicios

Educación

Tabla II. Número de escuelas por nivel y sector

Nivel	Sector oficial	Sector privado	Sector cooperativa
41	00	41	00
42	01	00	00
42	28	19	00
43	39	23	00
44	01	01	00
45	04	20	03
46	04	28	00

Funcionan 3 extensiones universitarias, en la cabecera municipal: USAC-CUNSUROC, Mariano Gálvez y Francisco Marroquín. Prestan servicio de biblioteca: el Centro de Arte y Cultura, el CUNSUROC y la extensión de la Universidad Mariano Gálvez.

En el municipio funcionan 11 academias de mecanografía, 5 de computación, 2 de inglés, 2 de corte y confección y 3 de belleza.

- **Instituciones culturales:** únicamente, en la cabecera municipal funciona el Centro de Arte y Cultura.
- **Sistema vial:** el municipio cuenta con una red vial bastante aceptable, pues la mayoría de sus cantones son accesibles por carreteras; las aldeas y caseríos más ajenos, situados en la parte Sur del municipio son accesibles por una carretera que se mantiene en condiciones aceptables durante la mayor parte del año.
- **Transporte:** el sistema de transporte está bien definido dentro del municipio, pues existen líneas que van hacia todos los cantones, caseríos y aldeas, incluyendo los más lejanos que están situados cerca del mar.
- **Comunicaciones:** el servicio de comunicación es prestado por TELGUA y otras empresas que ofrecen servicio con teléfonos celulares que cubren casi todo el municipio debido a las diversas antenas que poseen; también es prestado el servicio de teléfonos comunitarios, monederos y el servicio de correo .
- **Energía eléctrica:** de los 14 lugares poblados, 12 cuentan con el servicio de energía eléctrica, con un total de 3737 clientes, únicamente 2 lugares poblados no cuentan con dicho servicio.

- **Otros:** la cabecera municipal cuenta con 3 mercados, el 12 de agosto del año 2002 se quemó el mercado No. 1, cuya construcción era del año 1950. una terminal, un estadio de fútbol, varios campos de fútbol, varias canchas de básquetbol, un campo de la feria con salones, un cementerio, dos parques y dos conchas acústicas.
- **Sistemas de agua:** de los 14 lugares poblados 10 no cuentan con el servicio de agua y se abastecen de pozos artesanales, únicamente 4 lugares tienen dicho servicio, Mazatenango, Cantón Montecristo, Cantón Tabasco y Aldea Bracitos.

Urbano: 5,100

Rural: 4,129

Información correspondiente al año 2001 y cuya fuente es el centro de salud de Mazatenango.

- **Drenaje:** de los 14 lugares poblados únicamente la cabecera municipal cuenta con el servicio de drenajes.

Urbano: 4,200

Rural: 1,000

Información correspondiente al año 2001 y cuya fuente es el centro de salud de Mazatenango.

- **Letrinización:** de los 14 lugares poblados, 7 cuentan con el servicio de letrinas; esta información corresponde a la caracterización del año 2001 y la fuente es el centro de salud de Mazatenango.

Urbano:	1,000
Rural:	2,958

- **Plantas de tratamientos de aguas servidas:** la red de drenajes de la cabecera municipal no cuenta con ningún tipo de tratamiento; las aguas residuales son vertidas directamente al río Sis y a los 2 riachuelos que cruzan la ciudad. La red de drenajes de la lotificación El Compromiso tampoco cuenta con ningún tipo de tratamiento, pues la planta no fue terminada en su totalidad.
- **Plantas de potabilización:** la gran mayoría de servicios de agua no cuentan con plantas de potabilización a excepción de la cabecera municipal, que posee una planta de tratamiento para agua potable en la finca Santa Rosita, localizada en Mazatenango, donde el agua recibe un tratamiento formal.
- **Plantas de tratamiento:** la disposición de los desechos sólidos se efectúa en botaderos de basura en todos los lugares poblados del municipio; estos botaderos que se han ido creando sin ninguna planificación.

1.7 Salud

- **Hospitales:** en la cabecera municipal funciona el hospital nacional, cuya construcción data de hace más de 50 años.
- **Centros de salud:** el centro de salud también está localizado en la cabecera municipal. Además se cuenta con 4 puestos de salud, localizados en aldea Tahuexco, aldea San José Churririn, aldea Bracitos y comunidad agraria La Vega.
- **Clínicas:** existen 30 clínicas médicas particulares, las cuales funcionan principalmente en la cabecera municipal.
- **Sanatorios:** este tipo de servicio solo existe en la cabecera municipal, en la cual funcionan 11 sanatorios.
- **Suelo:** la ciudad de Mazatenango cuenta con un tipo de suelo arcilloso, arcilla rígida, café anaranjado con grietas, con grava entre fina y gruesa, en la mayoría del territorio, en algunas áreas se encuentra limo y arena orgánica.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Abastecimiento actual de agua potable

La ciudad de Mazatenango cuenta con un abastecimiento de agua potable por gravedad para la demanda de la población, consiste en la captación del agua que viene de la cuenca del río Sis, posee una planta de tratamiento, 6 tanques de almacenamiento y una red de distribución.

El servicio domiciliario de la red de distribución no es racionada en horarios determinados, ya que cuenta con suficiente caudal para suministrar a la población.

La red de distribución actual dispone de 100.0 km. aproximadamente de tubería de PVC, en algunos tramos se encuentra tubería de hierro colado. Esta red abastece a 10900 viviendas, sus tanques de almacenamiento se encuentran en buen estado y se localizan a un costado de la colonia villas de Zapotitlán.

2.1.1. Tarifa de propiedad

Según datos de aguas y drenajes de la municipalidad del departamento, el costo del título de propiedad y canon de agua mensual es para cada 30,000 o 60,000 litros de consumo mensual.

2.2 Distribución existente de agua potable

El estado general de la tubería del sistema de abastecimiento de agua potable sufre de diversos problemas de diseño en algunos sectores, ya que el agua no es capaz de llegar en horas pico de consumo. El estado físico de la tubería se encuentra en buen estado para su uso.

La distribución abastece de agua a una población de 65395 habitantes con 10900 viviendas en la ciudad de Mazatenango.

2.3 Estudios preliminares

Los trabajos topográficos permiten determinar la configuración física de la comunidad en estudio. La particularidad del terreno que ocupa la población de la cabecera departamental de Suchitepéquez, es una topografía mixta con pendientes pronunciadas en algunos sectores, pero en su mayoría con áreas bastante planas.

El levantamiento topográfico se ejecutó con tecnología digital, utilizando un GPS y *software ArcView*.

2.4. Diseño de la nueva red de distribución

Para el diseño de la nueva red de distribución se deberá tomar en cuenta una serie de parámetros, que permita establecer el periodo de diseño, la dotación, factores de variación normal y los respectivos métodos de diseño.

2.4.1. Período de diseño

Se entenderá por “período de diseño”, al tiempo durante el cual el proyecto deberá funcionar en óptimas condiciones.

El período de diseño se establece en base al tiempo máximo de duración de las instalaciones y del equipo de abastecimiento, normalmente se estima en 20 años.

2.4.2. Captación

Es toda la estructura realizada con fines de coleccionar agua de las fuentes. Las fuentes de agua para consumo humano, así como sus obras de captación, deberán localizarse a distancias prudenciales de posibles fuentes de contaminación.

La captación para este caso es una presa con una galería de infiltración compuesta de piedra, grava y arena. Esta captación ya está construida. El sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Mazatenango, se captó del río Sis.

2.4.3. Línea de conducción

Son todos aquellos sistemas que transportan el agua de la fuente de aprovisionamiento a la ciudad, que de esta forma, constituyen el enlace entre las obras de captación y los sistemas de distribución.

Para este sistema de abastecimiento de agua potable, la línea de conducción ya existe y está en condiciones óptimas de trabajo, es de material de alta resistencia hierro galvanizado de 14" de diámetro, recubierta con pintura anticorrosiva.

2.4.4. Caja de distribución de caudales

En ocasiones se utiliza un mismo sistema de abastecimiento para surtir a varias comunidades o una sola comunidad muy dispersa que se puede dividir en varios sectores. En estos casos es necesario utilizar una caja distribuidora de caudal. La caja distribuidora de caudales es un tanque que distribuye el agua proporcionalmente a la población a servir de varios sectores. De acuerdo con el número de sectores en los que se va a distribuir el caudal, será el número de vertederos, por los que saldrán los caudales, que se conducirán directamente hacia los tanques de distribución de los sectores por servir.

Para el presente caso está construida una caja distribuidora de caudales, situada a un costado de la planta de tratamiento, de donde se conduce a los 6 tanques de distribución los cuales abastecen de agua a 4 ramales de la ciudad, tomando en cuenta los sectores analizados en este proyecto.

2.4.5. Tanques de distribución

Son unidades destinadas a compensar las variaciones horarias de caudal, garantizar la alimentación de la red de distribución, en casos de emergencia o cuando el equipo de bombeo trabaja varias horas al día únicamente, proveyendo el agua necesaria para el mantenimiento de presiones en la red de distribución.

Las dos funciones principales de los depósitos de distribución son igualar el suministro y la demanda en periodos de consumo variable y suministrar el agua durante fallas del equipo o demandas por incendio.

Estos pueden ser enterrados, semienterrados, apoyados y elevados. Se pueden construir de concreto, mampostería y metal. Los tanques contruidos de mampostería deberán cubrirse con losa de concreto.

Para el presente proyecto se cuenta con seis tanques de distribución contruidos de mampostería, semienterrados con techo de lámina de duralita, cuentan con un volumen de almacenamiento de aproximadamente de 1500 metros cúbicos por cada tanque, que se encuentran en buen estado.

2.4.6. Dotación

Se entiende por dotación a la cantidad de agua asignada por habitante de una población, para satisfacer sus necesidades durante el día y se expresa de la siguiente manera:

lt/hab/día

La dotación debe satisfacer las necesidades de consumo, con la finalidad de que la población desarrolle de mejor forma las actividades cotidianas que incluyan el uso del agua.

Para asignar la dotación a una población deben tomarse en cuenta ciertos datos, como por ejemplo el clima, el nivel de vida de la población, las características propias de la producción, alcantarillado, etc. Los datos del municipio de Mazatenango son:

Clima:	cálido
Nivel de vida:	media

2.4.7. Determinación de la dotación

En cuanto a la adopción de una dotación, es recomendable tomar en cuenta las características del lugar, puesto que son de gran importancia en el diseño de una red de distribución de agua.

Es necesario tomar en cuenta, el comercio, industria y servicios públicos existentes en el lugar.

2.4.8. Determinación de población de diseño

La población a estudiar se encuentra entre el noreste y sureste, con una población para el 2004 de 13,674 habitantes y 2279 viviendas con un promedio de 6 habitantes por vivienda y una tasa de crecimiento de 1.98%, según datos del levantamiento topográfico y del Instituto Nacional de Estadística (INE).

El método de incremento geométrico es el que se utiliza para calcular la población futura de diseño su forma es.

$$P1 = P2(R+1)^t$$

P1: población futura
P2: último censo
T: tiempo
R: tasa de crecimiento

2.4.9. Determinación de caudales

Se define como caudal a la cantidad de agua que demanda la población. El caudal puede ser afectado por una serie de factores que lo convertirán en caudal de línea de conducción, caudal de red de distribución y volumen de tanque de distribución.

2.4.9.1. Factores de variación normal

- **Factor de hora máxima (FHM):** es el número de veces que se incrementa el caudal medio para satisfacer la demanda de una población.
- **Factor de día máximo (FDM):** es el coeficiente o factor del día de mayor consumo. Se define como la relación entre el valor del consumo máximo diario registrado en el año y el consumo medio diario relativo a ese mismo año.

Para determinar los valores de estos factores se tomó como base la población y su calidad de vida. Debido a las diferencias que se dan entre las poblaciones, se estableció un rango para cada factor, que oscila:

Factor hora máxima:	2 - 3
Factor día máximo:	1 - 2

2.4.9.2. Caudal medio diario (QMD)

El caudal medio diario es utilizado para el diseño del tanque de distribución, permite conocer la capacidad de almacenamiento del tanque para el funcionamiento eficiente de todo el sistema. Se expresa en lts./seg.

Está en función de: Población futura y dotación

Su fórmula es:

$$QMD = \frac{(Población futura) \times (dotación)}{86,400 \text{ seg./día}}$$

2.4.9.3. Caudal de hora máximo (QHM)

Es utilizado para el diseño de la red de distribución y las líneas de distribución. Se encuentra en función del factor de hora máxima y el caudal medio diario.

Su fórmula es:

$$QHM = (FHM) \times (QMD)$$

2.4.9.4. Caudal de día máximo (QDM)

Se utiliza en el diseño de la línea de conducción está en función del factor de día máximo y el caudal medio diario.

Su fórmula es:

$$QDM = (FDM) \times (QMD)$$

4.4.10. Línea de distribución

Es el conjunto de tuberías que conducen el agua desde el tanque de distribución hacia la población a servir.

Ésta debe calcularse de manera que la presión en el punto de la red donde comienzan los consumos sea entre 10 y 40 metros columna de agua (mca). Posee características similares a la línea de conducción, a excepción del caudal, que en la línea de distribución es el que cubre la demanda máxima horaria de la comunidad.

Para el presente proyecto se diseñó utilizando la fórmula experimental *Hazan-Williams*.

4.4.11. Red de distribución

Se refiere a los conductos de abastecimiento que alimentan de agua a cada propiedad, sirven a los consumidores en el volumen y la presión apropiada. Su capacidad debe ser suficiente para satisfacer la demanda más alta que puede ocurrir en el periodo de diseño.

Esta recibe el agua de la línea de distribución para luego conducirla a los sectores de consumo.

3. EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

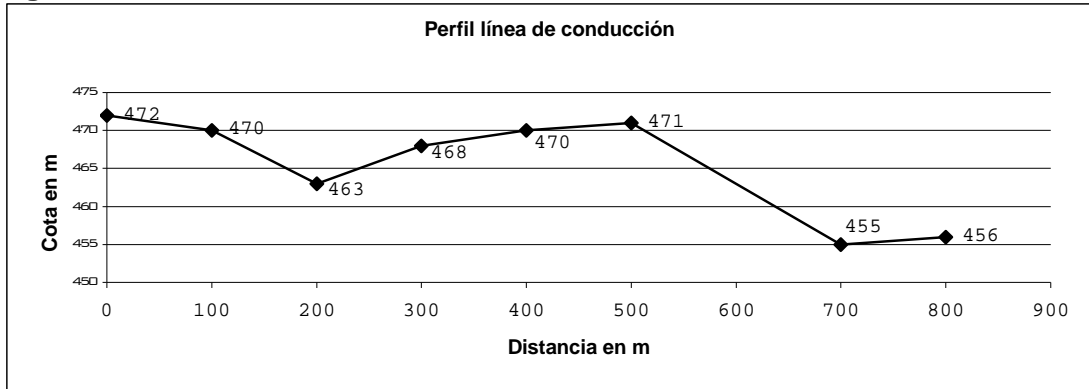
3.1. Antecedentes

El sistema actual de la red de distribución de la ciudad de Mazatenango cuenta con una fuente que abastece al tanque de captación entre 800 y 960 metros cúbicos por día. Cuenta con una planta de tratamiento conformada por sedimentadores en forma de caracol y floculadores, filtros y clorificadores, que hacen que el agua sea potable. Cuenta con 6 tanques de distribución, que a su vez distribuyen el agua a diferentes sectores de la ciudad. La red de distribución está conformada por tubería de PVC en su mayoría, hierro colado y hierro galvanizado en algunos tramos.

3.2 Levantamiento de la línea de conducción actual

Este levantamiento se realizó con base en la problemática que afrontan ciertos sectores, en donde el agua no tiene presión y por consiguiente no llega a las viviendas, debido a la topografía del terreno de la línea de conducción.

Figura 2. Perfil línea de conducción actual

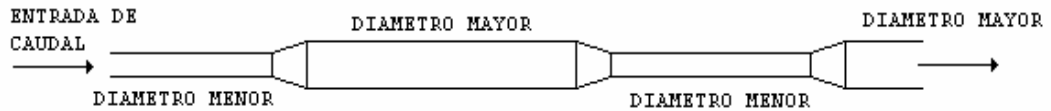


Perfil de la línea de conducción actual que suministra agua a los sectores mencionados, se observa los puntos 470 y 471 se ve que están al mismo nivel que el punto de partida.

3.3 Levantamiento de la red de distribución actual

El levantamiento de la red de distribución se realizó con el fin de verificar cómo funciona la red en los sectores críticos mencionados, tomando en cuenta el diámetro de tubería, accesorios, válvulas y servicios. Se realizó recorriendo cada calle y avenida para tener datos reales de la red. Se pudo determinar que en varias calles y avenidas los diámetros de tubería cambian exageradamente. En otros segmentos de tuberías el caudal no es suficiente para el consumo, por lo que la tubería no trabaja a sección llena.

Figura 3. Tubería red de distribución actual



El cambio de diámetro no necesario en diferentes partes de la red, produce pérdida de presión en los tramos.

3.3.1. Aforos y toma de presiones

Se realizaron aforos y se midieron presiones con manómetro en diferentes puntos de los sectores mencionados con el fin de verificar el caudal de distribución con que se cuenta. En algunas partes de los sectores la tubería estaba vacía. Se determinó que en los aforos el caudal no es el suficiente para el consumo de cada tramo, y que el rango de presiones está entre 5 psi. en los sectores más altos, 5 a 10 psi en los sectores intermedios y 15 psi. en los sectores más bajos.

4. DISEÑO DEL PROYECTO

4.1. Diseño hidráulico

Luego de realizar el cálculo topográfico y con los caudales necesarios en cada tramo tomados de los diagramas de flujo obtenidos de las bases de diseño, se realizó el diseño hidráulico.

4.1.1 Criterios para el diseño

Las condiciones topográficas del terreno de la ciudad de Mazatenango son apropiadas en los sectores críticos la distribución del suministro de agua, se hará con una sola red compuesta por 12 circuitos.

La red de distribución se basó en los siguientes criterios:

- Vías principales.
- Tipo de material y tráfico de las calles.
- Menor diámetro para la tubería secundaria es de 2 Plg.

Para ubicar los puntos de consumo debe tomarse en cuenta la proximidad de los sectores significativos de vivienda, industria y comercio; para lo cual en estos sectores se tomaron en consideración la vivienda y comercio, por no ser muy relevante la industria.

Para calcular el punto de consumo se debe conocer lo siguiente:

- Número de viviendas comprendidas en el área tributaria de dicho punto.
- Se determina el número de habitantes existentes por área. Se obtiene el promedio de habitantes por vivienda relacionado con el número de viviendas en el área.
- Se calcula el número de habitantes futuros por medio del método geométrico descrito anteriormente.
- El consumo futuro se obtiene de la multiplicación de la población futura por la dotación.

1.2. Cálculo hidráulico

El cálculo hidráulico se realizó utilizando el programa *Loop* para redes cerradas y la fórmula experimental de *Hazen Williams*, que es utilizada para líneas de conducción y redes de distribución en ramales abiertos su fórmula es la siguiente.

$$D = \frac{(1743.811 \times Q^{1.85} \times L)^{1/4.87}}{C^{1.85} \times H}$$

Donde:

D = diámetro interior de la tubería

C = constante de rugosidad de las tuberías

H = diferencia de altura entre dos puntos considerados

Q = caudal de diseño

L = distancia horizontal entre dos puntos considerados.

4.2.1. Período de diseño

Para este proyecto se adoptó un período de diseño de 21 años por ser una población numerosa y por tener una tasa de crecimiento alta.

4.2.2. Determinación de la dotación

Dentro de los sectores a mejorar la red de distribución se tomarán en cuenta 7 escuelas, 8 iglesias, 2 gasolinera y pequeños comercios (almacenes pequeños, tiendas etc.) ya que el mayor comercio e industria se encuentra en otros sectores.

Tomando en consideración los factores anteriores y el nivel de vida de la población se determinó que la dotación será de:

$$\text{Dotación} = 150 \text{ lts/hab/día}$$

4.2.3. Determinación de la población de diseño

Para determinar el crecimiento de la población, se utilizó el método de incremento geométrico. Se determinó mediante la siguiente fórmula.

$$P1 = P2(R+1)^t$$

P1: población futura	?
P2: último censo	13674 hab.
T: tiempo	21 años
R: tasa de crecimiento	1.98 %

$$P1 = 13674(1.98/100 + 1)^{(21)}$$

$$P1 = 20640 \text{ hab.}$$

4.2.4. Determinación de caudales

4.2.4.1. Factores de variación normal

Debido al clima que posee la región se determinó que dichos factores tendrán un valor de:

Factor hora máximo:	2.5
Factor día máximo:	1.5

4.2.4.2. Caudal medio diario (QMD)

El caudal medio diario se determinó mediante la siguiente fórmula.

$$QMD = \frac{\text{(Población futura)} \times \text{(dotación)}}{\text{seg./día}}$$

$$86400 \text{ seg./día}$$

$$QMD = 20640 \text{ hab.} \times 150 \text{ lt/hab./día}$$

$$86400 \text{ seg./día}$$

$$QMD = 35.83 \text{ lt/seg}$$

4.2.4.3. Caudal hora máxima (QHM)

Se determinó mediante esta fórmula:

$$QHM = (FHM) \times (QMD)$$

$$QHM = 2.5 \times 35.83 \text{ lt/seg.}$$

$$QHM = 89.57 \text{ lt/seg.}$$

4.2.4.4. Caudal día máximo (QDM)

Se determinó mediante esta fórmula:

$$QDM = (FDM) \times (QMD)$$

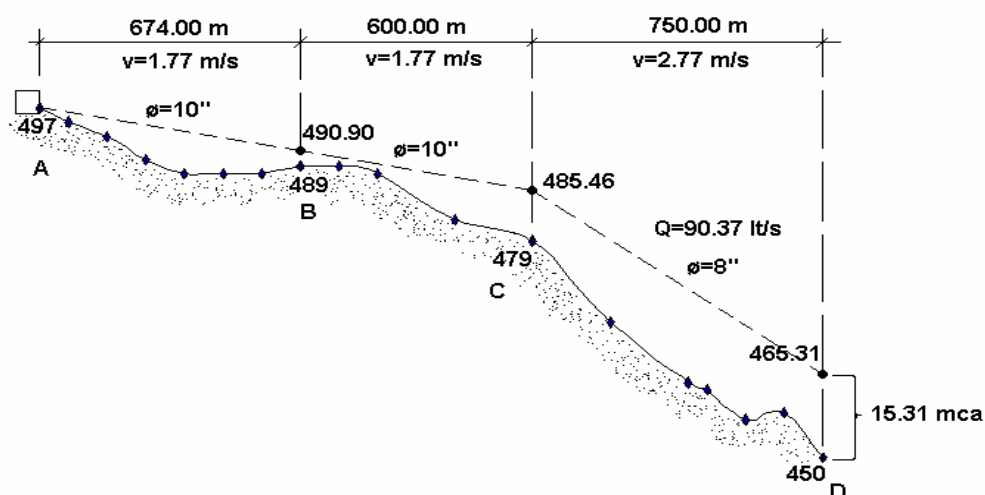
$$QDM = 1.5 \times 35.83 \text{ lt/seg.}$$

$$QDM = 53.74 \text{ lt/seg.}$$

4.2.5. Línea de distribución

La longitud de línea de distribución es de 2024 metros aproximadamente, pasa por la finca Santa Rosita, por la carretera que conduce de Mazatenango a San Francisco Zapotitlan y por la colonia los jengibres. Con tubería de PVC de 10" en los primeros 1274 metros y 8" en los 750 metros restantes, por las condiciones topográficas del terreno regularmente plano, por donde pasa la línea no se diseñó ningún paso a desnivel.

Figura 4. Perfil nueva línea de distribución



Croquis del diseño de la línea de distribución

TRAMO A-B

Datos

$$C = 150.00$$

$$Q = 90.37 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$L = 674.00 \text{ m.}$$

$$hf = 8.00 \text{ m.}$$

- Cálculo del diámetro

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.811 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times hf}}$$

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.811 \times 674 \times 90.37^{1.85}}{150^{1.85} \times 8}}$$

$$D = 9.49'' \begin{cases} 8'' \\ 10'' \end{cases}$$

- Cálculo de las pérdidas por diámetro

Para D = 8''

$$hf = \frac{1743.811 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

$$hf = \frac{1743.811 \times 674 \times 90.37^{1.85}}{150^{1.85} \times 8^{4.87}}$$

$$hf = 18.40 \text{ m.}$$

Para D = 10''

$$hf = \frac{1743.811 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

$$hf = \frac{1743.811 \times 674 \times 90.37^{1.85}}{150^{1.85} \times 10^{4.87}}$$

$$hf = 6.10 \text{ m.}$$

Con un diámetro de 8" la pérdida es de 18.40 m esto es mucha pérdida ya que la diferencia entre el punto A y el punto B es de 8 m, entonces si se coloca tubería de 8" la piezométrica se entierra, debido a que la cota del terreno es de 489, y si se le resta esta pérdida al punto A la cota en el punto B quedaría de 478.60 m, 10.40 m. más bajo que la cota inicial en el punto B.

Si se coloca un diámetro de 10" la pérdida será de 6.10 m. esto es una pérdida suficiente para que la piezométrica no se entierre, ya que si se resta esta pérdida al punto A la cota final en el punto B será de 490.90 m, 1.90 m arriba de la cota del terreno en el punto B.

Para efectos del diseño en este tramo se colocó un diámetro de 10" para mantener la presión en la tubería hasta el punto C.

TRAMO B-C

Datos

$$C = 150.00$$

$$Q = 90.37 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$L = 600.00 \text{ m}$$

$$H_f = 11.90 \text{ m}$$

Resultados de los cálculos según las fórmulas anteriores descritas en el tramo A-B.

D = 8.515 entonces se utiliza diámetro de 8 y 10 pulgadas.

Para D = 8"

$$h_f = 16.12 \text{ m}$$

Para D = 10"

$$h_f = 5.44 \text{ m}$$

Como se ve en la figura 4, se utilizó un diámetro de 10" para mantener la presión y no enterrar la línea piezométrica, como se ve en la figura la piezométrica queda con una cota de 485.46 m, 6.46 m por encima de la cota del terreno.

TRAMO C-D

Datos

$$C = 150.00$$

$$Q = 90.37 \text{ m/s}$$

$$L = 750.00 \text{ m}$$

$$H_f = 35.46 \text{ m}$$

Resultados de los cálculos según las fórmulas anteriores descritas en el tramo A-B.

$D = 7.123$ entonces se utiliza diámetro de 8 y 10 pulgadas.

Para $D = 8''$

$$H_f = 20.15 \text{ m}$$

Para $D = 10''$

$$h_f = 6.79$$

En este último tramo se propuso un diámetro de 8" debido a que la diferencia entre la cota corregida del punto C con la cota del punto D es de 35.46 m, la pérdida que se obtuvo con el diámetro de 8" es de 20.15 m. dando una diferencia entre estos valores de 15.31 m.

Se optó por este diseño con el objeto de llegar a una presión de 15.31 m.c.a. al inicio de la red de distribución para estar entre los parámetros de diseño para áreas urbanas, que pueden estar en un rango de 10 a 90 metros columna de agua.

Además, se optó por este diámetro debido a que el terreno de la ciudad, la pendiente va de norte a sur no muy pronunciada, en el sur se encuentran los puntos más bajos, de manera que al dejar al inicio de la red una presión de 15.31 m.c.a. en el lado norte, en los puntos más bajos en el lado sur la presión máxima quedo de 68.28 m.c.a.

4.2.6. Red de distribución

Para este proyecto se diseñó una red de distribución nueva con 12 circuitos, distribuyendo a los sectores críticos que son las colonias: Independencia, Aceituno, Jardines del Rosario, el Pedregal, Obregón, Castillo Obregón, Relicario, Almendros, Flor del Café, Maya, Santa Cruz, esta red de distribución se diseñó y calculó con los caudales de consumo por cada punto, los cálculos se obtuvieron del programa *Loop* para diseño de redes de distribución cerradas, (ver planos y memoria de cálculo en anexos).

4.2.7. Válvulas de compuerta

Son accesorios que controlan el flujo del caudal por la tubería, ya sea en la línea de conducción o en la red de distribución. Estos dispositivos se usan para serrar circuitos en casos de reparaciones en la tubería. Se protegen por medio de una pequeña caja de concreto.

Este proyecto cuenta con 12 circuitos limitados por válvulas de compuerta, para tener un mejor control del flujo de agua para posibles reparaciones; estas válvulas se colocarán en puntos estratégicos con el objeto de no dejar de suministrar a los demás circuitos al momento de ser reparado algún ramal de cualquiera de los circuitos. El diámetro de las válvulas varía según el diámetro de la tubería de cada circuito (ver planos de circuitos en anexos) el material que se utilizará en las válvulas es bronce, estas válvulas estarán protegidas por una caja pequeña de concreto.

4.2.8. Válvula de limpieza

Son accesorios que sirven para remover los sólidos posibles que pudieran introducirse, arrastrarse y acumularse en la línea de conducción o distribución de un sistema de abastecimiento de agua.

Se colocan en los puntos bajos de la línea de conducción o distribución se protegen por medio de una pequeña caja de concreto. Para este diseño de la nueva red de distribución se instalaron 30 válvulas de limpieza. (ver anexo planos de circuitos).

4.2.9. Válvula de aire

Son accesorios que remueven o admiten en una forma automática el aire desplazando o necesario para el flujo normal dentro de la tubería, en función de la presión presentada.

