



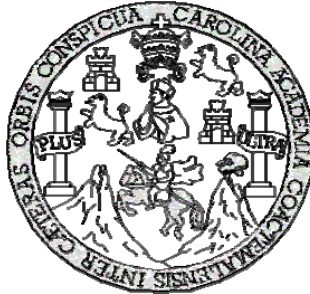
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ALDEA LA CEIBA,
MUNICIPIO DE CHUARRANCHO,
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

JUAN CARLOS ESTRADA MONTERROSO
Asesorado por Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, septiembre de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ALDEA LA CEIBA,
MUNICIPIO DE CHUARRANCHO,
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JUAN CARLOS ESTRADA MONTERROSO

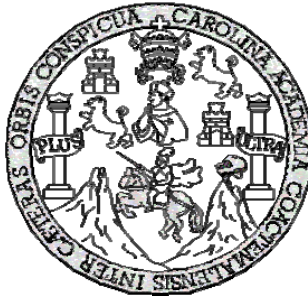
ASESORADO POR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney 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 Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Silvio Rodriguez
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

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

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ALDEA LA CEIBA, MUNICIPIO DE CHUARRANCHO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 27 de febrero de 2004.

Juan Carlos Estrada Monterroso

AGRADECIMIENTOS

A Dios	Por haberme permitido alcanzar esta meta
A mi hijo	Carlos David Estrada Figueroa. Por darme la inspiración y las últimas fuerzas que necesitaba
A mi abuelita	Carmen Monterroso Salvatierra, por haber enseñado los caminos de amor y verdad
A mis padres	Julio Cesar Estrada Pinzón y Maria Cristina Monterroso de Estrada, por el apoyo incondicional a mi lado
A Mara Judith	Por haberme acompañado a lo largo de mi carrera
A mis hermanos	Jorge Mario, José Miguel y en especial a Julio César, por apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi carrera
A mi amigo	Ing. Luigi Geovanni Toledo Aguirre, por haberme dado la visión de un profesional
A mis compañeros y amigos	Alfonso Alburez, David Palma, Damaris López, Edwin de la Cruz, Manuel Uribio, por haberme acompañado en mi carrera profesional
A mi asesor	Ing. Manuel Arrivillaga Ochaeta, por su gran apoyo en la elaboración de este trabajo
A mis primos	Ing. Edgar Nehemias Monterroso P. Y Jorge Eliseo Monterroso S., por haber compartido las aplicaciones de mi carrera en el transcurso de mis estudios
A Chuarrancho	A la corporación Municipal y empleados municipales, por haberme brindado su amistad durante la realización de mi EPS
Al alcalde municipal	Jorge Punay Xajap por haberme abierto las puertas para realizar el EPS en la Municipalidad de Chuarrancho

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Monografía del lugar	1
1.1.1 Ubicación	1
1.1.2 Vías de acceso	2
1.1.3 Calidad del suelo	2
1.1.4 Aspectos demográficos	5
1.1.5 Aspectos climatológicos	6
1.1.6 Actividades productivas	7
1.1.7 Saneamiento ambiental	8
1.1.8 Aspectos socioculturales	9
1.1.9 Tipo de vivienda	11
2. SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES	13
2.1 Trabajos preliminares	13
2.1.1 Fuentes de agua	13
2.1.2 Aforo	14
2.1.3 Desinfección del agua	14
2.1.4 Levantamiento topográfico	14
2.1.5 Planimetría	15
2.1.6 Altimetría	15
2.1.7 Diseño hidráulico	16

2.1.7.1	Consideraciones generales	16
2.1.7.2	Parámetros de diseño	16
2.1.7.2.1	Período de diseño	16
2.1.7.2.2	Población de diseño	17
2.1.7.2.3	Método geométrico	18
2.1.7.2.4	Dotación	19
2.1.7.2.5	Factores de variación normales	20
2.1.7.2.6	Caudal medio diario	22
2.1.7.2.7	Caudal de día máximo	22
2.1.7.2.8	Caudal de hora máximo	23
2.1.7.2.9	Caudal de línea de conducción	25
2.1.7.2.10	Caudal de bombeo	26
2.1.7.2.11	Diámetro económico de conducción	28
2.1.7.2.12	Costos mensuales	29
2.1.7.2.13	Selección de tipo de tubería	30
2.1.7.2.14	Potencia de bombeo	31
2.1.7.2.15	Cálculo de red de distribución	33
2.1.7.2.16	Volumen de tanque de distribución	35
2.1.7.2.17	Diseño estructural del tanque de distribución	36
3.	PRESUPUESTO	39
3.1	Análisis de costos	39
3.1.1	Cuantificación de materiales	39
3.1.2	Cuantificación de mano de obra	46
3.1.3	Integración de presupuesto	50
3.1.4	Cronograma de ejecución	51

4.	RIESGO Y VULNERABILIDAD	53
4.1	Aspectos específicos	53
4.1.1	Conceptos de riesgo	53
4.1.2	Concepto de vulnerabilidad	53
4.1.3	Riesgo y vulnerabilidad de proyecto	54
	CONCLUSIONES	57
	RECOMENDACIONES	59
	BIBLIOGRAFÍA	61
	ANEXOS	63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación aldea la Ceiba (Mapa 1:50,000)	1
2.	Capacidad de uso de la tierra	5
3.	Precipitación media anual	6
4.	Intensidad de uso de la tierra	8
5.	Componentes del sistema y sus gastos de diseño	24

TABLAS

I	Información de libreta de campo	15
II	Descripción del sistema y sus gastos de diseño	24
III	Diseño hidráulico línea de conducción	26
IV	Planificación de mantenimiento	29
V	Diseño hidráulico línea de distribución No.1	34
VI	Diseño hidráulico línea de distribución No.2	35
VII	Cuantificación de materiales línea de conducción No.1	39
VIII	Cuantificación de materiales línea de distribución No.1	43
IX	Cuantificación de materiales línea de conducción por bombeo	44
X	Cuantificación de materiales línea de distribución No.2	45
XI	Cuantificación de mano de obra línea de conducción No.1	46
XII	Cuantificación de mano de obra línea de distribución No.1	48
XIII	Cuantificación de mano de obra línea de distribución No.2	48
XIV	Resumen presupuesto	50
XV	Cronograma de presupuesto	51
XVI	Efectos de desastres naturales en diferentes obras ante desastres naturales	55

LISTA DE SÍMBOLOS

ASTM	Sociedad Americana para pruebas y materiales
β	Peso específico del agua expresado en lb./pie ³
C	Coefficiente de fricción, coeficiente de la capacidad hidráulica de tubería (adimensional)
D	Diámetro
E	Estación
E.P.S.	Ejercicio Profesional Supervisado.
FDM	Factor de día máximo (adimensional)
FHM	Factor de hora máximo (adimensional)
gpm	Galones por minuto
H	Altura
H_f	Pérdida de carga expresada en metros
Hg	Hierro galvanizado
Km	Kilómetros
l/s	Litro por segundo
Lts/hab/día	Litro por habitante por día (dotación)
m	Metro
m/s	Metro por segundo
Mca	Metro columna de agua
P	Presión
P.S.I.	Libras por pulgada cuadrada (lb/pul ²)
P.U.	Precio unitario en quetzales.

GLOSARIO

Acueducto	Conjunto de conductos por medio de los cuales se transporta agua hacia una o varias poblaciones.
Aforo	Operación que consiste en medir un caudal de agua. Es la producción de una fuente expresada en l/seg, G.P.M.
Agua potable	Es el agua apta para consumo humano, sanitariamente segura, además de ser inodora, incolora, insípida y agradable a los sentidos.
Carga estática	También llamada presión estática. Es la distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento a la caja rompe presión o tanque de distribución; el punto de descarga libre se mide en metros columna de agua (m.c.a.)
Carga dinámica	También llamada carga hidráulica o presión dinámica. Es la altura que alcanzaría en agua en un tubo piezométrico a partir del eje central a lo largo de una tubería con agua a presión.
Caudal	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo- su simbología es litro por segundo, metros cúbicos por segundo, galones por minuto.

Contaminación Es la introducción al agua de microorganismos que la hacen impropia para consumo humano.

Cota de terreno Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.

Cota piezométrica Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución, es decir, que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se colocara un manómetro.

Dotación Cantidad de agua necesaria en la población para su supervivencia en un día. Se expresa en litros/habitante/día,

Letrina Pozo ciego destinado a recibir heces fecales y orina.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado que se realizó en la aldea La Ceiba, en el Municipio de Chuarrancho, departamento de Guatemala. Tuvo como objetivo principal evaluar la problemática del servicio de agua potable, y proporcionar una solución por medio de los conocimientos adquiridos durante la formación académica.

En la actualidad los habitantes de la aldea La Ceiba hacen uso de un sistema de abastecimiento de agua inadecuado, el cual carece de agua potable para el consumo de los habitantes de dicha comunidad.

Por el anterior motivo se decidió realizar el diseño del sistema de agua potable, con el fin de proporcionar este servicio a los habitantes de La Ceiba. Entre las actividades necesarias para realizar el diseño estuvieron visitas preliminares al campo, levantamiento topográfico, aforo de la fuente de agua, análisis de laboratorio de agua, etc. Con las actividades mencionadas se determinó que el abastecimiento de agua para los habitantes de la comunidad se realizará por medio de gravedad. Debido a las condiciones topográficas se contempló el uso de dos tanques de distribución, así como las obras de arte necesarias para garantizar el funcionamiento del sistema, que será por medio de ramales abiertos debido a la dispersión de las viviendas. También se incluirán planos y presupuesto para la realización del proyecto.

OBJETIVOS

General

- Contribuir al desarrollo de la aldea La Ceiba, del Municipio de Chuarrancho, con la implementación de un sistema de abastecimiento de agua potable adecuado a las necesidades de crecimiento y salubridad de los habitantes, para mejorar su calidad de vida.

Específicos

1. Distribuir agua potable a los puntos más necesitados de la Aldea La Ceiba, necesaria para los servicios básicos.
2. Evitar el brote y proliferación de enfermedades en la Aldea La Ceiba, a través de distribución de agua potable.

INTRODUCCIÓN

El siguiente anteproyecto consolida la planificación del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) de la Facultad de Ingeniería, el cual consiste en desarrollar el diseño del proyecto de Abastecimiento de Agua Potable Aldea La Ceiba, del Municipio de Chuarrancho, Guatemala.

En coordinación con autoridades municipales y vecinos del lugar se determinó que el problema principal es la carencia de agua potable para la Aldea La Ceiba, considerando dicha solución en la planificación y diseño del proyecto.

Todo lo planteado es este anteproyecto está basado en estudios preliminares derivados de investigaciones en el lugar.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía del lugar

1.1.1 Ubicación

La Aldea la Ceiba está ubicada en el Municipio de Chuarrancho del departamento de Guatemala. Posee una municipalidad de 3ª. categoría. Se estima su área aproximada por parte del IGN en 1973 105 Km², en vez de los 98 Km² que había estimado Estadística con antelación. Colinda al norte con El Chol y Salamá (Baja Verapaz); al este con San José del Golfo (Guatemala); al sur con San Pedro Ayampuc y Chinautla (Guatemala); al oeste con San Raymundo (Guatemala).

Figura 1. Ubicación aldea la Ceiba, Mapa 1:50,000



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Esta aldea se encuentra a 1,105 m. sobre el nivel del mar, se ubica en las coordenadas latitud 14°49'08", longitud 90°30'43".

1.1.2 Vías de acceso

La ruta departamental Guatemala 4 principia en el kilómetro 2.36 de la ruta nacional 4 en la ciudad de Guatemala, Jocotales (Arimany). Desde ahí al norte, a unos 12 Km está Chinautla y de allí a unos 23 Km el entronque con la carretera, que unos 3 Km siempre rumbo norte conduce a la cabecera de Chuarrancho. Para un total de 34 Km, de los cuales 16 son con doble tratamiento. Cuenta también con vía San Pedro Sácatepequez, San Juan Sácatepeques y San Raymundo, completamente asfaltada con una distancia de Guatemala a Chuarrancho de 62 Km.

1.1.3 Calidad del suelo

Debido a su agrupación área y extensión relativa, en el Municipio de Chuarrancho se encuentran suelos poco profundos sobre roca con un total de 24,694 hectáreas.

Los suelos Chuarrancho son poco profundos, bien drenados, desarrollados sobre esquisto arcilloso en un clima templado, húmedo-seco. Ocupan pendientes escarpadas a altitudes medianas en la parte sur central de Guatemala. Están asociados con y se asemejan en muchos aspectos, a los suelos Chinautla y Chol., pero difieren de estos, pues los primeros están desarrollados sobre granito y los otros sobre esquistos. La cubierta vegetal consiste especialmente de encino, pino y pastos.

Perfil del suelo: Chuarrancho franco

1. El suelo superficial, a una profundidad alrededor de 5 centímetros, es de franco a franco arcilloso café a café claro, que en la mayoría de los lugares tiene fragmentos de esquisto arcilloso. La estructura es granular. La reacción es ligeramente ácida, pH alrededor de 6.0.
2. El suelo de la superficie a una profundidad de alrededor 15 centímetros, es franco o franco arcilloso café claro que tiene muchos fragmentos de esquisto arcilloso. La estructura es granular y la reacción es medianamente ácida, pH alrededor de 5.5 a 6.0.
3. El subsuelo, a una profundidad de 35 a 40 centímetros es franco arcilloso y esquisto, de color café rojizo claro. La estructura es cúbica. La reacción es medianamente ácida, pH de 5.5 a 6.0.
4. El substrato es esquisto arcilloso suave, fragmentado y gris.

Variaciones

El espesor del suelo varía de 10 centímetros o menos a más de 50 y los afloramientos de roca son numerosos. En algunos lugares, el suelo es café o café grisáceo en todas sus capas. Al sur del río Motagua están incluidas con este suelo, áreas donde el suelo se ha desarrollado sobre adesita y otras rocas, otras áreas donde se ha desarrollado sobre ceniza volcánica.

Uso y Recomendaciones

Casi toda el área se encuentra ociosa o con potreros, aunque una parte bastante grande está sembrada con maíz. Se encuentra dentro de la región que parece ser adecuada para la producción de ganado, en especial de ganado lechero.

Las áreas menos inclinadas pueden usarse para la producción de concentrados y heno, en una rotación que consiste de maíz y heno, manteniendo el cultivo del último o hasta que se obtenga una buena cosecha, es decir, no más de 3 años. Deben ser manejados cuidadosamente para evitar la erosión, pues tanto estos suelos como los incluidos, son muy erosivos.

Los diques para desviar el agua deben ser construidos con inclinados alrededor del 0.03 por ciento y todas las operaciones de cultivos deben hacerse paralelas a estos. El terreno muy inclinado debe ser reforestado, tal vez con eucalipto, para que produzca leña y madera de construcción y las áreas restantes o potreros, deben mejorarse sembrando pastos nutritivos y leguminosas.

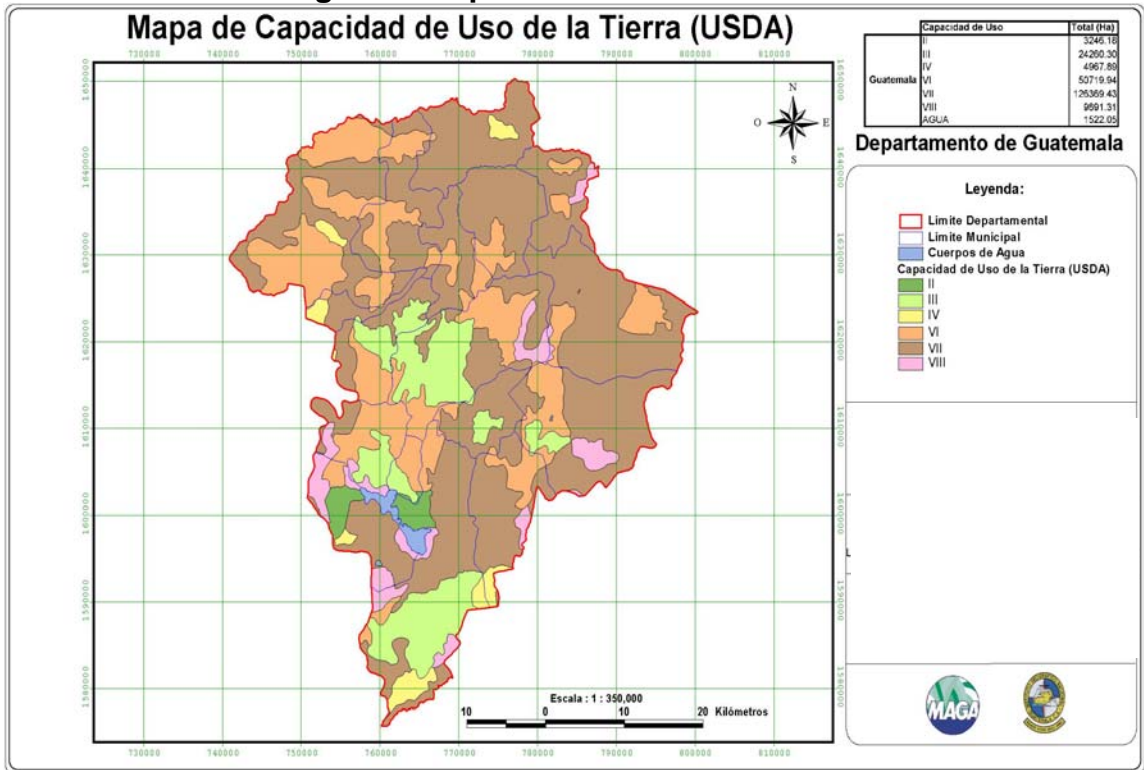
Tienen que protegerse contra el pastoreo excesivo y donde sea posible, se deben construir canales para desviar el agua.

Topografía y geología

Ocupan pendientes muy inclinadas al sur del río Motagua. Están completamente seccionados y se caracterizan por valles profundos en forma de V y por cimas angostas de las cordilleras.

Según los datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (Maga), la capacidad de uso de la tierra para Chuarrancho debido a que es un área demasiado montañosa, se encuentra en un VII puesto.