Estos dispositivos se usan únicamente en la línea de conducción y se colocan en los puntos más altos de ésta. Se protegen por medio de una pequeña caja de concreto.

4.2.10. Conexiones domiciliarias

La componen la tubería y accesorios destinados al servicio exclusivo del usuario, que une la tubería de servicio de la red de distribución con el inmueble. Para este caso está proyectado que las conexiones domiciliarias se conecten con tubería de PVC de ½”.

La conexión domiciliar prevista está compuesta por los siguientes elementos.

- Conexión a la tubería con diámetro (1/2”)
- Válvula de paso
- Contador
- Llave de compuerta
- Válvula de cheque

Para el presente proyecto únicamente se establece los ramales principales y secundarios de la red de distribución. Las conexiones domiciliarias previstas alcanzan más de 3400 conexiones para los sectores analizados. Las conexiones actuales son de 2279 en los sectores analizados las cuales corresponden a la mitad de la ciudad de Este a Oeste. De estas conexiones el 40% está en condiciones normales de funcionamiento y un 60% se encuentra en mal estado por los problemas que afronta la red de distribución actual.

CONCLUSIONES

1. Las áreas urbanas como Mazatenango, han crecido exponencialmente y por lo tanto, los servicios básicos se incrementan, es por eso que las autoridades municipales deben tener una unidad de planificación y ejecución bien organizada en conjunto con las instituciones gubernamentales, con el objeto de desarrollar nuevos proyectos de infraestructura funcionales, para cubrir la demanda de estos servicios en la población.
2. En los sistemas de abastecimiento de agua, es importante realizar un estudio de acuerdo con los recursos con que cuenta el área y la demanda actual y futura que la población necesita, para que se tenga un diseño óptimo.
3. En el análisis del comportamiento de las obras hidráulicas es necesario tomar en cuenta todos los datos proporcionados con la investigación de campo, topografía, condiciones del terreno, nivel de vida, recursos naturales, etc. Para establecer parámetros de diseño, según el área a beneficiar.
4. En el diseño hidráulico se obtuvieron presiones mínimas y máximas dentro de los parámetros de diseños establecidos por el IMFOM para las áreas urbanas, las cuales dieron como resultado que la distribución sea funcional en todos sus ramales, y se provea adecuadamente del vital líquido a los sectores críticos de la ciudad.

5. En el diseño propuesto en este informe, se obtuvo una distribución uniforme, donde los sectores críticos mencionados se beneficiarán con un servicio eficiente sin damnificar a los sectores que están actualmente en buen estado, con este diseño se resuelve el problema actual de la red de distribución.

6. El Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) es importante, ya que se benefician las instituciones municipales, se crean proyectos de infraestructura sin ningún costo y se dan soluciones técnicas a los problemas que afrontan en los servicios básicos. Además, desarrolla carácter y criterios de diseño a los estudiantes dándoles nuevos conocimientos en su rama profesional.

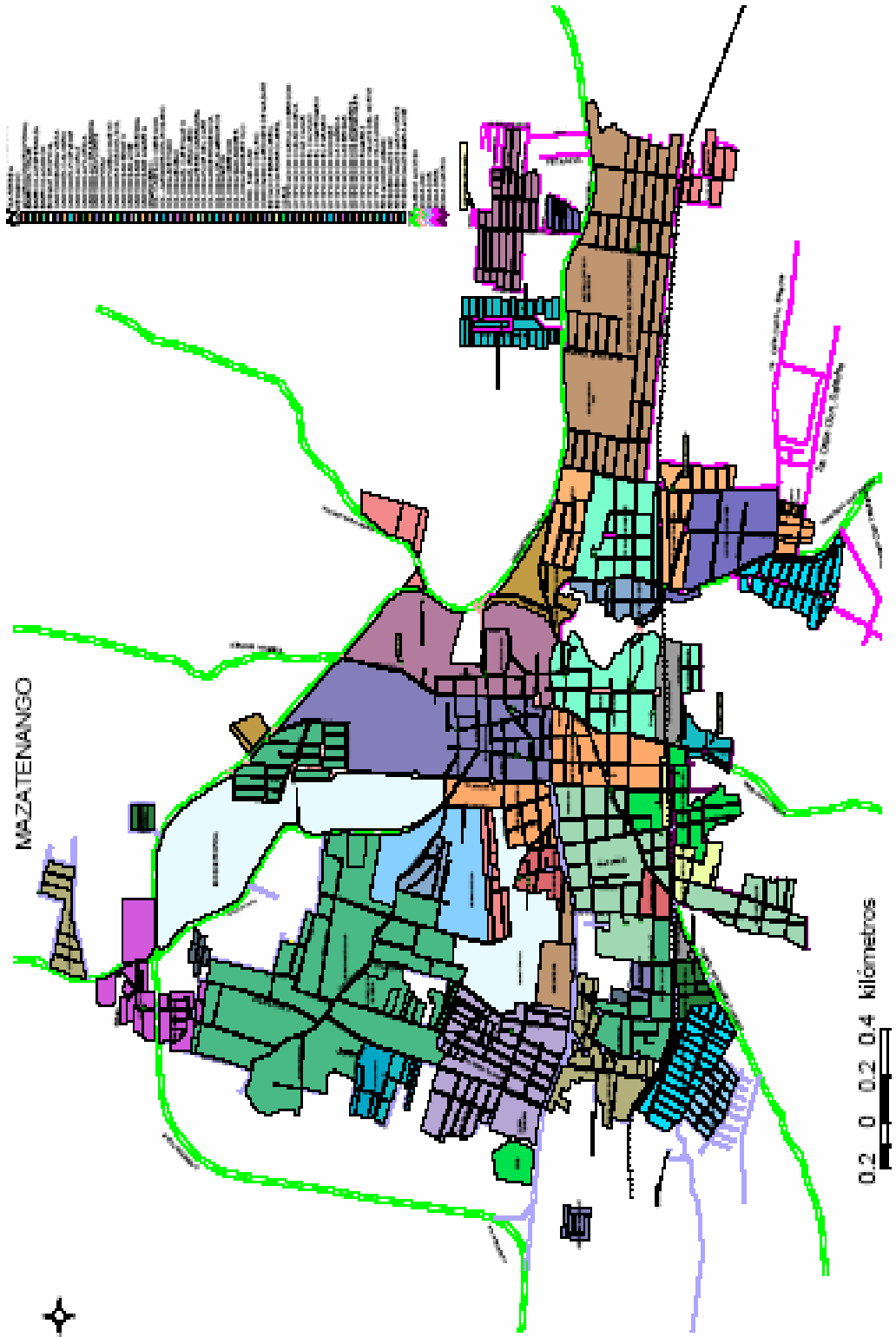
RECOMENDACIONES

1. Establecer un departamento exclusivo para el control y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable, con el fin de que sea autosostenible y se pueda mejorar cada día.
2. Tener personal para darle mantenimiento adecuado a la red de distribución actual y futura, para que trabaje en óptimas condiciones.
3. Mantener una existencia de materiales para futuras reparaciones.
4. Llevar un mejor control de la cuota tarifaria, independizando el pago y realizarlo específicamente en el área de aguas, para que tengan fondos para darle mantenimiento y reparar ciertos tramos de la tubería cuando estén defectuosos.
5. Capacitar a los empleados de la planta de tratamiento para que se mantengan los parámetros de potabilización del agua.
6. En los tanques de distribución se recomienda por cuestiones de salubridad e higiene que sean de losa de concreto.
7. Gestionar con organizaciones gubernamentales y no gubernamentales el apoyo a proyectos de infraestructura ya que la ciudad de Mazatenango está en constante crecimiento y es necesario realizar obras de infraestructura para su desarrollo y progreso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar Salguero, Edgar Horacio. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de los cantones sur y oriente de la cabecera municipal de Patzún, Chimaltenango. Tesis Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998
2. Castañaza Mateo, Marvin Antonio. Instituto de Fomento Municipal INFOM. **Normas generales para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable.** División de obras municipales departamento de estudio y diseño. Guatemala 1979
3. Lemus Cifuentes, Josué Edmundo. Diseño y planificación del sistema de abastecimiento de agua potable, para el caserío San Vicente y aldea La Puc, del municipio de Chicaman, Quiche. Tesis Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003
4. Merrit, Fredireck S.. **Manual del Ingeniero Civil**, McGraw Hill México, 1992
5. Salazar G., Walter Rolando. Instituto de Fomento Municipal INFOM. **Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a Zonas rurales.** Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. Guatemala 1997

ANEXOS



MEMORIA DE CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN POR CIRCUITOS

Tabla III. Memoria de cálculo circuito 1

Tramo		QM l/s	Cota		CIRCUITO 1		C PSI	Diametro Plg	Vel.	m/s
			Inicial	Final	Longitud m	HF m				
1	2	15.43	450.00	447.00	99.45	3.00	150.00	6.00	2.46	
2	3	5.03	447.00	446.00	178.69	1.00	150.00	4.00	0.77	
3	4	1.83	449.00	446.00	62.43	3.00	150.00	2.00	1.58	
4	5	1.83	451.00	449.00	126.62	2.00	150.00	4.00	1.34	
5	6	1.83	451.00	433.00	281.62	18.00	150.00	2.00	1.84	
6	7	0.32	433.00	432.00	130.34	1.00	150.00	2.00	0.60	
7	8	0.11	432.00	424.00	136.83	8.00	150.00	2.00	1.76	
10	8	0.10	425.00	424.00	277.75	1.00	150.00	2.00	0.60	
6	9	0.91	433.00	431.00	168.25	2.00	150.00	2.00	0.74	
3	9	3.07	446.00	431.00	305.06	15.00	150.00	2.00	1.60	
9	10	2.08	431.00	425.00	139.35	6.00	150.00	2.00	1.49	
10	11	0.81	426.00	425.00	75.79	1.00	150.00	2.00	0.79	
11	12	0.21	426.00	425.00	20.00	1.00	150.00	2.00	1.61	
2	12	10.40	447.00	426.00	509.25	21.00	150.00	4.00	2.25	
12	13	9.46	426.00	425.00	50.31	1.00	150.00	4.00	1.52	
13	14	0.16	425.00	424.00	69.40	1.00	150.00	2.00	0.82	
1	18	74.94	450.00	441.00	247.54	9.00	150.00	8.00	3.00	
18	17	74.10	441.00	440.00	118.36	1.00	150.00	8.00	1.48	
17	16	52.22	440.00	439.00	48.80	1.00	150.00	8.00	2.39	
16	15	52.22	440.00	435.00	122.58	6.00	150.00	6.00	3.00	
15	14	51.00	435.00	425.00	78.22	9.00	150.00	6.00	3.00	

Tabla IV. Memoria de cálculo circuito 2

Tramo		QM	Cota	Cota	Longitud	HF	C	Diametro	Vel.	m/s
		l/s	Inicial	Final	m	m	PSI	Plg		
18	19	0.84	445.00	441.00	144.66	4.00	150.00	2.00		1.17
19	20	0.68	445.00	443.00	41.00	2.00	150.00	2.00		1.59
21	20				142.34	-	150.00	2.00		-
20	23	0.68	443.00	441.00	41.52	2.00	150.00	2.00		1.58
22	23				138.93	-	150.00	2.00		-
23	24	0.52	441.00	440.00	148.79	1.00	150.00	2.00		0.60
24	25	0.13	441.00	440.00	89.17	1.00	150.00	2.00		0.72
17	26	21.80	440.00	439.00	131.58	1.00	150.00	6.00		1.17
23	26	0.08	441.00	440.00	38.89	1.00	150.00	2.00		1.13
26	27	21.25	440.00	439.00	146.20	1.00	150.00	6.00		1.10
24	27	0.08	441.00	440.00	43.80	1.00	150.00	2.00		1.06
27	28	21.25	440.00	439.00	91.27	1.00	150.00	6.00		1.42
15	29	0.83	435.00	434.00	422.30	1.00	150.00	4.00		0.60
28	29	21.12	439.00	435.00	76.77	4.00	150.00	4.00		2.55
14	30	50.79	426.00	425.00	22.54	1.00	150.00	6.00		3.00
30	31	26.05	425.00	422.00	233.73	3.00	150.00	6.00		1.55
31	32	24.93	422.00	421.00	92.31	1.00	150.00	6.00		1.41
32	33	21.66	422.00	420.00	129.89	2.00	150.00	6.00		1.71
29	33	20.99	435.00	420.00	290.95	15.00	150.00	4.00		2.54
33	34	0.96	420.00	415.00	138.78	5.00	150.00	2.00		1.35
34	35	0.23	418.00	415.00	102.11	3.00	150.00	2.00		1.21
32	35	3.05	422.00	418.00	198.93	4.00	150.00	4.00		1.53
35	37	2.27	418.00	412.00	102.98	6.00	150.00	2.00		1.75
37	38	1.28	412.00	411.00	65.31	1.00	150.00	2.00		0.85
31	38	0.99	422.00	412.00	301.78	10.00	150.00	2.00		1.29
38	39	1.12	412.00	411.00	117.17	1.00	150.00	2.00		0.62
39	40	0.47	411.00	410.00	33.35	1.00	150.00	2.00		1.22
39	41	0.44	411.00	410.00	113.84	1.00	150.00	2.00		0.63
40	41	0.47	411.00	410.00	119.21	1.00	150.00	2.00		0.62
41	42	0.23	411.00	404.00	104.42	7.00	150.00	2.00		1.89
43	42	22.95	407.00	404.00	143.10	3.00	150.00	6.00		2.02
43	44	0.70	408.00	407.00	100.39	1.00	150.00	2.00		0.68
30	43	24.74	425.00	407.00	347.03	18.00	150.00	6.00		3.00
37	45	0.52	412.00	399.00	180.12	13.00	150.00	2.00		1.97

Tabla V. Memoria de cálculo circuito 3

CIRCUITO 3									
Tramo	QM	Cota	Cota	Longitud	HF	C	Diametro	Vel.	m/s
	l/s	Inicial	Final	m	m	PSI	Plg		
33	46	40.58	422.00	420.00	116.13	2.00	150.00	8.00	2.17
46	47	39.62	422.00	421.00	200.44	1.00	150.00	8.00	1.11
47	48	38.74	421.00	415.00	114.11	6.00	150.00	8.00	3.00
48	49	38.40	415.00	413.00	139.69	2.00	150.00	8.00	1.97
49	50	38.40	413.00	409.00	87.40	4.00	150.00	6.00	3.00
50	51	37.96	409.00	404.00	109.25	5.00	150.00	6.00	3.00
48	52	0.13	415.00	414.00	40.30	1.00	150.00	2.00	1.11
52	53	0.13	415.00	414.00	90.00	1.00	150.00	2.00	0.72
54	53	0.59	415.00	414.00	130.13	1.00	150.00	2.00	0.60
47	54	0.59	421.00	415.00	73.13	6.00	150.00	2.00	2.11
55	54	0.21	421.00	415.00	225.43	6.00	150.00	2.00	1.15
46	55	0.83	422.00	421.00	33.94	1.00	150.00	2.00	0.95
55	56	0.62	421.00	414.00	143.15	7.00	150.00	2.00	1.60
53	56	0.36	415.00	414.00	188.38	1.00	150.00	2.00	0.60
56	57	0.23	414.00	410.00	43.92	4.00	150.00	2.00	2.23
57	58	0.13	410.00	409.00	121.66	1.00	150.00	2.00	0.61
34	58	0.60	415.00	410.00	86.23	5.00	150.00	2.00	1.75
50	59	0.31	410.00	409.00	144.46	1.00	150.00	2.00	0.60
51	60	2.95	405.00	404.00	189.81	1.00	150.00	4.00	0.74
60	61	0.23	404.00	403.00	46.29	1.00	150.00	2.00	1.03
60	62	1.63	404.00	403.00	52.83	1.00	150.00	2.00	0.96
62	63	0.05	403.00	402.00	44.95	1.00	150.00	2.00	1.04
62	64	1.50	403.00	402.00	49.48	1.00	150.00	2.00	0.99
64	65	0.05	402.00	401.00	44.91	1.00	150.00	2.00	1.04
64	66	1.37	402.00	401.00	56.95	1.00	150.00	2.00	0.92
66	67	0.54	401.00	400.00	49.00	1.00	150.00	2.00	1.00
66	68	0.70	402.00	401.00	204.60	1.00	150.00	2.00	0.60
68	69				53.80	1.00	150.00	2.00	0.95
67	69	0.54	401.00	400.00	194.70	1.00	150.00	2.00	0.60

Tabla VI. Memoria de cálculo circuito 4

CIRCUITO 4										
Tramo		QM	Cota	Cota	Longitud	HF	C	Diametro	Vel.	m/s
		l/s	Inicial	Final	m	m	PSI	Plg		
13	70	9.30	425.00	418.00	227.39	7.00	150.00	4.00		1.92
70	71	7.33	418.00	407.00	269.83	11.00	150.00	4.00		2.24
71	72	1.14	407.00	406.00	216.71	1.00	150.00	4.00		0.69
70	73	1.77	418.00	416.00	67.39	2.00	150.00	2.00		1.22
11	73	0.60	426.00	416.00	247.94	10.00	150.00	2.00		1.44
73	74	1.69	416.00	412.00	23.87	4.00	150.00	2.00		3.00
74	75	0.68	412.00	411.00	71.28	1.00	150.00	2.00		0.81
75	76	0.47	411.00	410.00	35.75	1.00	150.00	2.00		1.18
74	76	1.01	412.00	411.00	95.00	1.00	150.00	2.00		0.70
76	77	0.47	410.00	409.00	106.52	1.00	150.00	2.00		0.65
76	78	0.57	410.00	409.00	78.01	1.00	150.00	2.00		0.77
78	79	0.36	410.00	409.00	101.75	1.00	150.00	2.00		0.67

Tabla VII. Memoria de cálculo circuito 5

CIRCUITO 5										
Tramo		QM	Cota	Cota	Longitud	HF	C	Diametro	Vel.	m/s
		l/s	Inicial	Final	m	m	PSI	Plg		
71	83	6.16	407.00	400.00	224.68	7.00	150.00	4.00		1.94
83	82	3.66	403.00	400.00	105.44	3.00	150.00	4.00		1.84
80	82	0.29	404.00	403.00	113.44	1.00	150.00	2.00		0.63
82	81	0.21	403.00	402.00	202.18	1.00	150.00	2.00		0.60
83	86	2.27	400.00	394.00	55.87	6.00	150.00	2.00		2.44
86	85	0.13	394.00	393.00	108.86	1.00	150.00	2.00		0.65
82	85	2.87	403.00	402.00	53.71	1.00	150.00	4.00		1.47
85	84	0.62	394.00	393.00	163.92	1.00	150.00	2.00		0.60
86	89	1.98	394.00	392.00	47.95	2.00	150.00	2.00		1.46
89	88	0.13	392.00	391.00	109.68	1.00	150.00	2.00		0.64
85	88	2.25	394.00	392.00	48.15	2.00	150.00	2.00		1.46
88	87	0.68	392.00	391.00	160.89	1.00	150.00	2.00		0.60
92	91	0.16	392.00	391.00	82.44	1.00	150.00	2.00		0.75
88	91	1.44	392.00	391.00	63.90	1.00	150.00	2.00		0.86
91	90	0.55	392.00	391.00	56.39	1.00	150.00	2.00		0.92
88	95	1.72	392.00	389.00	113.48	3.00	150.00	2.00		1.14
91	94	0.68	392.00	391.00	51.75	1.00	150.00	2.00		0.97
94	93	0.13	392.00	391.00	61.78	1.00	150.00	2.00		0.88
94	95	0.47	392.00	389.00	115.91	3.00	150.00	2.00		1.13

Tabla VIII. Memoria de cálculo circuito 6

		CIRUCITO 6								
Tramo	QM	Cota	Cota	Longitud	HF	C	Diametro	Vel.	m/s	
	l/s	Inicial	Final	m	m	PSI	Plg			
42	97	22.82	404.00	396.00	249.39	8.00	150.00	6.00	2.54	
97	96	1.15	396.00	395.00	51.65	1.00	150.00	2.00	0.97	
97	98	20.42	396.00	395.00	46.96	1.00	150.00	6.00	2.03	
95	108	0.97	389.00	388.00	110.78	1.00	150.00	2.00	0.64	
108	115	0.47	388.00	386.00	107.37	2.00	150.00	2.00	0.95	
96	102	1.15	395.00	389.00	138.47	6.00	150.00	2.00	1.49	
102	109	0.94	389.00	388.00	106.26	1.00	150.00	2.00	0.66	
109	106	0.34	388.00	385.00	109.13	3.00	150.00	2.00	1.17	
97	103	1.25	396.00	392.00	139.66	4.00	150.00	2.00	1.19	
103	110	0.62	392.00	388.00	112.60	4.00	150.00	2.00	1.34	
110	117	0.21	388.00	386.00	104.52	2.00	150.00	2.00	0.96	
98	99	20.42	396.00	395.00	39.53	1.00	150.00	6.00	2.23	
99	104	16.29	395.00	393.00	101.84	2.00	150.00	6.00	1.95	
104	111	15.93	393.00	388.00	113.16	5.00	150.00	4.00	2.34	
111	118	15.49	388.00	386.00	104.41	2.00	150.00	6.00	1.92	
100	105	1.17	395.00	393.00	107.46	2.00	150.00	2.00	0.95	
105	112	1.04	393.00	388.00	112.25	5.00	150.00	2.00	1.52	
112	119	0.65	388.00	387.00	108.48	1.00	150.00	2.00	0.65	
101	106	2.55	395.00	393.00	107.84	2.00	150.00	4.00	1.46	
106	113	1.04	393.00	388.00	110.00	5.00	150.00	2.00	1.53	
113	120	0.52	388.00	385.00	113.67	3.00	150.00	2.00	1.14	
107	114	0.83	392.00	388.00	109.78	4.00	150.00	2.00	1.36	
114	121	0.44	388.00	385.00	110.37	3.00	150.00	2.00	1.16	
99	100	4.13	395.00	394.00	50.70	1.00	150.00	4.00	1.51	
100	101	2.60	395.00	394.00	44.90	1.00	150.00	4.00	1.61	
95	102	0.23	389.00	388.00	79.83	1.00	150.00	2.00	0.76	
103	102	0.08	392.00	389.00	50.56	3.00	150.00	2.00	1.77	
103	104	0.09	393.00	392.00	48.00	1.00	150.00	2.00	1.01	
104	105	0.05	393.00	392.00	55.95	1.00	150.00	2.00	0.93	
105	106	0.08	393.00	392.00	65.51	1.00	150.00	2.00	0.85	
106	107	0.99	393.00	392.00	52.59	1.00	150.00	2.00	0.96	
108	109	0.21	388.00	387.00	74.65	1.00	150.00	2.00	0.79	
109	110	0.13	388.00	387.00	49.32	1.00	150.00	2.00	0.99	
110	111	0.05	388.00	387.00	51.01	1.00	150.00	2.00	0.97	
111	112				49.05	1.00	150.00	2.00	0.99	
113	114				51.16	1.00	150.00	2.00	0.97	
115	116	0.16	386.00	385.00	68.20	1.00	150.00	2.00	0.83	
116	117	0.05	386.00	385.00	51.44	1.00	150.00	2.00	0.97	
117	118	0.08	386.00	385.00	53.83	1.00	150.00	2.00	0.95	
118	119				52.12	1.00	150.00	2.00	0.96	
119	120	0.36	387.00	385.00	126.73	2.00	150.00	2.00	0.87	
120	121	0.05	385.00	384.00	52.33	1.00	150.00	2.00	0.96	

Tabla IX. Memoria de cálculo circuito 7

CIRCUITO 7										
Tramo	QM	Cota	Cota	Longitud	HF	m	C	Diametro	Vel.	m/s
	l/s	Inicial	Final	m			PSI	Plg		
51 122	34.78	404.00	403.00	86.12		1.00	150.00	6.00		1.47
122 123	0.73	403.00	402.00	91.81		1.00	150.00	2.00		0.71
122 124	34.00	403.00	398.00	84.15		5.00	150.00	6.00		3.00
124 127	33.34	398.00	389.00	85.28		9.00	150.00	6.00		3.00
124 125	0.50	401.00	400.00	87.70		1.00	150.00	2.00		0.73
127 128	32.95	389.00	388.00	84.60		1.00	150.00	6.00		1.48
123 125	0.65	403.00	401.00	87.39		2.00	150.00	2.00		1.06
125 128				82.25		1.00	150.00	2.00		0.75
125 126	0.44	401.00	400.00	76.78		1.00	150.00	2.00		0.78
126 129	0.21	398.00	388.00	95.01		10.00	150.00	2.00		2.41
128 129	32.66	388.00	387.00	65.10		1.00	150.00	6.00		1.71
129 130	32.53	388.00	387.00	50.83		1.00	150.00	6.00		1.95
130 138	0.29	388.00	386.00	88.71		2.00	150.00	2.00		1.05
138 137	0.16	386.00	385.00	97.26		1.00	150.00	2.00		0.69
130 133	32.03	388.00	387.00	98.35		1.00	150.00	6.00		1.36
132 131	0.29	389.00	388.00	41.67		1.00	150.00	2.00		1.09
133 132	0.37	389.00	388.00	56.05		1.00	150.00	2.00		0.93
133 134	31.50	388.00	387.00	42.65		1.00	150.00	6.00		2.14
134 135	0.31	387.00	386.00	46.69		1.00	150.00	2.00		1.02
134 137	31.03	387.00	386.00	75.80		1.00	150.00	6.00		1.57
137 136	0.78	387.00	386.00	317.98		1.00	150.00	4.00		0.60

Tabla X. Memoria de cálculo circuito 8

CIRCUITO 8										
Tramo	QM	Cota	Cota	Longitud	HF	m	C	Diametro	Vel.	m/s
	l/s	Inicial	Final	m			PSI	Plg		
118 139	15.10	386.00	385.00	42.81		1.00	150.00	4.00		1.66
139 140	2.97	385.00	384.00	24.57		1.00	150.00	4.00		2.24
140 141	0.68	385.00	378.00	101.38		7.00	150.00	2.00		1.92
141 142	0.37	378.00	377.00	69.76		1.00	150.00	2.00		0.82
143 142	0.21	380.00	378.00	108.27		2.00	150.00	2.00		0.94
143 144	15.32	380.00	379.00	29.20		1.00	150.00	4.00		2.04
144 145	0.23	379.00	378.00	51.88		1.00	150.00	2.00		0.96
144 146	0.23	379.00	378.00	43.73		1.00	150.00	2.00		1.06
144 148	14.86	379.00	377.00	67.80		2.00	150.00	4.00		1.88
148 147	0.55	377.00	376.00	113.68		1.00	150.00	2.00		0.63
149 148	0.16	377.00	376.00	84.26		1.00	150.00	2.00		0.74
142 149	0.37	378.00	377.00	79.47		1.00	150.00	2.00		0.77
150 149	0.31	377.00	376.00	95.87		1.00	150.00	2.00		0.69
141 150	0.31	378.00	377.00	32.91		1.00	150.00	2.00		1.23
140 151	2.29	385.00	377.00	75.71		8.00	150.00	2.00		2.42
150 151				42.17		1.00	150.00	2.00		1.08
151 152	2.06	377.00	376.00	20.69		1.00	150.00	2.00		1.59
152 157	2.06	377.00	376.00	68.25		1.00	150.00	4.00		1.29
157 158	0.29	376.00	375.00	32.54		1.00	150.00	2.00		1.24
158 159	0.29	376.00	375.00	127.05		1.00	150.00	2.00		0.60
148 159	14.31	377.00	376.00	66.14		1.00	150.00	6.00		1.69
139 153	12.13	385.00	376.00	154.71		9.00	150.00	4.00		2.71
153 154	0.31	376.00	375.00	51.30		1.00	150.00	2.00		0.97
153 156	11.46	376.00	375.00	31.66		1.00	150.00	4.00		1.95
156 155	0.36	376.00	375.00	52.30		1.00	150.00	2.00		0.96
156 161	11.02	376.00	375.00	31.24		1.00	150.00	4.00		1.96
157 160	1.38	376.00	375.00	41.66		1.00	150.00	2.00		1.09
161 160	0.36	375.00	374.00	154.40		1.00	150.00	2.00		0.60
160 163	1.38	375.00	373.00	30.36		2.00	150.00	2.00		1.87
159 164	14.18	376.00	373.00	91.66		3.00	150.00	4.00		1.99
162 163	0.29	374.00	373.00	94.04		1.00	150.00	2.00		0.70
161 162	10.66	375.00	374.00	52.30		1.00	150.00	4.00		1.49
163 167	1.25	373.00	371.00	79.12		2.00	150.00	2.00		1.12
162 168	10.14	374.00	373.00	15.24		1.00	150.00	4.00		2.89
168 169	1.64	374.00	373.00	190.27		1.00	150.00	4.00		0.74
168 170	8.50	374.00	373.00	34.76		1.00	150.00	4.00		1.85
169 183	0.63	373.00	372.00	80.38		1.00	150.00	2.00		0.76
170 171	0.29	373.00	372.00	33.67		1.00	150.00	2.00		1.22
170 176	8.13	373.00	372.00	63.84		1.00	150.00	4.00		1.34
167 172	1.17	371.00	370.00	49.64		1.00	150.00	2.00		0.99
172 177				28.83		1.00	150.00	2.00		0.78

Continuación tabla X

CIRCUITO 8									
Tramo	QM	Cota	Cota	Longitud	HF	C	Diametro	Vel.	m/s
	l/s	Inicial	Final	m	m	PSI	Plg		
172 173	1.17	370.00	369.00	100.92	1.00	150.00	2.00		0.67
164 167	0.68	373.00	371.00	173.66	2.00	150.00	2.00		0.73
164 174	12.98	373.00	372.00	46.14	1.00	150.00	4.00		1.59
165 166	0.08	375.00	374.00	61.13	1.00	150.00	2.00		0.88
175 165	0.63	375.00	372.00	95.32	3.00	150.00	2.00		1.26
174 175	0.84	372.00	371.00	52.77	1.00	150.00	2.00		0.96
174 173	0.21	372.00	370.00	68.37	2.00	150.00	2.00		1.21
173 181	0.94	370.00	368.00	126.86	2.00	150.00	2.00		0.87
174 178	11.70	372.00	370.00	96.68	2.00	150.00	4.00		1.55
176 177	0.23	372.00	370.00	58.27	2.00	150.00	2.00		1.32
176 179	7.77	372.00	371.00	44.34	1.00	150.00	4.00		1.63
179 180	0.55	372.00	371.00	80.40	1.00	150.00	2.00		0.76
179 184	7.09	372.00	371.00	31.30	1.00	150.00	4.00		1.96
183 184	0.16	372.00	371.00	224.06	1.00	150.00	2.00		1.00
184 185	7.09	372.00	364.00	48.85	8.00	150.00	4.00		3.00
185 186	0.21	364.00	363.00	79.57	1.00	150.00	2.00		0.77
181 182	0.16	368.00	367.00	60.00	1.00	150.00	2.00		0.89
178 182	8.75	370.00	368.00	39.46	2.00	150.00	4.00		2.52
182 187	8.62	368.00	367.00	80.04	1.00	150.00	4.00		1.18
187 233	8.31	365.00	364.00	25.24	1.00	150.00	4.00		2.20

Tabla XI. Memoria de cálculo circuito 9

Tramo		QM	Cota	Cota	CIRCUITO 9		C	Diametro	Vel.	m/s
		l/s	Inicial	Final	Longitud	HF	PSI	Plg		
					m	m				
185	188	6.88	364.00	363.00	31.76	1.00	150.00	2.00		1.26
188	189	2.97	364.00	363.00	40.20	1.00	150.00	2.00		1.11
189	190	2.24	364.00	363.00	42.15	1.00	150.00	2.00		1.08
190	191	1.17	364.00	363.00	43.14	1.00	150.00	2.00		1.07
191	192	0.36	364.00	360.00	58.43	4.00	150.00	2.00		1.91
192	193	0.36	360.00	359.00	120.16	1.00	150.00	2.00		0.61
191	194	0.68	364.00	361.00	132.17	3.00	150.00	2.00		1.05
190	195	0.91	364.00	362.00	156.44	2.00	150.00	2.00		0.77
189	196	0.60	364.00	362.00	165.40	2.00	150.00	2.00		0.75
188	198	0.63	364.00	362.00	128.28	2.00	150.00	2.00		0.86
198	197	0.08	362.00	361.00	45.24	1.00	150.00	2.00		1.04
188	199	3.28	364.00	363.00	41.83	1.00	150.00	2.00		1.08
199	200	0.81	364.00	362.00	131.92	2.00	150.00	2.00		0.85
198	200				41.83	-	150.00	2.00		-
200	201	0.21	362.00	361.00	49.48	1.00	150.00	2.00		0.99
199	202	2.31	364.00	363.00	42.83	1.00	150.00	2.00		1.07
202	203	1.06	364.00	362.00	131.80	2.00	150.00	2.00		0.85
200	203				42.80	-	150.00	2.00		-
203	204	0.31	362.00	361.00	54.54	1.00	150.00	2.00		0.94
202	205	1.12	364.00	363.00	41.20	1.00	150.00	2.00		1.09
205	206	0.99	364.00	362.00	134.92	2.00	150.00	2.00		-
203	206				42.10	-	150.00	2.00		-
206	207	0.39	362.00	361.00	55.89	1.00	150.00	2.00		0.93
205	208	0.08	364.00	363.00	43.40	1.00	150.00	2.00		1.06
208	209	1.17	363.00	362.00	132.80	1.00	150.00	2.00		0.60
206	209				42.80	-	150.00	2.00		-
209	210	0.55	362.00	361.00	80.40	1.00	150.00	2.00		0.76
211	208	1.38	364.00	363.00	43.75	1.00	150.00	2.00		1.06
211	212	1.23	364.00	362.00	130.20	2.00	150.00	2.00		0.85
209	212				42.48	-	150.00	2.00		-
212	213	0.55	362.00	361.00	89.96	1.00	150.00	2.00		0.72
214	211	2.66	364.00	363.00	26.79	1.00	150.00	2.00		1.38
214	215	0.94	364.00	362.00	132.42	2.00	150.00	2.00		0.85
212	215				41.15	-	150.00	2.00		-
215	216	0.47	362.00	361.00	100.40	1.00	150.00	2.00		0.68
217	214	3.68	364.00	363.00	41.20	1.00	150.00	2.00		1.09
233	217	7.14	365.00	364.00	41.71	1.00	150.00	4.00		1.68
217	218	1.20	364.00	362.00	130.10	2.00	150.00	2.00		0.85
215	218				31.72	-	150.00	2.00		-
218	219	0.52	362.00	360.00	108.70	2.00	150.00	2.00		0.94

Continuación tabla XI

CIRCUITO 9									
Tramo	QM	Cota	Cota	Longitud	HF	C	Diametro	Vel.	m/s
	l/s	Inicial	Final	m	m	PSI	Plg		
217	220	2.26	364.00	363.00	45.10	1.00	150.00	2.00	1.04
220	221	0.08	364.00	363.00	18.90	1.00	150.00	2.00	1.66
220	222	2.10	364.00	363.00	47.45	1.00	150.00	2.00	1.01
222	223	0.13	363.00	362.00	43.60	1.00	150.00	2.00	1.06
222	224	1.74	363.00	362.00	42.49	1.00	150.00	2.00	1.07
224	225	0.31	362.00	361.00	67.00	1.00	150.00	2.00	0.84
224	226	1.27	362.00	361.00	41.20	1.00	150.00	2.00	1.09
218	226				40.20	-	150.00	2.00	-
226	227	0.36	361.00	360.00	78.75	1.00	150.00	2.00	0.77
226	228	0.78	361.00	360.00	42.94	1.00	150.00	2.00	1.07
228	229	0.23	361.00	360.00	55.90	1.00	150.00	2.00	0.93
228	230	0.39	361.00	360.00	74.03	1.00	150.00	2.00	0.80
194	195				38.00	-	150.00	2.00	-
195	196				43.00	-	150.00	2.00	-
196	197				45.64	-	150.00	2.00	-
197	201				44.75	-	150.00	2.00	-
201	204				43.70	-	150.00	2.00	-
204	207				43.47	-	150.00	2.00	-
207	210				44.03	-	150.00	2.00	-
210	213				40.50	-	150.00	2.00	-
213	216				45.06	-	150.00	2.00	-
216	219				37.42	-	150.00	2.00	-
219	230				40.26	-	150.00	2.00	-

Tabla XII. Memoria de cálculo circuito 10

Tramo		QM	Cota	Cota	Longitud	HF	C	Diametro	Vel.	m/s
		l/s	Inicial	Final	m	m	PSI	Plg		
260	259	0.36	381.00	380.00	50.61	1.00	150.00	2.00		0.98
260	261	0.36	381.00	380.00	75.13	1.00	150.00	2.00		0.79
263	260	0.72	381.00	380.00	61.66	1.00	150.00	2.00		0.88
262	263	1.01	384.00	381.00	93.27	3.00	150.00	2.00		1.27
263	264	0.52	381.00	380.00	86.85	1.00	150.00	2.00		0.73
265	262	17.61	386.00	384.00	88.31	2.00	150.00	6.00		2.10
265	266	0.52	386.00	382.00	102.46	4.00	150.00	2.00		1.41
266	267	7.80	382.00	379.00	71.03	3.00	150.00	4.00		2.28
267	245	7.36	379.00	376.00	179.27	3.00	150.00	4.00		1.38
270	265	18.21	386.00	385.00	101.40	1.00	150.00	6.00		1.34
271	268	9.21	382.00	381.00	67.73	1.00	150.00	4.00		1.29
268	266	8.53	382.00	381.00	36.53	1.00	150.00	4.00		1.80
269	267				36.53	-	150.00	2.00		-
137	270	29.94	386.00	385.00	24.84	1.00	150.00	6.00		2.87
270	271	9.81	386.00	382.00	116.90	4.00	150.00	4.00		2.04
273	271	0.21	382.00	381.00	91.10	1.00	150.00	2.00		0.71
270	272	1.92	387.00	386.00	96.12	1.00	150.00	4.00		1.07
272	273	1.79	387.00	382.00	131.96	5.00	150.00	2.00		1.39
273	274	1.14	382.00	376.00	238.78	6.00	150.00	2.00		1.11
274	246	0.75	376.00	375.00	143.93	1.00	150.00	2.00		0.60

Tabla XIII. Memoria de cálculo circuito 11

CIRCUITO 11									
Tramo	QM	Cota	Cota	Longitud	HF	C	Diametro	Vel.	m/s
	l/s	Inicial	Final	m	m	PSI	Plg		
178	232	2.64	371.00	370.00	76.46	1.00	150.00	4.00	1.21
232	231	0.60	372.00	371.00	102.35	1.00	150.00	2.00	0.67
232	236	1.88	371.00	370.00	37.36	1.00	150.00	2.00	1.15
187	237	0.08	370.00	365.00	100.86	5.00	150.00	2.00	1.61
235	234	0.29	372.00	371.00	54.29	1.00	150.00	2.00	0.94
236	235	0.66	372.00	371.00	49.47	1.00	150.00	2.00	0.99
236	237	0.83	371.00	370.00	111.00	1.00	150.00	2.00	0.64
237	241	0.23	370.00	369.00	155.50	1.00	150.00	2.00	0.60
236	240	0.31	371.00	369.00	110.19	2.00	150.00	2.00	0.93
235	239	0.29	372.00	369.00	106.45	3.00	150.00	2.00	1.18
234	238	0.13	372.00	371.00	104.59	1.00	150.00	2.00	0.66
239	238	0.05	372.00	369.00	51.37	3.00	150.00	2.00	1.76
240	239				53.54	-	150.00	2.00	-
240	241	0.23	370.00	369.00	97.27	1.00	150.00	2.00	0.69
243	240	0.96	374.00	369.00	196.36	5.00	150.00	2.00	1.12
244	241	2.45	373.00	370.00	178.15	3.00	150.00	2.00	0.90
243	244	3.12	374.00	373.00	88.14	1.00	150.00	4.00	1.12
242	243	4.39	376.00	374.00	86.39	2.00	150.00	4.00	1.65
245	242	4.86	376.00	375.00	134.38	1.00	150.00	4.00	0.89
245	246	1.56	376.00	375.00	79.28	1.00	150.00	4.00	1.19
246	247	1.12	375.00	374.00	70.95	1.00	150.00	2.00	0.81
247	243	0.83	375.00	374.00	166.48	1.00	150.00	2.00	0.60
247	248	0.16	375.00	367.00	89.54	8.00	150.00	2.00	2.21
244	248	0.36	373.00	367.00	114.49	6.00	150.00	2.00	1.66

Tabla XIV. Memoria de cálculo circuito 12

CIRCUITO 12									
Tramo	QM	Cota	Cota	Longitud	HF	C	Diametro	Vel.	m/s
	l/s	Inicial	Final	m	m	PSI	Plg		
233 249	1.17	366.00	365.00	100.86	1.00	150.00	2.00		0.67
249 250	1.09	366.00	365.00	100.42	1.00	150.00	2.00		0.68
250 251	0.49	365.00	363.00	86.04	2.00	150.00	2.00		1.07
252 249				47.75	-	150.00	2.00		-
250 253	0.05	365.00	363.00	48.96	2.00	150.00	2.00		1.45
251 254	0.13	363.00	362.00	52.92	1.00	150.00	2.00		0.95
252 253	0.52	365.00	363.00	92.32	2.00	150.00	2.00		1.03
253 254	0.21	363.00	362.00	63.01	1.00	150.00	2.00		0.87
255 252	0.81	365.00	364.00	93.45	1.00	150.00	2.00		0.70
256 253	0.23	363.00	362.00	91.01	1.00	150.00	2.00		0.71
257 254	0.21	363.00	362.00	99.83	1.00	150.00	2.00		0.68
241 255	2.24	370.00	365.00	28.39	5.00	150.00	2.00		3.00
255 256	0.81	365.00	363.00	88.58	2.00	150.00	2.00		1.05
256 257	0.29	363.00	362.00	23.83	1.00	150.00	2.00		1.47
255 258	0.62	367.00	365.00	241.80	2.00	150.00	2.00		0.61
258 257				263.66	-	150.00	2.00		-

PRESUPUESTO DE MATERIALES POR CIRCUITO

Tabla XV. Presupuesto de materiales circuito 1

CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P.U.	TOTAL
1.0	UND	Válvula de compuerta 8" HF	Q 4,850.00	Q 4,850.00
2.0	UND	Válvula de compuerta 6" HF	Q 3,050.00	Q 6,100.00
3.0	UND	Válvula de compuerta 4"	Q 420.00	Q 1,260.00
7.0	UND	Válvula de compuerta 2"	Q 148.00	Q 1,036.00
2.0	UND	Válvula de limpieza 2"	Q 148.00	Q 296.00
2.0	UND	Flange de 8" PVC	Q 716.25	Q 1,432.50
4.0	UND	Flange de 6" PVC	Q 559.26	Q 2,237.04
6.0	UND	Adaptador macho 4" PVC	Q 29.02	Q 174.12
18.0	UND	Adaptador macho 2" PVC	Q 5.41	Q 97.38
1.0	UND	Codo 90° 8"	Q 1,311.43	Q 1,311.43
3.0	UND	Codo 90° 2"	Q 7.90	Q 23.70
3.0	UND	Codo 45° 2"	Q 9.21	Q 27.63
5.0	UND	Te 8"	Q 1,523.04	Q 7,615.20
3.0	UND	Te 6"	Q 439.44	Q 1,318.32
3.0	UND	Te 4"	Q 75.70	Q 227.10
5.0	UND	Te 2"	Q 9.00	Q 45.00
1.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 8"*6"	Q 863.14	Q 863.14
4.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 8"*4"	Q 863.14	Q 3,452.56
4.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 6"*4"	Q 135.10	Q 540.40
6.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 4"*2"	Q 43.97	Q 263.82
70.0	UND	Tubo PVC de 8" 160 PSI	Q 934.66	Q 65,426.20
51.0	UND	Tubo PVC de 6" 160 PSI	Q 551.42	Q 28,122.42
145.0	UND	Tubo PVC de 4" 160 PSI	Q 254.80	Q 36,946.00
278.0	UND	Tubo PVC de 2" 160 PSI	Q 70.64	Q 19,637.92
5.0	Galón	Cemento solvente PVC	Q 400.00	Q 2,000.00
			Total	Q 185,303.88

Tabla XVI. Presupuesto de materiales circuito 2

CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P.U.	TOTAL
3.0	UND	Válvula de compuerta 6" HF	Q 3,050.00	Q 9,150.00
2.0	UND	Válvula de compuerta 4"	Q 420.00	Q 840.00
3.0	UND	Válvula de compuerta 2"	Q 130.00	Q 390.00
1.0	UND	Válvula de limpieza 6"	Q 3,050.00	Q 3,050.00
8.0	UND	Flange 6" PVC	Q 559.26	Q 4,474.08
4.0	UND	Adaptador macho 4"	Q 29.02	Q 116.08
6.0	UND	Adaptador macho 2"	Q 5.41	Q 32.46
1.0	UND	Codo 90° 8"	Q 1,311.43	Q 1,311.43
3.0	UND	Codo 90° 2"	Q 7.90	Q 23.70
7.0	UND	Te 6"	Q 439.44	Q 3,076.08
2.0	UND	Te 4"	Q 75.70	Q 151.40
6.0	UND	Te 2"	Q 9.00	Q 54.00
1.0	UND	Cruz 6"	Q 278.00	Q 278.00
1.0	UND	Tapón hembra 2"	Q 4.03	Q 4.03
7.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 6"*4"	Q 135.10	Q 945.70
7.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 4"*2"	Q 43.97	Q 307.79
223.0	UND	Tubo PVC de 6" 160 PSI	Q 551.42	Q 122,966.66
165.0	UND	Tubo PVC de 4" 160 PSI	Q 254.80	Q 42,042.00
385.0	UND	Tubo PVC de 2" 160 PSI	Q 70.64	Q 27,196.40
6.0	Galón	Cemento solvente PVC	Q 400.00	Q 2,400.00
		Total		Q 218,809.81

Tabla XVII. Presupuesto de materiales circuito 3

CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P.U.	TOTAL
2.0	UND	Válvula de compuerta 6" HF	Q 3,050.00	Q 6,100.00
1.0	UND	Válvula de compuerta 4"	Q 420.00	Q 420.00
5.0	UND	Válvula de compuerta 2"	Q 148.00	Q 740.00
2.0	UND	Válvula de limpieza 2"	Q 148.00	Q 296.00
4.0	UND	Flange 6" PVC	Q 559.26	Q 2,237.04
2.0	UND	Adaptador macho 4"	Q 29.02	Q 58.04
14.0	UND	Adaptador macho 2"	Q 5.41	Q 75.74
1.0	UND	Codo 90° 8"	Q 1,311.43	Q 1,311.43
5.0	UND	Codo 90° 2"	Q 7.90	Q 39.50
3.0	UND	Te 8"	Q 1,523.04	Q 4,569.12
2.0	UND	Te 6"	Q 439.44	Q 878.88
1.0	UND	Te 4"	Q 75.70	Q 75.70
8.0	UND	Te 2"	Q 9.00	Q 72.00
4.0	UND	Tapón hembra 2"	Q 4.03	Q 16.12
1.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 8"*6"	Q 863.14	Q 863.14
5.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 8"*4"	Q 863.14	Q 4,315.70
1.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 6"*4"	Q 135.10	Q 135.10
6.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 4"*2"	Q 43.97	Q 263.82
96.0	UND	Tubo PVC de 8" 160 PSI	Q 934.66	Q 89,727.36
33.0	UND	Tubo PVC de 6" 160 PSI	Q 551.42	Q 18,196.86
32.0	UND	Tubo PVC de 4" 160 PSI	Q 254.80	Q 8,153.60
354.0	UND	Tubo PVC de 2" 160 PSI	Q 70.64	Q 25,006.56
5.0	Galón	Cemento solvente PVC	Q 400.00	Q 2,000.00
		Total		Q 165,551.71

Tabla XVIII. Presupuesto de materiales circuito 4

CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN		P.U.		TOTAL
1.0	UND	Válvula de compuerta 4"	Q	420.00	Q	420.00
2.0	UND	Válvula de compuerta 2"	Q	148.00	Q	296.00
1.0	UND	Válvula de limpieza 4"	Q	420.00	Q	420.00
1.0	UND	Válvula de limpieza 2"	Q	148.00	Q	148.00
4.0	UND	Adaptador macho 4"	Q	29.02	Q	116.08
6.0	UND	Adaptador macho 2"	Q	5.41	Q	32.46
3.0	UND	Codo 90° 2"	Q	7.90	Q	23.70
1.0	UND	Codo 45° 2"	Q	9.21	Q	9.21
2.0	UND	Te 4"	Q	75.70	Q	151.40
2.0	UND	Te 2"	Q	9.00	Q	18.00
1.0	UND	Cruz 2"	Q	31.88	Q	31.88
1.0	UND	Tapón hembra de 4"	Q	26.62	Q	26.62
2.0	UND	Tapón hembra de 2"	Q	4.03	Q	8.06
1.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 4"*2"	Q	43.97	Q	43.97
119.0	UND	Tubo PVC de 4" 160 PSI	Q	254.80	Q	30,321.20
138.0	UND	Tubo PVC de 2" 160 PSI	Q	70.64	Q	9,748.32
4.0	Galón	Cemento solvente PVC	Q	400.00	Q	1,600.00
				Total	Q	43,414.90

Tabla IXX. Presupuesto de Materiales circuito 5

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P.U.		TOTAL
1.0	UND	Válvula de compuerta 4"	Q	420.00	Q 420.00
7.0	UND	Válvula de compuerta 2"	Q	148.00	Q 1,036.00
1.0	UND	Válvula de limpieza 2"	Q	148.00	Q 148.00
2.0	UND	Adaptador macho 4"	Q	29.02	Q 58.04
16.0	UND	Adaptador macho 2"	Q	5.41	Q 86.56
1.0	UND	Te 4"	Q	75.70	Q 75.70
3.0	UND	Te 2"	Q	9.00	Q 27.00
2.0	UND	Cruz de 4"	Q	191.60	Q 383.20
2.0	UND	Cruz de 2"	Q	34.88	Q 69.76
6.0	UND	Tapón hembra de 2"	Q	4.03	Q 24.18
6.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 4"*2"	Q	43.97	Q 263.82
64.0	UND	Tubo PVC de 4" 160 PSI	Q	254.80	Q 16,307.20
260.0	UND	Tubo PVC de 2" 160 PSI	Q	70.64	Q 18,366.40
3.0	Galón	Cemento solvente PVC	Q	400.00	Q 1,200.00
			Total	Q	38,465.86

Tabla XX. Presupuesto de materiales circuito 6

CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P.U.	TOTAL
1.0	UND	Válvula de compuerta 6" HF	Q 3,050.00	Q 3,050.00
5.0	UND	Válvula de compuerta 4"	Q 420.00	Q 2,100.00
12.0	UND	Válvula de compuerta 2"	Q 148.00	Q 1,776.00
2.0	UND	Válvula de limpieza 2"	Q 148.00	Q 296.00
2.0	UND	Flange 6" PVC	Q 559.26	Q 1,118.52
10.0	UND	Adaptador macho 4"	Q 29.02	Q 290.20
28.0	UND	Adaptador macho 2"	Q 5.41	Q 151.48
1.0	UND	Codo 90° 6"	Q 223.26	Q 223.26
1.0	UND	Codo 90° 4"	Q 48.91	Q 48.91
4.0	UND	Codo 90° 2"	Q 7.90	Q 31.60
1.0	UND	Te 6"	Q 439.44	Q 439.44
1.0	UND	Te 4"	Q 75.70	Q 75.70
7.0	UND	Te 2"	Q 9.00	Q 63.00
1.0	UND	Cruz de 6"	Q 278.00	Q 278.00
2.0	UND	Cruz de 4"	Q 191.60	Q 383.20
6.0	UND	Cruz de 2"	Q 34.88	Q 209.28
6.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 6"*4"	Q 135.10	Q 810.60
8.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 4"*2"	Q 43.97	Q 351.76
91.0	UND	Tubo PVC de 6" 160 PSI	Q 551.42	Q 50,179.22
53.0	UND	Tubo PVC de 4" 160 PSI	Q 254.80	Q 13,504.40
465.0	UND	Tubo PVC de 2" 160 PSI	Q 70.64	Q 32,847.60
5.0	Galón	Cemento solvente PVC	Q 400.00	Q 2,000.00
		Total		Q 110,228.17

Tabla XXI. Presupuesto de materiales circuito 7

CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P.U.	TOTAL
4.0	UND	Válvula de compuerta 6" HF	Q 3,050.00	Q 12,200.00
6.0	UND	Válvula de compuerta 2"	Q 148.00	Q 888.00
1.0	UND	Válvula de limpieza 6" HF	Q 3,050.00	Q 3,050.00
1.0	UND	Válvula de limpieza 2"	Q 148.00	Q 148.00
10.0	UND	Flange 6" PVC	Q 559.26	Q 5,592.60
14.0	UND	Adaptador macho 2"	Q 5.41	Q 75.74
1.0	UND	Codo 90° 6"	Q 223.26	Q 223.26
3.0	UND	Codo 90° 2"	Q 7.90	Q 23.70
2.0	UND	Codo 45° 2"	Q 9.21	Q 18.42
9.0	UND	Te de 6"	Q 439.44	Q 3,954.96
1.0	UND	Cruz de 2"	Q 34.88	Q 34.88
3.0	UND	Tapón hembra de 2"	Q 4.03	Q 12.09
9.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 6"*4"	Q 135.10	Q 1,215.90
9.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 4"*2"	Q 43.97	Q 395.73
113.0	UND	Tubo PVC de 6" 160 PSI	Q 551.42	Q 62,310.46
53.0	UND	Tubo PVC de 4" 160 PSI	Q 254.80	Q 13,504.40
142.0	UND	Tubo PVC de 2" 160 PSI	Q 70.64	Q 10,030.88
3.0	Galón	Cemento solvente PVC	Q 400.00	Q 1,200.00
		Total		Q 114,879.02

Tabla XXII. Presupuesto de materiales circuito 8

CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P.U.	TOTAL
4.0	UND	Válvula de compuerta 4"	Q 420.00	Q 1,680.00
21.0	UND	Válvula de compuerta 2"	Q 148.00	Q 3,108.00
3.0	UND	Válvula de limpieza 2"	Q 148.00	Q 444.00
8.0	UND	Adaptador macho 4"	Q 29.02	Q 232.16
48.0	UND	Adaptador macho 2"	Q 5.41	Q 259.68
8.0	UND	Codo 90° 2"	Q 7.90	Q 63.20
3.0	UND	Codo 45° 4"	Q 62.62	Q 187.86
8.0	UND	Codo 45° 2"	Q 9.21	Q 73.68
21.0	UND	Te 4"	Q 75.70	Q 1,589.70
11.0	UND	Te 2"	Q 9.00	Q 99.00
1.0	UND	Cruz de 2"	Q 34.88	Q 34.88
7.0	UND	Tapón hembra de 2"	Q 4.03	Q 28.21
24.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 4"*2"	Q 43.97	Q 1,055.28
219.0	UND	Tubo PVC de 4" 160 PSI	Q 254.80	Q 55,801.20
504.0	UND	Tubo PVC de 2" 160 PSI	Q 70.64	Q 35,602.56
7.0	Galón	Cemento solvente PVC	Q 400.00	Q 2,800.00
		Total		Q 103,059.41

Tabla XXIII. Presupuesto de materiales circuito 9

CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P.U.	TOTAL
2.0	UND	Válvula de compuerta 4"	Q 420.00	Q 840.00
4.0	UND	Válvula de compuerta 2"	Q 148.00	Q 592.00
2.0	UND	Válvula de limpieza 2"	Q 148.00	Q 296.00
4.0	UND	Adaptador macho 4"	Q 29.02	Q 116.08
12.0	UND	Adaptador macho 2"	Q 5.41	Q 64.92
4.0	UND	Codo 90° 2"	Q 7.90	Q 31.60
2.0	UND	Codo 45° 2"	Q 9.21	Q 18.42
24.0	UND	Te de 2"	Q 9.00	Q 216.00
10.0	UND	Cruz de 2"	Q 34.88	Q 348.80
6.0	UND	Tapón de 2"	Q 4.03	Q 24.18
2.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 4"*2"	Q 43.97	Q 87.94
7.0	UND	Tubo PVC de 4" 160 PSI	Q 254.80	Q 1,783.60
677.0	UND	Tubo PVC de 2" 160 PSI	Q 70.64	Q 47,823.28
5.0	Galón	Cemento solvente PVC	Q 400.00	Q 2,000.00
		Total		Q 54,242.82

Tabla XXIV. Presupuesto de materiales circuito 10

CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P.U.	TOTAL
1.0	UND	Válvula de compuerta 6"	Q 3,050.00	Q 3,050.00
3.0	UND	Válvula de compuerta 4"	Q 420.00	Q 1,260.00
3.0	UND	Válvula de compuerta 2"	Q 148.00	Q 444.00
1.0	UND	Válvula de limpieza 4"	Q 420.00	Q 420.00
1.0	UND	Válvula de limpieza 2"	Q 148.00	Q 148.00
2.0	UND	Flange 6" PVC	Q 559.26	Q 1,118.52
8.0	UND	Adaptador macho 4"	Q 29.02	Q 232.16
8.0	UND	Adaptador macho 2"	Q 5.41	Q 43.28
2.0	UND	Codo 90° 2"	Q 7.90	Q 15.80
3.0	UND	Te 6"	Q 439.44	Q 1,318.32
4.0	UND	Te 4"	Q 75.70	Q 302.80
4.0	UND	Te 2"	Q 9.00	Q 36.00
1.0	UND	Cruz de 6"	Q 278.00	Q 278.00
1.0	UND	Cruz de 4"	Q 191.00	Q 191.00
1.0	UND	Cruz de 2"	Q 34.88	Q 34.88
4.0	UND	Tapón hembra de 2"	Q 4.03	Q 16.12
4.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 6"*4"	Q 135.10	Q 540.40
9.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 4"*2"	Q 43.97	Q 395.73
108.0	UND	Tubo PVC de 6" 160 PSI	Q 551.42	Q 59,553.36
95.0	UND	Tubo PVC de 4" 160 PSI	Q 254.80	Q 24,206.00
203.0	UND	Tubo PVC de 2" 160 PSI	Q 70.64	Q 14,339.92
4.0	Galón	Cemento solvente PVC	Q 400.00	Q 1,600.00
		Total		Q 109,544.29