Figura 2. Capacidad de uso de la tierra



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (Maga)

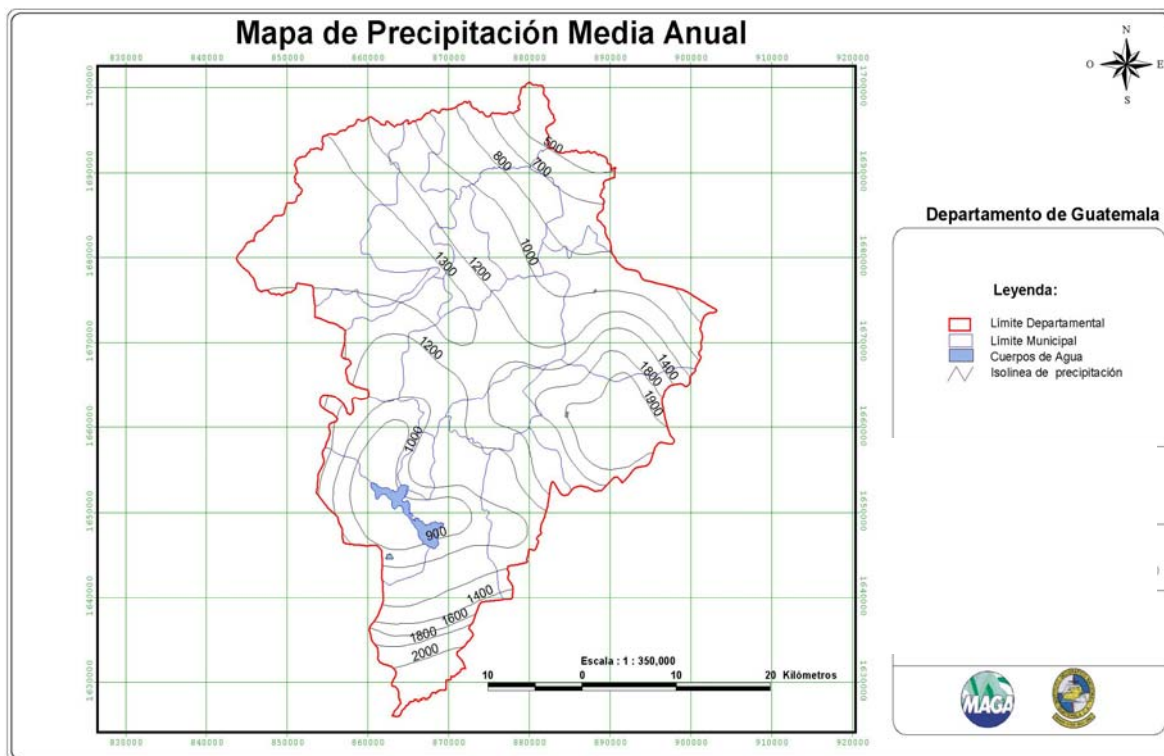
1.1.4 Aspectos demográficos

Según publicación, a raíz del Censo General de Población verificado el 31 de octubre de 1992, Chuarrancho, municipio del departamento de Guatemala, tiene 10,123 habitantes de los cuales el 53% es masculino, 47% femenino; con un total de 2,667 viviendas, de las cuales 2,000 son de área urbana; una tasa de crecimiento de 3% anual, con un población en lo general de escasos recursos. El porcentaje de indígenas es de 70.7% y el de analfabetos de 86.9%.

1.1.5 Aspectos climatológicos

El clima de la cabecera, que antiguamente se conoció como Chibatutuy, es templado, con ciertas características homogéneas a lo largo de todo el año. Presenta las temperaturas más bajas durante los meses de noviembre a enero y las más altas en los meses de febrero a abril. Según datos del insivumeh de la estación más cercana, ubicada en San Pedro Ayampuc en las coordenadas latitud 14°46'35", longitud 90°27'17" y una altura de 1200 metros sobre el nivel del mar, la precipitación media anual con un promedio de 1164.3 mm y una desviación estándar de 476.7 mm, llueve en promedio 117 días al año. Tiene una temperatura máxima promedio de 28.3 C°, una temperatura mínima promedio de 15.2 C°, y una temperatura media promedio de 22.5 C°, con una desviación estándar de 0.6 C°.

Figura 3. Precipitación media anual



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (Maga)

1.1.6 Actividades productivas

Para el sostenimiento económico familiar según las costumbres propias del lugar, ha sido el padre quien se ha dedicado a trabajar fuera del hogar. La madre por su parte se dedica a actividades domésticas y al cuidado de los hijos. El 60% de la población son agricultores que se dedican al trabajo ya sea en su tierra o en tierras ajenas. El 40 % de la población se dedica a varias actividades de servicios como la carpintería, albañilería, costurería, mecánica, comercio y actividades escolares.

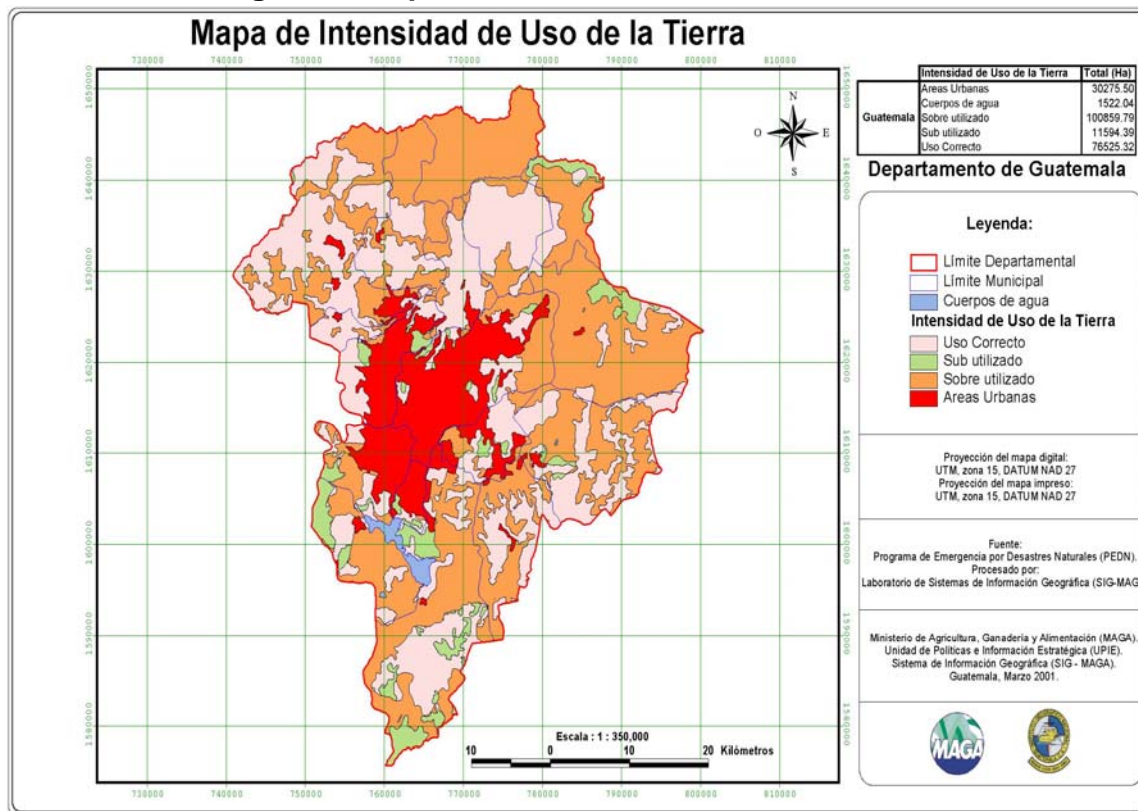
Agricultura

Este tipo de sistema productivo es el que predomina dentro productores en el área; Se establecen cultivos tales como maíz, (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), como parte de los granos básicos más cultivados, además se producen hortalizas tales como tomate (*Lycopersicum esculentum*) y cebolla (*Allium cepa*), entre otras.

Dentro de los cultivos permanentes en el municipio se incluye la producción frutal; se realiza en algunas plantaciones específicas pero en un mayor porcentaje dentro los hogares y fincas, como huertos familiares destacándose principalmente banano (*Mussa sapientis*), naranja (*Citrus sinensis*) y limón (*Citrus limón*).

En la siguiente gráfica se puede observar el uso adecuado de la tierra, y en base a esta gráfica se puede observar que son tierras forestales.

Figura 4. Mapa de intensidad de uso de la tierra



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (Maga)

1.1.7 Saneamiento ambiental

En la aldea la Ceiba las condiciones sanitarias son deficientes debido a la inadecuada disposición de desechos sólidos y del agua residual, los cuales son vertidos y escurren superficialmente por las calles, problema que se marca por la inexistencia de drenajes. Sin embargo, éste no ha podido ser habilitado debido a la falta de un sistema de agua potable en dichas aldeas. Los habitantes de la comunidad se ven obligadas al abastecimiento de agua en las pilas comunales, con lo que se hacen más vulnerables a enfermedades, debido a que el agua puesta a disposición no cumple con las condiciones sanitarias. Provoca enfermedades, en su mayoría gastrointestinales, que atacan especialmente a la población infantil, comprendida entre 1 y 6 años de edad.

1.1.8 Aspectos socioculturales

De momento no se puede indicar la fecha exacta en que Chuarrancho se convirtió en municipio, pero sí que se debió a una orden del entonces Presidente J. Rufino Barrios; como se desprende del acuerdo gubernativo del 20 de marzo de 1886 que suprimió dicho municipio y volvió a quedar como aldea de San Pedro Sápatepequez: Habiéndose elegido en municipio la aldea de Chuarrancho, no en virtud de disposición gubernativa, sino por una orden particular del General J. Rufino Barrios, y con presencia de las dificultades que ha creado la creación de aquella aldea en pueblo independiente, El Presidente Constitucional de la República, Tiene a bien disponer: que se suprima el municipio de Chuarrancho y esta aldea continúe bajo la dependencia jurisdiccional del pueblo de San Pedro Sápatepequez.

La orden particular del general J. Rufino Barrios debe haber sido dada con posterioridad al 31 de octubre de 1880, ya que en el Censo de Población levantado en esa fecha, aparece como aldea de San Pedro Sápatepequez.

Por ahora no se ha encontrado ningún documento fidedigno de la época que cite la fecha respectiva. El acuerdo gubernativo Del 6 de octubre de 1899 segregó Chuarrancho de San Pedro Sápatepequez y la anexó al Municipio de San Raymundo, cosa lógica por su proximidad.

El acuerdo gubernativo del 30 de noviembre del mismo año 1899 elevó a Chuarrancho a categoría de Municipio independiente, segregándolo de San Raymundo, disposición que se derogó por la del 9 de febrero de 1909 en que se suprimió de nuevo y volvió anexarse como aldea a San Raymundo, hasta que por medio del acuerdo gubernativo del 5 de junio de 1909 (que al igual que los tres anteriores no se recopilaron) se constituyó de nuevo en municipio.

El Presidente Constitucional de la República, Acuerda: Que para evitar las dificultades que continuamente se presentan entre los vecinos de San Raymundo y Chuarrancho, de este departamento, se elija éste último pueblo con su jurisdicción en municipio independiente, para cuyo efecto la Jefatura Política de este Departamento dictará las medidas que correspondan.

El acuerdo gubernativo Del 7 de marzo de 1933 reincorporó el terreno (hoy caserío de la aldea Chiquín) Santa Bárbara Lo de Lac a Chuarrancho. Al mismo tiempo el acuerdo gubernativo del 5 de noviembre de 1936 se anexaron a Chuarrancho segregándolas de San Raymundo las aldeas Rincón Grande, San Buenaventura y Trapiche Grande, así como el caserío Lo de Chaz. Por acuerdo gubernativo Del 1° de mayo de 1896 se autorizó a la municipalidad extender certificación de unas tierras a los vecinos. Esto quiere decir que sí funcionaba en esa época como municipio. El acuerdo del 18 de julio de 1934 expropió unos lotes de Santa Bárbara Lo de Lac, cuyo pago se dispuso por el del 22 de mayo de 1936. El decreto 1329 del Congreso de la República del 15 de diciembre de 1959 declaró de utilidad colectiva, beneficio social e interés público la expropiación de la finca Santa Bárbara Lo de Lac, para ser repartida en la forma en que se indica en la citada ley.

El idioma indígena predominante es el cakchiquel. La fiesta titular del patrono, San Pedro Apóstol, se celebra por lo general durante varios días a fines de junio; el día principal es el 29, en que la Iglesia conmemora a los Apóstoles San Pedro y San Pablo. Si bien el nombre durante el período indígena del lugar era Chibatutuy, el actual puede constituir un hibridismo, formado de la palabra cakchiquel *chua*, de *chuach*, frente a, y la voz española *rancho*, choza ó casucha con techo de ramas o de paja, lo que daría frente al rancho.

1.1.9 Tipo de vivienda

Las viviendas en la aldea La Ceiba se encuentran semidispersas, distribuidas en su mayoría a lo largo del camino de acceso principal. La tipología de las viviendas es en un 95 % de paredes de adobe o bajareque, con techo de lámina de zinc piso de tierra y cemento en su minoría. La mayoría cuenta con un diseño arquitectónico de 2 ambientes, un dormitorio y una cocina.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Trabajos preliminares

2.1.1 Fuentes de agua

El origen de las fuentes de agua de servicio al hombre para su desenvolvimiento cotidiano, es el ciclo hidrológico, es decir, los pasos del agua que circula durante el transcurso del tiempo a través de distintos medios.

Al tomar como punto de partida la evaporación del agua en la superficie del océano, el agua en estado gaseoso circula por la atmósfera presentado desplazamiento vertical y horizontal. En la atmósfera se condensa y se precipita nuevamente a la superficie; Tres cuartas partes al océano mismo y poco menos de la cuarta parte a la superficie continental. En el océano y en el continente inicia el paso de la evaporación y en la superficie continental llena los lagos, se infiltra en el terreno y circula dentro de él para aflorar en áreas de menor elevación o hasta volver subterráneamente al mar; se retiene en la vegetación y finalmente escurre superficialmente y forma cause desembocando en lagos o vasos de almacenamiento artificiales para su regulación a fin de usarla, o controlar los caudales de escurrimiento para su uso; de la superficie del terreno se produce la evaporación de agua que es transportada a la atmósfera.

Para dotar de agua potable a la Aldea la Ceiba, se conoció la ubicación de la fuente por medio de los aldeanos, luego se realizó un estudio y se verificó que éstas son del tipo brote definido en ladera.

2.1.2 Aforo

El aforo de una fuente de agua es la medición del caudal. Para el diseño de un sistema de agua potable, el aforo es una de las partes más importantes, ya que éste indicará si la fuente de agua es suficiente para abastecer a toda la población. Los aforos deben realizarse en época seca o de estiaje. Se realizaron cinco aforos, en un recipiente con capacidad de 5 galones, donde se determinó un caudal promedio de 0.42 l/seg.

2.1.3 Desinfección del agua

Para la desinfección del agua se cuenta con un hipoclorador, que trabaja a una solución de 0.1% de hipoclorito de calcio, con una concentración de 1 miligramo/litro. Dicho método de desinfección fue diseñado por una empresa privada.

2.1.4 Levantamiento topográfico

Los trabajos topográficos se utilizan para determinar la posición horizontal y vertical de puntos sobre la superficie terrestre. Éste permite encontrar los puntos de ubicación de las diferentes obras de arte que compone el acueducto. Una información más detallada se obtiene relacionando las elevaciones (altimetría), con las localizaciones de accidentes naturales o hechos por el hombre como edificios, carreteras, etc. (planimetría). Esta información conjunta es colocada en planos llamados topográficos. El levantamiento topográfico que se utilizó en este proyecto fue de primer orden. Se utilizó como equipo un teodolito Wild T-16, dos plomadas, una cinta métrica con longitud de 50 metros, un estadal de acero de 4 metros, una almagana y machetes. La municipalidad colaboró con personal de la comunidad para apoyo.

Una de las partes más importantes del trabajo topográfico es la inspección preliminar que el ingeniero debe realizar con la finalidad de observar factores que puedan determinar en el diseño hidráulico del sistema de agua.

2.1.5 Planimetría

La planimetría tiene como objeto determinar la longitud del proyecto que se va a realizar, localizar los accidentes geográficos y todas aquellas características tanto naturales como no naturales que puedan influir en el diseño del sistema, por ejemplo calles, edificios, áreas de desarrollo futuro, carreteras, zanjones, ríos, cerros, etc. El método empleado para el levantamiento fue la conservación de azimut.

Tabla I. Información de libreta de campo

Est.	P.O.	Azimut	Ángulo vertical	Hilo superior	Hilo medio	Hilo inferior	Distancia

2.1.6 Altimetría

Es el procedimiento que se aplica para determinar la elevación de puntos situados sobre la superficie terrestre, este concepto es necesario puesto que la elevación de un punto solo se puede establecer con relación a otro punto o un plano.

Al conocer las características topográficas se determinó que la pendiente máxima del terreno es de 1% entre la fuente de abastecimiento y el lugar donde se construirá el tanque de almacenamiento.

2.1.7 Diseño hidráulico

2.1.7.1 Consideraciones generales

Todas las comunidades que quieran resguardar la salud de sus integrantes deben poseer por lo menos un saneamiento base, que incluya abastecimiento de agua, red de drenajes de aguas negras y adecuada disponibilidad de la basura.

En el proceso de saneamiento es muy importante disponer de agua potable de una manera continua, ya que con esto se asegura la salud de la población y también la reducción del riesgo de enfermedades endémicas y gastrointestinales.

El agua potable, para que sea considerada como tal, debe ser sanitariamente segura, debe cumplir con la Norma Coguanor NGO 29001 del acuerdo gubernativo No. 986-1,999. en los límites máximos aceptables y permisibles; además debe estar exenta de microorganismos patógenos (condiciones bacteriológicas).

2.1.7.2 Parámetros de diseño

2.1.7.2.1 Período de diseño

Es el período durante el cual la obra construida dará un servicio satisfactorio a la población. El período de diseño se cuenta a partir del inicio del funcionamiento de la obra.

Para determinar el período de diseño se debe tomar en cuenta la vida útil de los materiales, los costos, la población de diseño, etc. Según normas de la Unidad Ejecutora del Programa de Acuerdos Rurales U.N.E.P.A.R., se recomiendan los siguientes períodos de diseño.

TIPO DE ESTRUCTURA	PERÍODO DE DISEÑO
Obras civiles	20 años.
Equipo mecánico	De 5 a 10 años.

En el caso del presente proyecto se adaptó un período de 20 años, debido a que se utilizará P.V.C; esto permite la durabilidad de las instalaciones y la capacidad de agua que genera la fuente de servicio.

2.1.7.2.2 Población de diseño

El número de habitantes de cualquier comunidad varía con el tiempo. Por lo general, el número de habitantes se incrementa en la mayoría de las poblaciones con el transcurso del tiempo. Para determinar la población de diseño, es decir, la población a servir al final del período de diseño, se debe considerar factores de crecimiento poblacional, tales como servicios existentes, facilidades de saneamiento, actividades productivas, comunicaciones, tasa de natalidad y mortalidad, migración y emigración.

Debido a que en la mayoría de comunidades se carece de esta información, se ha desarrollado modelos de pronóstico para poder determinar la población futura. En Guatemala, generalmente se utiliza el modelo geométrico, por ser el método que más se aproxima para definir la población real futura.

2.1.7.2.3 Método geométrico

A continuación se describe el procedimiento para el cálculo de la población futura o de diseño por medio del modelo geométrico.