TABLA XXV. Presupuesto de materiales circuito 11

CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P.U.	TOTAL
1.0	UND	Válvula de compuerta 4"	Q 420.00	Q 420.00
7.0	UND	Válvula de compuerta 2"	Q 148.00	Q 1,036.00
1.0	UND	Válvula de limpieza 4"	Q 420.00	Q 420.00
1.0	UND	Válvula de limpieza 2"	Q 148.00	Q 148.00
4.0	UND	Adaptador macho 4"	Q 29.02	Q 116.08
16.0	UND	Adaptador macho 2"	Q 5.41	Q 86.56
1.0	UND	Codo 90° 4"	Q 48.91	Q 48.91
3.0	UND	Codo 90° 2"	Q 7.90	Q 23.70
1.0	UND	Codo 45° 2"	Q 9.21	Q 9.21
2.0	UND	Te 4"	Q 75.70	Q 151.40
6.0	UND	Te 2"	Q 9.00	Q 54.00
1.0	UND	Cruz de 4"	Q 191.60	Q 191.60
3.0	UND	Cruz de 2"	Q 34.88	Q 104.64
1.0	UND	Tapón hembra de 2"	Q 4.03	Q 4.03
6.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 4"*2"	Q 43.97	Q 263.82
78.0	UND	Tubo PVC de 4" 160 PSI	Q 254.80	Q 19,874.40
326.0	UND	Tubo PVC de 2" 160 PSI	Q 70.64	Q 23,028.64
4.0	Galón	Cemento solvente PVC	Q 400.00	Q 1,600.00
		Total		Q 47,580.99

Tabla XXVI. Presupuesto de materiales circuito 12

CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P.U.	TOTAL
5.0	UND	Válvula de compuerta 2"	Q 148.00	Q 740.00
2.0	UND	Válvula de limpieza 2"	Q 148.00	Q 296.00
14.0	UND	Adaptador macho 2"	Q 5.41	Q 75.74
8.0	UND	Te 2"	Q 9.00	Q 72.00
2.0	UND	Cruz de 2"	Q 34.88	Q 69.76
2.0	UND	Tapón de 2"	Q 4.03	Q 8.06
1.0	UND	Reductor <i>bushing</i> de 4"*2"	Q 43.97	Q 43.97
254.0	UND	Tubo PVC de 2" 160 PSI	Q 70.64	Q 17,942.56
4.0	Galón	Cemento solvente PVC	Q 400.00	Q 1,600.00
		Total		Q 20,848.09

Tabla XXVII. Presupuesto de materiales línea de distribución

CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P.U.	TOTAL
1.0	UND	Válvula de compuerta 10" HF	Q 6,250.00	Q 6,250.00
1.0	UND	Válvula de compuerta 8" HF	Q 4,850.00	Q 4,850.00
2.0	UND	Flange de 10" PVC	Q 1,340.00	Q 2,680.00
2.0	UND	Flange de 8" PVC	Q 716.25	Q 1,432.50
2.0	UND	Codo 90° 10"	Q 1,500.00	Q 3,000.00
2.0	UND	Codo 90° 8"	Q 1,331.43	Q 2,662.86
213.0	UND	Tubo PVC de 10" 160 PSI	Q 1,200.00	Q 255,600.00
125.0	UND	Tubo PVC de 8" 160 PSI	Q 934.66	Q 116,832.50
6.0	Galón	Cemento solvente PVC	Q 400.00	Q 2,400.00
		Total		Q 395,707.86

Tabla XXVIII. Presupuesto de materiales caja de válvulas de compuerta

CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P.U.	TOTAL
275.0	Sacos	Cemento	Q 40.00	Q 11,000.00
21.0	M3	Arena	Q 70.00	Q 1,470.00
22.0	M3	Piedrín	Q 170.00	Q 3,740.00
15.0	Quintal	Acero 3/8"	Q 280.00	Q 4,200.00
10.0	M3	Piedra bola (4")	Q 120.00	Q 1,200.00
10.0	Doc	Tabla de 9'*1'*1"	Q 170.00	Q 1,700.00
50.0	Lb	Clavos 3"	Q 3.00	Q 150.00
100.0	Lb	Alambre de amarre	Q 3.00	Q 300.00
		Total		Q 23,760.00

Tabla XXIX. Presupuesto de materiales caja de válvulas de limpieza

CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P.U.	TOTAL
70.0	Sacos	Cemento	Q 40.00	Q 2,800.00
7.0	M3	Arena	Q 70.00	Q 490.00
9.0	M3	Piedrín	Q 170.00	Q 1,530.00
4.0	Quintal	Acero 3/8"	Q 280.00	Q 1,120.00
2.0	M3	Piedra bola (4")	Q 120.00	Q 240.00
3.0	Doc	Tabla de 9'*1'*1"	Q 170.00	Q 510.00
20.0	Lb	Clavos 3"	Q 3.00	Q 60.00
25.0	Lb	Alambre de amarre	Q 3.00	Q 75.00
		Total		Q 6,825.00

Tabla XXX. Presupuesto general

DESCRIPCIÓN		TOTAL
Círcuito 1	Q	185,303.88
Círcuito 2	Q	218,809.81
Círcuito 3	Q	165,551.71
Círcuito 4	Q	43,414.90
Círcuito 5	Q	38,465.86
Círcuito 6	Q	110,228.17
Círcuito 7	Q	114,879.02
Círcuito 8	Q	103,059.41
Círcuito 9	Q	54,242.82
Círcuito 10	Q	109,544.29
Círcuito 11	Q	47,580.99
Círcuito 12	Q	20,848.09
Línea de distribución	Q	395,707.86
Válvula de compuerta	Q	23,760.00
Válvula de limpieza	Q	6,825.00
Total	Q	1,638,221.81

REHABILITACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

Definiciones generales

Términos usados en los procedimientos

- **Jarra.** Se le llama así a un recipiente de vidrio, generalmente Beaker, con capacidad de un litro (1000 ml.)
- **Coagulante.** Es la sustancia química que se aplica al agua con el fin de formar flóculos o coágulos del material que causa la turbiedad, haciendo que sedimenten por acción de la gravedad.
- **Celda.** Se le llama así a los recipientes de vidrio que se usan para tomar muestras y colocarlas dentro de los diferentes aparatos medidores.
- **Probeta.** Es un cilindro de vidrio que tiene grabada una escala para medir cantidades de líquido.
- **Agua cruda.** Se le llama así al agua que no ha recibido ningún tratamiento, y que generalmente ingresa a la planta de tratamiento directamente desde la captación.
- **U.T.N.** Estas letras significan “Unidades de Turbiedad Nefelométricas”.

Conceptos básicos sobre parámetros

- **Turbiedad**

La turbiedad se refiere a la materia suspendida en el agua que interfiere con el paso de la luz a través del agua o en la cual la profundidad visual es restringida. Puede ser causada por una amplia variedad de materiales suspendidos, los cuales varían en tamaño, desde el coloidal a gruesas dispersiones, dependiendo del grado de turbulencia. Un río puede arrastrar materiales de manejo agrícola y otras actividades que se hacen del suelo; en un desborde puede arrastrar grandes cantidades de materiales en el suelo. Por ejemplo, desechos domésticos e industriales, tratados o no. Todos los materiales hacen perder la cristalinidad o transparencia del agua, contribuyendo a la turbiedad de la misma. En un sistema de distribución de agua, la importancia sanitaria de la turbiedad es por un lado estética o de apariencia y por otro lado está el derecho del consumidor a tomar un agua libre de turbiedad; técnicamente es importante remover la turbiedad con filtros, lo que aclara el agua y ayuda a la desinfección porque algunos microorganismos pueden cubrirse con las partículas que provocan la turbiedad disminuyendo el efectos de los desinfectantes.

- **Hierro y manganeso**

No se asocian peligros a la salud por consumo de aguas con manganeso y hierro. El aire que pueda entrar en el agua produce oxidación de hierro y manganeso al extremo que produce turbiedad con los consiguientes problemas estéticos que rechazan las personas.

La oxidación generalmente es lenta a pH menores de 6, en el caso del hierro y a pH menores de 9, en el caso de manganeso. Tanto el hierro como el manganeso provocan problemas en las operaciones de lavado y crean objeciones respecto de tensiones en las tuberías, causan dificultades en los sistemas de distribución por el desarrollo de ciertas bacterias. Ambas sustancias dan un sabor que percibe a bajas concentraciones.

- **Ph**

PH es un término usado universalmente para expresar la intensidad de la acidez o alcalinidad de una solución o del agua propiamente dicha. El PH es importante en el suministro de agua para diversos tratamientos y en el control de la corrosión de materiales. Una sustancia demasiado ácida o demasiado alcalina dañará otros materiales especialmente los que son metálicos.

- **Cloro**

El cloro es una sustancia utilizada normalmente para la desinfección de agua, usando equipos en los sistemas de abastecimiento y de manejo manual en las viviendas. El cloro puede presentarse en forma de gas envasado en cilindros metálicos, en forma granulada o polvo en tambos plásticos y en solución con agua en recipientes también plásticos.

Con la desinfección del agua se eliminan o reducen los microbios presentes; estos microbios pueden provocar enfermedades a las

personas que consuman el agua, por eso el uso del cloro como desinfectante del agua ayuda a mejorar o asegurar la calidad sanitaria de ésta.

El cloro y su concentración

La aplicación del cloro al agua requiere el control de la cantidad disuelta, es decir, de su concentración. La concentración del cloro en agua se miden en miligramos de cloro por cada litro de agua, y dependiendo de donde se tome una muestra de agua el cloro puede tener diferente concentración.

En el agua de una vivienda, los valores deben estar entre:

0.3 y 1.0 miligramos de cloro por cada litro.

En un tanque de distribución de un sistema de abastecimiento, los valores pueden estar entre:

1.0 y 3.0 miligramos de cloro por cada litro.

Los valores dependen de cuan contaminada está el agua.

Simbólicamente, los miligramos por litro se representan con las letras: mg/L, mg=miligramos, L=litros.

PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA MEDIR TURBIEDAD USANDO EL TURBIDIMETRO HACH 2100-P

Nota:

Antes de empezar La prueba de jarras, debe hacerse todos los análisis completos al agua que se le dará el tratamiento (agua cruda). Si la turbiedad es menor de 15 UTN no es necesario aplicar sulfato de aluminio, ni tampoco hacer la prueba de jarras.

Debe hacerse la observación de que el aparato viene calibrado previamente por el fabricante, de modo que en análisis de rutina no necesita estar efectuando calibraciones. Si fuera necesario hacer alguna calibración, refiérase al Laboratorio de Agua de INFOM.

1. Se toma una celda limpia y seca para muestras evitando tocar con los dedos las paredes del vidrio. Se retira la tapa de la *celda* y se obtiene una muestra representativa de agua llenando la *celda* hasta la marca (esto es cerca de 15 ml.).
2. Se Coloca la tapa y se limpia la celda con un pañuelo para remover huellas digitales y salpicaduras de agua en el exterior de ésta.
3. Se toma la celda por la tapa y se le agrega una o dos gotas de aceite de silicona afuera de la celda.

4. Con otro paño se esparce el aceite de silicona por las paredes de la celda. Esto se hace con el fin de eliminar las huellas y de rellenar cualquier ralladura que afecte la lectura.
5. Se enciende al aparato y presionando la tecla *I/O*. Es necesario asegurarse de que el aparato se encuentra en una superficie dura y fija y evitar cargar o sostener el aparato con las manos mientras se hacen las mediciones.
6. Se coloca la celda dentro del aparato, teniendo cuidado de que la marca en forma de diamante de la *celda* quede alineada con la marca de orientación en el compartimiento de *celda*.
7. Se cierra la tapa del aparato. Se presiona la tecla *range* y se observa que la pantalla indique las letras *auto rng*. Esto asegura que el aparato está en el modo de selección automática de rango y evita estar haciendo calibraciones innecesarias.
8. Se presiona la tecla *signal average* hasta que la pantalla muestre las letras *sig avg*. Este modo de operación ayuda a que el aparato efectúe las lecturas de cualquier tipo de muestras.
9. Se presiona la tecla *read* y se espera hasta que el dibujo de una bombilla desaparezca en la pantalla. Esto indica que el aparato ha leído y ya se puede anotar el resultado de turbiedad.
10. Se lava la celda con agua purificada sin usar jabón, detergente, ni cepillos de ninguna clase, puesto que la superficie del vidrio es muy sensible, y fácilmente de raya y se mancha.

11. Se guarda las celdas secas, con su tapa. Nunca se guarda las celdas mojadas.

PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA PREPARAR SOLUCIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO AL 1%.

Nota:

Antes de empezar, debe hacerse todos los análisis completos al agua a que se le dará el tratamiento (agua cruda). Si la turbiedad es menor de 15 UTN no es necesario aplicar sulfato de aluminio, ni tampoco hacer la prueba de jarras.

1. Se mide con una *probeta* 250 mL. de agua. Es ideal que el agua sea desmineralizada. Si no se dispone de agua desmineralizada se puede emplear agua salvavidas, con su respectivo dispensador. También se puede usar agua potable, preferiblemente sin cloro, en último caso puede usar el agua que sale de los filtros.
2. Se coloca los 250 mL. de agua en una *beaker* de 400 mL.
3. Se añade al agua 2.5 gramos de sulfato de aluminio. El sulfato de aluminio debe ser del mismo que se utilizará para agregar en la planta de tratamiento. Se puede asumir que una cucharita al ras equivale a 2.5 gramos, es decir, que para agregar los gramos, se debe medir una cucharita al ras.

4. Se agita hasta que se disuelva completamente el sólido. Se sugiere usar una cucharita plástica.
5. Esta solución sólo puede usarse durante un día. Al día siguiente se debe descartar la solución y preparar una nueva.

PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA SELECCIONAR LA DOSIS DE COAGULANTE SULFATO DE ALUMINIO AL 1%

NOTA:

Antes de empezar La prueba de jarras, debe hacerse todos los análisis completos al agua que se le dará el tratamiento (agua cruda). Si la turbiedad es menor de 15 UTN no es necesario aplicar sulfato de aluminio, ni tampoco hacer la prueba de jarras.

CUANDO LA TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA ESTÁ ENTRE 0 Y 100 U.T.N. CUANDO LA TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA ESTÁ ENTRE 1000 Y 200 U.T.N.

No. De Jarra	Dosis, en mg/L	Cantidad a aplicar en mL.	No. De Jarra	Dosis, en mg/L	Cantidad a aplicar en mL.
1	10	1	1	30	3.0
2	20	2	2	35	3.5
3	30	3	3	40	4.0
4	40	4	4	45	4.5
5	50	5	5	50	5.0
6	60	6	6	55	5.5

CUANDO LA TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA ESTÁ ENTRE 400 Y 500 U.T.N.

No. De Jarra	Dosis, en mg/L	Cantidad a aplicar en mL.
1	40	4.0
2	45	4.5
3	50	5.0
4	55	5.5
5	60	6.0
6	70	7.0

CUANDO LA TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA ESTÁ ENTRE 200 Y 300 U.T.N.

No. De Jarra	Dosis, en mg/L	Cantidad a aplicar en mL.
1	40	4.0
2	45	4.5
3	50	5.0
4	55	5.5
5	60	6.0
6	70	7.0

**CUANDO LA TURBIEDAD DEL AGUA
CRUDA ES MAYOR DE 500 U.T.N.**

No. De Jarra	Dosis, en mg/L	Cantidad a aplicar en mL.
1	40	4
2	50	5
3	60	6
4	70	7
5	80	8
6	100	10

**CUANDO LA TURBIEDAD DEL AGUA
CRUDA ESTÁ ENTRE 300 Y 400 U.T.N.**

No. De Jarra	Dosis, en mg/L	Cantidad a aplicar en mL.
1	40	4.0
2	45	4.5
3	50	5.0
4	55	5.5
5	60	6.0
6	70	7.0

PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA DETERMINAR DOSIS ÓPTIMA DE COAGULANTE (SULFATO DE ALUMINIO)

NOTA:

Antes de empezar, debe hacerse todos los análisis completos al agua que se le dará el tratamiento (agua cruda). Si la turbiedad es menor de 15 UTN no es necesario aplicar sulfato de aluminio, ni tampoco hacer la prueba de jarras.

1. Se arma el equipo de agitación.
2. Se numera e identifica seis jarras, del 1 al 6.
3. Con una *probeta*, se mide un litro del agua cruda y se coloca en una jarra de 1000mL. Se repite el proceso para cada uno de las seis jarras.
4. Se numera e identifica seis *beaker* de 400 mL. Dependiendo de la turbiedad del agua cruda, a cada uno de ellos se le agrega la cantidad de sulfato de aluminio al 1% correspondiente a cada jarra.
5. Se numera e identifica seis jeringas de 10 mL
6. Con cada una de la jeringas, se succiona el contenido de cada *beaker* de 400 mL.
7. Se coloca las jarras de 1000 mL. dentro del equipo de agitación.

8. Se enciende el agitador y la luz, y luego se fija el control de velocidad en 100 r.p.m.
9. Con las jeringas llenas, se inyecta al mismo tiempo el sulfato a cada una de las jarras.
10. Después de inyectar el sulfato de aluminio, se deja funcionando el aparato un tiempo de agitación de un minuto. A este paso se le llama "tiempo de agitación".
11. Se reduce la velocidad a 40 r.p.m. y se deja funcionando el aparato un tiempo de agitación de veinte minutos. A este paso se le llama "tiempo de floculación".
12. Al cumplirse los 20 minutos, se detiene el aparato, se retira las paletas agitadoras y se coloca en cada jarra el flotador de duropor con su respectiva manguera.
13. Sin mover los recipientes, se deja que el agua sedimente durante un tiempo de diez minutos. A este paso se le llama "tiempo de sedimentación".
14. Al cumplirse los 10 minutos, se inserta la jeringa en el extremo de la manguera del flotador y se succiona hasta que se llene completamente la jeringa de 10 mL. y luego deje que salga la muestra de agua, en cada uno de los 6 *beaker*.

15. Se descarta los primero 10 mL. de agua colectada, el contenido de la jeringa y luego se obtiene una muestra hasta la marca de 200 mL, en los respectivos *beaker* de 400 mL. que correspondan a cada jarra.
16. Se mide la turbiedad a cada una de las muestras.
17. Se seleccionará como “Jarra óptima” a aquella de la que se obtenga el menor dato de turbiedad.
18. A la muestra restante de la jarra óptima se le realizan los demás análisis físico químicos.

PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA MEDIR HIERRO TORAL UTILIZANDO EL MEDIDOR MERCK

NOTA:

Antes de empezar, debe hacerse todos los análisis completos al agua que se le dará el tratamiento (agua cruda). Si la turbiedad es menor de 15 UTN no es necesario aplicar sulfato de aluminio, ni tampoco hacer la prueba de jarras.

1. Se lava el recipiente comparador varias veces con el agua a analizar.
2. Usando la pipeta de émbolo del equipo, se mide 10 mL. de la muestra y se llena el recipiente comparador.
3. Se añade seis gotas al reactivo No. 1. Se cierra el recipiente y se agita bien.
4. Se añade seis gotas al reactivo No. 2. Se cierra el recipiente y se agita bien.
5. Se añade seis gotas al reactivo No. 3. Se cierra el recipiente y se agita bien.
6. Se deja pasar un tiempo de 10 minutos para que reaccionen las sustancias con la muestra.

7. Después de los 10 minutos, se coloca la lámina de plástico detrás del recipiente comparador.
8. Se compara el color de la muestra con el del recipiente y se anota el valor de la concentración de hierro en miligramos por litro (mg/L).

PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA MEDIR DUREZA TOTAL USANDO EL MEDIDOR MERCK

NOTA:

Antes de empezar, debe hacerse todos los análisis completos al agua que se le dará el tratamiento (agua cruda). Si la turbiedad es menor de 15 UTN no es necesario aplicar sulfato de aluminio, ni tampoco hacer la prueba de jarras.

1. Se lava el recipiente de ensayo varias veces con el agua que se va a analizar.
2. Se llena el recipiente comparador hasta la marca del envase de cinco mL. Puede utilizarse un *beaker* para agregar la muestra.
3. Se añade tres gotas de solución indicadora, del frasco No. 1. Se cierra el recipiente y se agita bien.

4. Se coloca la jeringa identificada sin enroscar sobre el frasco No. 2 y se llena la pipeta estirando lentamente la jeringa hacia arriba, hasta que el borde inferior del empaque negro coincida con la señal de 0 mg/L (ppm).
5. Se saca la pipeta de titulación y se añade gota a gota la solución de valoración a la muestra de agua preparada, hasta que el color de la muestra cambie de rojo a verde, asegurándose de agitar bien entre gota y gota. El color de la muestra pasará por un violeta grisáceo antes del verde.
6. Cuando el color ha cambiado se lee y anota el valor de dureza total en mg/L (ppm) en la escala de la jeringa. El resultado se expresa como mg/L de Carbonato de calcio, CaCO_3 .
7. Una vez que se haya terminado el análisis, se aprieta la jeringa hacia abajo, dentro el frasco de reactivo No. 2.
8. Se enrosca firmemente la pipeta identificada, al frasco de reactivos.

Nota importante: una vez acoplada la pipeta de titulación con el frasco de reactivo No. 2, la punta de la pipeta debe estar en contacto permanente con el reactivo, para asegurar un alto grado de exactitud en los análisis. Esto implica que al terminar los análisis, el frasco deberá cerrarse con la pipeta de titulación, en lugar del tapón roscado del cierre original. Si el juego de reactivos no se va a usar, se coloca el frasco con la pipeta enroscada en el espacio previsto de la caja.

PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA MEDIR CLORO RESIDUAL LIBRE Y CLORO TOTAL USANDO EL MEDIDOR MERCK

NOTA:

Antes de empezar, asegúrese de que al agua que se va a analizar se le haya aplicado cualquier tipo de cloro (hipoclorito de calcio granulado, hipoclorito de sodio líquido o bien gas cloro). Si usted está seguro de que el agua no posee ningún tipo de desinfección no debe realizarse éste análisis.

a. Para analizar el cloro residual libre

1. Se lava la cámara, es decir, el espacio del lado izquierdo del comparador, varias veces con el agua que se va a analizar, después vaciar la cámara.
2. Se añade siete gotas del reactivo de cloro No. 1 en el fondo de la cámara vacía.
3. Se añade una gota del reactivo de cloro No. 2
4. Se toma con la jeringa el agua a analizar y se llena con la muestra la cámara con los reactivos, hasta la marca de enrase superior.
5. Se tapa y agita bien para mezclar.

6. Se compara el color de la muestra con los colores del comparador y entonces, inmediatamente se observa el contenido de cloro residual libre, en mg/L, y se anota sin tirar la muestra.

b. Para analizar el cloro total

7. A la muestra del inciso 6, se añade tres gotas del reactivo de cloro No. 3, se tapa y agita.
8. Se deja que la muestra reaccione durante un minuto.
9. Transcurrido un minuto, se compara el color de la muestra con los colores del comparador y entonces se lee el contenido del cloro total, en mg/L.

PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA MEDIR POTENCIAL DE HIDROGENO (PH) USANDO EL MEDIDOR MERCK

NOTA:

Antes de empezar, debe hacerse todos los análisis completos al agua a que se le dará el tratamiento (agua cruda). Si la turbiedad es menor de 15 UTN no es necesario aplicar sulfato de aluminio.

1. Se lava la cámara, es decir, el espacio del lado DERECHO del comparador, varias veces con el agua que se va a analizar.
2. Se llena la cámara con la jeringa hasta la marca superior del envase.
3. Se añade tres gotas del reactivo de pH No. 4. Reactivo indicador de pH.
4. Se tapa y agita para mezclar.
5. Se compara el color de la muestra con los colores del comparador y entonces se lee inmediatamente el valor del pH.

PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA MEDIR MANGANESO TOTAL USANDO EL MEDIDOR MERCK

NOTA:

Antes de empezar, debe hacerse todos los análisis completos al agua a que se le dará el tratamiento (agua cruda). Si la turbiedad es menor de 15 UTN no es necesario aplicar sulfato de aluminio, ni tampoco hacer la prueba de jarras.

1. Se lava los dos tubos con el agua que se va a analizar.
2. Usando la jeringa dosificadora, se introduce en cada tubos seis mL. de la muestra.
3. En el orden respectivo, se añade los reactivos únicamente al tubo del lado derecho, como se indica a continuación: 8 gotas de Mn-1A, 4 gotas de Mn-2A, se mezcla bien y se espera por 2 minutos. Luego se agrega 4 gotas de Mn-3A y se mezcla bien y se espera por 2 minutos. Luego se agrega 4 gotas de Mn-3A y se mezcla, se debe esperar por 5 minutos.
4. Cuando haya terminado la formación del color, se mantiene el comparador contra la luz y se le da vueltas al disco hasta que coincidan los colores de la muestra con el del disco.
5. Se lee y anota inmediatamente el resultado.

PLANOS

Figura 6. Plano planta general circuitos

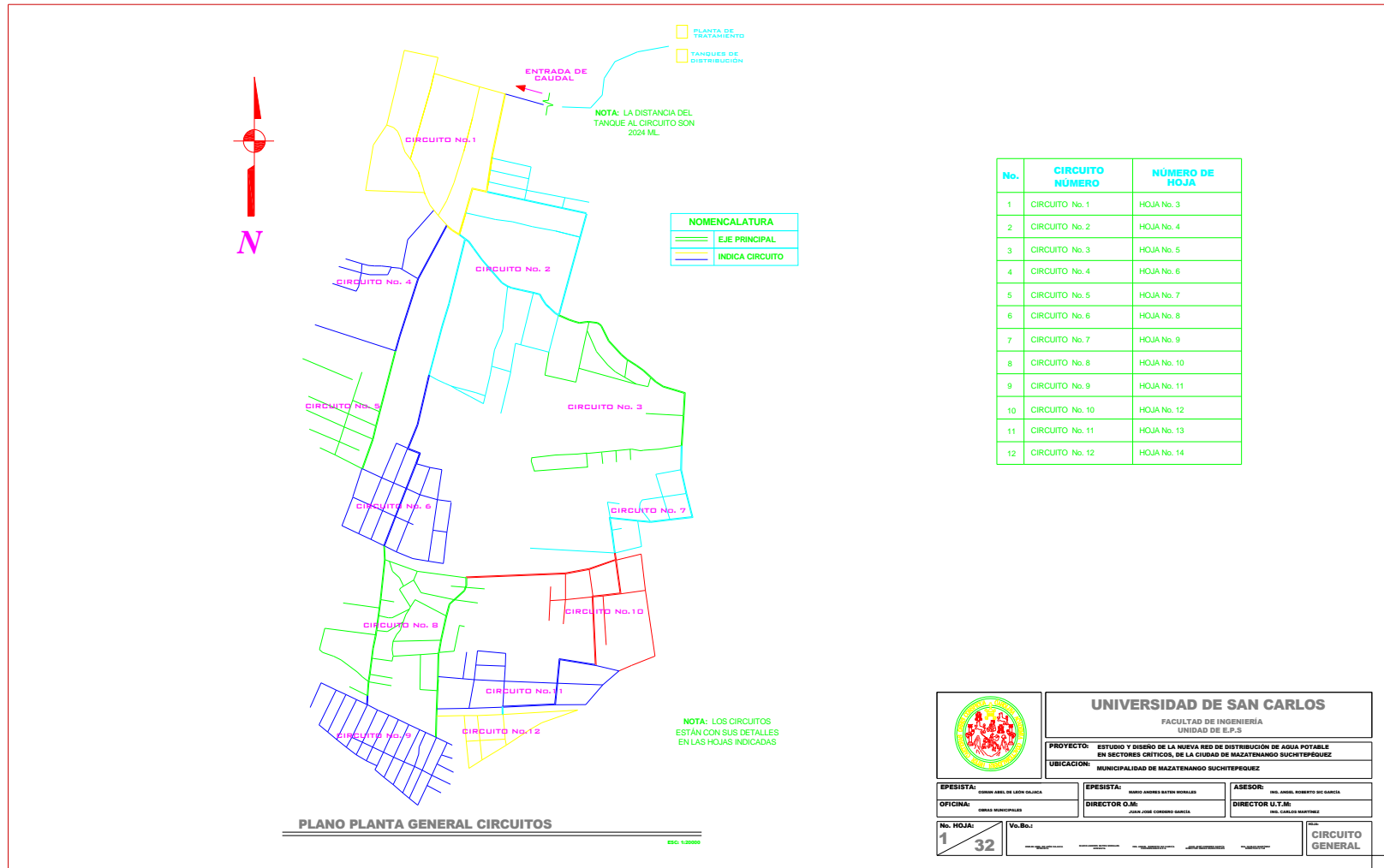


Figura 7. Plano planta general perfiles

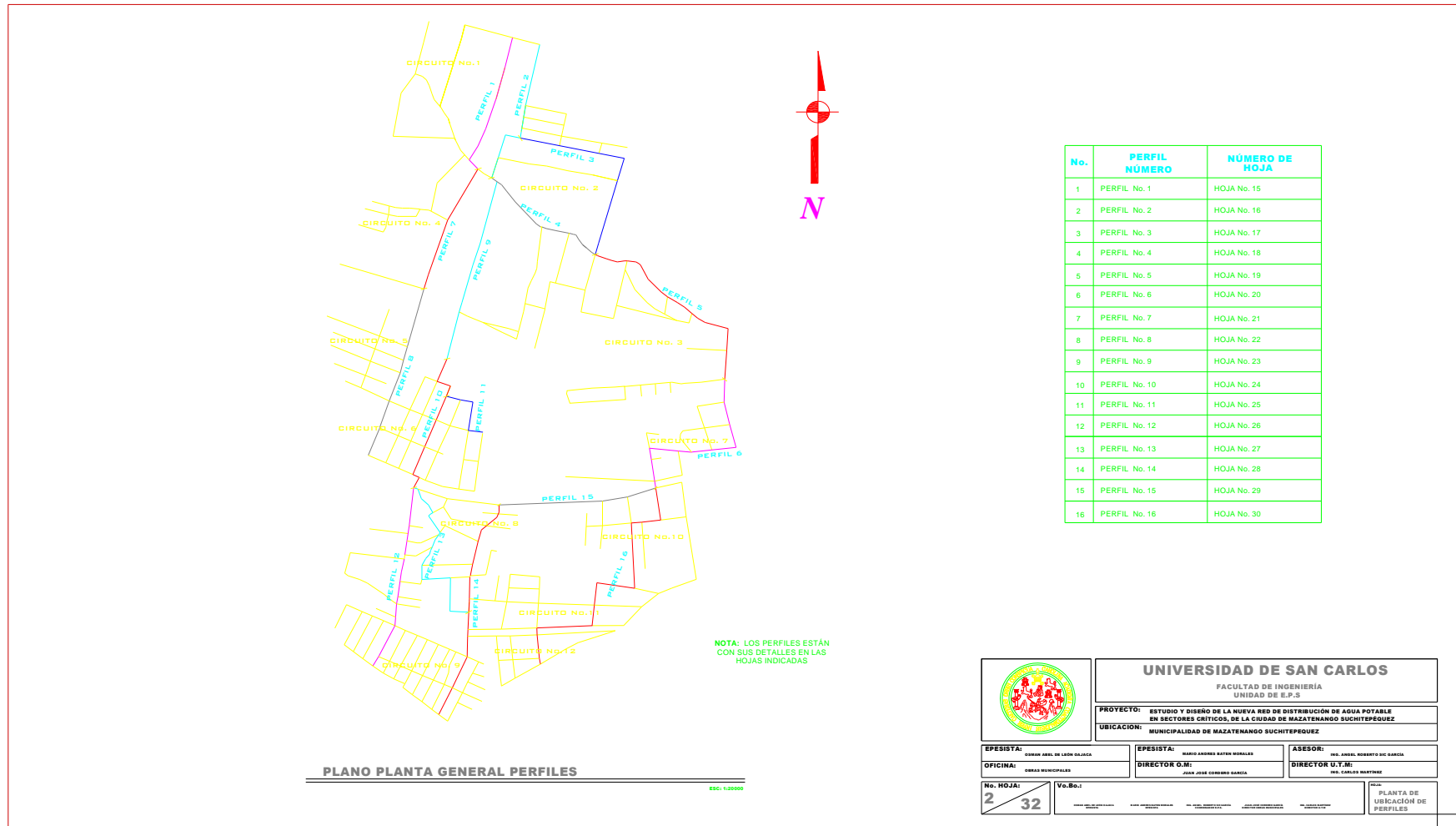


Figura 8. Plano planta circuito 1

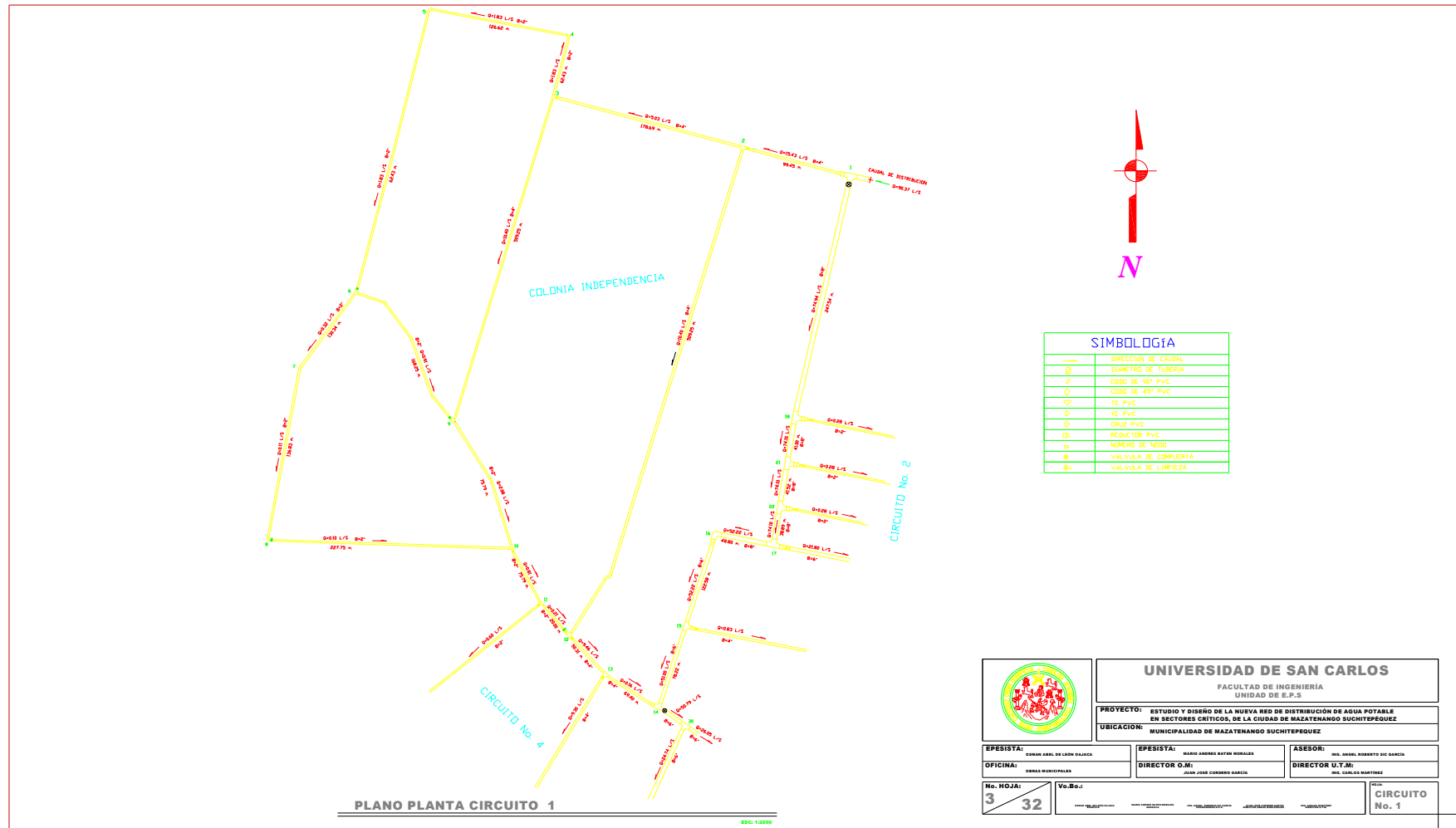


Figura 9. Plano planta circuito 2

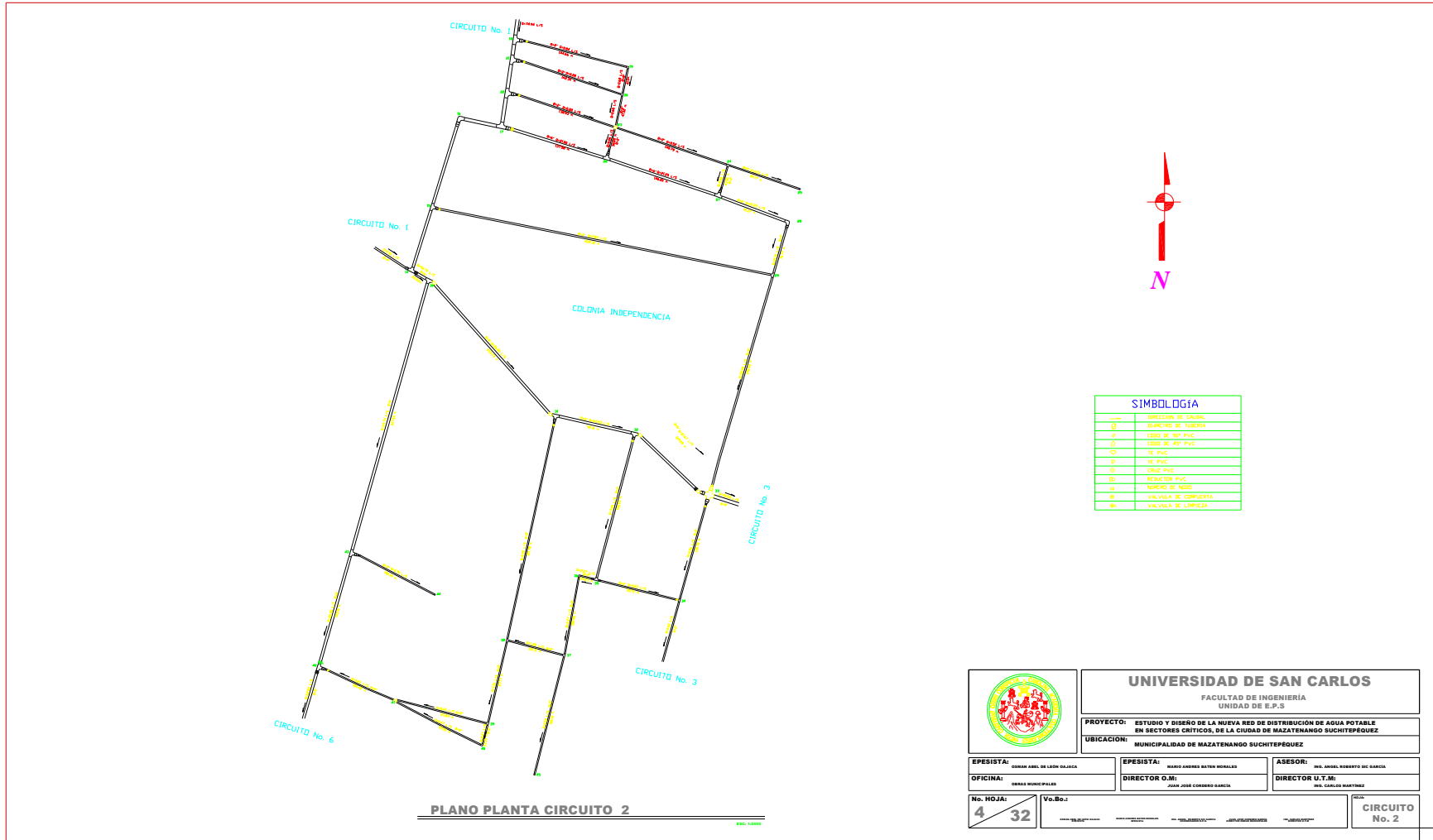


Figura 10. Plano planta circuito 3

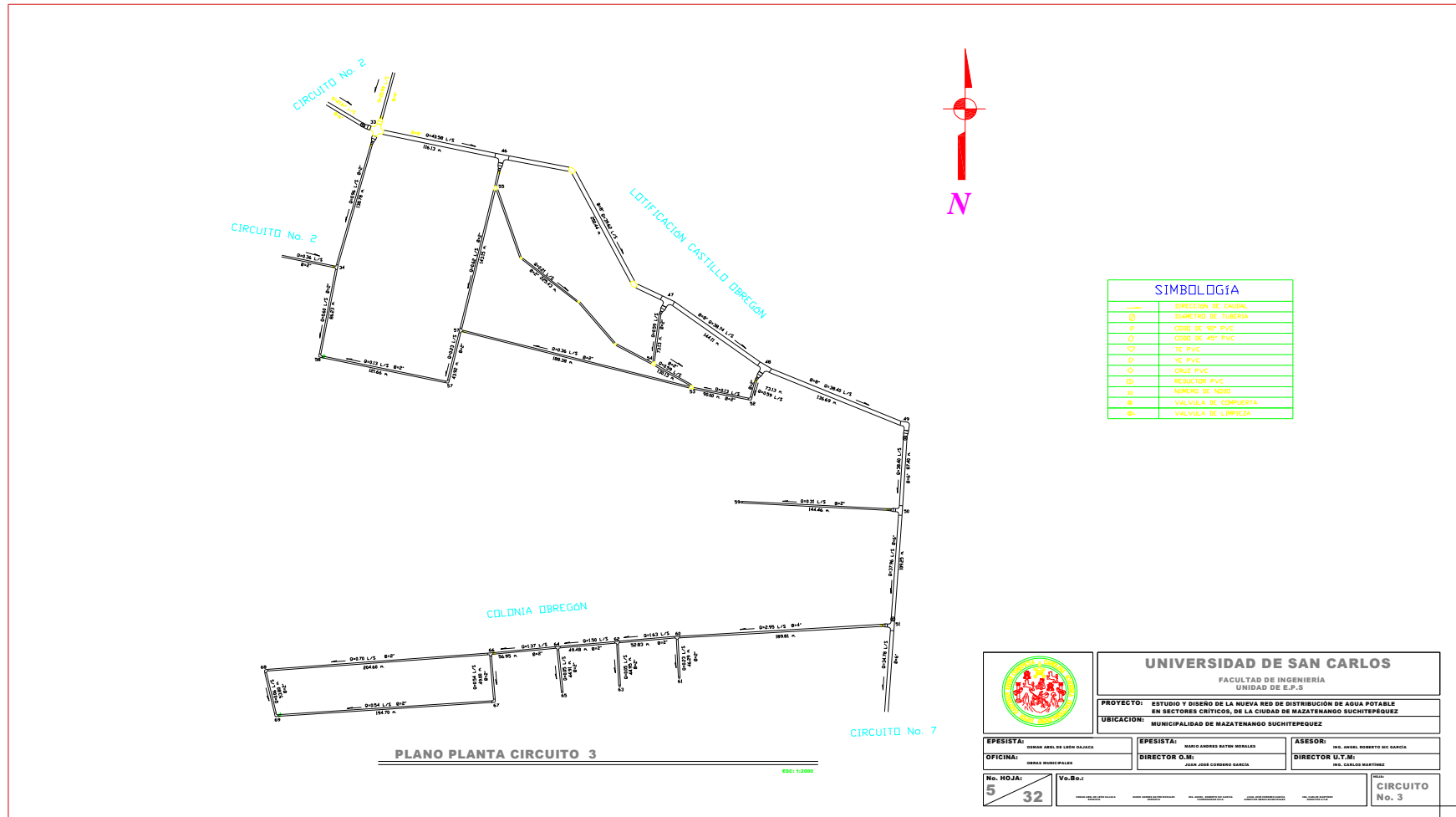


Figura 11. Plano planta circuito 4

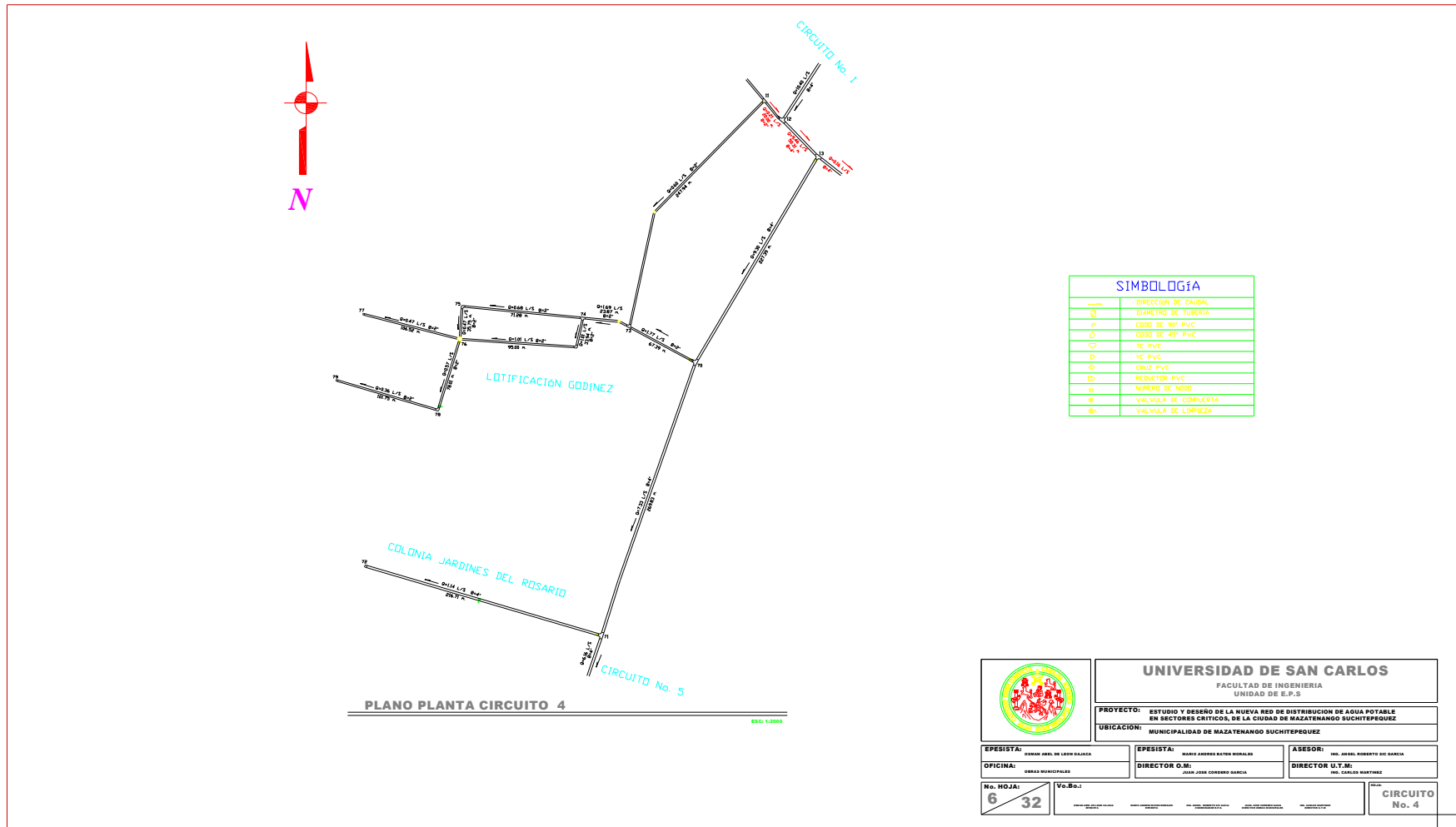


Figura 12. Plano planta circuito 5

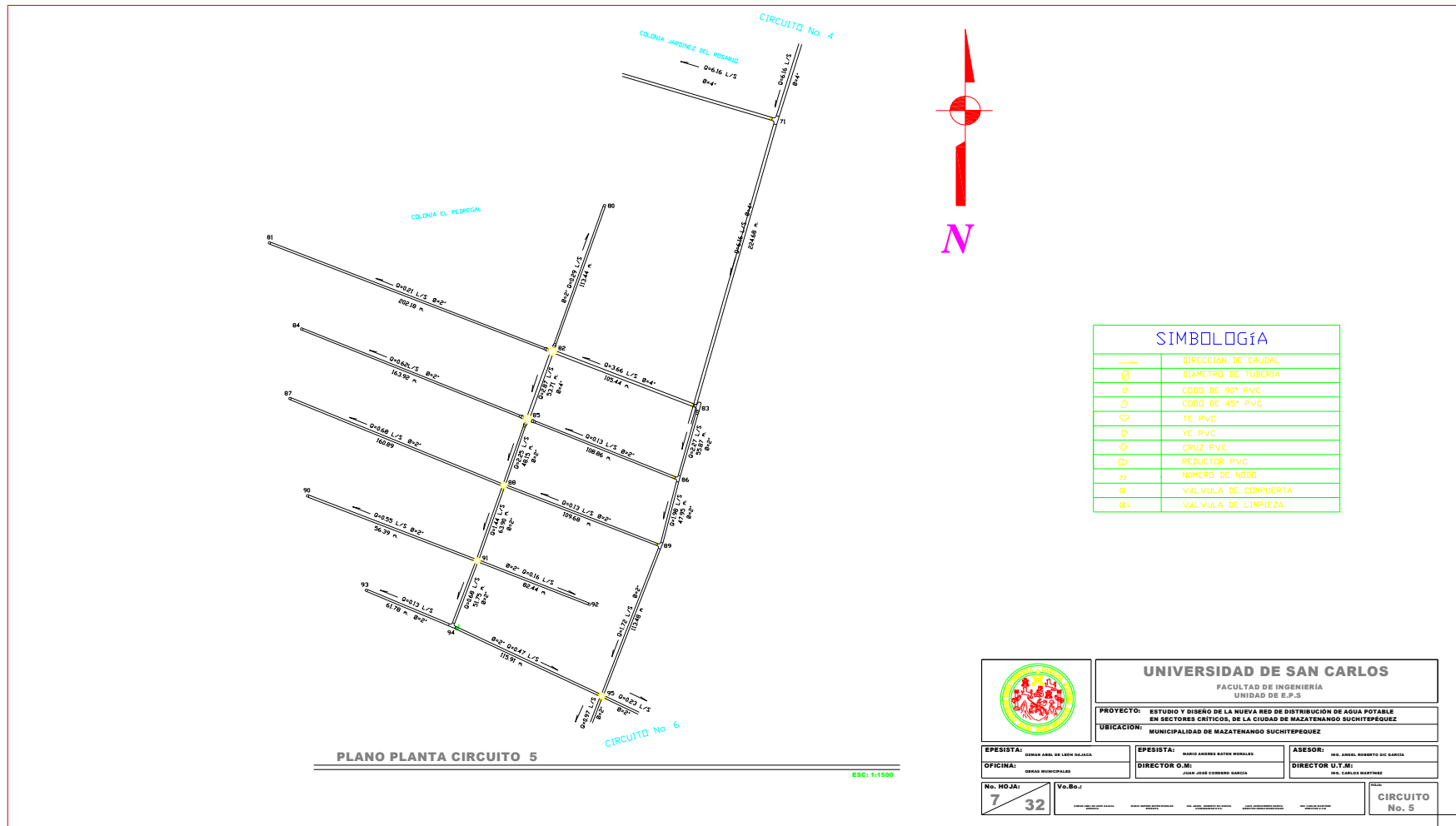


Figura 13. Plano planta circuito 6

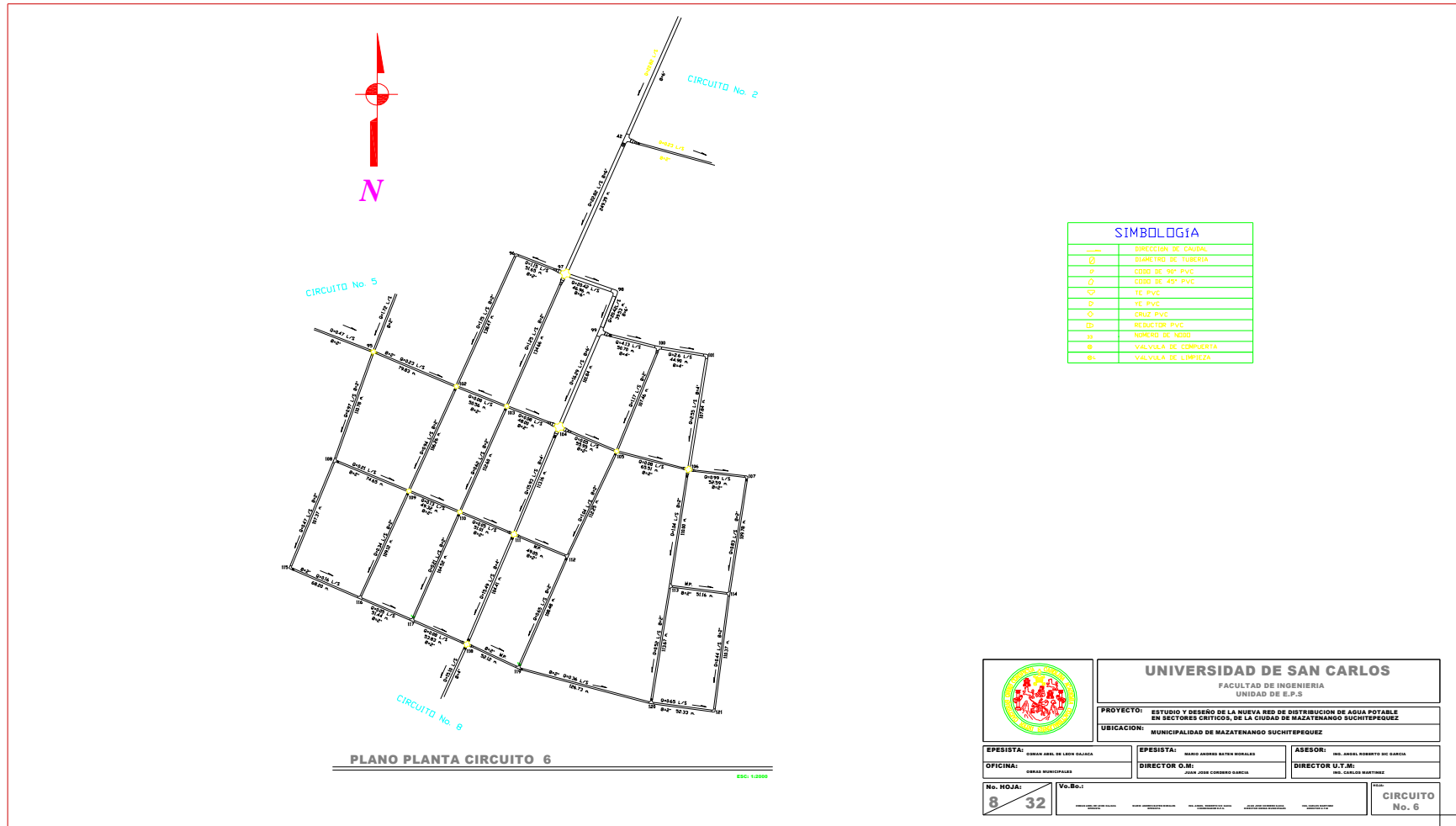


Figura 14. Plano planta circuito 7

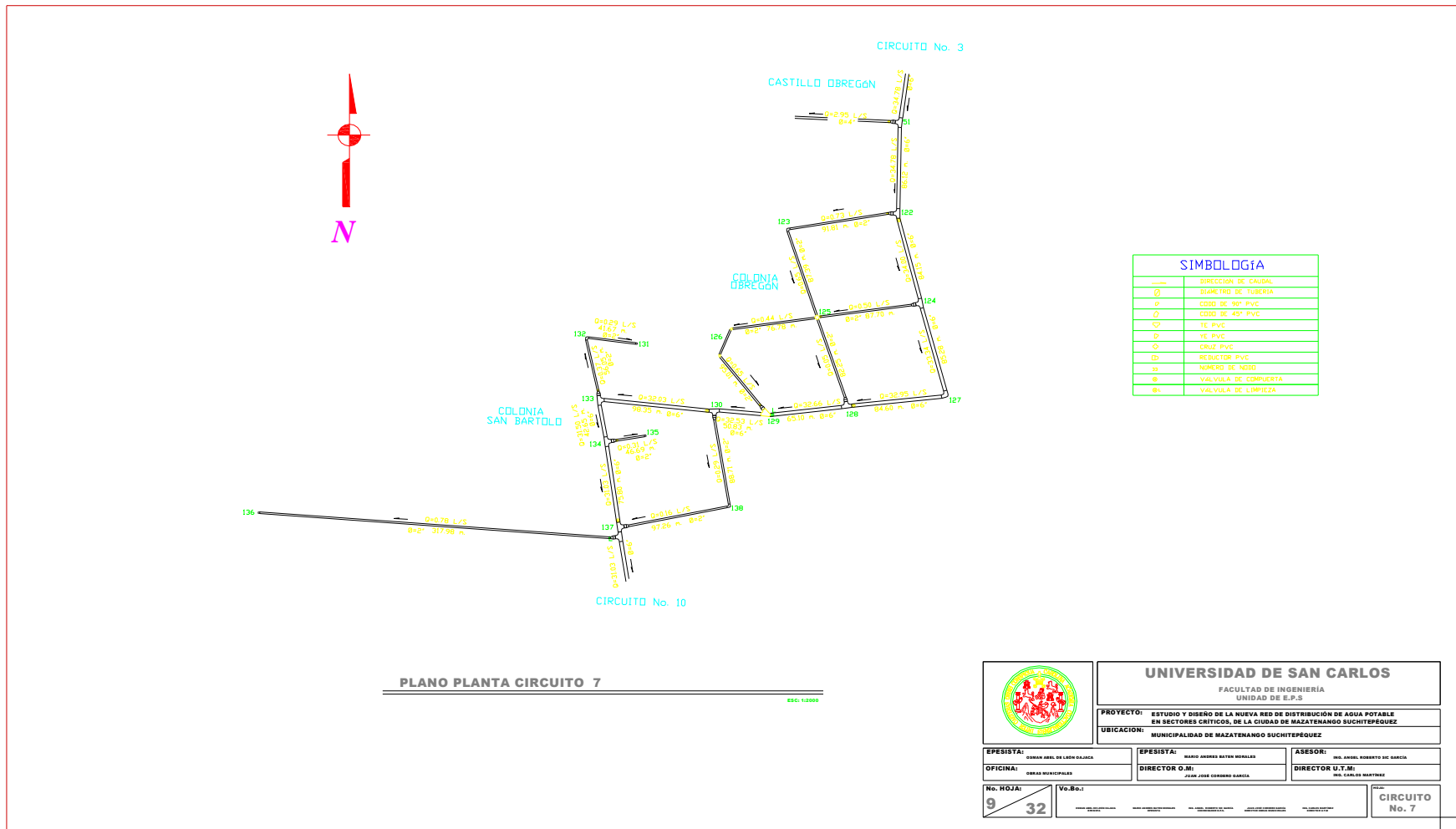


Figura 15. Plano Planta circuito 8

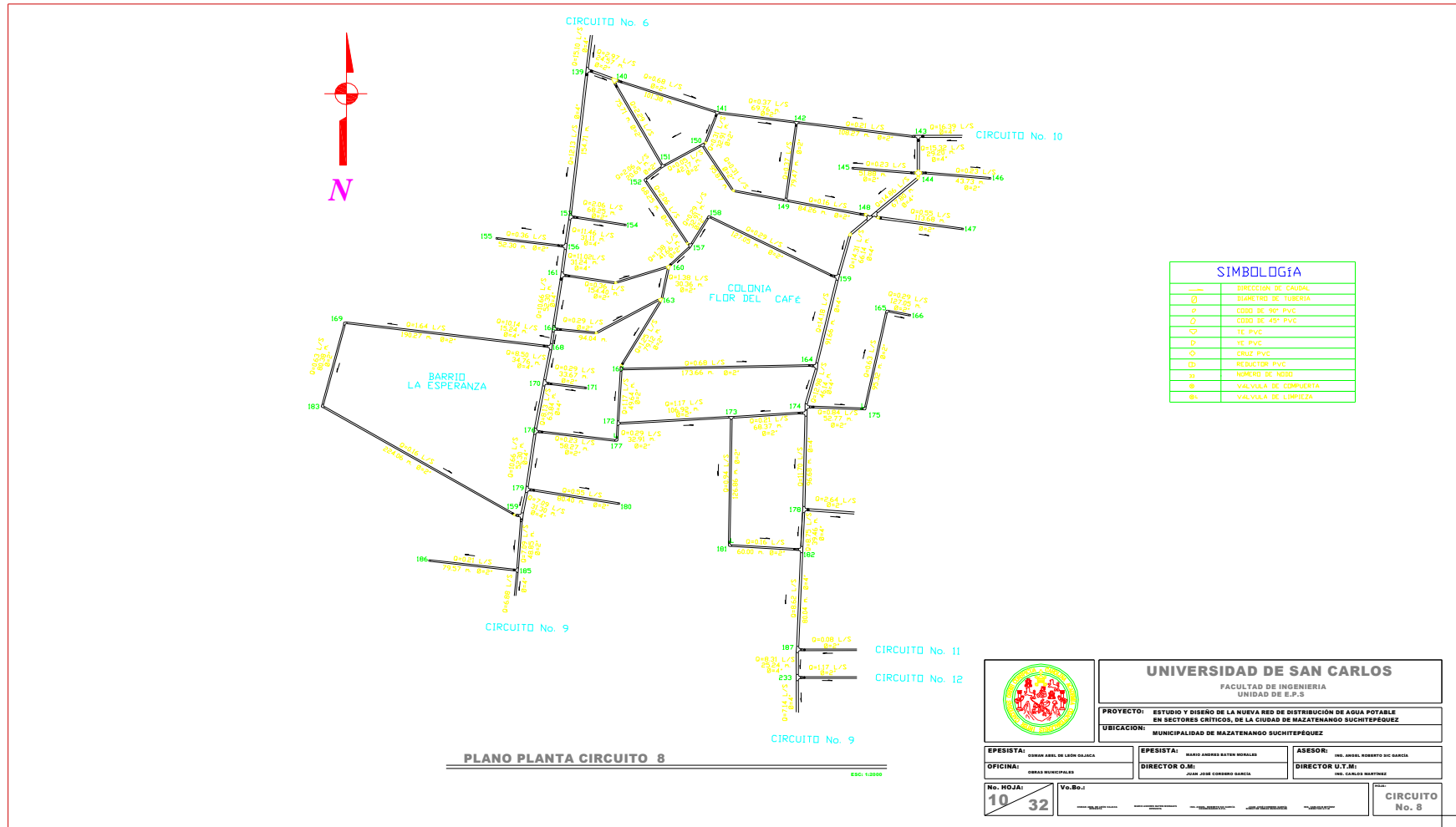


Figura 16. Plano planta circuito 9

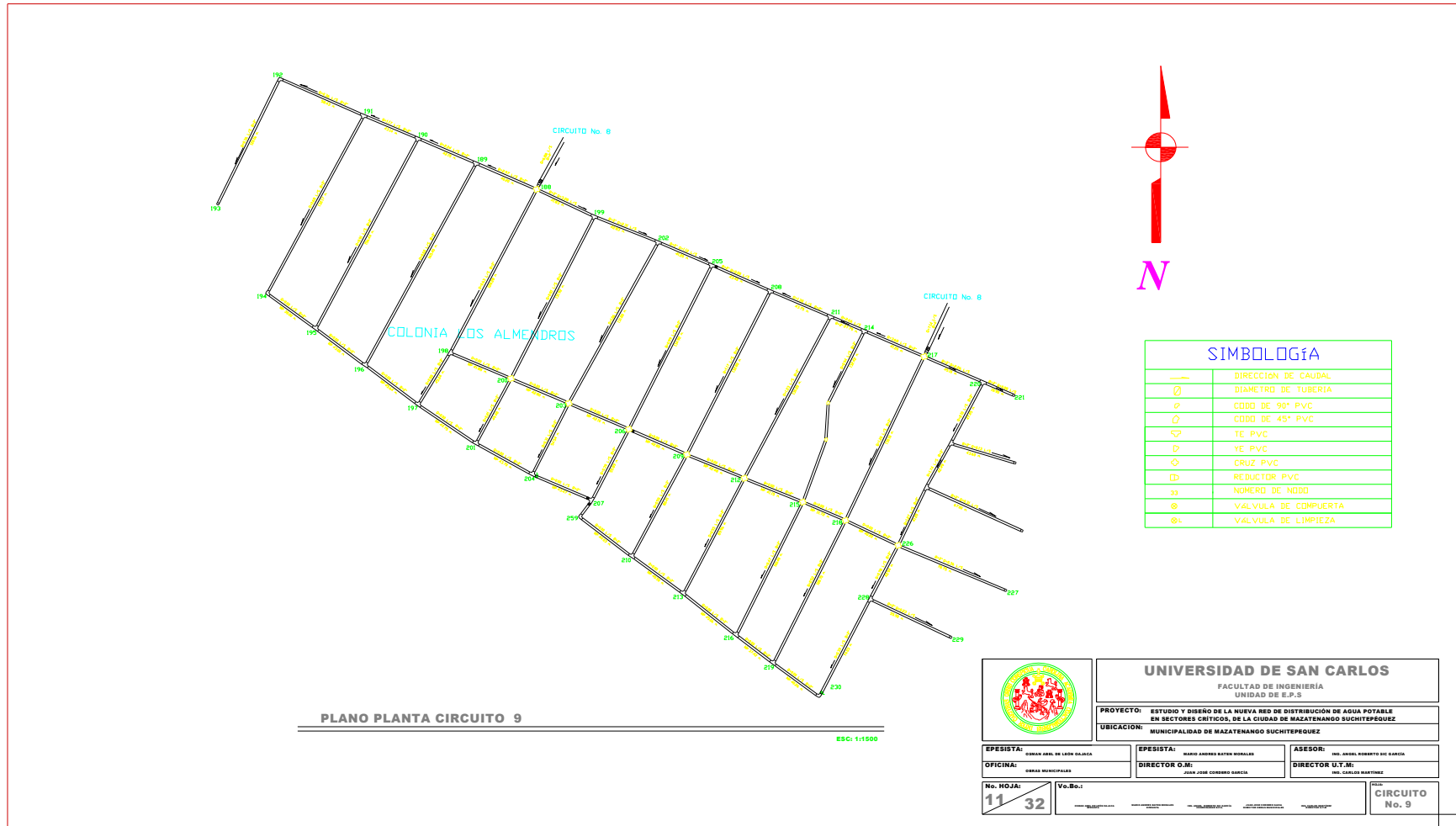