- a. Se obtienen datos oficiales de la comunidad en estudio, consultando los censos de población.
- b. Se investiga la población existente en el año inicial del período de diseño o bien, la más cercana a inicio del período de diseño. Para el caso de la Aldea la Ceiba, no existen datos oficiales para el año inicial (2004) por lo que se realizó un censo poblacional con un resultado de 225 habitantes.
- c. Se obtiene la tasa de crecimiento anual de la población. Se estimó una tasa de crecimiento para el municipio de Chuarrancho del 3%.
- d. Se define el período de diseño para el cual se desea la población futura o de diseño. El período de diseño para el proyecto es de 20 años.
- e. Se calcula la población futura o diseño con la siguiente fórmula:

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

Donde:

- Pf** = Población al final del período de diseño (habitantes)
Po = Población en el año inicial del período de diseño (habitantes)
R = Tasa de crecimiento anual (%)
N = Período de diseño (años)

Al aplicar la fórmula a los datos del presente trabajo, para la población total se obtiene:

$$P_{2023} = 225(1 + 0.03)^{20}$$

$$P_{2023} = 406hab.$$

Para la población futura de la red de distribución No.1 (P_{2023}), se tiene en cuenta que en esta red sólo serán beneficiadas 32 casas.

$$P_{2023} = (32casa * 5^{habi} / casas)(1 + 0.03)^{20}$$

$$P_{2023} = 289hab.$$

La población futura de la red de distribución No.2 (P_{2023}), en cuenta que para esta red sólo serán beneficiadas 13 casas.

$$P_{2023} = (13^{habi} / casa)(1 + 0.03)^{20}$$

$$P_{2023} = 117hab.$$

2.1.7.2.4 Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada habitante que se haya establecido dentro del diseño del proyecto. Se expresa en litro por habitante al día. Los factores que se consideran y que determinan en la dotación es el clima, nivel de vida, calidad y cantidad de agua disponible.

La dotación adoptada para la aldea la Ceiba fué de 80 lt/hab/día, se consideraron aspectos de clima, actividades productivas, además el sistema actual sirvió como parámetro de consumo.

2.1.7.2.5 Factores de variación normales

La funcionalidad de un sistema de agua potable es la de suministrar agua a una comunidad en forma continua y con presión suficiente a fin de satisfacer las necesidades de confort y propiciar así su desarrollo.

Para lograr tales objetivos es necesario que cada una de las partes que constituyen el acueducto estén satisfactoriamente diseñadas y funcionalmente adaptadas al conjunto.

Las condiciones climáticas, los días de trabajo, etcétera, tienden a causar algunas variaciones en el consumo de agua. Durante la semana, el lunes se producirá el mayor consumo y el domingo el más bajo. En algunos meses se observará un promedio diario de consumo más alto que el promedio anual. Especialmente en el tiempo caluroso producirá una semana de máximo consumo y ciertos días superarán a otros en cuanto a demanda. También se producen demandas de consumo altas cada mañana al empezar la actividad del día y un mínimo hacia las cuatro de la madrugada.

Factor de día máximo 1.2 a 2

Factor de hora máxima 1.5 a 4

El valor utilizado para los factores tanto de día máximo como de hora máximo, puede ser cualquiera, todo depende del criterio del diseñador del proyecto.

Factor de día máximo

El factor de día máximo está definido como la relación entre el valor de consumo máximo diario registrado en un año y el consumo medio diario relativo a ese año.

Para el caso del presente estudio se toma un factor de día máximo de 1.2 debido a que el valor de este factor varía entre 1.2 a 2 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y de 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes; según normas de diseño para acueductos rurales de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales UNEPAR.

Factor hora máximo

Este factor está relacionado con el número de habitantes y sus costumbres. La selección de este factor se toma en forma inversamente proporcional al tamaño de la población. La población grande, el consumo es bastante uniforme, por lo que el factor de hora máximo es pequeño, mientras que en poblaciones pequeñas el consumo es muy variable por lo que el factor de hora máximo es mayor.

Según las normas de diseño para acueductos rurales de UNEPAR se debe utilizar un factor de 2.5 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y de 2.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes, por lo que el presente estudio el factor de hora máximo tendrá el valor de 2.5.

2.1.7.2.6 Caudal medio diario

Es la cantidad de agua requerida para satisfacer la necesidad de una población en un día de consumo promedio, en litros por segundo. El caudal medio diario se obtiene del promedio de los consumos diarios en un año.

$$Q = D * P / 86400$$

Donde:

D	=	Es la dotación de L/hab./día
P	=	Es el numero de habitantes
86400	=	Son los segundos que tiene un día
Q_m	=	Caudal medio diario

A partir de la ecuación dada, se tiene:

$$Q_m = \frac{(80\text{ts} / \text{hab} / \text{día})(406\text{hab})}{86400}$$

$$Q_m = 0.38^{\text{litros}} / \text{seg}$$

2.1.7.2.7 Caudal de día máximo

Las condiciones climáticas, los días de trabajo, etcétera, tienden a causar algunas variaciones en el consumo de agua. Durante la semana, el lunes se producirá el mayor consumo y el domingo el más bajo. En algunos meses se observará un promedio diario de consumo más alto que el promedio anual. Especialmente el tiempo caluroso producirá una semana de máximo consumo y ciertos días superaran a otros en cuanto a demanda.

También se producen demandas de consumo altas cada mañana al empezar la actividad del día y un mínimo hacia las cuatro de la madrugada.

$$Q_{MD} = Q_m \times CVD$$

Donde,

- Q_{MD} = Es el gasto máximo diario en litros por segundo
- Q_m = Es el gasto medio diario anual en litros por segundo
- CVD = Es el coeficiente de variación diaria (%)

El gasto máximo diario alcanzará probablemente el 110% del diario anual y puede llegar hasta el 150% en poblaciones menores a 1000 habitantes, según valores comúnmente usados para proyectos en la república de Guatemala.

A partir de esta ecuación, se tiene:

$$Q_{MD} = 0.38^{\text{litros} / \text{segu}} * 1.1$$

$$Q_{MD} = 0.42^{\text{Litros} / \text{seg}}$$

2.1.7.2.8 Caudal de hora máximo

El gasto máximo horario será probablemente de alrededor del 200% y del 300% para poblaciones menores de 1000 habitantes, según valores comúnmente usados para proyecto en la república de Guatemala:

$$Q_{MH} = Q_M \times FMH$$

Donde,

- Q_{MH} = Consumo máximo horario en litros por segundo.
- Q_M = Caudal medio diario anual en litros por segundo

Según esta ecuación se tiene:

$$Q_{MH} = 0.38 \text{ Litros / seg} * 2.5$$

$$Q_{MH} = 0.95 \text{ litros / seg}$$

Figura 5. Componentes del sistema y sus gastos de diseño

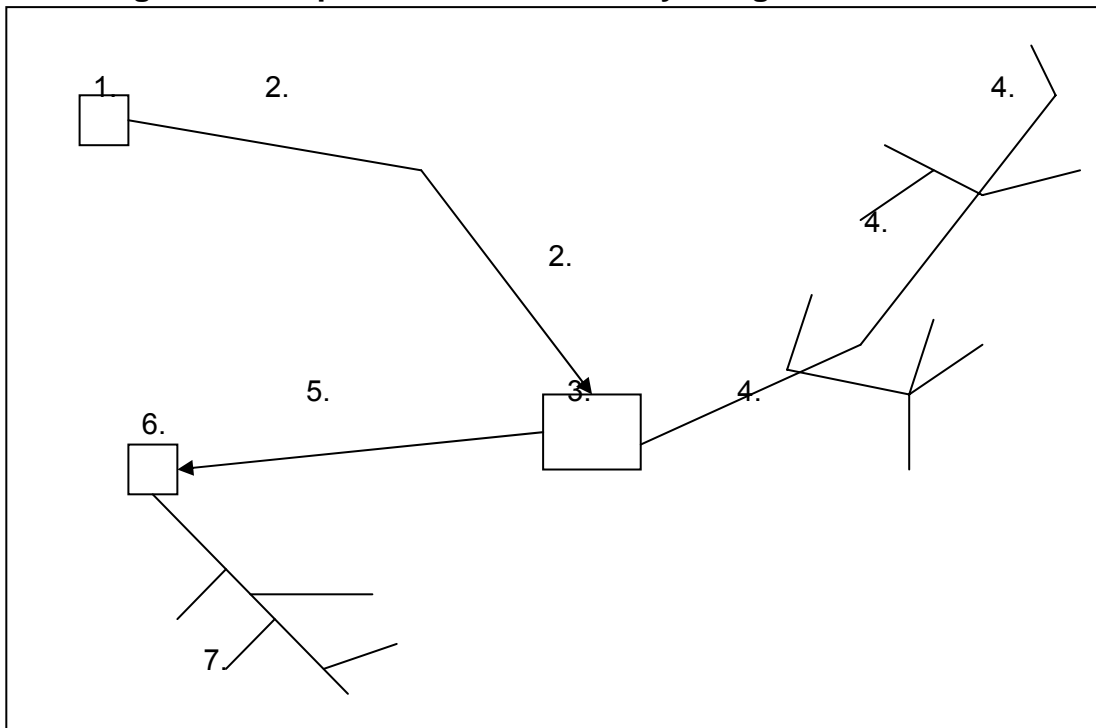


Tabla II. Descripción del sistema y sus gastos de diseño

COMPONENTE	GASTO DE DISEÑO	POBLACIÓN
1. Fuente y obra de Captación	Q_{MD}	45 Casas
2. Línea de Conducción	Q_{MD}	45 Casas
3. Tanque de distribución (No.1)	Q_{MD}	45 Casas
4. Red de distribución (No.1)	Q_{MH}	32 Casas
5. Conducción por Bombeo(No.2)	Q_{MD}	13 Casas
6. Tanque distribución (No.2)	Q_{MD}	13 Casas
7. Red distribución (No.2)	Q_{MH}	13 Casas

2.1.7.2.9 Caudal de línea de conducción

Es el sistema de tubería y obras accesorias que se encargan de distribuir el agua a la población.

- Caudal = $Q_{MD} = 0.42 \text{ Litros} / \text{seg}$
- Presiones de trabajo: de 10 a 40 metros columna de agua.
- Diámetros preliminares: 1 1/2", 1 1/4", 1", 3/4", y 1/2".

El criterio hidráulico utilizado para el cálculo de línea de conducción, Hazen Williams para conductos circulares a presión.

$$Hf = \frac{(1743.811) * (long) * (Q)^{1.85}}{(C)^{1.85} * (D)^{4.87}}$$

De la ecuación anterior, se obtiene:

$$hf = \frac{(1743.811) * (69.24) * (0.42)^{1.85}}{(150)^{1.85} * (1.5332)^{4.87}}$$

$$hf = 0.279 \text{mts}$$

Cota piezométrica de E-3 =

$$Cota_{inicial} - hf = 1000 - 0.279 = 999.721$$

$$Vel_{E-3} = \frac{1.974Q}{D^2}$$

$$Vel_{E-3} = \frac{1.9 * 0.42 \text{Lts} / \text{seg}}{1.532^2}$$

$$Vel_{E-3} = 0.35 \text{m} / \text{s}$$

En el cuadro No.3 se resumen los resultados del diseño hidráulico obtenidos para la línea de conducción general.

Tabla III. Diseño hidráulico línea de conducción

TRAMO		Longitudes (metros)		Cotas Topograficas (metros)		Caudal (Q)	Clase	Diametro Comercial	Perd. Carga	Cotas Piezometrica	Velocidad	Presión Estatica		Presión Dinamica	
EST.	PO	Horizontal	Diseño	Inicial	Final	L/seg.	tuberia	Pulg.	Hf Real	Metros.	m/seg.	m.c.a.	PSI	m.c.a.	PSI
E-1	E-3	69.29	69.29	1,000.00	999.60	0.42	PVC 160 Psi	1 1/4"	0.28	999.72	0.35	0.40	0.56	0.12	0.17
E-3	E-5	59.81	61.17	999.60	997.87	0.42	HG CEDULA 20	1 1/4"	0.25	999.47	0.35	2.13	3.03	1.61	2.29
E-5	E-7	113.40	152.39	997.87	997.90	0.42	PVC 160 Psi	1 1/4"	0.61	998.86	0.35	2.10	2.99	0.96	1.37
E-7	E-23	503.34	522.13	997.90	982.48	0.42	PVC 160 Psi	1 1/4"	2.10	996.76	0.35	17.52	24.91	14.28	20.31
E-23	E-26	120.99	129.35	982.48	991.27	0.42	PVC 160 Psi	1 1/4"	0.52	996.24	0.35	8.73	12.41	4.97	7.07
E-26	E-31	157.16	158.82	991.27	991.05	0.42	PVC 160 Psi	1 1/4"	0.64	995.60	0.35	8.95	12.73	4.55	6.47

2.1.7.2.10 Caudal de bombeo

Debido a las condiciones topográficas del lugar, la condición del agua se hará por bombeo, en el segundo tramo de conducción. El caudal por bombeo se utiliza para diseñar la línea de conducción (impulsor de bombeo).

El caudal de bombeo se calculó con la siguiente fórmula:

$$Q_b = \frac{(Q_{DM} * (24 \text{ horas/día}))}{(N)}$$

Donde:

- Q_b = Caudal de bombeo
- Q_{DM} = Caudal de día máximo
- N = No. de horas de bombeo

A continuación se describe el procedimiento para el cálculo del caudal de la bomba futura o de diseño. Se obtiene el caudal medio para el siguiente tramo, ya que en éste se bombeará a una población futura de 117 habitantes,

$$Q_m = \frac{(80\text{lt}/\text{hab}/\text{día})(117\text{hab})}{86400}$$

$$Q_m = 0.11 \text{ litros} / \text{seg}$$

Se calcula el caudal máximo diario, en base al cálculo anterior

$$Q_{MD} = 0.11 \text{ Litros} / \text{seg} * 1.1$$

$$Q_{MD} = 0.12 \text{ litros} / \text{seg}$$

Por medio de la ecuación, para el cálculo de caudal por bombeo se obtiene:

$$Q_b = \frac{\left(\left(0.12 \text{ litros} / \text{seg.} \right) * \left(24 \text{ horas} / \text{día} \right) \right)}{\left(1 \text{ hora} / \text{día} \right)}$$

$$Q_b = 2.86 \text{ litros} / \text{seg.}$$

2.1.7.2.11 Diámetro económico de conducción

En sistemas por bombeo, la determinación del diámetro económico es uno de los aspectos más importantes; para determinar este diámetro se puede utilizar fórmulas tales como la sugerida por Wibert o por un análisis de costo mensual.

Fórmula de Wilbert:

$$D = 1.547 * (N)^{0.154} * Qb^{0.46}$$

Donde:

- D** = Diámetro de la tubería (m)
- F** = Precio de tubería
- Q_b** = Caudal de bombeo

Con la ecuación anterior se calcularon los siguientes datos:

$$D = 1.547 * (1)^{0.154} * \left(2.86 \text{ litros/seg.} \right)^{0.46}$$

Espesor tubería (mm) = 2.79

Diámetro real = 2.655 = 2 1/2" 160 PSI

2.1.7.2.12 Costos mensuales

Del estudio topográfico, se determinó que la distancia horizontal del nacimiento al lugar donde se construirá el tanque es de 1,024.46m.

Tabla IV. Planificación de mantenimiento

Parte del Sistema	Acción	MP	MC	Frecuencia
Tanque de distribución	Limpieza del Área	X		Mensual
	Revisión de Estructuras	X		Trimestral
	Reparación de estructuras		X	Eventual
	Revisión de Válvulas	X		Mensual
	Reparación – Cambio de válvulas		X	Eventual
Cajas de válvulas	Revisión de cajas	X		Trimestral
	Reparación de cajas		X	Eventual
	Revisión de válvulas	X		Trimestral
	Engrase de candado	X		Trimestral
Línea de distribución	Revisión de líneas	X		Mensual
	Verificación de fugas	X		Mensual
	Reparación de fugas		X	Eventual
Conexiones Domiciliares	Revisión de válvulas de paso	X		Trimestral
	Reparación de válvulas de paso		X	Eventual
	Revisión de válvula de grifo	X		Trimestral
	Reparación-cambio válvula de grifo		X	Eventual

MP: Mantenimiento preventivo

MC: Mantenimiento correctivo

2.1.7.2.13 Selección del tipo de tubería

Para seleccionar el tipo de tubería se debe estimar el cauce a conducir, las condiciones en las que estarán la tubería, las presiones a las que estarán sometidas. Esto en base al caso crítico que se describe en la siguiente fórmula:

$$\text{Caso}_{\text{ crítico}} = \text{Golpe}_{\text{ arriete}} + \text{Carga}_{\text{ dinámica}_{\text{ total}}}$$

Para el cálculo del golpe de arriete, con la siguiente fórmula:

$$a = \left(\frac{145}{\left(1 + \frac{(Ea * D)}{(Et * e)} \right)^{1/2}} \right)$$

Donde:

- a** = Celestino o golpe de arriete (metros columna de agua)
- Et** = Módulo elasticidad del material (P.V.C =28100 Kg./cm²)
- Ea** = Módulo elasticidad del agua (20670 Kg./cm²)
- e** = Espesor de pared de tubo (mm)
- D** = Diámetro del tubo (mm).

Al calcular se tiene:

$$a = 33.48955571$$

Ahora se calcula la velocidad del flujo con la siguiente fórmula:

$$V = (1.974 * Q_b) / D^2$$

Donde:

- Q_b** = Caudal de bombeo (lt/seg.)
- D** = Diámetro interior del tubo (pulg.)
- V** = Velocidad del flujo (m/seg.)

Entonces,

$$V = 0.8036 \text{ mts./seg.}$$

Para calcular la carga dinámica total se usa la expresión siguiente:

$$Hm = (v^2 / 2 * g) + h_f + h_s + h_i + h_a$$

Donde:

- $V^2/2g$ = Carga de velocidad, en (m)
- v = Velocidad media del agua (m/s)
- H_f = Pérdidas por fricción en la tubería (m)
- H_s = Pérdidas secundarias (m)
- H_i = Altura de impulsión (m)
- H_a = Altura de aspiración (m)

Entonces,

$$Hm = 0.03295 + 3.8633 + 2 + 40.88 + 2 = \mathbf{48.77625}$$

Tipo de tubería asumida:

$$\text{Caso_crítico} = \text{golpe_arriete} + \text{carga_dinámica_total} = 82.2328$$

Entonces, se propone una tubería de 160 PSI en donde la tubería soporta hasta 112 m.c.a y comparada con el caso crítico es 82.2328 m.c.a. De esta manera se verifica que la tubería soportará las presiones en la realidad.

2.1.7.2.14 Potencia de la bomba

La bomba produce siempre un salto brusco en el gradiente hidráulico que corresponde a la energía H_m , comunicada al agua por la bomba. H_m es siempre mayor que la carga total de elección contra la cual trabaja la bomba, para poder vencer todas las pérdidas de energía en la tubería.

La carga de presión Hm generada por la bomba es llamada generalmente “carga manométrica” o “carga dinámica total”, e indica siempre la energía dada al agua a su paso por la bomba.

La carga dinámica total está dada por la expresión siguiente:

$$Hm = (v^2 / 2 * g) + h_f + h_s + h_i + h_a$$

Donde:

$V^2/2g$	=	Carga de velocidad, en (m)
v	=	Velocidad media del agua (m)
H_f	=	Pérdidas por fricción en la tubería (m)
H_s	=	Pérdidas secundarias (m)
H_i	=	Altura de impulsión (m)
H_a	=	Altura de aspiración (m)

Al tener la carga total de la bomba, se calcula la potencia con la siguiente fórmula:

$$P = \frac{(Q * Ct)}{(76 * e)}$$

Donde:

P	=	Potencia (HP)
Q	=	Caudal (litros/segundo)
Ct	=	Carga Total (m)
E	=	Eficiencia (%)

Con la ecuación dada se puede calcular la bomba,

$$HP_{bomba} = 4.4347HP$$

Aproximadamente una **BOMBA DE 5 HP**

2.1.7.2.15 Cálculo de red de distribución

Caudal de diseño para los puntos de consumo

La línea de distribución se hará a través de tubería P.V.C. con diferentes resistencias, según los cambios de nivel; en tramos donde se encuentren rocas o material difícil se construirán pasos de zanjón, como lo indican los planos.