Figura 17. Plano planta circuito 10

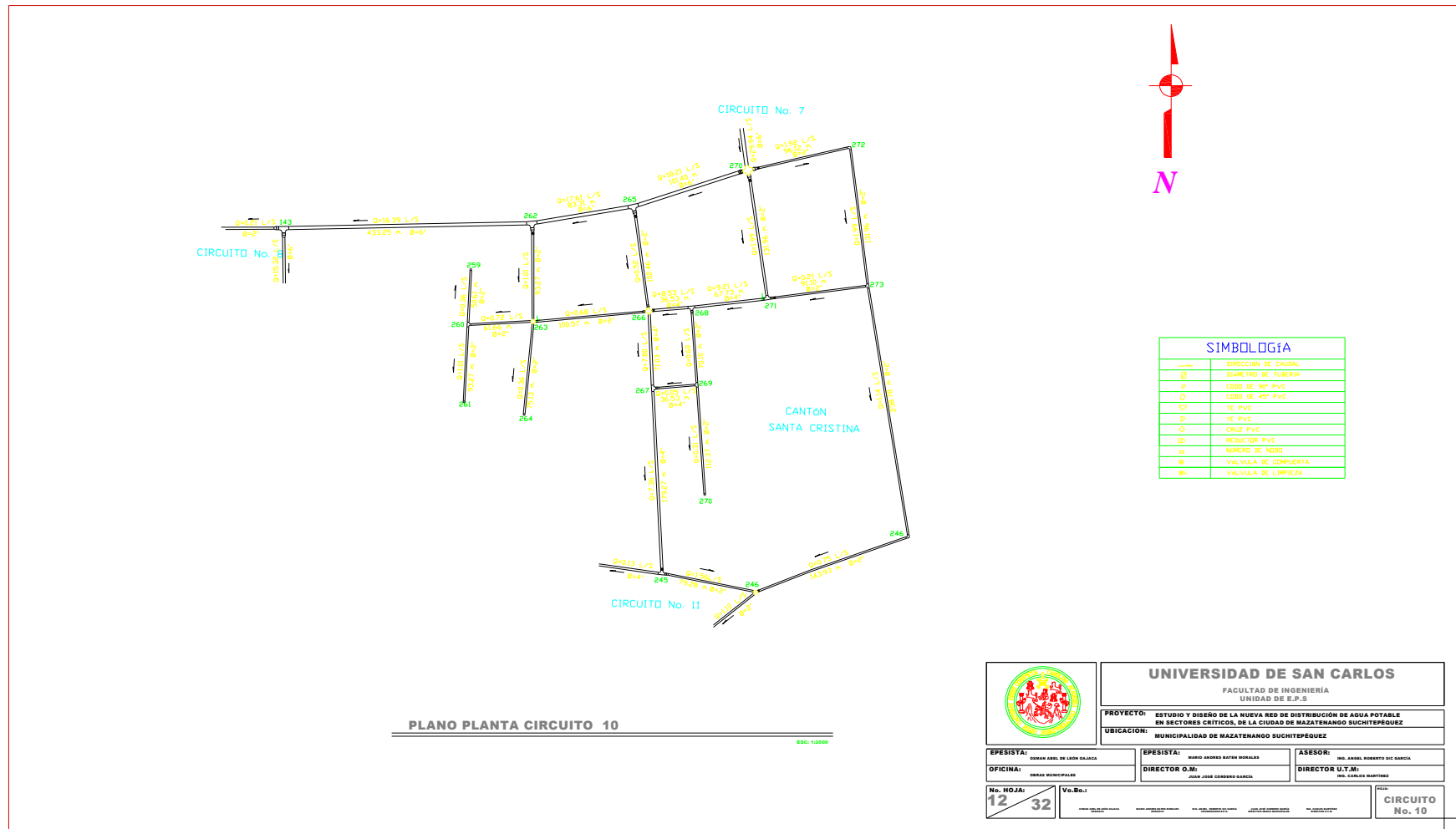


Figura 18. Plano Planta circuito 11

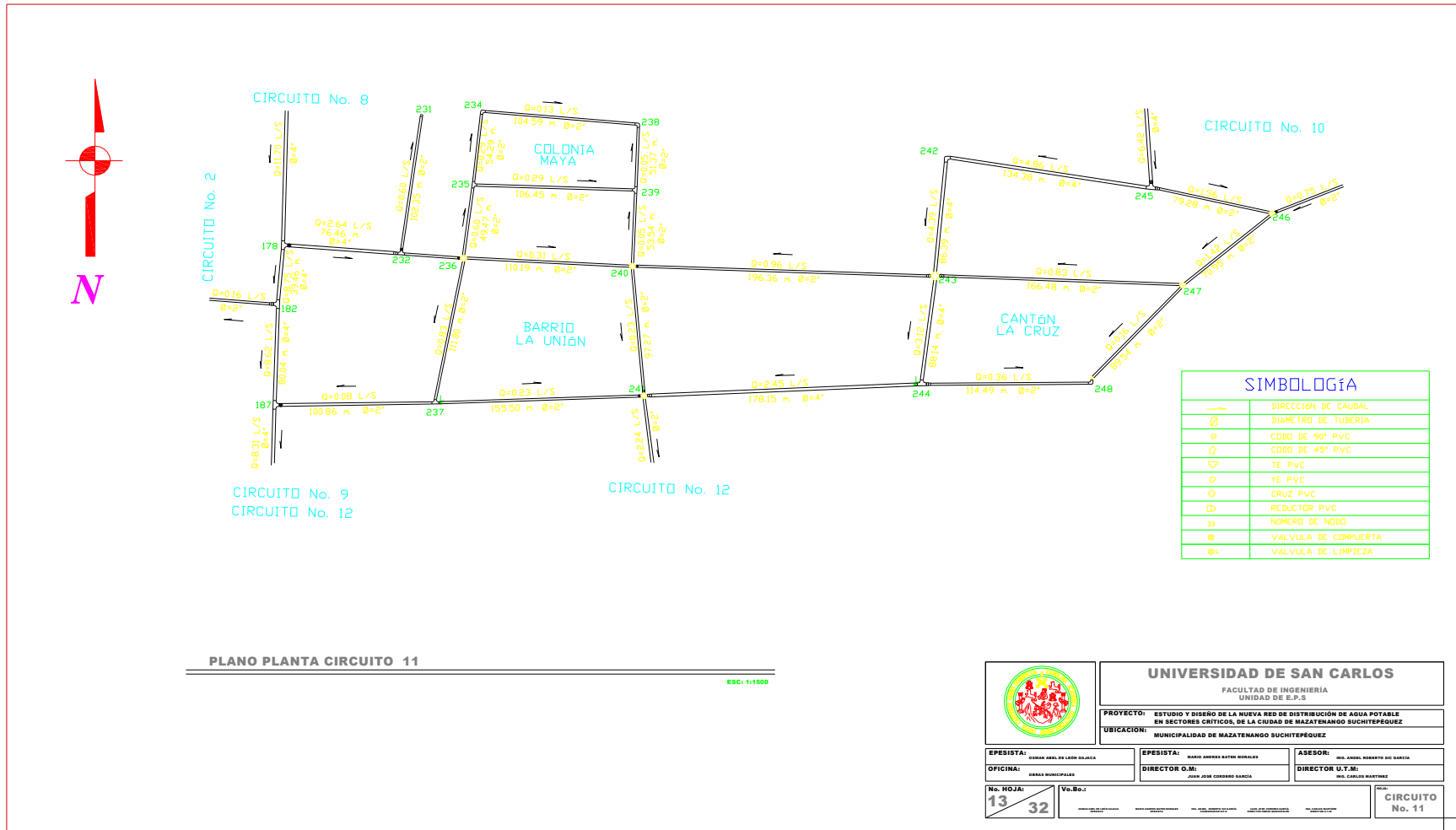
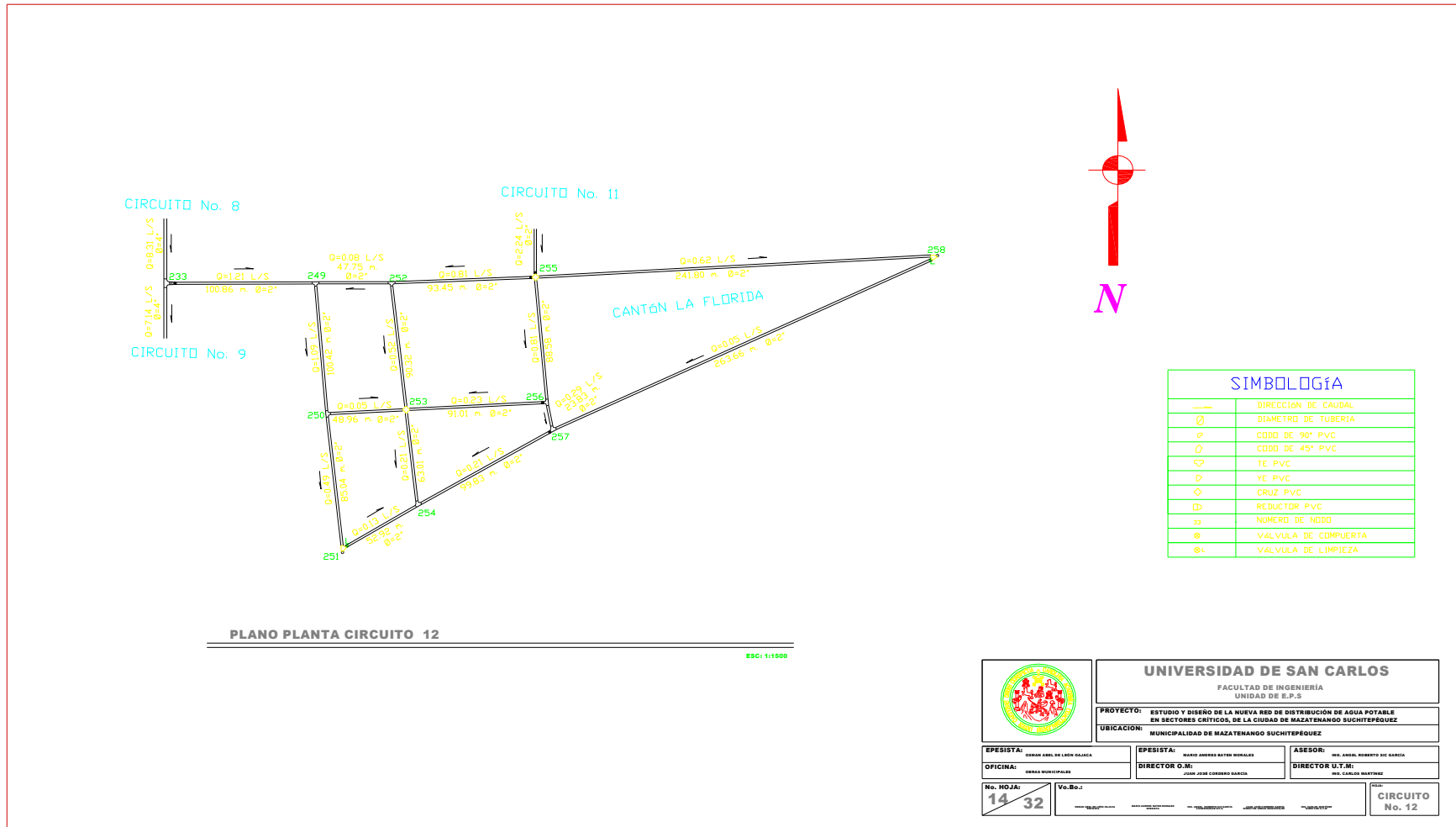


Figura 19. Plano planta circuito 12



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS	
	FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E.P.S	
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA NUEVA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN SECTORES CRÍTICOS, DE LA CIUDAD DE MAZATENANGO SUCHITEPÉQUEZ		
UBICACIÓN: MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO SUCHITEPÉQUEZ		
EPESISTA: OSWALD AVEL DE LAH GALLAGA	EPESISTA: RUBIO ANDRÉS BAYON HERRERA	ASESOR: ING. ANSEL ROBERTO DE GARCIA
OFICINA: DIBAJA MUNICIPALIDAD	DIRECTOR O.M.: JOSE JOSE CONRADO GARCIA	DIRECTOR U.T.M.: ING. CARLOS MARTINEZ
No. HOJA: 14 / 32	Vo.Bo.:	CIRCUITO No. 12