Para la determinación de la pérdida de carga en la tubería se utiliza la fórmula de Hazen Williams, la cual viene dada por:

$$H_f = \frac{(1749.811 * L * Q^{1.852})}{(C^{1.852} * D^{4.87})}$$

Donde:

- Hf** = Pérdida de carga expresada en metros.
- C** = Coeficiente de fricción interna que depende del material de la tubería.
- D** = Diámetro interno en pulgadas.
- L** = Longitud de tramo en metros.
- Q** = Caudal en litros por segundo.

Esta fórmula tiene las siguientes características:

- a. Los resultados con respecto de la realidad son conservadores.
- b. Brinda mejores resultados en diámetros mayores de 2”.
- c. La ecuación de Hazen-Williams puede utilizarse en diámetros menores de 2”, por eso se recomienda la utilización del diámetro real interior; ya que el nominal conduce a errores en los resultados.

En la práctica, la ecuación de Hazen-Williams es la más utilizada, debido a la aproximación de los resultados obtenidos, así como por la facilidad de aplicación.

Cálculo línea de distribución No.1 y No.2

El cálculo de la piezométrica de la línea de distribución se hizo en base a las fórmulas utilizadas en la línea de conducción general (gravedad), por lo tanto en las siguientes tablas sólo se colocarán los resúmenes.

Tabla V. Diseño hidráulico línea de distribución No.1

TRAMO		Longitud (metros)	Cotas Topográficas (metros)		Caudal (Q) L/seg.	Clase tubería	Diámetro Comercial Pulg.	Perd. Carga Hf Real	Cota Piezométrica Metros.	Velocidad m/seg.	Presión Estática		Presión Dinámica	
EST.	PO		Diseño	Inicial							Final	m.c.a.	PSI	m.c.a.
E-31	EC46-1	583.57	991.20	949.20	0.67	PVC 160 Psi	1 1/2"	2.95	988.25	0.43	42.00	59.721	39.04	55.52
EC46-1	E-47	96.61	949.20	964.03	0.63	PVC 160 Psi	1 1/2"	0.43	987.81	0.40	27.17	38.636	23.78	33.82
E-47	E47-2	57.93	964.03	963.17	0.02	PVC 315 Psi	1/2"	0.22	987.60	0.17	28.03	39.859	24.43	34.73
E-47	E47-1	54.57	964.03	962.37	0.04	PVC 315 Psi	1/2"	0.74	987.07	0.33	28.83	40.996	24.70	35.13
E-47	E47-3	24.79	964.03	961.55	0.56	PVC 160 Psi	1 1/2"	0.09	987.72	0.36	29.65	42.162	26.17	37.21
E47-3	E-48	75.52	961.55	962.54	0.54	PVC 160 Psi	1 1/2"	0.26	987.46	0.35	28.66	40.755	24.92	35.44
E-48	E-52	205.82	962.54	937.94	0.33	PVC 160 Psi	1"	1.87	985.59	0.46	53.26	75.736	47.65	67.76
E-52	E-53	48.77	937.94	932.24	0.33	PVC 160 Psi	1"	0.44	985.14	0.46	58.96	83.841	52.90	75.23
E-53	EC53-1	82.86	937.94	924.43	0.31	PVC 160 Psi	1"	0.67	984.47	0.43	66.77	94.947	60.04	85.38
EC53-1	E-54	134.04	924.43	915.56	0.21	PVC 160 Psi	1"	0.51	983.96	0.29	75.64	107.56	68.40	97.27
E-54	E-58	705.20	915.56	895.11	0.17	PVC 250 Psi	3/4"	6.20	977.77	0.39	96.09	136.64	82.66	117.5
E-58	E-60	428.89	895.11	915.20	0.10	PVC 250 Psi	3/4"	1.58	976.19	0.24	76.00	108.07	60.99	86.73
E-60	E60-1	6.93	915.20	915.89	0.06	PVC 315 Psi	1/2"	0.06	976.13	0.30	75.31	107.09	60.24	85.66
EC53-1	EC53-2	215.57	924.43	919.56	0.08	PVC 250 Psi	3/4"	0.53	983.94	0.24	71.64	101.87	64.38	91.56
E-54	EC54-1	195.14	915.56	914.84	0.02	PVC 315 Psi	1/2"	0.10	983.86	0.19	76.36	108.58	69.02	98.15
E-48	E49-B	57.82	962.54	956.83	0.06	PVC 315 Psi	1/2"	0.48	986.98	0.30	34.37	48.874	30.15	42.88
E-48	E48-4	93.29	962.54	964.17	0.15	PVC 250 Psi	3/4"	0.64	986.82	0.34	27.03	38.437	22.65	32.21

Tabla VI. Diseño hidráulico línea de distribución No.2.

TRAMO		Longitudes (metros)		Cotas Topograficas (metros)		Caudal (Q)	Clase	Diametro Comercial	Perd. Carga	Cotas Piezométrica	Velocidad	Presión Estática		Presión Dinámica	
EST.	PO	Horizontal	Diseño	Inicial	Final	L/seg.	tubería	Pulg.	Hf Real	Metros	m/seg.	mca.	PSI	mca.	PSI
e-40	1+404	69.29	51.97	1,026.68	1,022.02	0.272	PVC 160 Psi	1"	0.322	1,026.36	0.38	4.66	6.63	4.34	6.17
1+404	1+520	59.81	115.67	1,022.02	1,013.81	0.188	PVC 250 Psi	3/4"	1.264	1,025.09	0.43	12.87	18.30	11.28	16.05
1+520	1+570	113.40	50.80	1,013.81	1,014.28	0.125	PVC 250 Psi	3/4"	0.262	1,024.83	0.29	12.40	17.63	10.55	15.00
1+570	1+745	503.34	174.66	1,014.28	1,006.18	0.063	PVC 315 Psi	1/2"	1.447	1,023.39	0.30	20.50	29.15	17.21	24.47
1+570	1+714	120.99	143.35	1,014.28	964.02	0.063	PVC 315 Psi	1/2"	1.188	1,023.64	0.30	62.66	89.11	59.63	84.79

2.1.7.2.16 Volumen del tanque de distribución

En los sistemas por bombeo se debe considerar un volumen de distribución o almacenamiento mínimo de 30% del caudal medio diario. En el caso de la comunidad en estudio, se considera un almacenamiento de 40% del caudal medio diario. El volumen del tanque se calcula con la fórmula siguiente:

$$Vol = QMD * \% almacenamiento * 1m^3 * 86400seg / día) / 1000lt$$

Donde:

Vol. = Volumen del tanque

QMD = Caudal medio diario

Volumen del tanque de distribución No.1

El tanque servirá para almacenar el agua de las dos redes de distribución, tomando como base la ecuación anterior, se tiene,

$$Vol_{\max \text{ diario}} = \frac{(80\text{Lts} / \text{hab} / \text{día})(406\text{hab})(40\%)}{1000} = 13.005\text{mts}^3$$

Capacidad real = 15 mts.³ (Ver planos en hoja de detalles)

El tanque de distribución No.2 servirá para almacenar el agua de una red de distribución que se encuentra alimentada por la bomba.

$$Vol_{\text{MaxDiario}} = \frac{(80\text{Lts} / \text{hab} / \text{dia})(117\text{hab})(40\%)}{1000} = 3.756\text{mts}^3$$

Capacidad real = 5 mts.³ (Ver planos en hoja de detalles)

2.1.7.2.17 Diseño estructural del tanque de distribución

Los tanques de distribución o almacenamiento normalmente se construyen de concreto ciclópeo, concreto reforzado, mampostería reforzada y en los tanques elevados, predomina el uso de acero. Debido a las características del terreno y los requerimientos de la red de distribución, los tanques pueden estar totalmente enterrados, semienterrados, superficiales o elevados.

El tanque se hará de concreto ciclópeo debido a la facilidad que hay en el lugar de conseguir piedra bola, material principal que integra el concreto ciclópeo, por lo que bajan los costos de ejecución del mismo.

El tanque se realizará con el método de muros por gravedad. Dichos muros son fáciles de construir y su estabilidad depende de su propio peso. Además, tendrá una tapadera compuesta por dos losas iguales, unidas por una viga, esto debido a motivos estructurales.

Para obtener los detalles constructivos del tanque, consultar los planos de los tanques de distribución en la sección de anexos.

Descripción del método de diseño

El método de diseño utilizado es el de muros por gravedad. El tanque está compuesto de cuatro muros que serán de concreto ciclópeo. Para facilitar el diseño, se tomará una sección unitaria del muro un metro de espesor y un metro de ancho.

A continuación se presenta una metodología de diseño para el muro, aunque ésta depende del criterio del diseñador.

1. Se estiman las dimensiones del muro, según las condiciones de carga y tipo de suelo.
2. Se calculan los empujes tanto activo como pasivo, según la teoría de *Ranking*.
3. Se calcula el momento de volteo que actúa sobre el muro.
4. Se calcula el peso del muro, descomponiendo la forma geométrica real, en varias formas que faciliten el cálculo.

5. Se determina la fuerza sustentante N , así como su línea de acción. Si x , centroide de presiones, fuera menor que cero, el muro no es estable. Esto es que el momento debido al empuje activo es mayor que el momento estabilizante del peso. Es necesario pues, buscar que la resultante N caiga en el tercio medio de la base del muro. La relación del momento estabilizante y el momento de volteo debe ser de 1.5 o mayor. Esto no es más que el factor de seguridad contra una estimación deficiente del empuje activo.
6. Se debe comprobar la resistencia al deslizamiento. Se toma en cuenta únicamente la fuerza resistente al deslizamiento, sin tomar en cuenta el empuje pasivo, porque se diseñara el tanque para la situación crítica, cuando esté vacío. Luego se busca la relación de la fuerza equilibrante al empuje activo horizontal que sea de 1.5 o más.
7. Se debe calcular la capacidad de soporte del suelo. Debido a que la fuerza N no actúa en el centroide, la presión máxima en la base del muro será mayor que el valor medio.
8. Debido a que éste, es un método por tanteos, será necesario redimensionar el muro y regresar al inciso 4, si alguno de los requisitos anteriores no se cumple.

3. PRESUPUESTO

3.1 Análisis de costos

3.1.1 Cuantificación de materiales

Tabla VII. Cuantificación de materiales línea de conducción No.1

Cod.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo total
1.1	Tubería PVC				
101	Tubo de Ø 1 1/4" PVC 160 psi	38.00	UNIDAD	46.68	1,773.84
1.2	Accesorios PVC				
201	Codo Ø 1 1/4" X 45°	10.00	UNIDAD	8.19	81.90
1.3	Puente colgante de 20 M				
301	Mordaza Ø 1/4"	44.00	UNIDAD	1.88	82.72
302	Mordaza Ø 3/8"	9.00	UNIDAD	3.52	31.68
303	Adaptador Hembra Ø 1 1/4" con rosca	2.00	UNIDAD	4.67	9.34
304	Tubos de HG Ø 1 1/4" /Liviano	4.00	UNIDAD	149.00	596.00
305	Guarda cable Ø 3/8"	2.00	UNIDAD	3.95	7.90
306	Guarda cable Ø 1/4"	9.00	UNIDAD	3.14	28.26
307	Cable galvanizado de Ø 1/4" (cable de suspensión. Ø 1/4")	18.00	M	6.30	113.40
312	Cable galvanizado Ø 3/8" (Cable tirante Ø 3/8")	34.00	M	14.00	476.00
313	Niple HG Ø 3" X 0.10 mt.	2.00	UNIDAD	46.00	92.00
314	Codos Ø 1 1/4" X 45°	4.00	UNIDAD	8.19	32.76
315	Hierro No. 4	8.00	Varillas	28.28	226.24
316	Hierro No. 3	18.00	Varillas	15.23	274.14
317	Alambre de amarre	3.60	Libra	2.95	10.62
318	Piedra de canto rodado	1.70	M3	250.00	425.00
319	Arena de río	2.25	M3	150.00	337.50
320	Piedrín 1/2"	1.25	M3	200.00	250.0
312	Cemento	23.00	Sacos	38.00	874.00
313	Tabla de 1"x12"x12'	40.00	PT	4.50	180.00
314	Tabla de 1"x12"x10'	80.00	PT	4.50	360.00
315	Paral de 3"x3"x12'	14.00	PT	4.50	63.00
316	Paral de 3"x3"x6'	4.00	PT	4.50	18.00
317	Clavo de 3"	24.00	Libras	4.50	108.00

Continua tabla VII

1.4	Puente colgante de 40 M				
401	Mordazas Ø 1/4"	44.00	UNIDAD	1.88	82.72
402	Mordazas Ø 3/8"	14.00	UNIDAD	3.52	49.28
403	Adap. Hembra Ø 1 1/4" con rosca	2.00	UNIDAD	4.67	9.34
404	Tubos de HG Ø 1 1/4" /Liviano	7.00	UNIDAD	149.00	1,043.00
405	Guarda cable Ø 3/8"	2.00	UNIDAD	3.95	7.90
406	Guarda cable Ø 1/4"	10.00	UNIDAD	3.14	31.40
407	Cable galvanizado Ø 3/8"	26.00	M	6.30	163.80
408	Niple HG Ø 3" X 0.10 m	2.00	UNIDAD	46.00	92.00
409	Codos Ø 1 1/4" X 45°	4.00	UNIDAD	8.19	32.76
410	Hierro No. 4	8.00	Varillas	28.28	226.24
411	Hierro No. 3	18.00	Varillas	15.23	274.14
412	Piedra de canto rodado	1.70	M3	250.00	425.00
413	Arena de río	2.25	M3	150.00	337.50
414	Piedrín 1/2"	1.25	M3	200.00	250.00
415	Cemento	23.00	Sacos	38.00	874.00
416	Tabla de 1"x12"x12'	40.00	PT	4.50	180.00
417	Tabla de 1"x12"x10'	80.00	PT	4.50	360.00
418	Paral de 3"x3"x12'	14.00	PT	4.50	63.00
419	Paral de 3"x3"x6'	4.00	PT	4.50	18.00
420	Clavo de 3"	24.00	Libras	4.50	108.00
1.5	Zanjón tipo B				
501	Hierro No. 4 y No. 3	17.00	Varillas	28.28	480.76
503	Alambre de amarre	6.50	Libra	2.95	19.18
504	Cemento	16.00	sacos	38.00	608.00
505	Arena de río	2.00	M3	150.00	300.00
506	Piedrín de 1/2"	2.55	M3	200.00	510.00
507	Tubos de HG Ø 1 1/4" /Liviano	7.00	UNIDAD	149.00	1,043.00
508	Unión Universal de HG 1 1/4"	4.00	UNIDAD	28.00	112.00
509	Tabla de 1"x12"x12'	20.00	PT	4.50	90.00
510	Tabla de 1"x12"x10'	40.00	PT	4.50	180.00
511	Paral de 3"x3"x12'	7.00	PT	4.50	31.50
512	Paral de 3"x3"x6'	2.00	PT	4.50	9.00
513	Clavo de 3"	12.00	Libras	4.50	54.00
1.6	Válvula de aire				
601	Cemento	2.00	Sacos	38.00	76.00
602	Arena de río	0.23	M3	150.00	34.50
603	Piedrín 1/2"	0.10	M3	200.00	20.00
604	Piedra de canto rodado	0.23	M3	250.00	57.50
605	Válvula de aire de Ø 1 1/4" X 1/2"	1.00	UNIDAD	425.00	425.00
607	Hierro No. 4	0.30	Varillas	28.28	8.48
608	Hierro No. 2	1.00	Varillas	6.33	6.33
609	Hierro No. 3	1.65	Varillas	15.23	25.13
610	Alambre de amarre	0.30	Libra	2.95	0.89

Continúa tabla VII

1.7	Zanjón tipo "A"				
701	Piedra de canto rodado	3.00	M3	250.00	750.00
702	Cemento	15.00	Sacos	38.00	570.00
703	Arena de río	1.00	M3	150.00	150.00
704	Codos Ø 1 1/4" X 45°	6.00	UNIDAD	8.19	49.14
1.8	Válvula de limpieza				
801	Cemento	2.00	Sacos	38.00	76.00
802	Arena de río	0.23	M3	150.00	34.50
803	Piedrín de 1/2"	0.10	M3	200.00	20.00
804	Piedra de canto de rodado	0.23	M3	250.00	57.50
805	Válvula de compuerta Ø 1 1/4"	1.00	UNIDAD	60.00	60.00
806	Adaptador macho Ø 1 1/4"	1.00	UNIDAD	4.05	4.05
1.9	Tanque de captación				
901	Cemento	27.00	Saco	38.00	1,026.00
902	Arena de río	3.00	M3	150.00	450.00
903	Piedrín de 1/2"	1.50	M3	200.00	300.00
904	Piedra de canto rodado	3.80	M3	250.00	950.00
905	Hierro No.3	10.00	Varillas	15.23	152.30
906	Hierro No.2	10.00	Varillas	6.33	63.30
907	Alambre de amarre	20.00	Libras	2.95	59.00
908	Adaptador macho Ø 1 1/4"	2.00	UNIDAD	4.05	8.10
909	Val. de compuerta de Ø 1 1/4"	1.00	UNIDAD	60.00	60.00
910	Codo Ø 2" X 90°	2.00	UNIDAD	11.38	22.76
911	Pichacha Ø 1 1/4"	1.00	UNIDAD	26.18	26.18
912	Sifón PVC Ø 2"	2.00	UNIDAD	21.75	43.50
913	Tabla de 1"x12"x12'	84.00	PT	4.50	378.00
914	Tabla de 1"x12"x10'	116.00	PT	4.50	522.00
915	Paral de 3"x3"x12'	50.00	PT	4.50	225.00
916	Paral de 3"x3"x6'	8.00	PT	4.50	36.00
917	Clavo de 3"	46.00	Libras	4.50	207.00

Continúa tabla VII

1.10	Tanque de distribución 15 M³				
1001	Cemento	120.00	Sacos	38.00	4,560.00
1002	Arena de río	18.00	M cúbicos	150.00	2,700.00
1003	Piedrín de 1/2"	1.00	M cúbicos	200.00	200.00
1004	Piedra de canto rodado	23.00	M cúbicos	250.00	5,750.00
1005	Hierro No. 4	1.00	Varilla	28.28	28.28
1006	Hierro No.2	10.00	Varilla	6.33	63.30
1007	Hierro No.3	57.00	Varilla	15.23	868.11
1008	Alambre de amarre	35.00	Libras	2.95	103.25
1009	Val. de compuerta de Ø 1 1/2"	1.00	UNIDAD	84.00	84.00
1010	Val. de compuerta de Ø 1 1/4"	1.00	UNIDAD	60.00	60.00
1011	Val. de compuerta de Ø 2 1/2"	1.00	UNIDAD	239.00	239.00
1012	Codo Ø 1 1/4" X 90°	2.00	UNIDAD	6.65	13.30
1013	Codo Ø 1 1/4" X 45°	1.00	UNIDAD	8.19	8.19
1014	Codo Ø 2" X 90°	1.00	UNIDAD	11.38	11.38
1015	Sifón PVC Ø 2"	1.00	UNIDAD	21.75	21.75
1016	Candados	4.00	UNIDAD	54.00	216.00
1017	Adaptador macho Ø 2 1/2"	2.00	UNIDAD	20.76	41.52
1018	Adaptador macho Ø 1 1/4"	2.00	UNIDAD	4.05	8.10
1019	Adaptador macho Ø 1 1/2"	2.00	UNIDAD	5.36	10.72
1020	Pichacha Ø 1 1/2"	1.00	UNIDAD	126.42	126.42
1021	Pichacha Ø 2 1/2"	1.00	UNIDAD	227.32	227.32
1022	Tabla de 1"x12"x12'	64.00	PT	4.50	288.00
1023	Tabla de 1"x12"x10'	65.00	PT	4.50	292.50
1024	Paral de 3"x3"x12'	33.00	PT	4.50	148.50
1025	Paral de 3"x3"x6'	7.00	PT	4.50	31.50
1026	Clavo de 3"	28.00	Libras	4.50	126.00
Total línea de conducción No.1				Q 38,979.71	\$ 4,806.38

Tabla VIII. Cuantificación de materiales línea de distribución No.1

Código	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo total
2.1	Tubería de P.V.C				
101	Tubo de Ø 3/4" P.V.C 250 psi	245.00	UNI.	27.31	6,690.95
102	Tubo de Ø 1/2" P.V.C 315 psi	81.00	UNI.	21.48	1,739.88
103	Tubo de Ø 1" P.V.C 160 psi	76.00	UNI.	34.59	2,628.84
104	Tubo de Ø 1 1/2" P.V.C 160 psi	131.00	UNI.	61.28	8,027.68
2.2	Accesorios P.V.C		UNI.		
201	Codos Ø 1/2" X 45°	1.00	UNI.	3.67	3.67
202	Codos Ø 3/4" X 45°	2.00	UNI.	4.93	9.86
203	Codos Ø 1" X 45°	1.00	UNI.	6.32	6.32
204	Codos Ø 1 1/2" X 45°	3.00	UNI.	10.57	31.71
205	Codos Ø 1/2" X 90°	5.00	UNI.	1.02	5.10
206	Te Ø 1/2" lisa	10.00	UNI.	1.64	16.40
207	Te Ø 3/4" lisa	10.00	UNI.	2.56	25.60
208	Te Ø 1 1/2" lisa	2.00	UNI.	9.74	19.48
209	Yee Ø 1"	1.00	UNI.	30.50	30.50
210	Doble yee Ø 1 1/2"	1.00	UNI.	65.10	65.10
211	Cruz Ø 1/2"	1.00	UNI.	10.70	10.70
212	Cruz Ø 1"	1.00	UNI.	17.45	17.45
213	Cruz Ø 1 1/2"	1.00	UNI.	31.03	31.03
214	Reductor liso Ø 1 1/2" X 1/2"	4.00	UNI.	5.05	20.20
215	Reductor liso Ø 1 1/2" X 1"	1.00	UNI.	5.05	5.05
216	Reductor liso Ø 1" X 3/4"	2.00	UNI.	2.92	5.84
217	Reductor liso Ø 3/4" X 1/2"	5.00	UNI.	1.78	8.90
Total línea de distribución No. 1					Q 19,400.26 \$ 2,392.144

Tabla IX. Cuantificación de materiales línea de conducción por bombeo

Código	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo total
3.1	Tubería P.V.C				
101	Tubo de Ø 2 1/2" P.V.C psi	65.00	UNIDAD	139.73	9,082.45
102	Codos Ø 2 1/2" X 45°	2.00	UNIDAD	42.64	85.28
3.2	Tanque de distribución M³				
201	Cemento	80.00	Sacos	38.00	3,040.00
202	Arena de río	12.00	M3	150.00	1,800.00
203	Piedrín de 1/2."	0.70	M3	200.00	140.00
204	Piedra de canto rodado	10.00	M3	250.00	2,500.00
205	Hierro No. 4	0.60	Varillas	28.28	16.97
206	Hierro No. 2	7.00	Varillas	6.33	44.31
207	Hierro No. 3	41.00	Varillas	15.23	624.43
208	Alambre de amarre	12.00	Libra	2.95	35.40
208	Codos Ø 2 1/2" X 90°	2.00	UNIDADES	52.98	105.96
209	Codos Ø 2 1/2" X 45°	1.00	UNIDADES	42.64	42.64
210	Válvula de compuerta 2 1/2"	1.00	UNIDADES	239.00	239.00
211	Válvula de compuerta 1"	1.00	UNIDADES	40.20	40.20
212	Pichacha de 1"	1.00	UNIDADES	55.44	55.44
213	Codos Ø 2" X 90°	1.00	UNIDADES	11.38	11.38
214	Sifón P.V.C 2"	1.00	UNIDADES	21.75	21.75
215	Candado	3.00	UNIDADES	54.00	162.00
216	Adaptador macho Ø 2 1/2"	2.00	UNIDADES	20.76	41.52
217	Adaptador macho Ø 1"	2.00	UNIDADES	3.95	7.90
218	Tabla de 1"x12"x12'	92.00	PT	4.50	414.00
219	Tabla de 1"x12"x10'	64.00	PT	4.50	288.00

220	Paral de 3"x3"x12'	48.00	PT	4.50	216.00
221	Clavo de 3"	50.00	Libras	4.50	225.00

3.3	Bomba de 5 HP		Modelo	
303	M.B. PRES ALTA, 1.5"x1.5", MTR. 5 HP		1515-HC-123432	7,352.16
	Caudal de 30-50 GPM, Gasto de Diesel de 0.56 GPH			

Total línea de conducción de bombeo	Q 26,591.79
	\$ 3,278.89

Tabla X. Cuantificación de materiales línea de distribución No. 2

Código	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo total
4.1	Tubería PVC				
101	Tubo de Ø 3/4" PVC 250 psi	43.00	UNIDAD	27.31	1,174.33
102	Tubo de Ø 1/2" PVC 315 psi	91.00	UNIDAD	21.48	1,954.68
103	Tubo de Ø 1" P.V.C 160 psi	9.00	UNIDAD	34.59	311.31
4.2	Accesorios P.V.C				
201	Codos Ø 3/4" X 45°	2.00	UNIDAD	4.93	9.86
202	Codos Ø 1/2" X 90°	2.00	UNIDAD	1.02	2.04
203	Tee Ø 1/2" lisa	4.00	UNIDAD	1.64	6.56
204	Tee Ø 3/4" lisa	6.00	UNIDAD	2.56	15.36
205	Cruz Ø 1/2"	1.00	UNIDAD	10.70	10.70
206	Reductor liso Ø 1" X 3/4"	1.00	UNIDAD	2.92	2.92
207	Reductor liso Ø 3/4" X 1/2"	2.00	UNIDAD	1.78	3.56

Total línea de distribución No.2				Q 3,491.32	\$ 430.50
---	--	--	--	-------------------	------------------

3.1.2 Cuantificación de mano de obra

Tabla XI. Cuantificación mano de obra línea de conducción No.1

Cod.	Descripción	Cant.	Unidad	Precio unitario	Costo total	Prest.	Total
1.1	Tubería P.V.C						
101	Replanteo y trazo	228.00	MI	1.50	342.00	239.40	581.40
102	Excavación para tubería	228.00	MI	3.00	684.00	478.80	1,162.80
102	Instalación de tubería PVC Ø 1 1/4"	228.00	MI	3.50	798.00	558.60	1,356.60
							3,100.80
1.2	Puente colgante de 20 M						
201	Excavación para muertos	1.70	M3	115.00	195.50	136.85	332.35
202	Excavación para zapatas	1.28	M3	115.00	147.20	103.04	250.24
203	Fundición concreto ciclópeo	1.70	M3	300.00	510.00	357.00	867.00
204	Armado de columna y zapatas	2.00	UNIDAD	85.00	170.00	119.00	289.00
205	Formaleta para columnas	27.20	ML	5.00	136.00	95.20	231.20
206	Fundición de columnas, con armado de columnas	6.80	MI	48.00	326.40	228.48	554.88
207	Instalación de tubería y cable galvanizado	34.00	MI	105.00	3,570.00	2,499.00	6,069.00
							8,593.67
1.3	Puente colgante de 40 M						
301	Excavación para muertos	1.70	M3	115.00	195.50	136.85	332.35
302	Excavación para zapatas	1.28	M3	115.00	147.20	103.04	250.24
303	Fundición concreto ciclópeo	1.70	M3	300.00	510.00	357.00	867.00
304	Armado de columnas y zapatas	6.80	MI	30.00	204.00	142.80	346.80
305	Formaleta para columnas	27.20	ML	5.00	136.00	95.20	231.20
306	Fundición con armado de columnas	6.80	MI	48.00	326.40	228.48	554.88
307	Instalación de tubería y cableado galvanizado	42.00	MI	105.00	4,410.00	3,087.00	7,497.00
							10,079.47
1.4	Zanjón tipo B						
401	Excavación para zapatas	1.92	M3	115.00	220.80	154.56	375.36
402	Armado de columnas y zapatas	2.00	MI	30.00	60.00	42.00	102.00
403	Formaleta para columnas	24.00	ML	5.00	120.00	84.00	204.00
404	Fundición concreto armado de columnas	6.00	MI	48.00	288.00	201.60	489.60
405	Instalación de tubería galvanizado	12.00	MI	35.00	420.00	294.00	714.00
							1,884.96

Continúa tabla XI

1.5	Válvula de aire						
501	Const. de caja val./tapadera	1.00	UNIDAD	300.00	300.00	210.00	510.00
502	Instalación de válvula	1.00	UNIDAD	75.00	75.00	52.50	127.50
							637.50
1.6	Zanjón tipo "A"						
601	Excavación de muro de mampostería	1.60	M3	115.00	184.00	128.80	312.80
602	Excavación de muro de mampostería/paso	1.20	M3	115.00	138.00	96.60	234.60
603	Fundición de muro de piedra	2.80	M3	300.00	840.00	588.00	1,428.00
							1,975.40
1.7	Válvula de limpieza						
701	Const. de caja val./tapadera	1.00	UNIDAD	300.00	300.00	210.00	510.00
702	Instalación de válvula	1.00	UNIDAD	75.00	75.00	52.50	127.50
							637.50
1.8	Tanque de captación						
801	Excavación para tanque y cajas	3.30	M3	115.00	379.50	265.65	645.15
802	Fundición de concreto ciclópeo en piso	2.15	M3	300.00	645.00	451.50	1,096.50
803	Formaleta de muros	14.00	M2	45.00	630.00	441.00	1,071.00
804	Fundición con ciclópeo en muro	4.28	M3	300.00	1,284.00	898.80	2,182.80
805	Formaleta de losa y tapadera	4.00	M2	85.00	340.00	238.00	578.00
806	Armado de losa y tapadera	4.00	M2	45.00	180.00	126.00	306.00
807	Fundición de losa y tapadera	25.00	M2	115.20	2,880.00	2,016.00	4,896.00
808	Instal pichacha y accesorios	1.00	UNIDAD	75.00	75.00	52.50	127.50
							11,412.95
1.9	Tanque de distribución 15 M³						
901	Excavación para tanque y cajas	56.25	M3	115.00	6,468.75	4,528.13	10,996.88
902	Fundición concreto ciclópeo en piso	10.00	M3	300.00	3,000.00	2,100.00	5,100.00
903	Formaleta de muros	24.00	M2	45.00	1,080.00	756.00	1,836.00
904	Fundición concreto ciclópeo en muro	15.60	M3	300.00	4,680.00	3,276.00	7,956.00
905	Formaleta de losa y tapadera	25.00	M2	85.00	2,125.00	1,487.50	3,612.50
906	Armado de losa y tapadera	25.00	M2	45.00	1,125.00	787.50	1,912.50
907	Fundición de losa y tapadera	25.00	M2	115.20	2,880.00	2,016.00	4,896.00
908	Instal pichacha y accesorios	1.00	UNIDAD	75.00	75.00	52.50	127.50
							36,947.38

Total línea de conducción No.1		Q	75,269.63
		\$	9,281.09

Tabla XII. Cuantificación mano de obra línea de distribución No.1

Cod.	Descripción	Cant.	Unidad	Precio unitario	Costo total	Prest.	Total
2.1	Tubería de PVC						
101	Replanteo y trazo	3,198.00	MI	1.50	4,797.00	3,357.90	8,154.90
102	Excavación para tubería	3,128.00	MI	3.00	9,384.00	6,568.80	15,952.80
103	Instal. de tubería PVC Ø 3/4"	1,470.00	MI	2.00	2,940.00	2,058.00	4,998.00
104	Instal. de tubería PVC Ø 1/2"	486.00	MI	2.50	1,215.00	850.50	2,065.50
105	Instal. de tubería PVC Ø 1"	456.00	MI	3.00	1,368.00	957.60	2,325.60
106	Instal. de tubería PVC Ø 1 1/2"	786.00	UNID	4.00	3,144.00	2,200.80	5,344.80
							38,841.60

Total línea de distribución No. 1	Q 38,841.60
	\$ 4,789.35

Tabla XIII. Cuantificación mano de obra línea de distribución No.2

Código	Descripción	Cant.	Unidad	Precio unitario	Costo total	Prest.	Total
3.1	Tubería PVC						
101	Replanteo y trazo	390.00	MI	1.50	585.00	409.50	994.50
102	Excavación tubería	390.00	MI	3.00	1,170.00	819.00	1,989.00
103	Instal. de PVC Ø 1 1/4"	390.00	MI	3.50	1,365.00	955.50	2,320.50
							5,304.00
3.2	Tanque de distribución 5 M³						
201	Excavación para tanque y cajas.	11.72	M3	115.00	1,347.80	943.46	2,291.26
202	Fundición ciclópeo en piso.	4.46	M3	300.00	1,338.00	936.60	2,274.60
203	Formaleta de muros.	4.72	M2	45.00	212.40	148.68	361.08
204	Fundición con ciclópeo de muro.	3.78	M3	300.00	1,134.00	793.80	1,927.80
205	Formaleta de losa y Tapadera.	8.06	M2	85.00	685.10	479.57	1,164.67
206	Armado de losa y tapadera.	8.06	M2	45.00	362.70	253.89	616.59
207	Fundición de losa y tapadera.	8.06	M2	115.20	928.51	649.96	1,578.47
208	Construcción de caja y tapadera.	1.00	UNIDAD	300.00	300.00	210.00	510.00
208	Instalación de pichacha y accesorios.	1.00	UNIDAD	75.00	75.00	52.50	127.50
							10,851.97
3.3	Bomba de 5 HP						
301	Instalación de bombeo y accesorios.	1.00	UNIDAD	650.00	650.00	455.00	1,105.00

Continúa tabla XIII.

Cod.	Descripción	Cant.	Unidad	Precio unitario	Costo total	Prest.	Total
4.1	Tubería PVC						
101	Replanteo y trazo.	858.00	MI	1.50	1,287.00	900.90	2,187.90
102	Excavación para tubería.	858.00	MI	3.00	2,574.00	1,801.80	4,375.80
103	Instalación de tubería PVC Ø 3/4".	258.00	MI	2.00	516.00	361.20	877.20
104	Instalación de tubería PVC Ø 1/2".	546.00	MI	2.50	1,365.00	955.50	2,320.50
105	Instalación de tubería PVC Ø 1".	54.00	MI	3.00	162.00	113.40	275.40
							10,036.80

Total línea de distribución No.2	Q 10,036.80
---	--------------------

Total de mano de obra	Q 141,409.00 \$ 17,436.37
------------------------------	--

3.1.3 Integración del presupuesto

Tabla XIV. Resumen presupuesto

No	REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	MANO DE OBRA	COSTO MATERIALES	COSTO NETO EN QUETZALES	COSTO NETO EN DOLARES
1	LÍNEA DE CONDUCCIÓN No.1	1	GLOBAL	Q 73,931.73	Q 38,979.71	Q 112,911.44	\$ 13,922.50
2	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN No.1	1	GLOBAL	Q 38,841.60	Q 19,400.26	Q 58,241.86	\$ 7,181.49
3	LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR BOMBEO	1	GLOBAL	Q 17,260.97	Q 26,591.79	Q 43,852.76	\$ 5,407.25
4	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN No.2	1	GLOBAL	Q 10,036.80	Q 3,491.32	Q 13,528.12	\$ 1,668.08
	TOTALES					Q 228,534.18	\$ 28,179.31

TOTAL EN LETRAS: DOSCIENTOS VEINTIOCHO MIL QUINIENTOS TREINTA Y CUATRO QUETZALES, 18/100.

NOTA: El cambio para el día 26 de enero de 2,004 es de 8.11 quetzales por un dolar.

3.1.4 Cronograma de ejecución

Tabla XV. Cronograma de presupuesto

No.	Descripción actividad	Cronograma de ejecución												Avance financiero								
		1			2			3			4				5			6				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Línea de conducción No.1	P																				
		Q	Q 41,058.70	Q 41,058.70	Q 30,794.03																	
2	Línea de distribución No.1	P																				
		Q			Q 19,413.95	Q 19,413.95	Q 19,413.95	Q 19,413.95	Q 19,413.95													
3	Línea de conducción por bombeo	P																				
		Q				Q 10,963.19	Q 10,963.19	Q 21,926.38	Q 10,963.19													
4	Línea de distribución No.2	P																				
		Q																			Q 13,528.12	
	Costo total del proyecto		Q 41,058.70	Q 41,058.70	Q 50,207.98	Q 30,377.14	Q 41,340.33	Q 30,377.14	Q 41,340.33	Q 24,491.31												Q 228,534.18

4. RIESGO Y VULNERABILIDAD

4.1 Aspectos específicos

4.1.1 Concepto de riesgo

El riesgo se estima a partir de integrar las amenazas climáticas que recurrentemente afectan a la capacidad productiva e infraestructura de las poblaciones afectadas, con indicadores que miden la situación alimentaria y nutricional.

4.1.2 Concepto de vulnerabilidad

La vulnerabilidad se refiere a la inseguridad alimentaria y es estimada a partir del análisis del riesgo y de la capacidad de respuesta. La capacidad de respuesta estima la posibilidad de responder de las poblaciones ante los elementos que conforman el riesgo. La fórmula general utilizada para determinar la vulnerabilidad es la siguiente:

$$\text{VULNERABILIDAD} = \text{RIESGO} - \text{CAPACIDAD DE RESPUESTA}$$

La vulnerabilidad a los desastres es una condición producto de las acciones humanas. Indica el grado en que un sistema está expuesto o protegido al impacto de las amenazas naturales. Esto depende del estado de los asentamientos humanos y de su infraestructura, la manera en que las administraciones públicas y las políticas manejan la gestión del riesgo, y el nivel de información y educación de que dispone una sociedad sobre los riesgos existentes y cómo debe enfrentarlos.

4.1.3 Riesgo y vulnerabilidad del proyecto

Los fenómenos naturales en otros países han provocado que la cobertura de agua entubada y sin tratamiento vea drásticamente disminuida su calidad, a comparación de otros servicios existentes, deteriorado a causa de la contaminación del agua potable por aguas residuales producto del desbordamiento de alcantarillas, pozos sépticos, letrinas y basura dispersa. Además de daños en las viviendas y concentración de damnificados en albergues.