Figura 20. Plano planta perfil 1

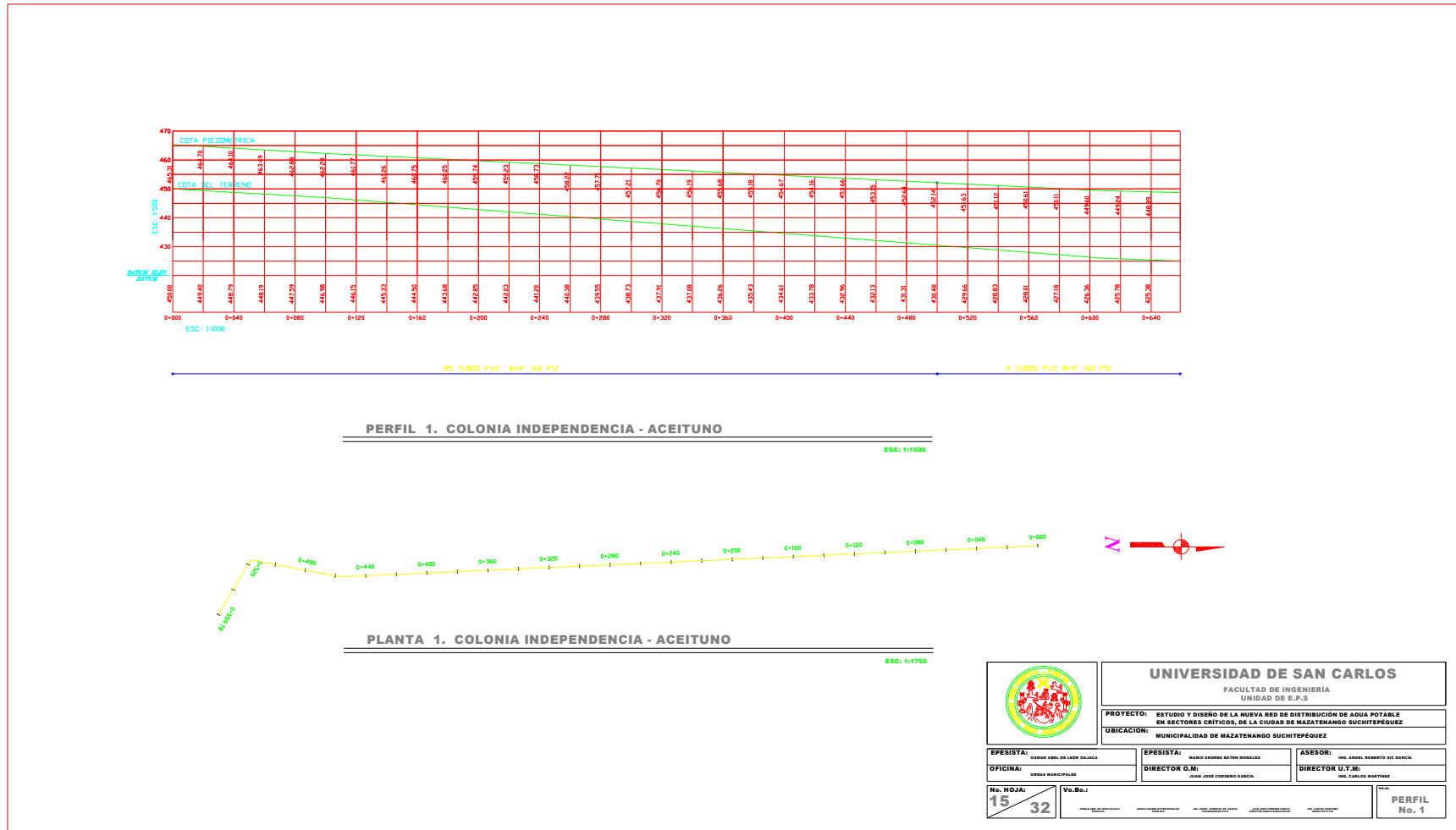


Figura 21. Plano planta perfil 2

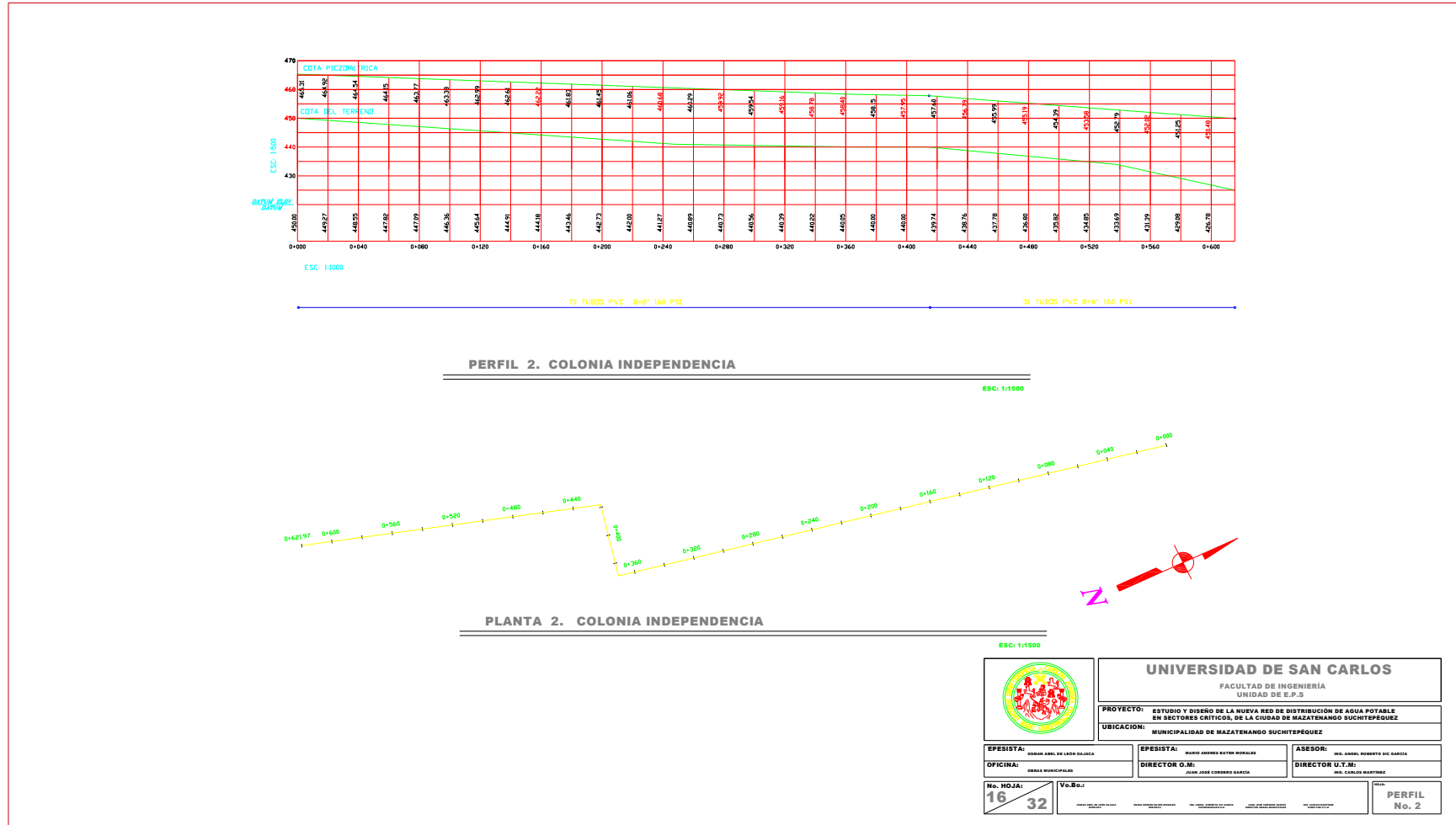


Figura 22. Planta planta perfil 3

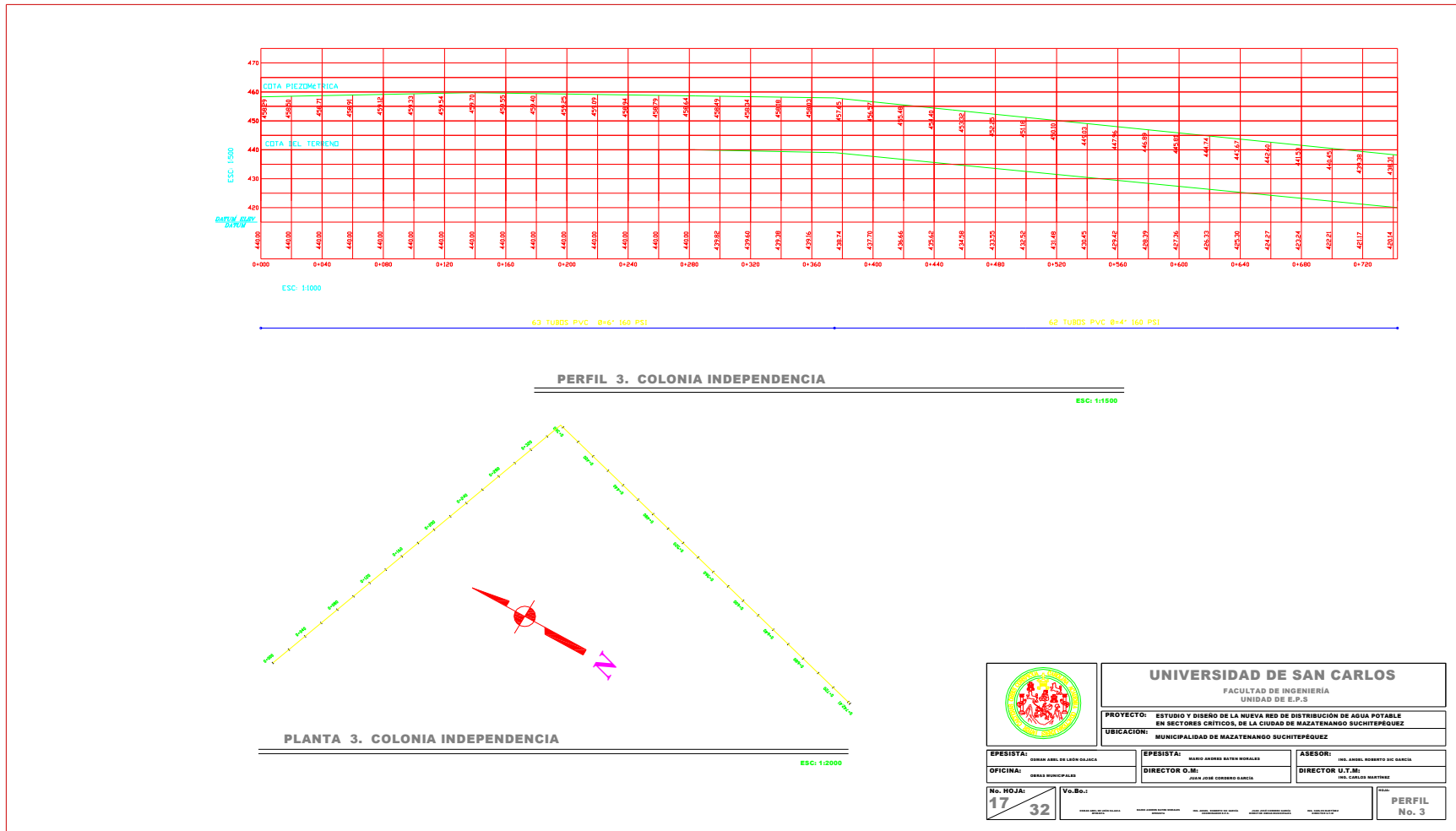


Figura 23. Plano planta perfil 4

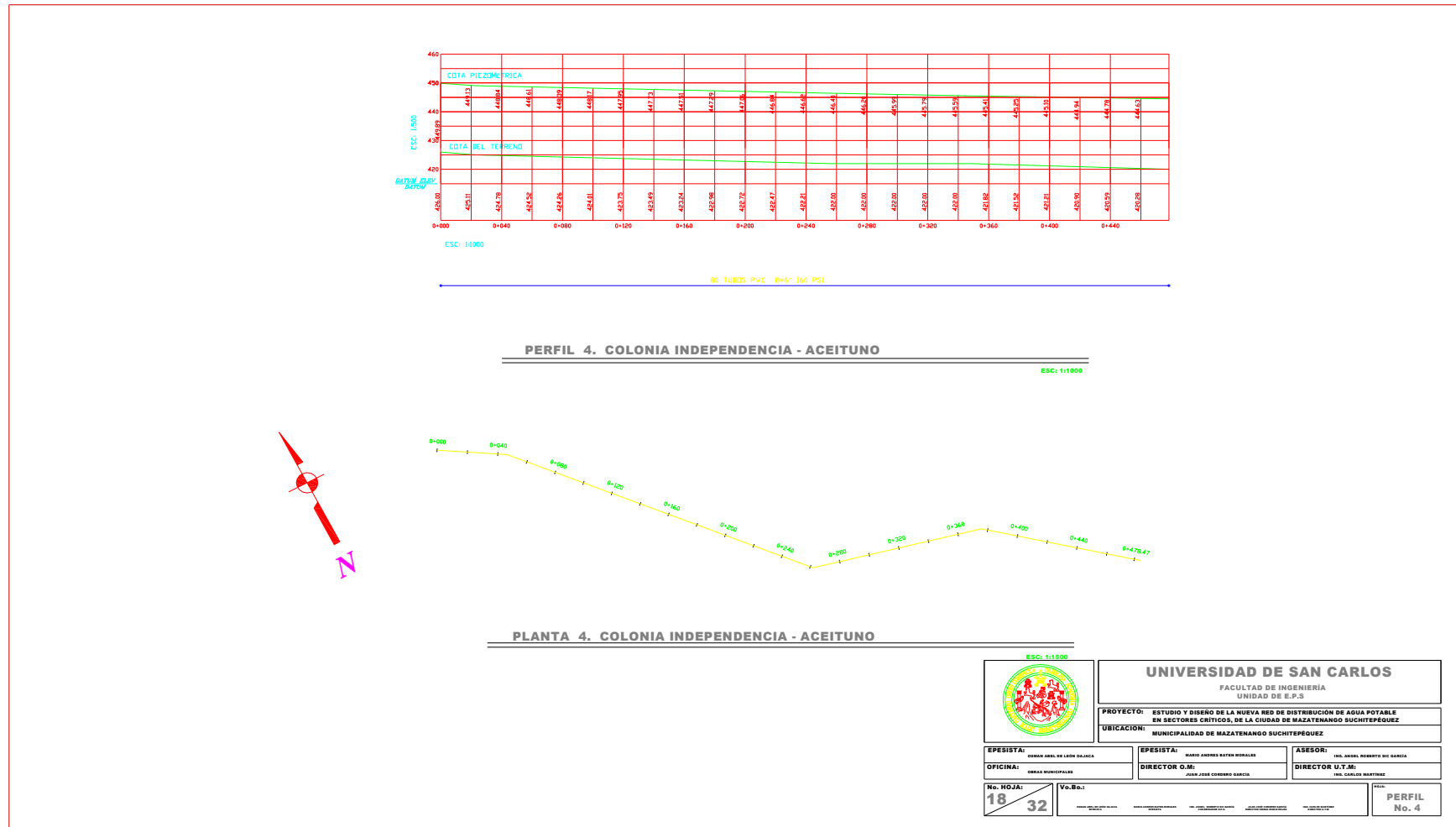


Figura 24. Plano planta perfil 5

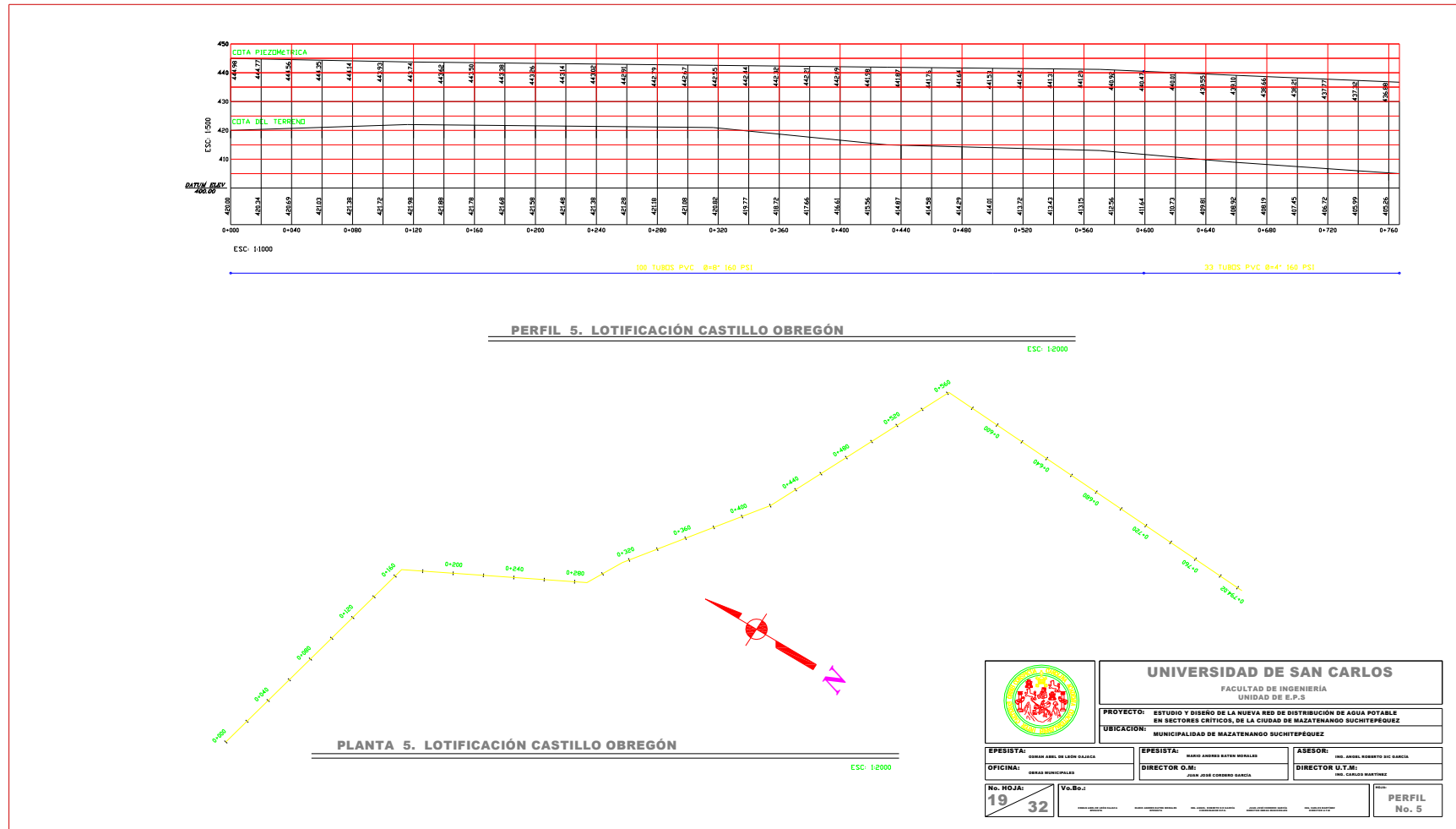


Figura 25. Plano planta perfil 6

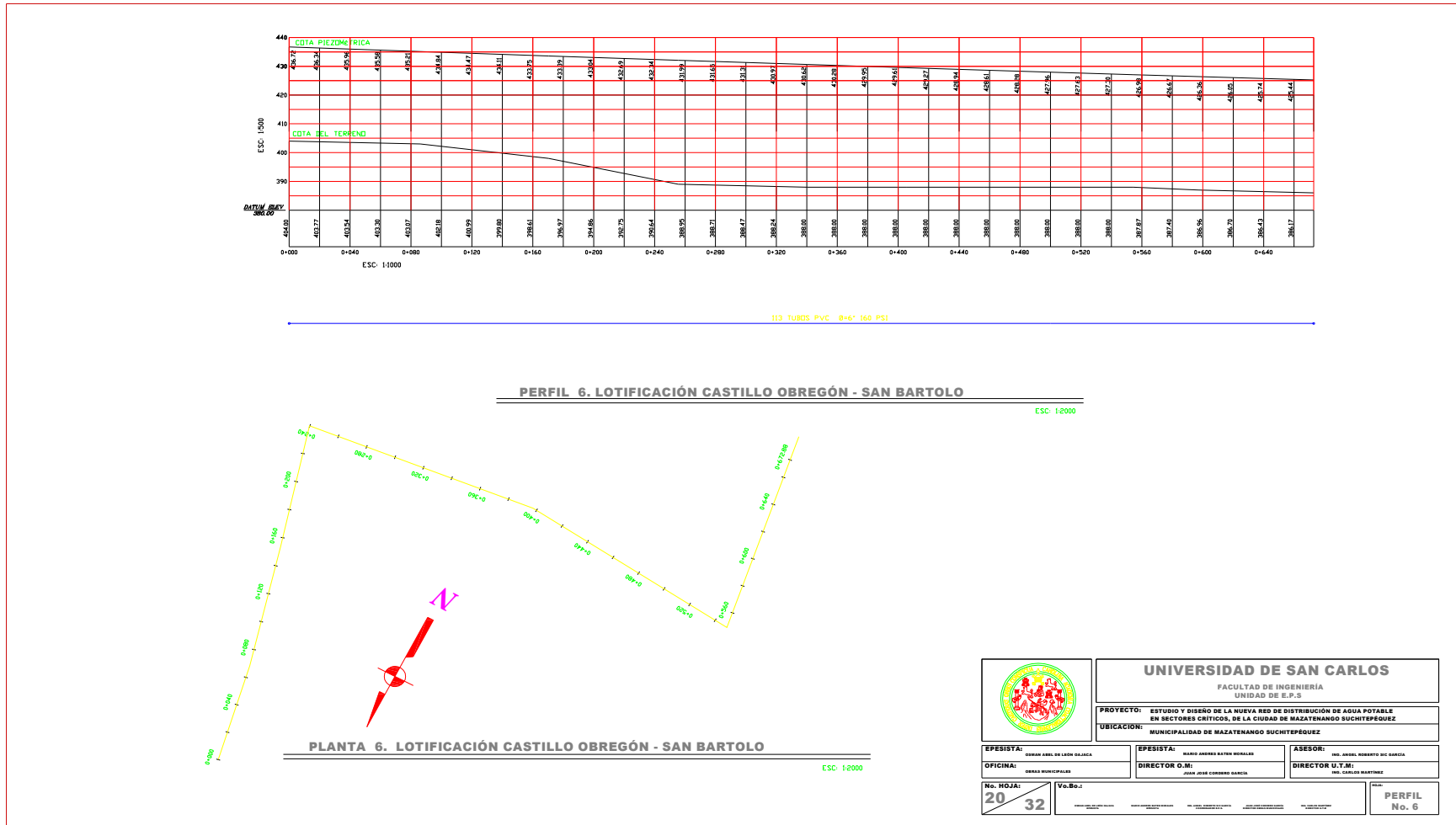


Figura 26. Plano planta perfil 7

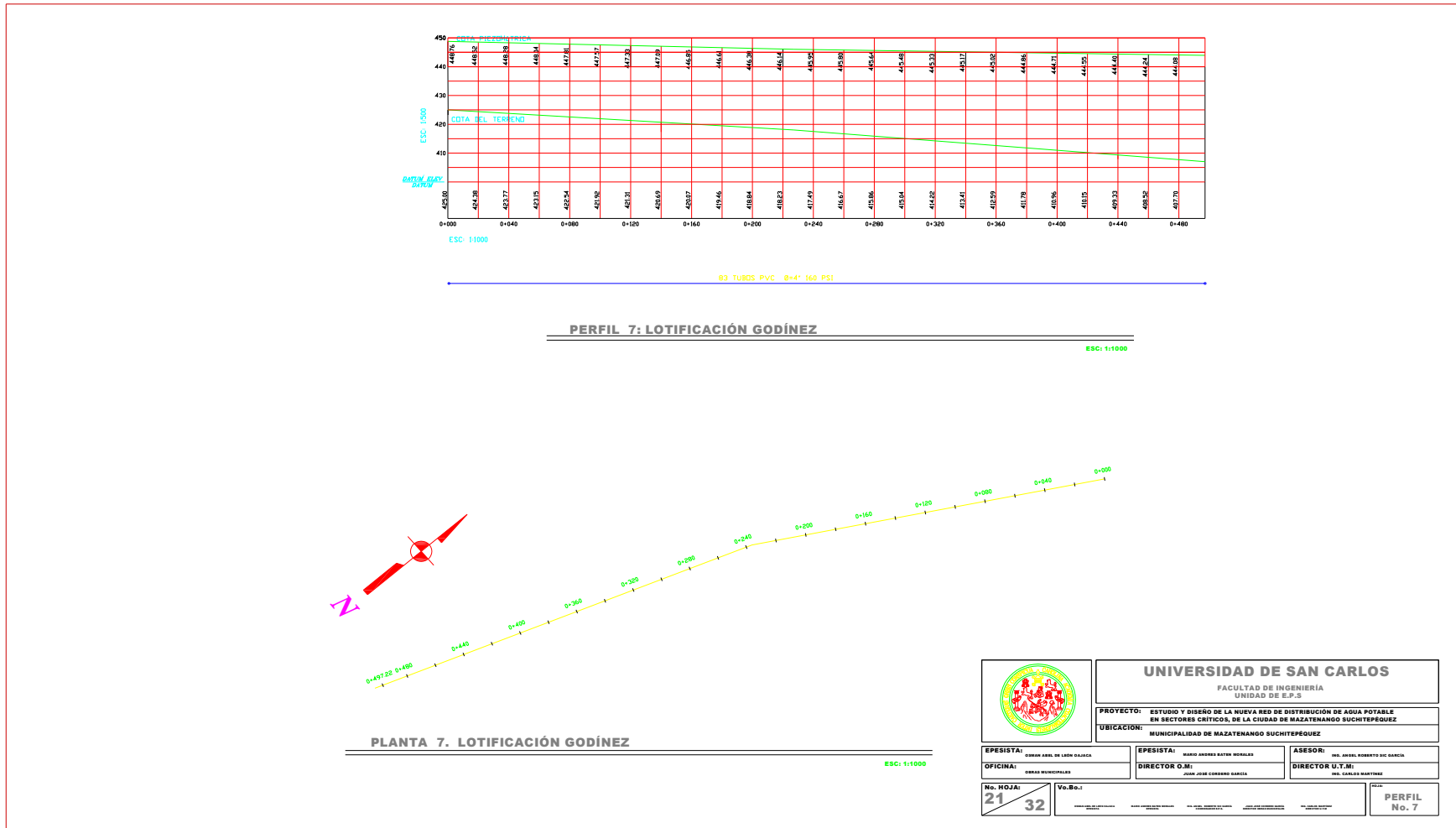
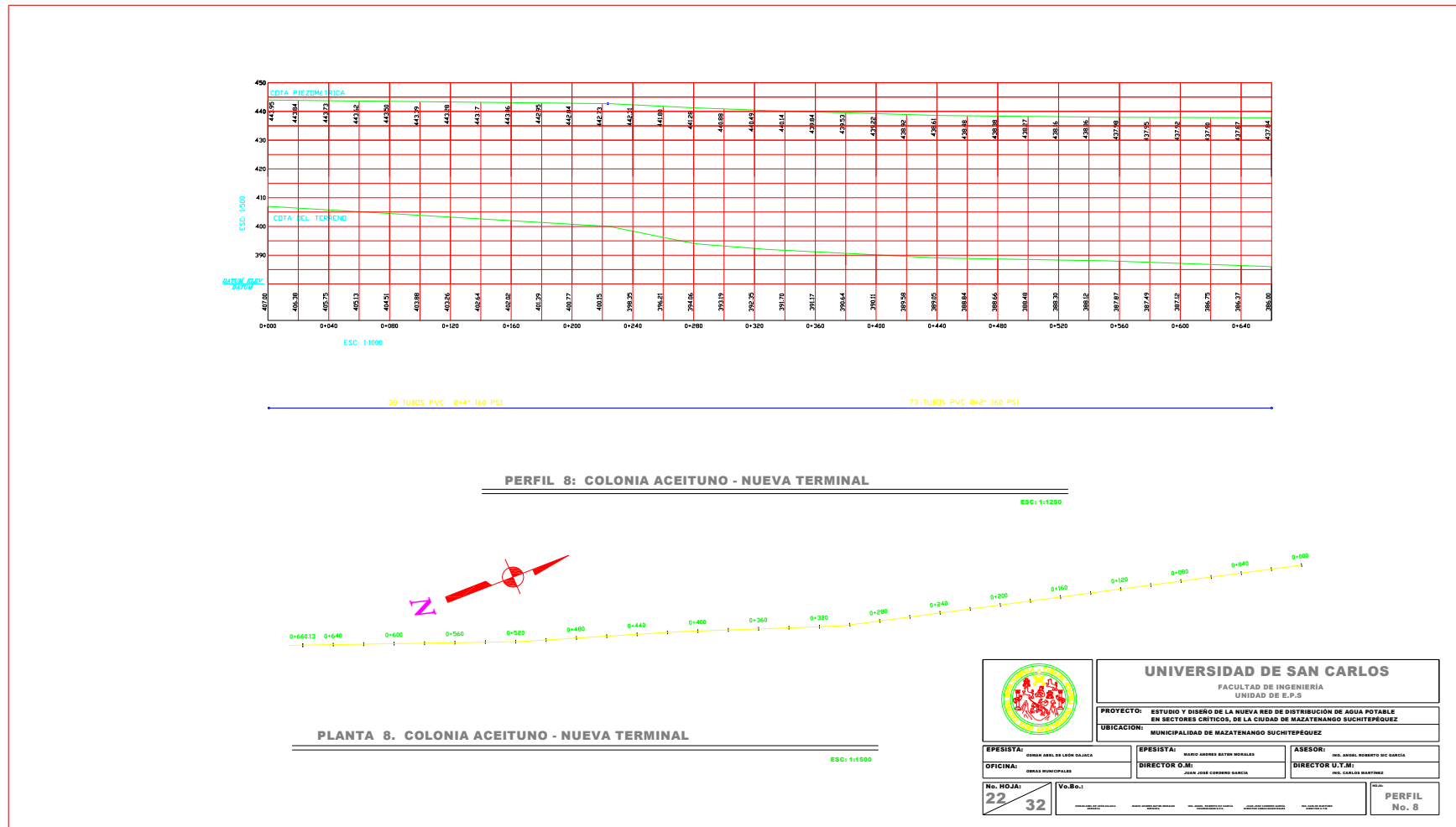


Figura 27. Plano planta perfil 8



 <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S</p>		
<p>PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA NUEVA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN SECTORES CRÍTICOS, DE LA CIUDAD DE MAZATENANGO SUCHITEPÉQUEZ</p>		
<p>UBICACIÓN: MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO SUCHITEPÉQUEZ</p>		
<p>EPESISTA: ENRIQUE ABEL DE LERMA DE LA CAJA</p> <p>OFICINA: UNIDAD MUNICIPALIDAD</p>	<p>EPESISTA: MARCO ANDRÉS GUTIERREZ MORALES</p> <p>DIRECTOR O.M: JOSE JOSE CORDERO GARCIA</p>	<p>ASESOR: ING. ABDEL ROBERTO SUC GARCIA</p> <p>DIRECTOR U.T.M: ING. CARLOS MARTINEZ</p>
<p>No. HOJA: 22 / 32</p>	<p>V.O.M.O.:</p>	<p>PERFIL No. 8</p>