Los daños ocasionados a la infraestructura sanitaria son mayores como consecuencia de la falta de mantenimiento adecuado de la infraestructura, criterios de diseño que no consideran las amenazas a las que están expuestos los componentes (vulnerabilidad física) y por falta de capacidad del personal administrativo y técnico de las instituciones encargadas de estos sistemas para hacer frente y recuperar las condiciones iniciales a la mayor brevedad (vulnerabilidad administrativa).

Otros efectos de los desastres naturales se reflejan en el siguiente cuadro.

Tabla XVI. Efectos de desastre naturales en diferentes obras ante desastres naturales

Servicio	Efectos esperados	Terremotos	Huracanes	Inundaciones	T sunami
Abastecimiento de agua y eliminación de aguas servidas.	Daños a la estructura de ingeniería civil	●	●	●	○
	Ruptura de cañería maestra	●	⊖	⊖	○
	Interrupción del suministro de electricidad	●	●	⊖	⊖
	Contaminación (Química y biológica)	⊖	●	●	●
	Desorganización del transporte	●	●	●	⊖
	Escasez de personal	●	⊖	⊖	○
	Sobrecarga de redes (por movimiento de población)	⊖	●	●	○
	Escasez de equipo, repuestos y suministros	●	●	●	⊖

CONCLUSIONES

1. La implementación de un sistema adecuado de agua potable contribuirá a satisfacer las necesidades de crecimiento y salubridad de los habitantes de la Aldea la Ceiba, del Municipio de Chuarrancho, departamento de Guatemala.
2. La dotación se ve influida por factores como clima, nivel de vida, actividad productiva, número de habitantes, costumbres, existencia de contadores, presiones en la red y el caudal del nacimiento.
3. Los factores de variaciones normales, factor de día máximo y factor de hora máximo, sirven para aumentar el caudal de diseño de la línea de conducción y de la red de distribución respectivamente, es decir, son factores de seguridad que el diseñador utiliza para obtener un cálculo más conservador.
4. La línea de conducción será por gravedad la primera parte y la segunda será por bombeo debido a que las condiciones topográficas así lo requieren y también debido a que la fuente que abastecerá a la población, ésta se encuentra por debajo del nivel de cierta parte.
5. El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) es favorable para el desarrollo de las capacidades técnicas de un futuro profesional de la ingeniería, ya que confronta la teoría con la práctica, en la búsqueda de soluciones técnicas, económicas y adecuadas a problemas reales. Además, son beneficiadas las comunidades del interior de la República.

RECOMENDACIONES

1. Para la ejecución del presente proyecto los habitantes de la aldea la Ceiba, deberán organizarse, para regular los derechos y obligaciones de cada uno de los usuarios.
2. Es importante garantizar la potabilidad del agua del sistema de abastecimiento, sometiéndola a tratamiento de desinfección bacteriológica, mediante la utilización de cloro; con ello se evitará la transmisión de enfermedades hacia la población que la consume.
3. El mantenimiento preventivo y correctivo de los componentes del sistema: línea de conducción, red de distribución y tanque de distribución deberán estar a cargo de los habitantes de la aldea en estudio.
4. Durante el proceso de construcción, la Municipalidad deberá contratar por lo menos un profesional de la ingeniería para garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas del diseño del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

1. Chuy, V. Walter. Evaluación de hipocloradores en el área rural. Estudio presentado a escuela regional de Ingeniería Sanitaria. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1987.
2. Davila, C. Darwin. Estudio y diseño de sistema de agua potable para la comunidad de Hierbabuena, la Fuente y Valencia del municipio de Jutiapa, Jutiapa. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1,997.
3. Valdez, E. César. Abastecimiento de agua potable. México D.F. Universidad Autónoma de México. Cuarta Edición, 1,994.
4. De León, T. Mario. Replanteo de diseño de nueva red, estudio sobre la condiciones de distribución de agua potable en la cabecera municipal de San Lucas Toliman, Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1,995.
5. Rivera, G. Elda. Diseño, ejecución y mantenimiento del proyecto de introducción de agua por gravedad a la comunidad de Tu Uchuch y elaboración de perfiles de Triangulo Ixil. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1,995.
6. Sánchez del V. Rosa. Lecciones aprendidas en la gestión local de riesgo. Guatemala, Guatemala. Cooperativa Técnica Alemana, Segunda Edición, 2,002.
7. Charles Simmons. Clasificación de los suelos de Guatemala. Guatemala, Guatemala. Ministerio de Agricultura, 1976.

ANEXOS

Libreta topográfica

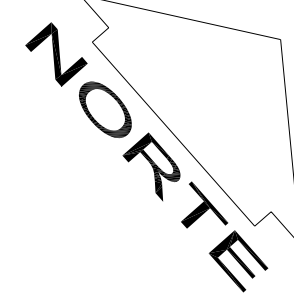
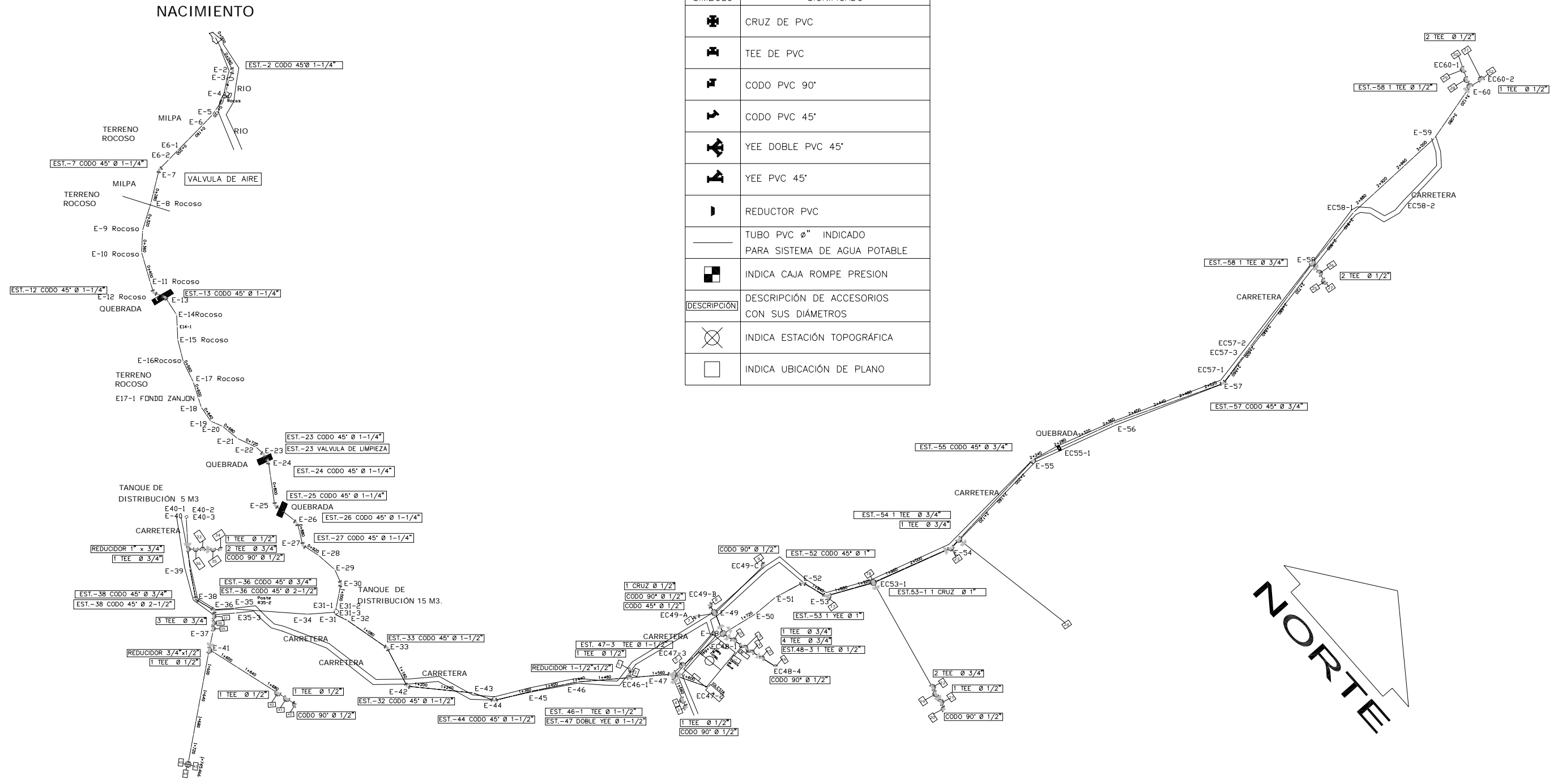
EST.	P.O.	AZIMUT			D.H.	COTA
		GRAD.	MIN.	SEG		
E-0	E-1					1,000.00
E-1	E-2	96°	46'	30"	55.10	999.39
E-2	E-3	149°	27'	50"	14.20	999.60
E-3	E-4	136°	21'	10"	25.81	996.84
E-4	E-5	158°	11'	0"	34.00	997.87
E-5	E-6	167°	39'	25"	21.00	998.35
E-6	E-7	168°	24'	40"	92.40	997.90
E-7	E-8	137°	48'	35"	51.18	996.78
E-8	E-9	141°	1'	30"	42.94	995.40
E-9	E-10	126°	41'	45"	33.17	994.38
E-10	E-11	108°	23'	5"	46.19	993.12
E-11	E-12	106°	10'	4"	16.69	992.36
E-12	E-13	55°	21'	10"	18.00	992.09
E-13	E-14	91°	31'	50"	31.59	991.15
E-14	E-15	121°	33'	50"	37.21	988.97
E-15	E-16	110°	26'	10"	33.98	987.97
E-16	E-17	98°	14'	30"	33.58	986.68
E-17	E-18	106°	57'	55"	39.74	985.18
E-18	E-19	89°	53'	15"	25.40	985.15
E-19	E-20	57°	58'	20"	18.98	984.55
E-20	E-21	74°	0'	10"	28.14	983.98
E-21	E-22	59°	31'	20"	30.39	983.36
E-22	E-23	75°	19'	10"	16.16	982.48
E-23	E-24	95°	18'	10"	12.80	983.02
E-24	E-25	116°	1'	30"	65.61	986.93
E-25	E-26	72°	18'	20"	42.58	991.27
E-26	E-27	111°	3'	5"	34.58	991.44
E-27	E-28	67°	34'	20"	28.17	992.52

EST.	P.O.	AZIMUT			D.H.	COTA
		GRAD.	MIN.	SEG		
E-28	E-29	75°	58'	10"	31.99	992.04
E-29	E-30	100°	19'	0"	22.60	992.64
E-30	E-31	135°	19'	35"	46.95	991.20
E-31	R31-1	289°	31'	20"	6.00	991.75
R31-1	E-34	205°	58'	40"	39.75	999.35
E-34	E-35	218°	21'	20"	107.77	1,011.94
E-35	E-36	210°	55'	40"	30.87	1,014.35
E-36	E-38	245°	27'	50"	30.92	1,016.10
E-38	E-39	293°	11'	10"	47.32	1,018.94
E-39	E-40	298°	54'	0"	75.76	1,027.36
E-37	E-41	135°	40'	35"	26.44	1,014.28
E-31	E-32	61°	4'	0"	20.29	987.23
E-32	E-33	69°	15'	50"	72.03	965.13
E-33	E-42	96°	51'	10"	64.44	959.19
E-42	E-43	40°	11'	15"	97.98	960.46
E-43	E-44	54°	15'	50"	33.79	961.20
E-44	E-45	19°	49'	30"	56.37	963.05
E-45	E-46	22°	44'	10"	69.60	955.08
E-46	E-47	29°	33'	50"	139.44	964.03
E-47	E-48	355°	53'	50"	97.58	962.54
E-48	E-49	283°	46'	45"	32.95	957.08
E-48	E-50	2°	35'	45"	56.40	962.60
E-50	E-51	354°	3'	10"	38.38	951.11
E-51	E-52	5°	51'	50"	46.02	937.94
E-52	E-53	63°	59'	25"	39.56	932.24
E-53	E-54	13°	0'	40"	199.10	915.56
E-54	E-55	346°	58'	15"	177.64	907.17
E-55	E-56	9°	20'	0"	131.98	906.09
E-56	E-57	14°	10'	0"	172.53	881.67
E-57	E-58	340°	37'	10"	223.04	895.11
E-58	E-59	348°	16'	5"	260.29	915.14
E-59	E-60	338°	24'	50"	92.99	915.20

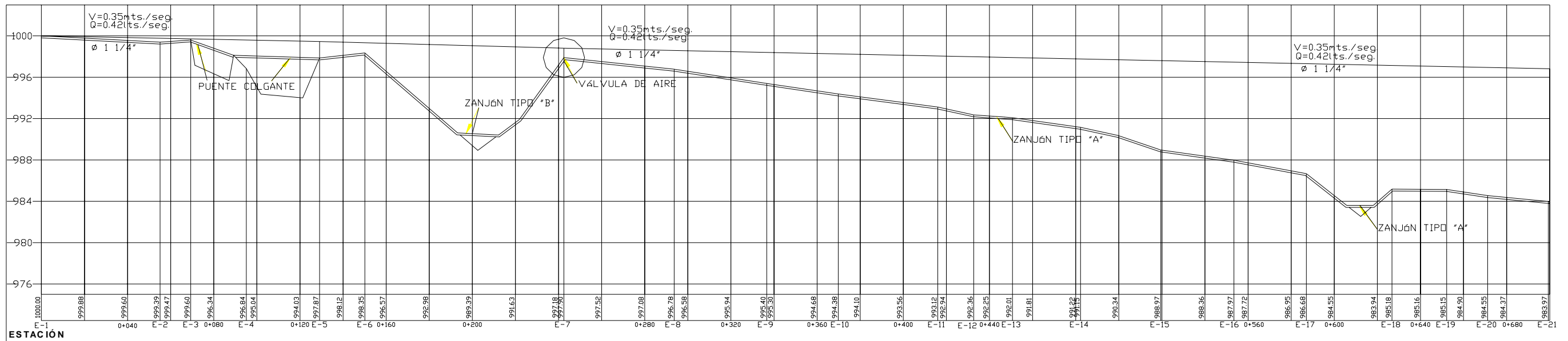
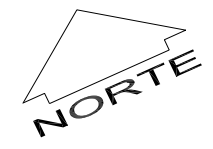
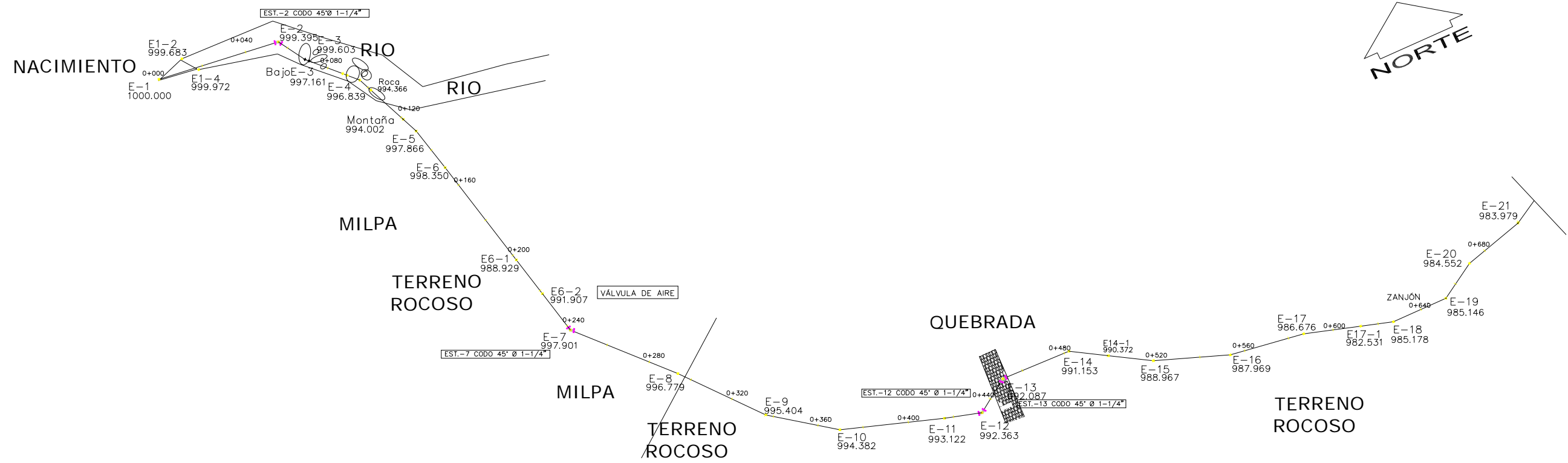
PLANTA GENERAL

REFERENCIAS

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	CRUZ DE PVC
	TEE DE PVC
	CODO PVC 90°
	CODO PVC 45°
	YEE DOBLE PVC 45°
	YEE PVC 45°
	REDUCTOR PVC
	TUBO PVC ø" INDICADO PARA SISTEMA DE AGUA POTABLE
	INDICA CAJA ROMPE PRESION
	DESCRIPCIÓN DE ACCESORIOS CON SUS DIÁMETROS
	INDICA ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
	INDICA UBICACIÓN DE PLANO

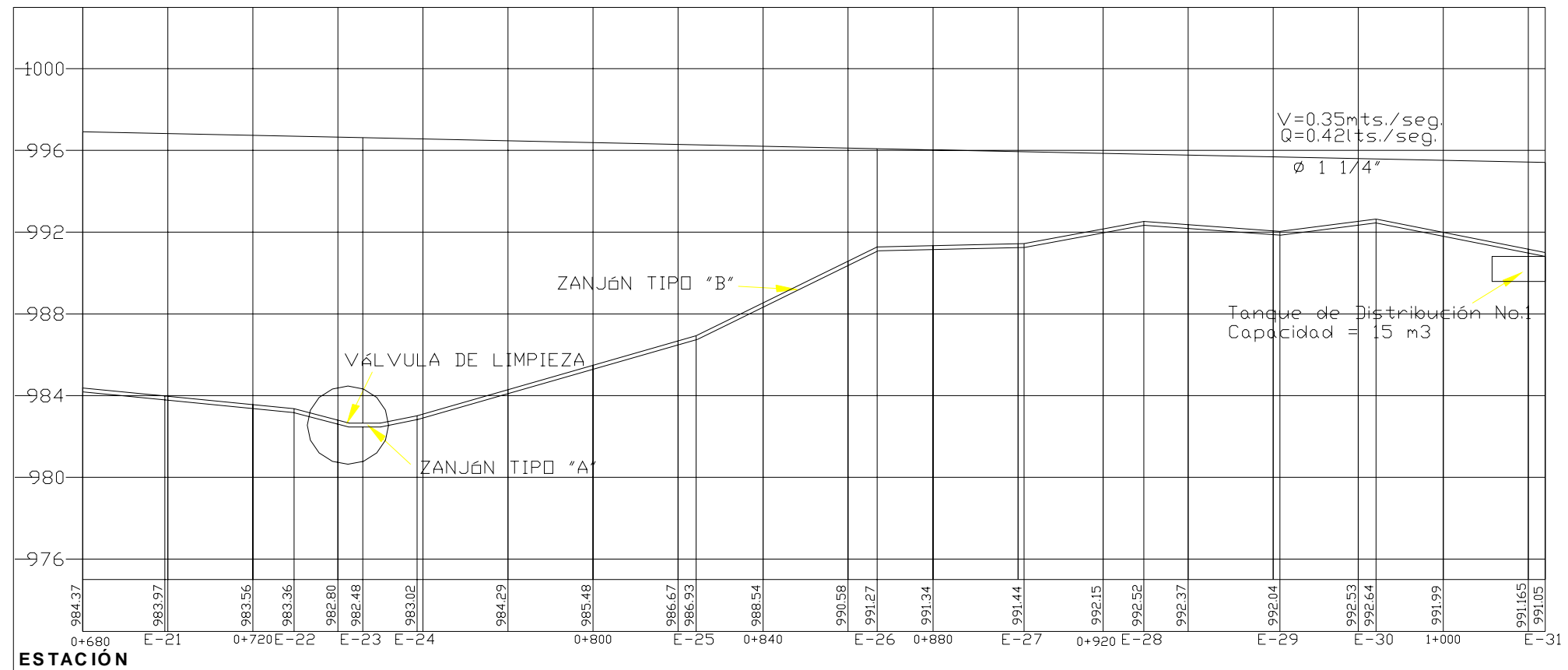
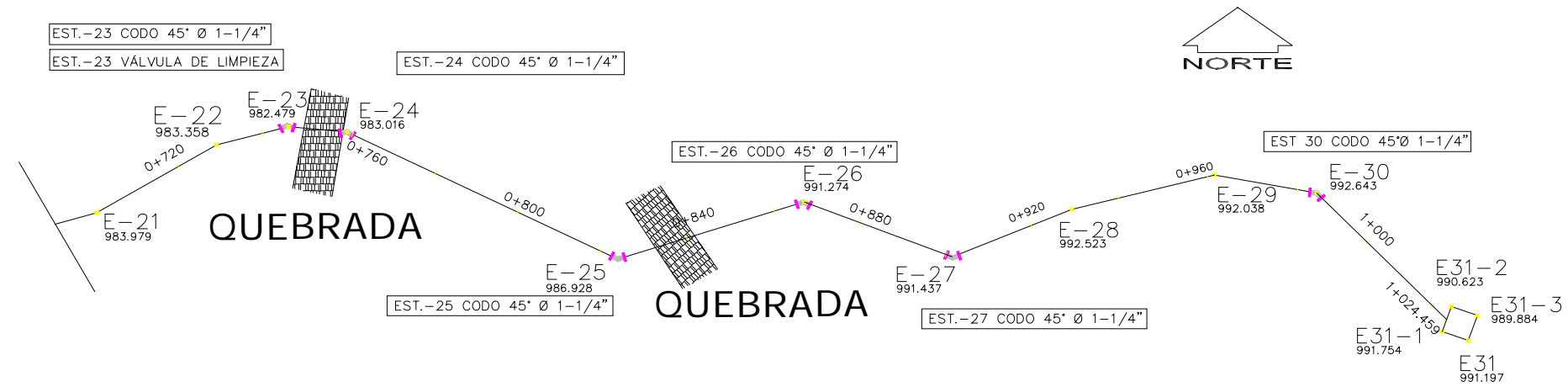


LÍNEA DE CONDUCCIÓN No.1



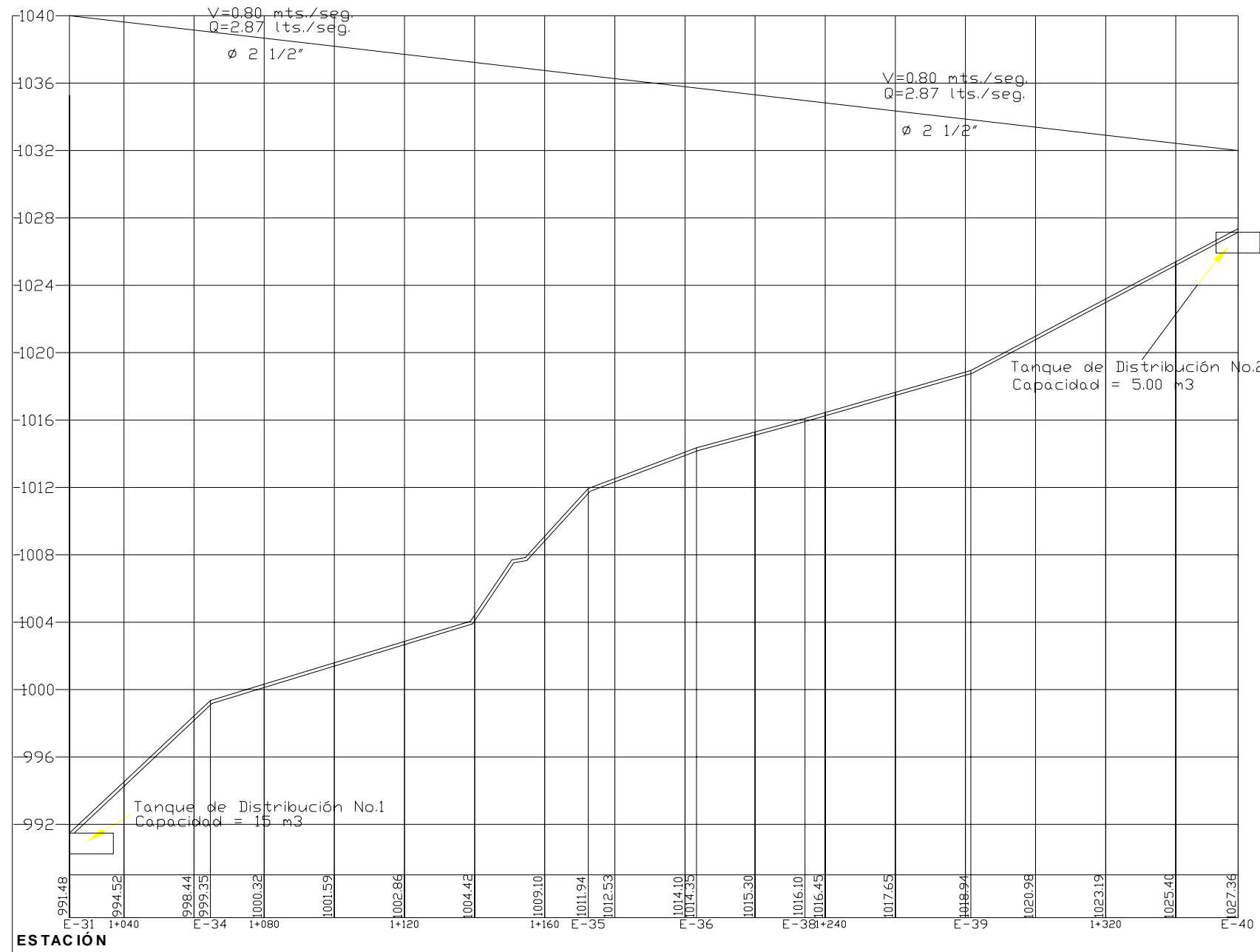
TRAMO	TUBERIA DE 1 1/4" 12 tubos	TUBERIA DE 1 1/4" 10 tubos	TUBERIA DE 1 1/4" 97 tubos 1 1/4" PVC
TUBERIA	PVC ASTM D-2241-74 160 PSI	HG. (CEDULA 20) PESO LIVIANO	PVC ASTM D-2241-74 160 PSI

CONTINUACIÓN LÍNEA DE CONDUCCIÓN No.1

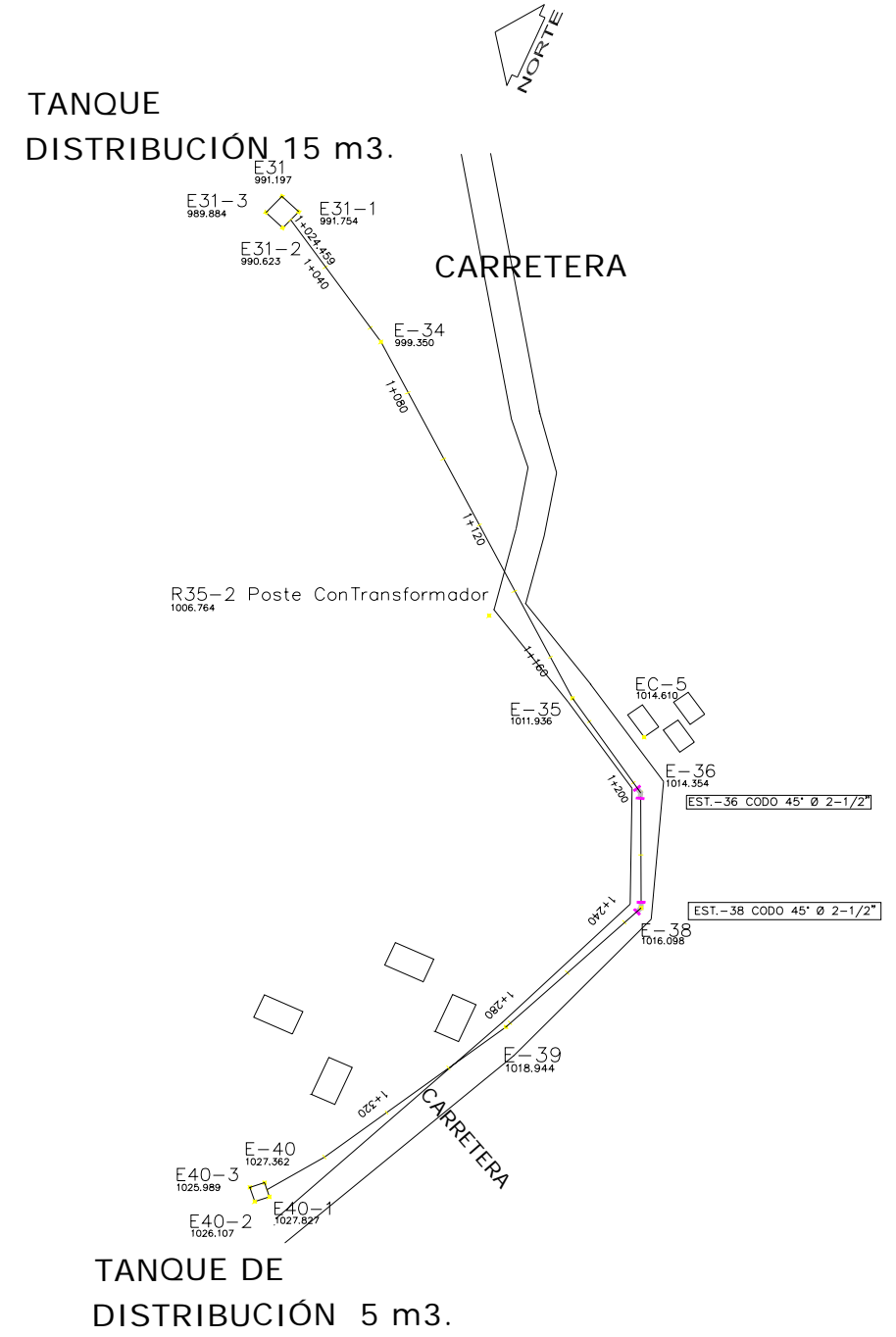


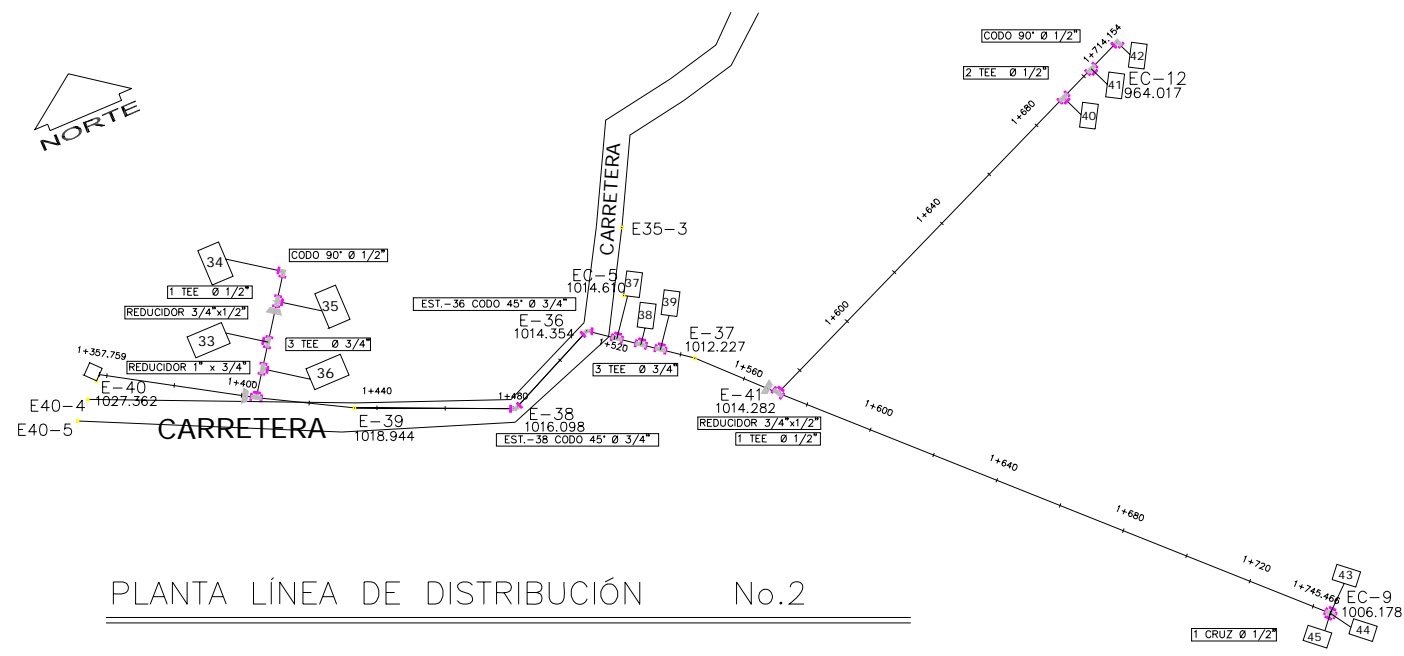
TRAMO TUBERÍA DE 1 1/4" 54 tubos 1 1/4" PVC
TUBERÍA PVC ASTM D-2241-74
 160 PSI