Figura 28. Plano planta perfil 9

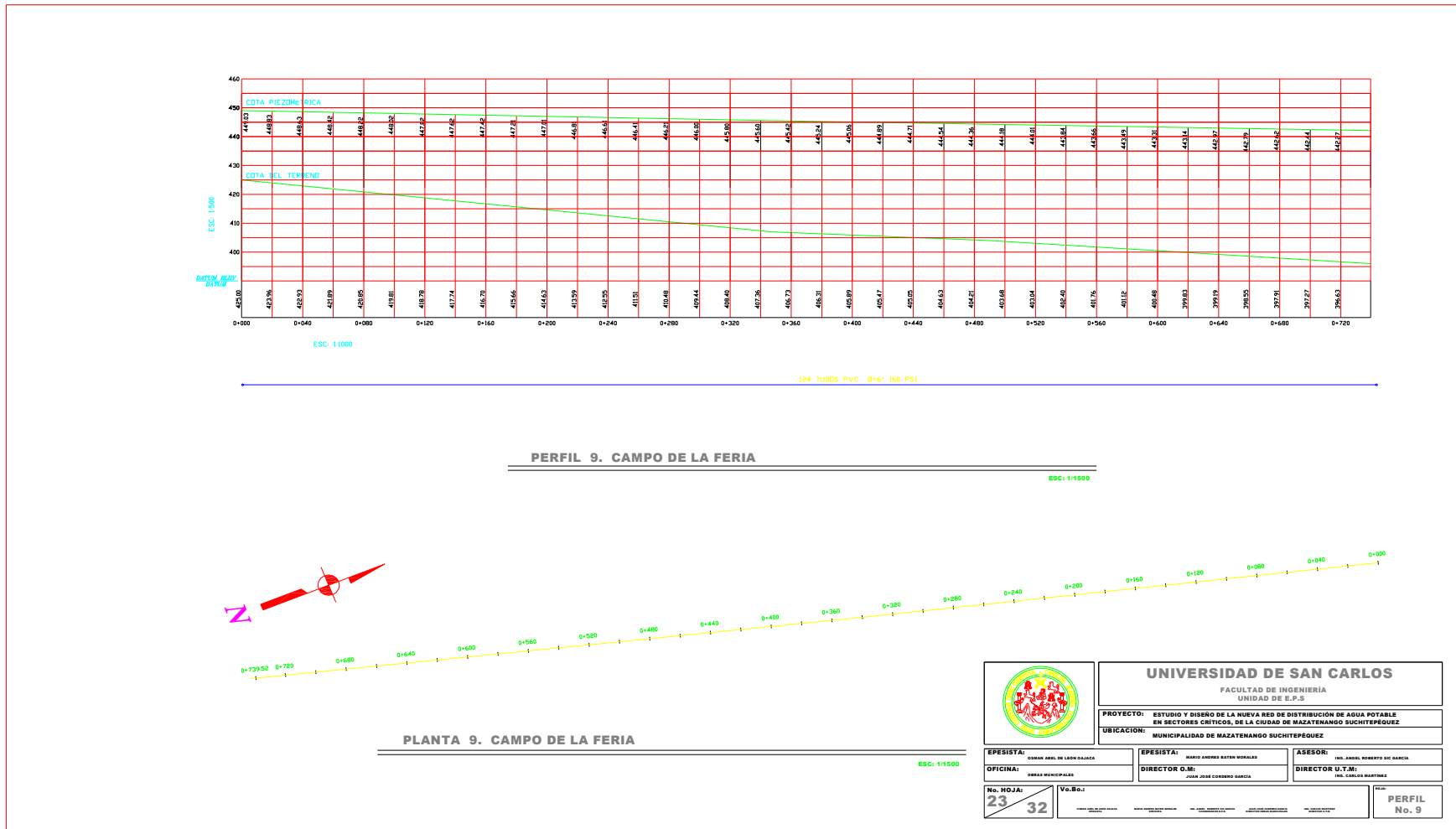


Figura 29. Plano planta perfil 10

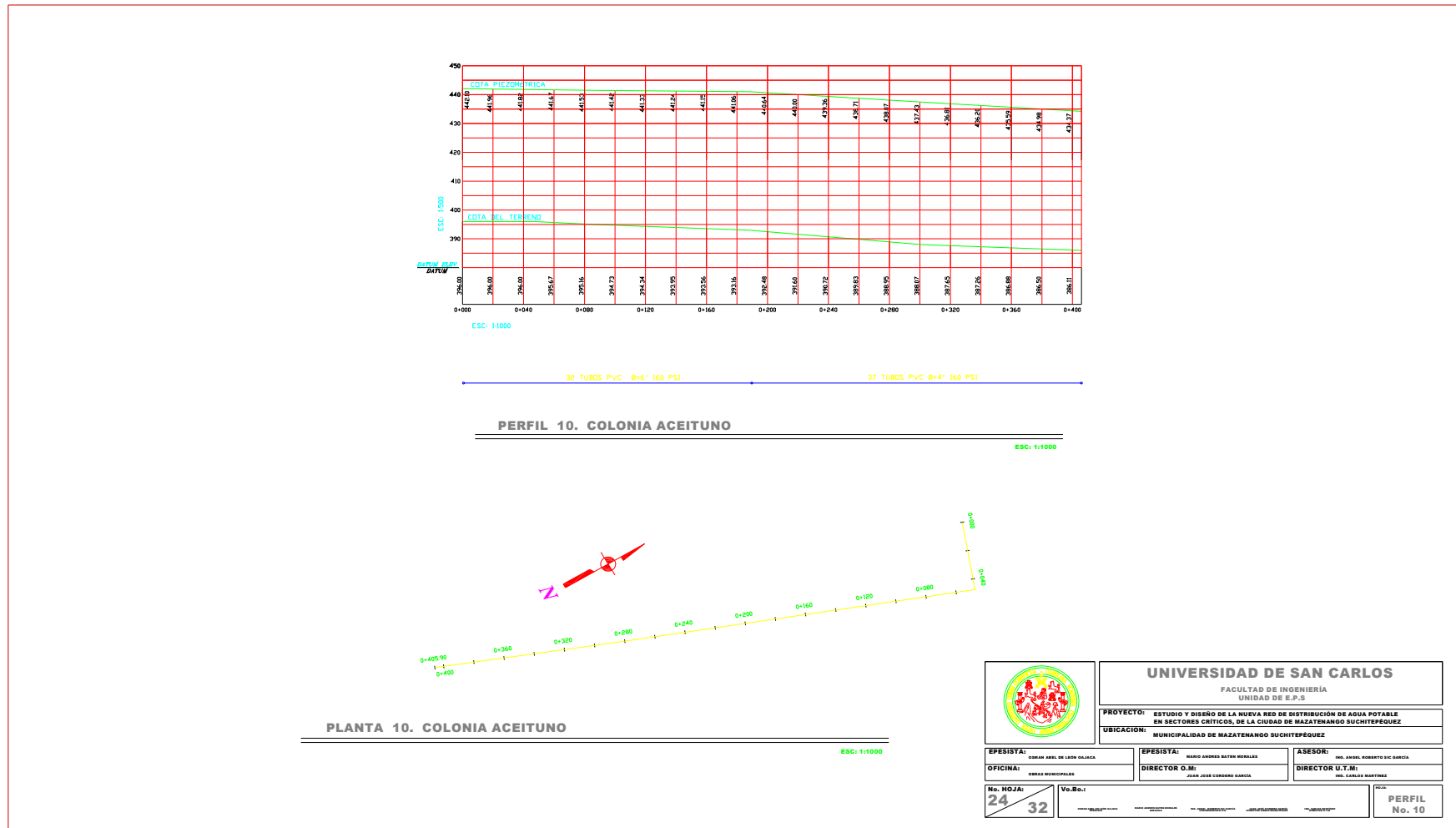


Figura 30. Plano planta perfil 11

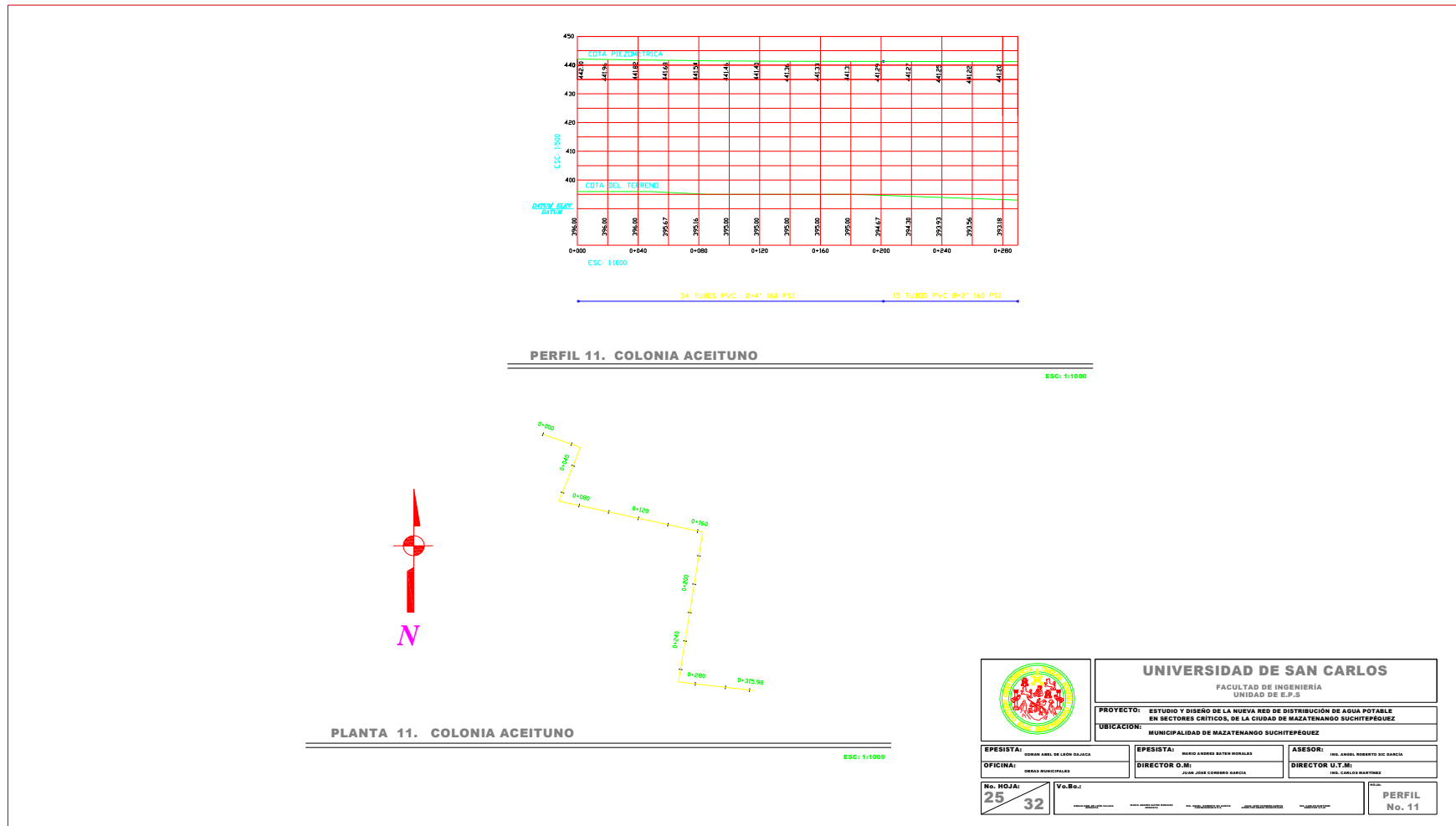


Figura 31. Plano planta perfil 12

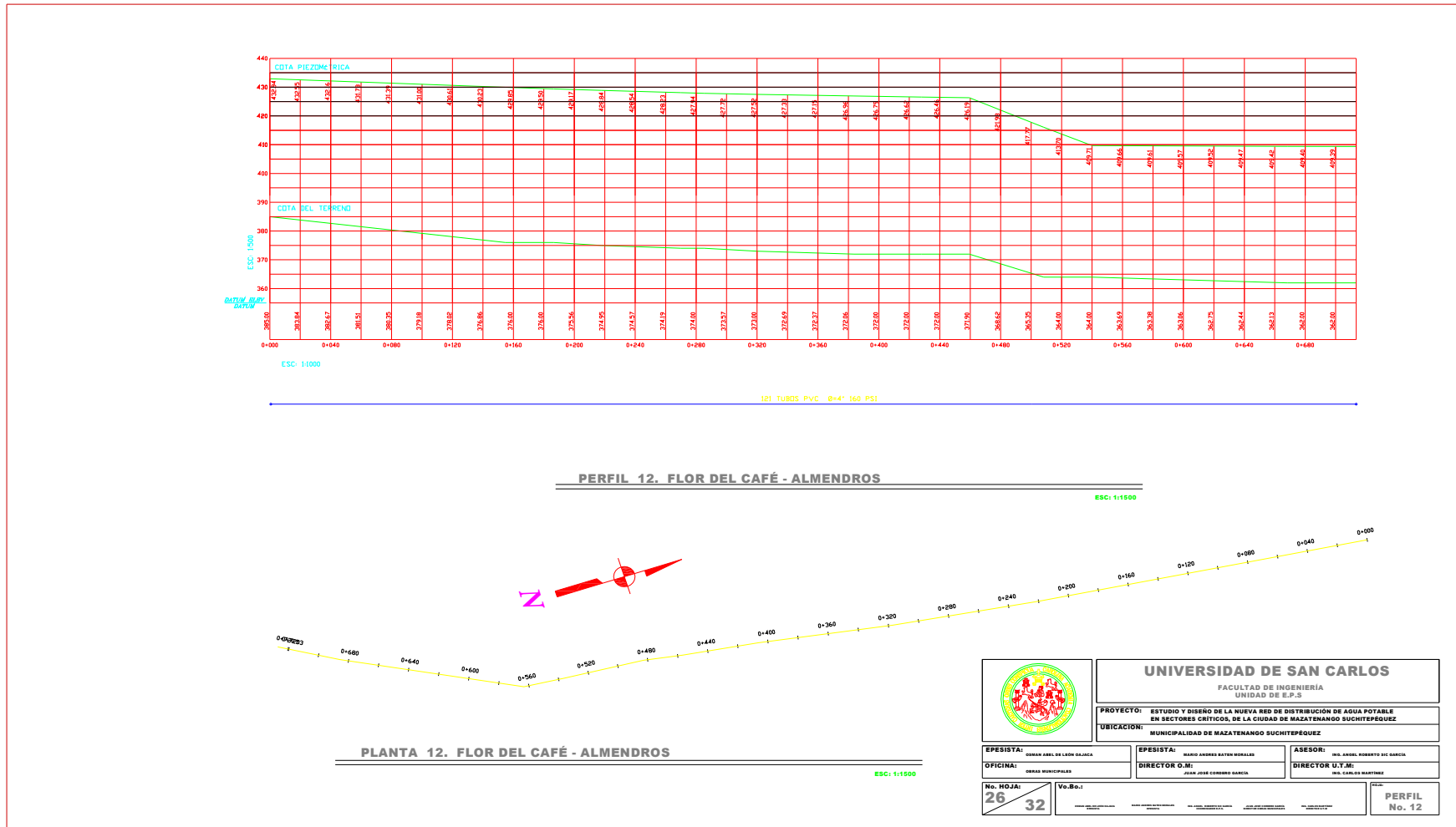


Figura 32. Plano planta perfil 13

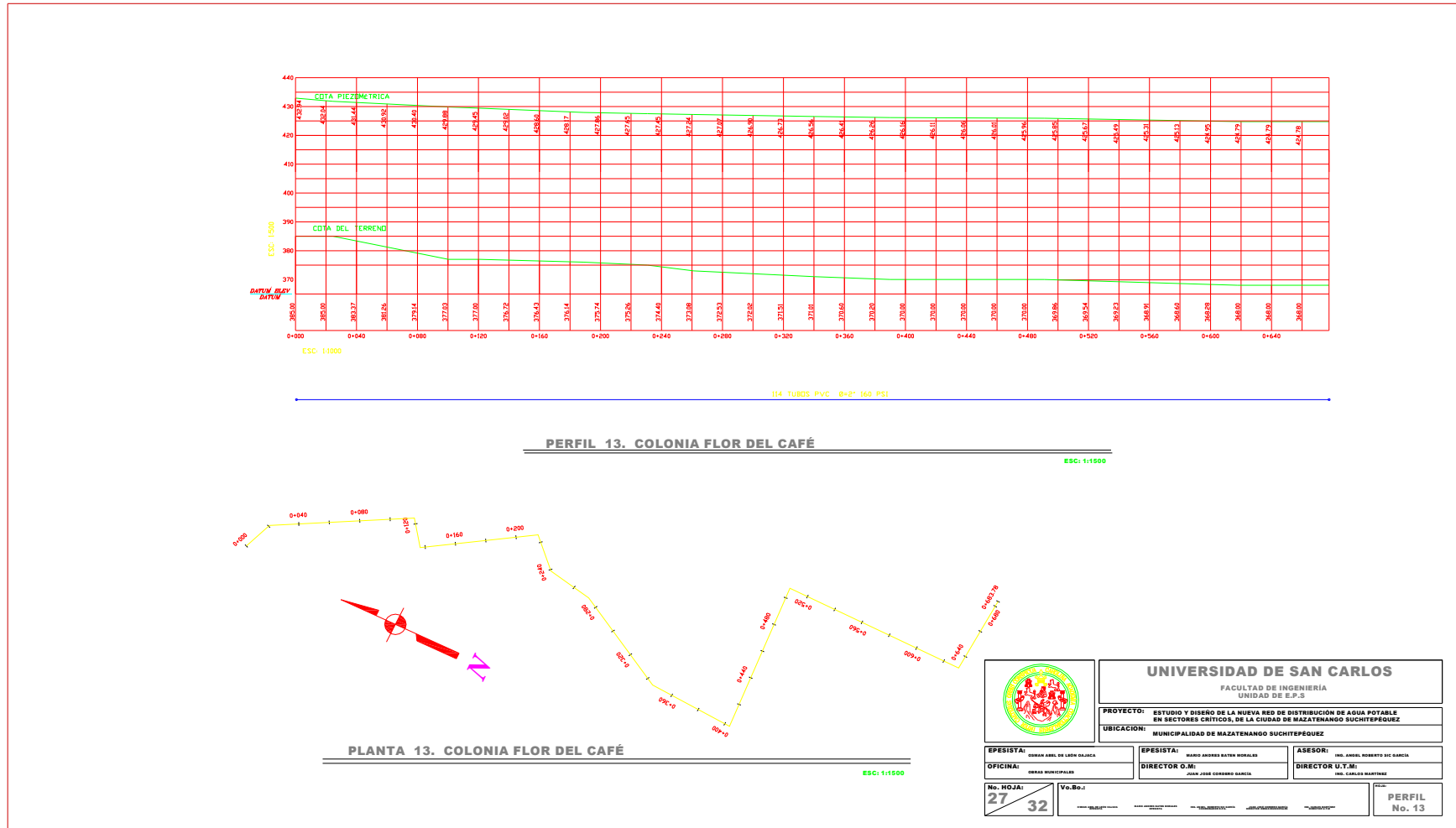


Figura 33. Plano planta perfil 14

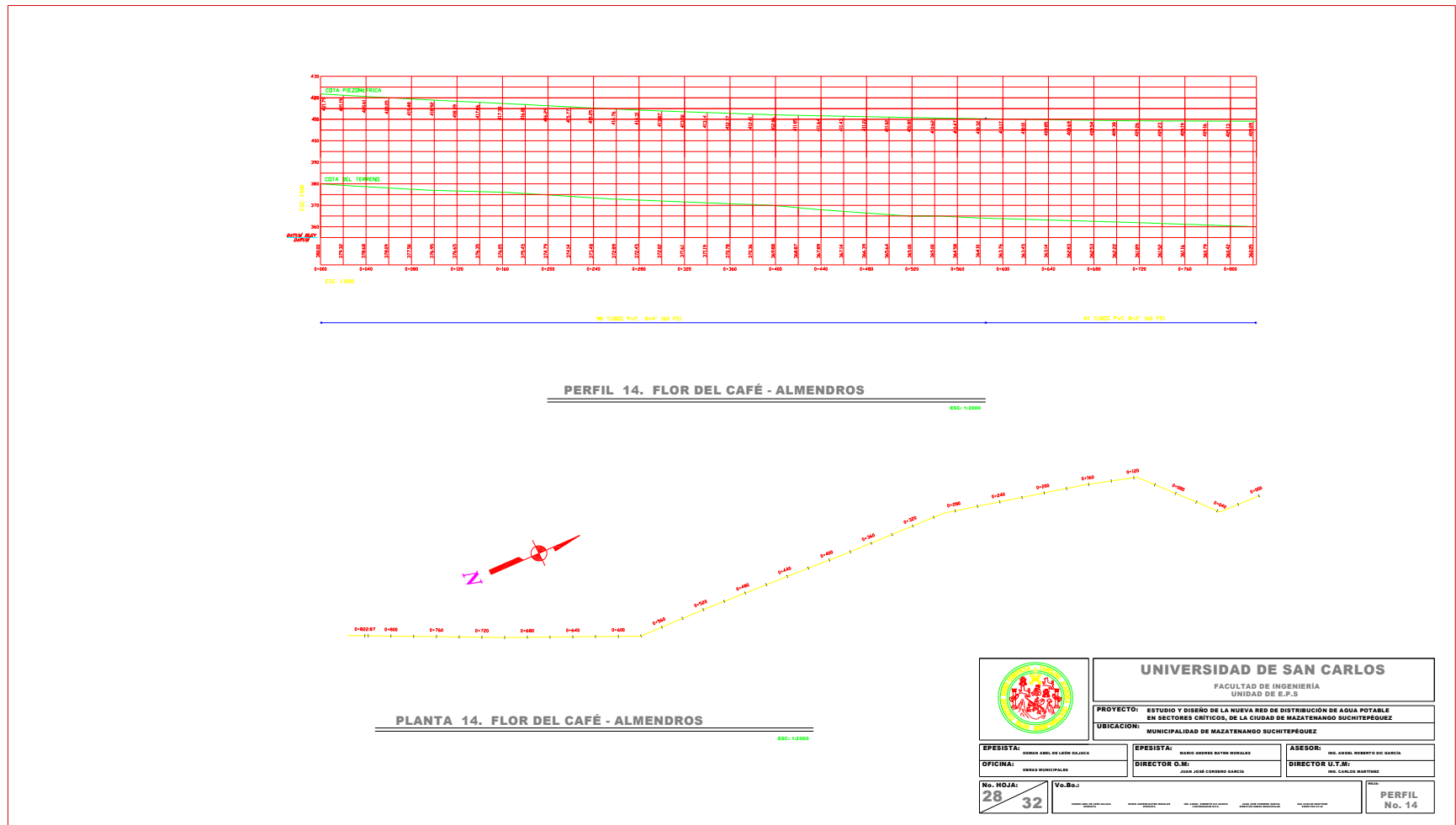


Figura 34. Plano planta perfil 15

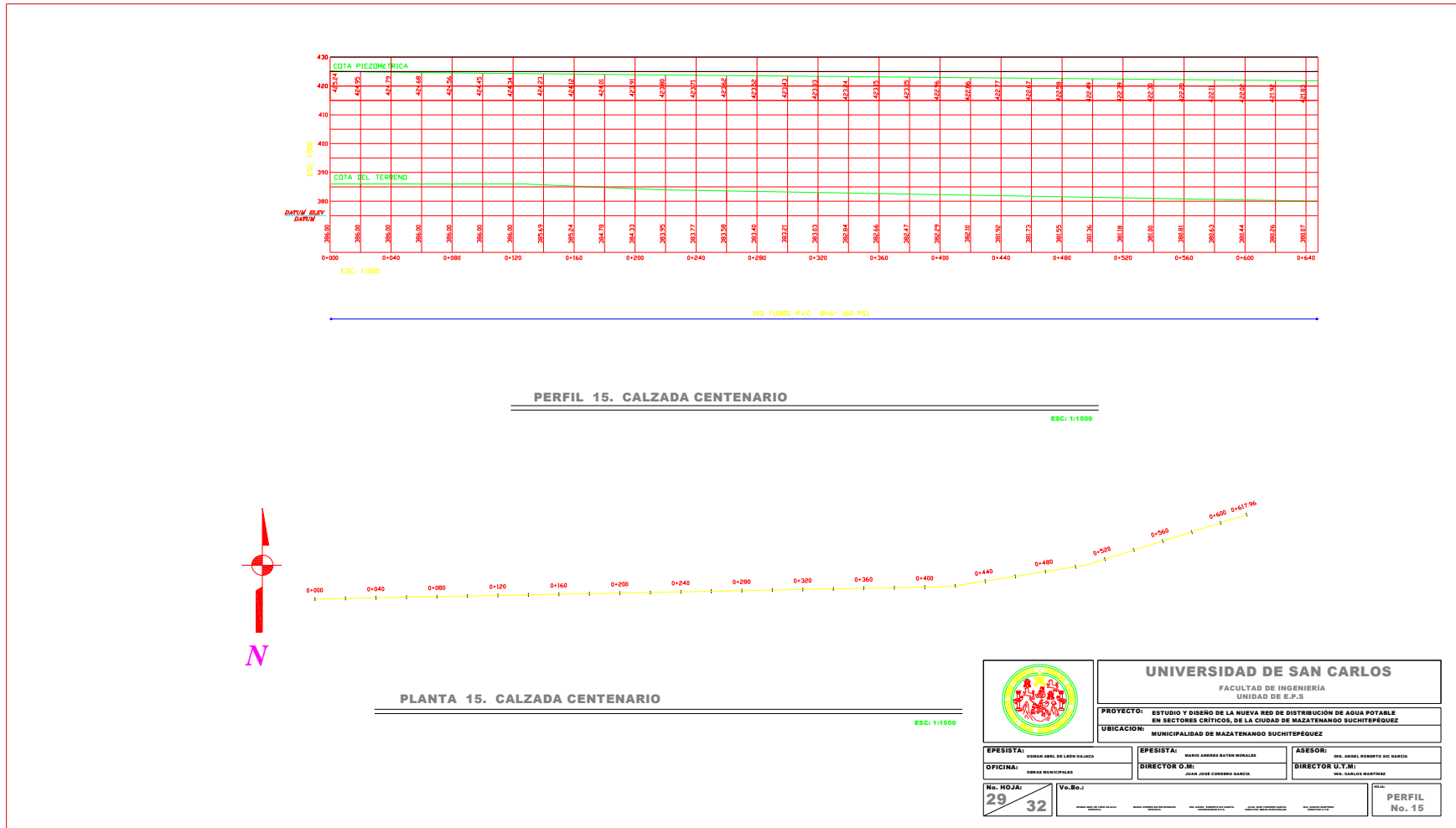


Figura 35. Plano planta perfil 16

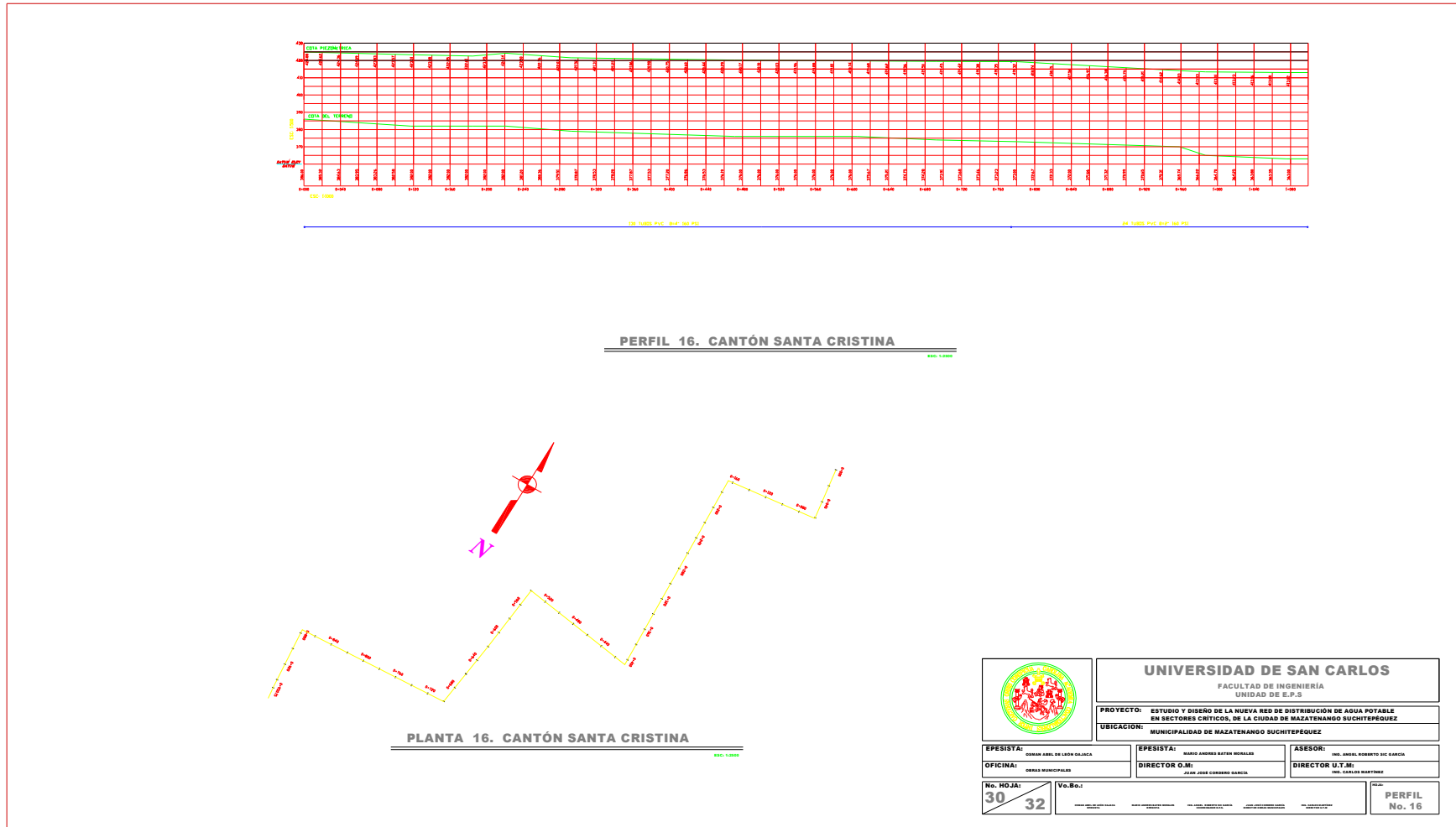


Figura 36. Plano planta perfil línea de distribución

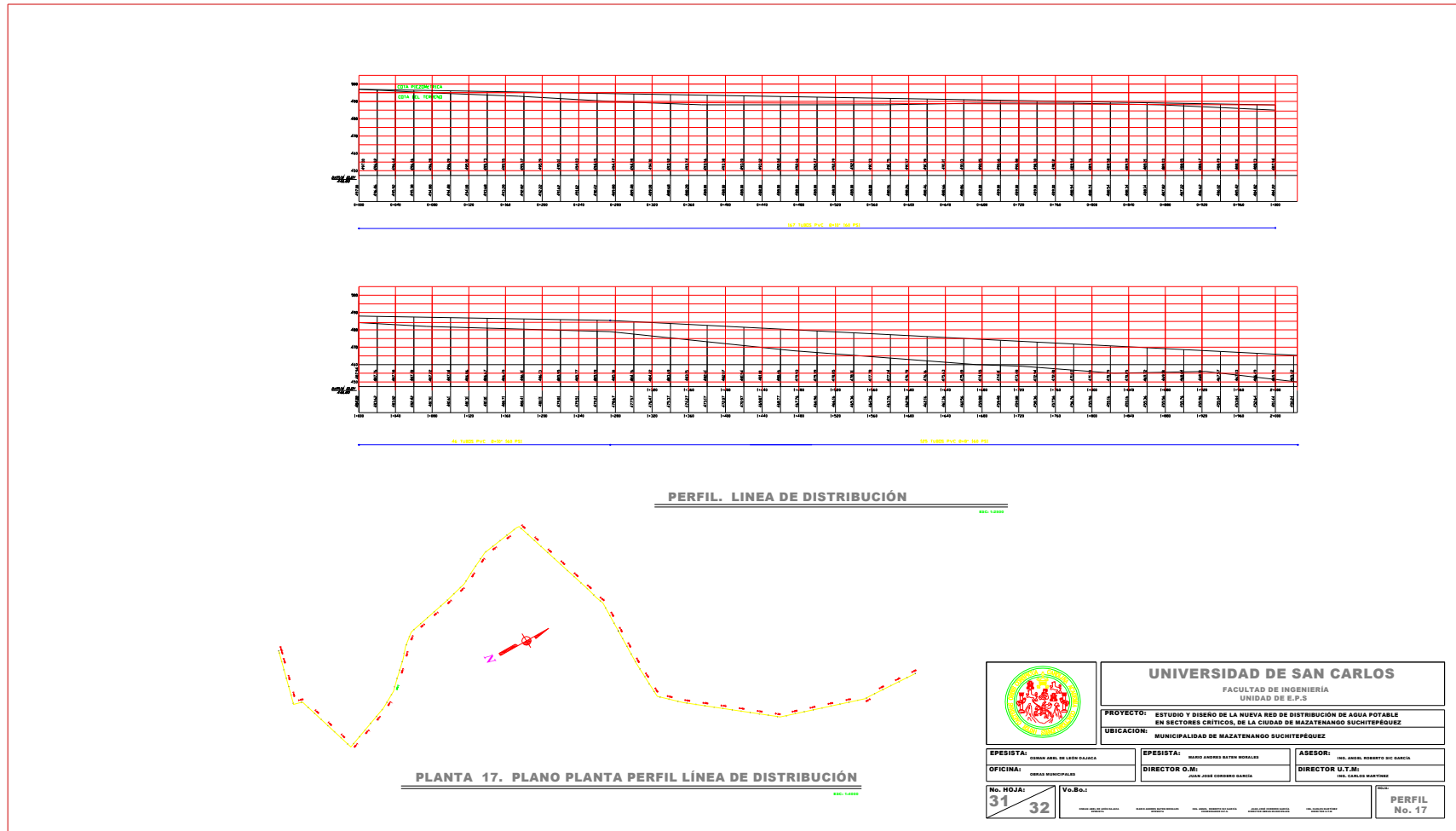
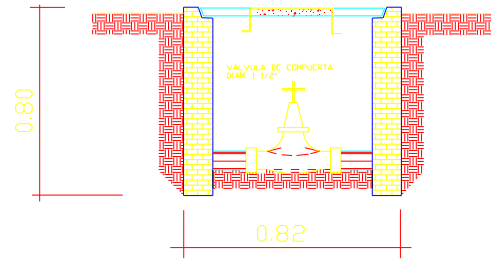
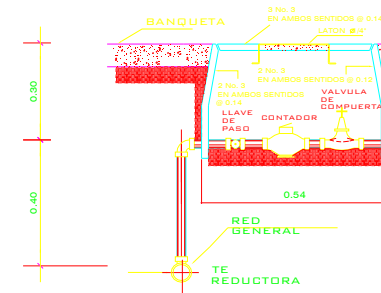


Figura 37. Plano detalle de válvulas



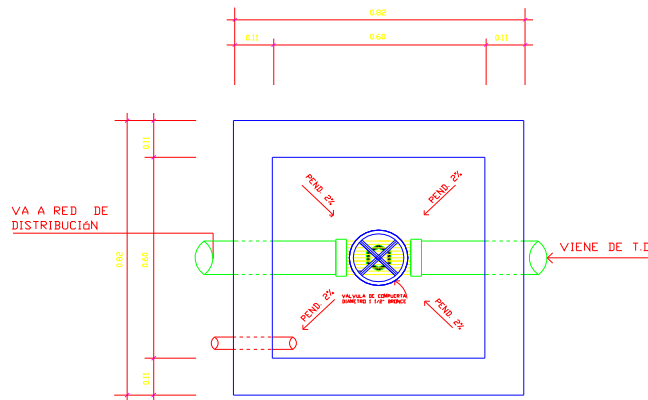
SECCIÓN LLAVE DE CONTROL

ESCALA 1 / 10



SECCIÓN DE ACOMETIDA

ESCALA 1 / 10



PLANTA LLAVE DE CONTROL

ESCALA 1 / 7.5

DETALLE DE VÁLVULAS

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE E.P.S	
	PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA NUEVA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN SECTORES CRÍTICOS, DE LA CIUDAD DE MAZATENANGO SUCHITEPÉQUEZ UBICACIÓN: MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO SUCHITEPÉQUEZ	
EPESISTA: JORJAN ABEL DE LEÓN CALAJA	EPESISTA: RAÚL ANDRÉS BASTEN BERNALLES	ASESOR: ING. ABEL ROBERTO DE BARRIA
OFICINA: MUNICIPIO MUNICIPALIDAD	DIRECTOR O.M.: JUAN JOSÉ CORDERO BARRIA	DIRECTOR U.T.M.: ING. CARLOS MARTINEZ
No. HOJA: 32 / 32	Vo.Bo.:	DETALLE DE VÁLVULAS