LÍNEA DE CONDUCCIÓN No.2 POR BOMBEO

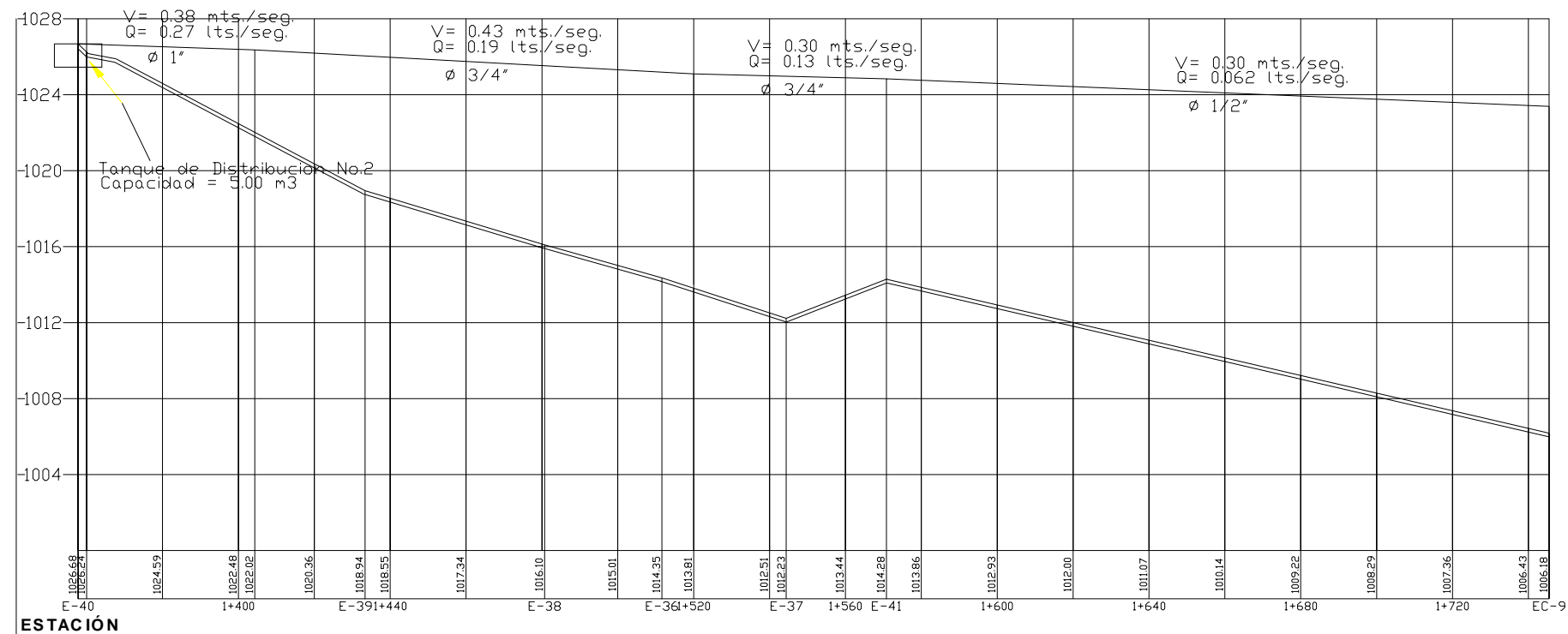


TRAMO TUBERÍA DE 2 1/2" 65 tubos 2 1/2" PVC
TUBERÍA PVC ASTM D-2241-74 160 PSI



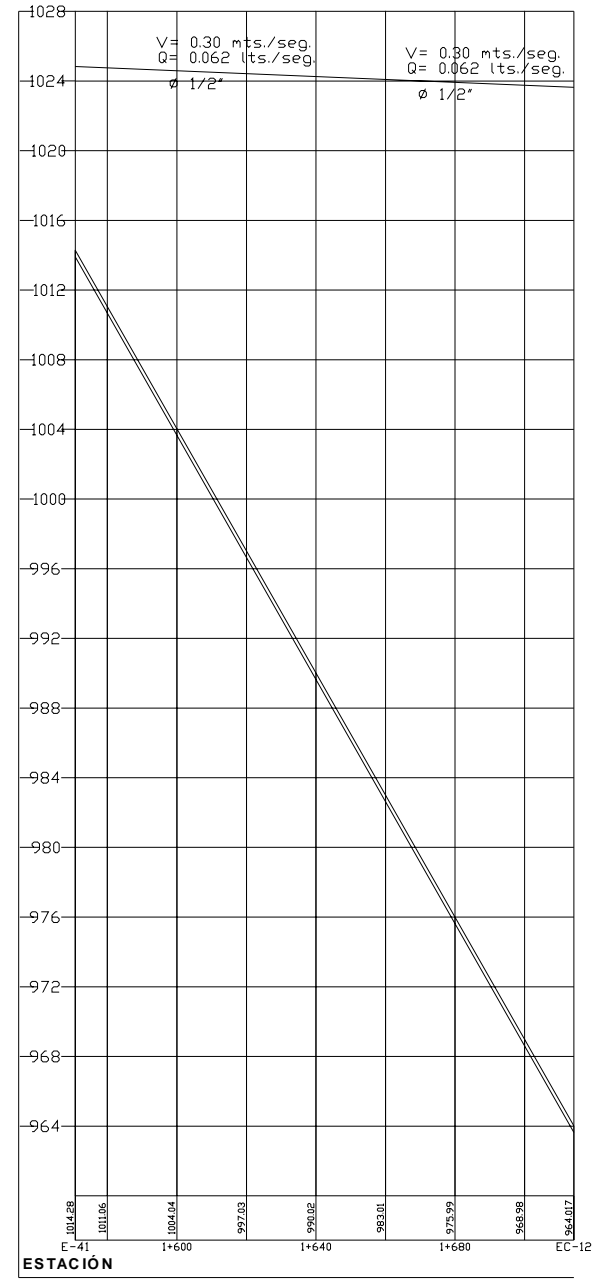


PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN No.2



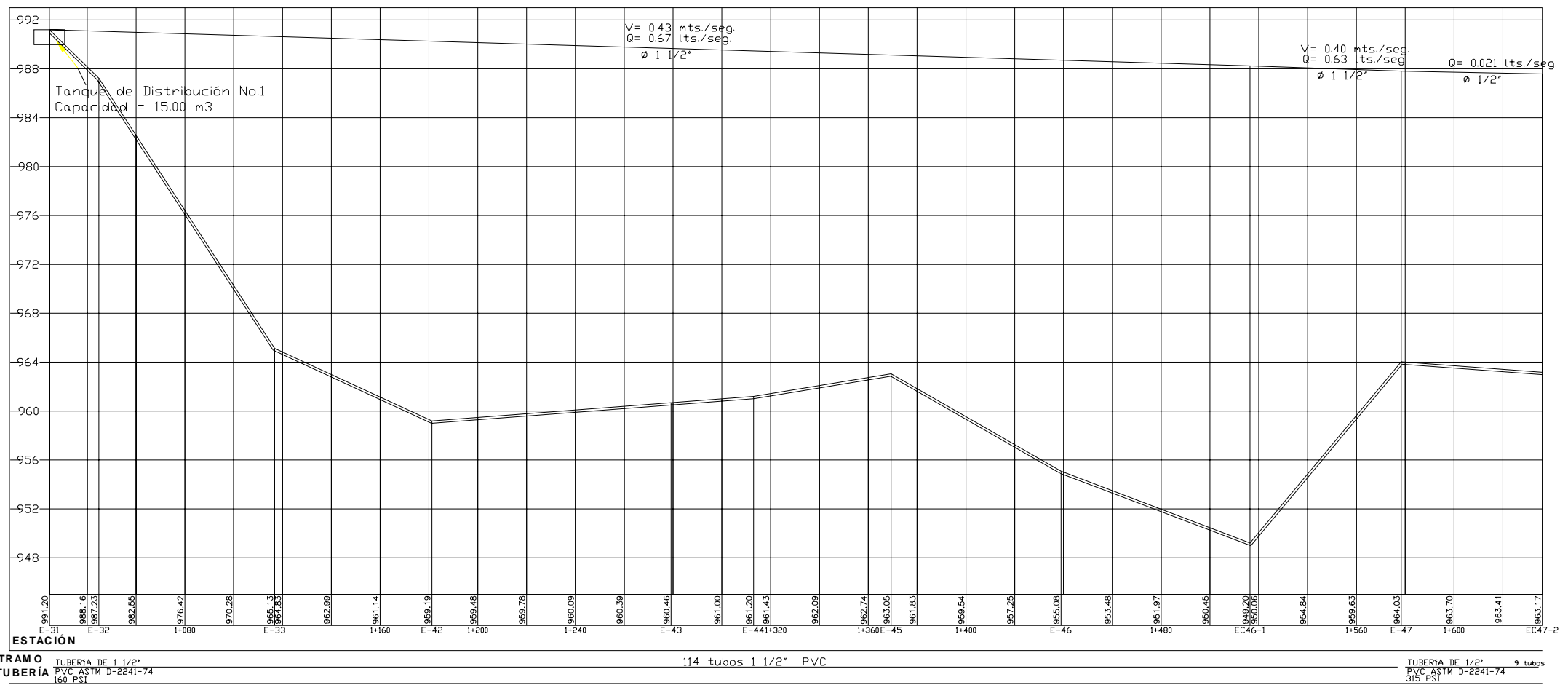
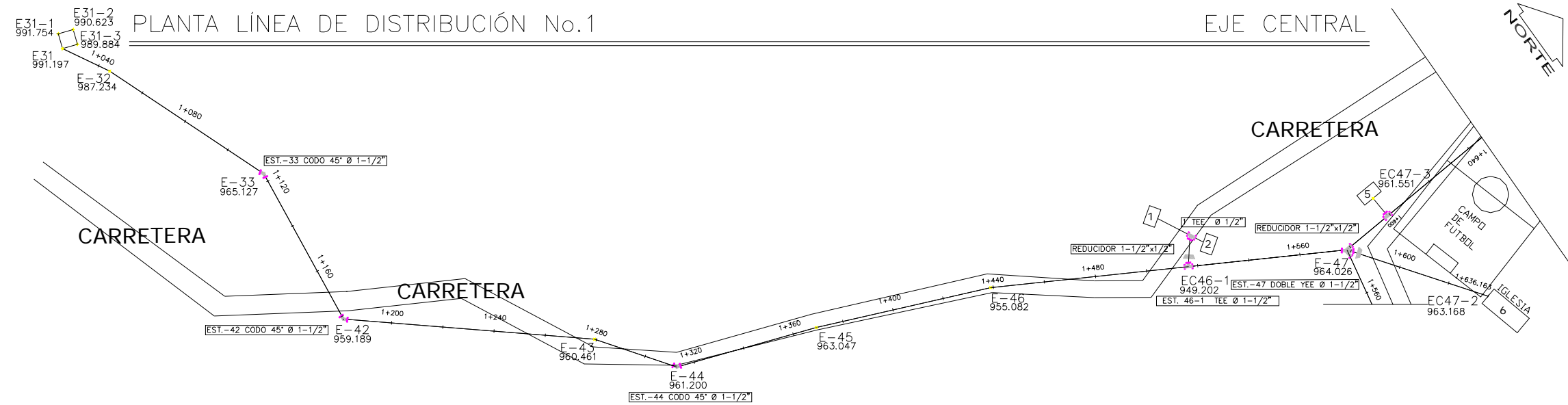
TRAMO	TUBERÍA DE 1" 9 tubos	TUBERÍA DE 3/4"	30 tubos 3/4" PVC	TUBERÍA DE 1/2"	30 tubos 1/2" PVC
TUBERÍA	PVC ASTM D-2241-74 160 PSI	PVC ASTM D-2241-74 250 PSI		PVC ASTM D-2241-74 315 PSI	

PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN No.2

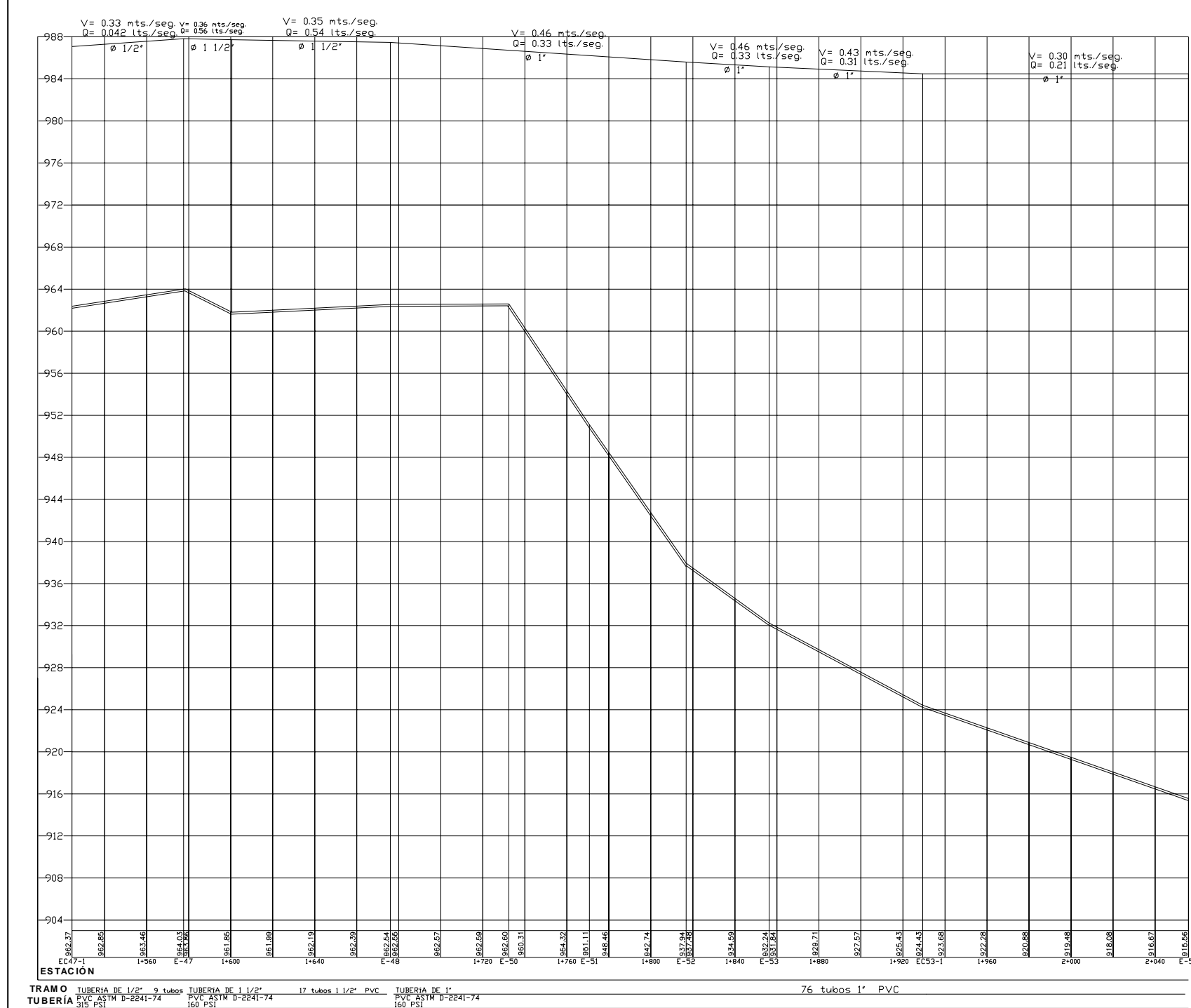


TRAMO	TUBERÍA DE 1/2"	49 tubos 1/2" PVC
TUBERÍA	PVC ASTM D-2241-74 315 PSI	

PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN No.2

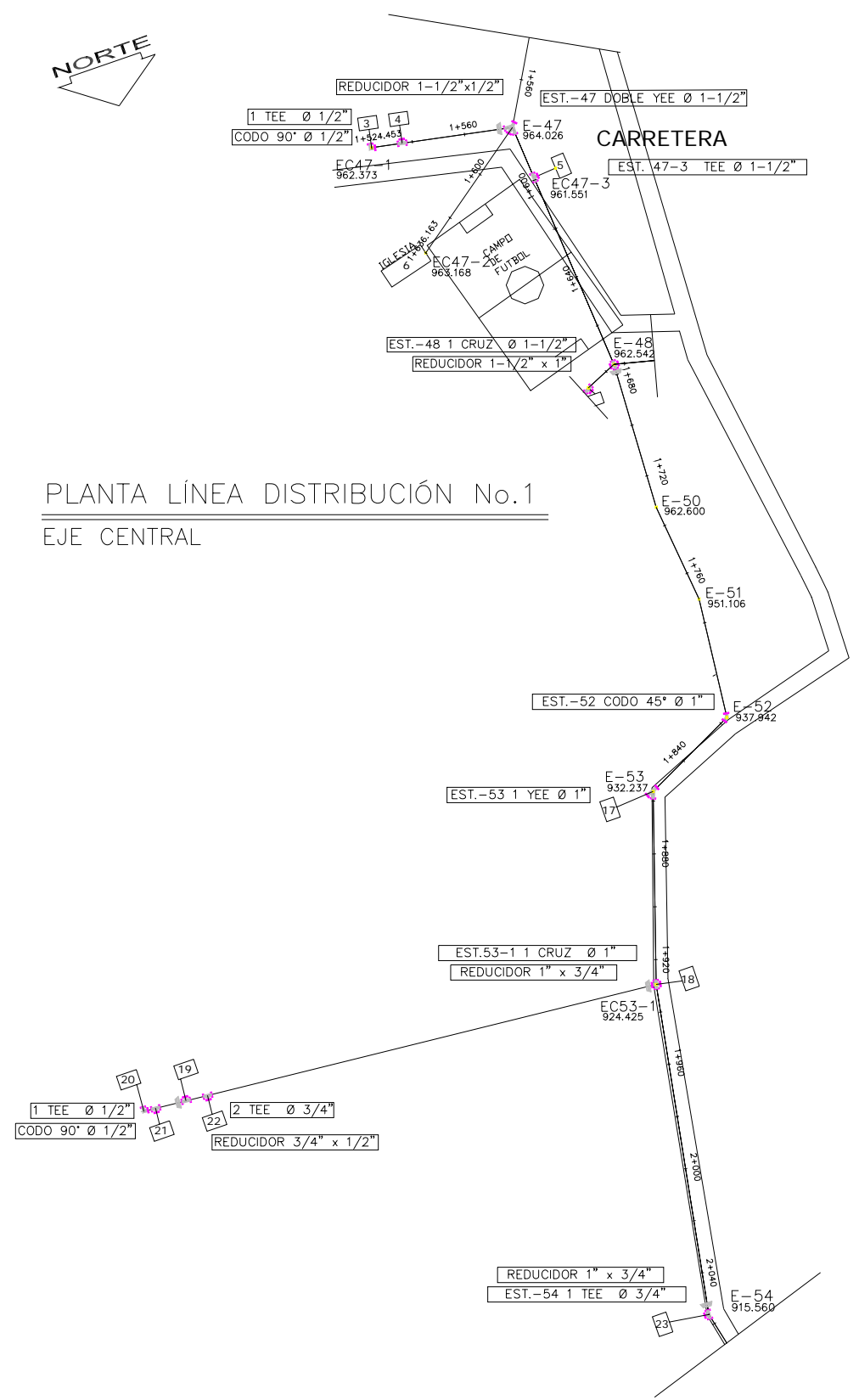


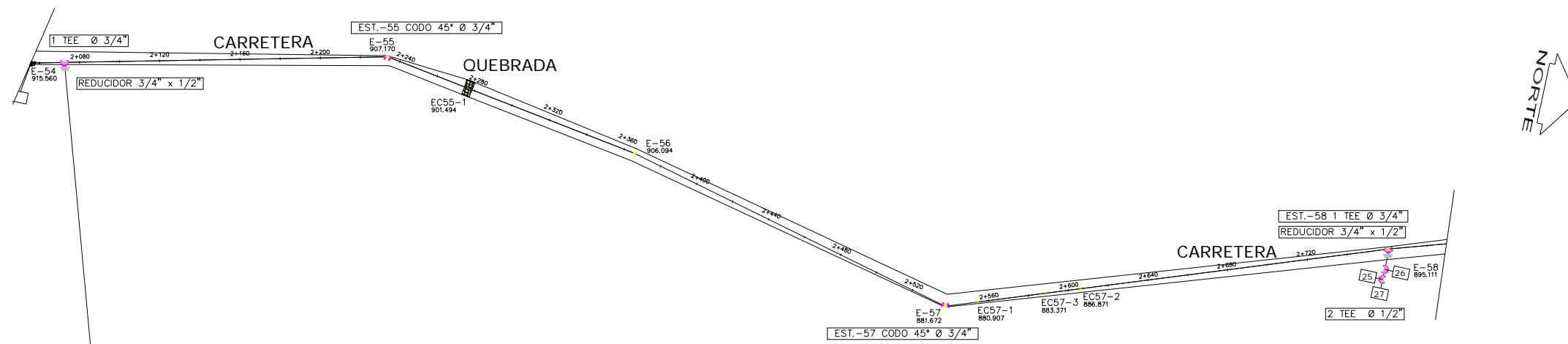
PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN No.1



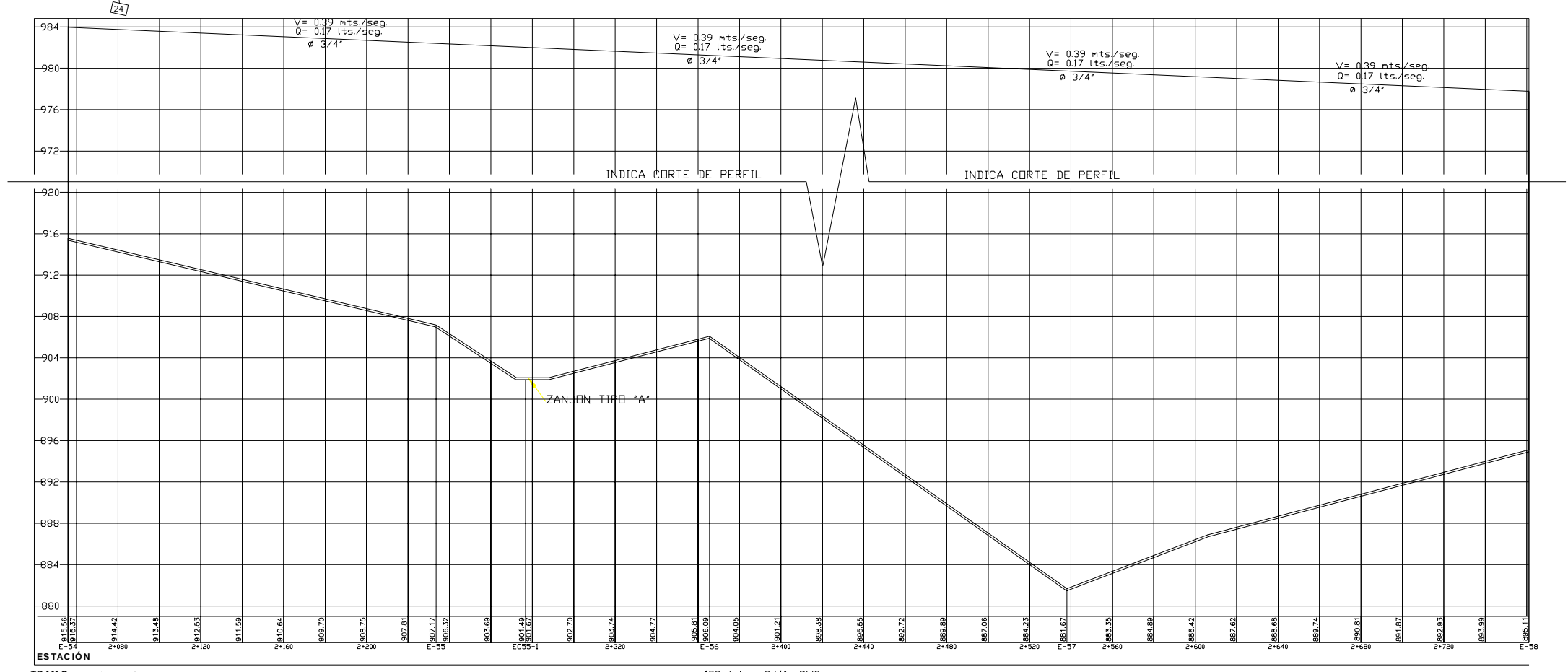
PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN No.1

EJE CENTRAL



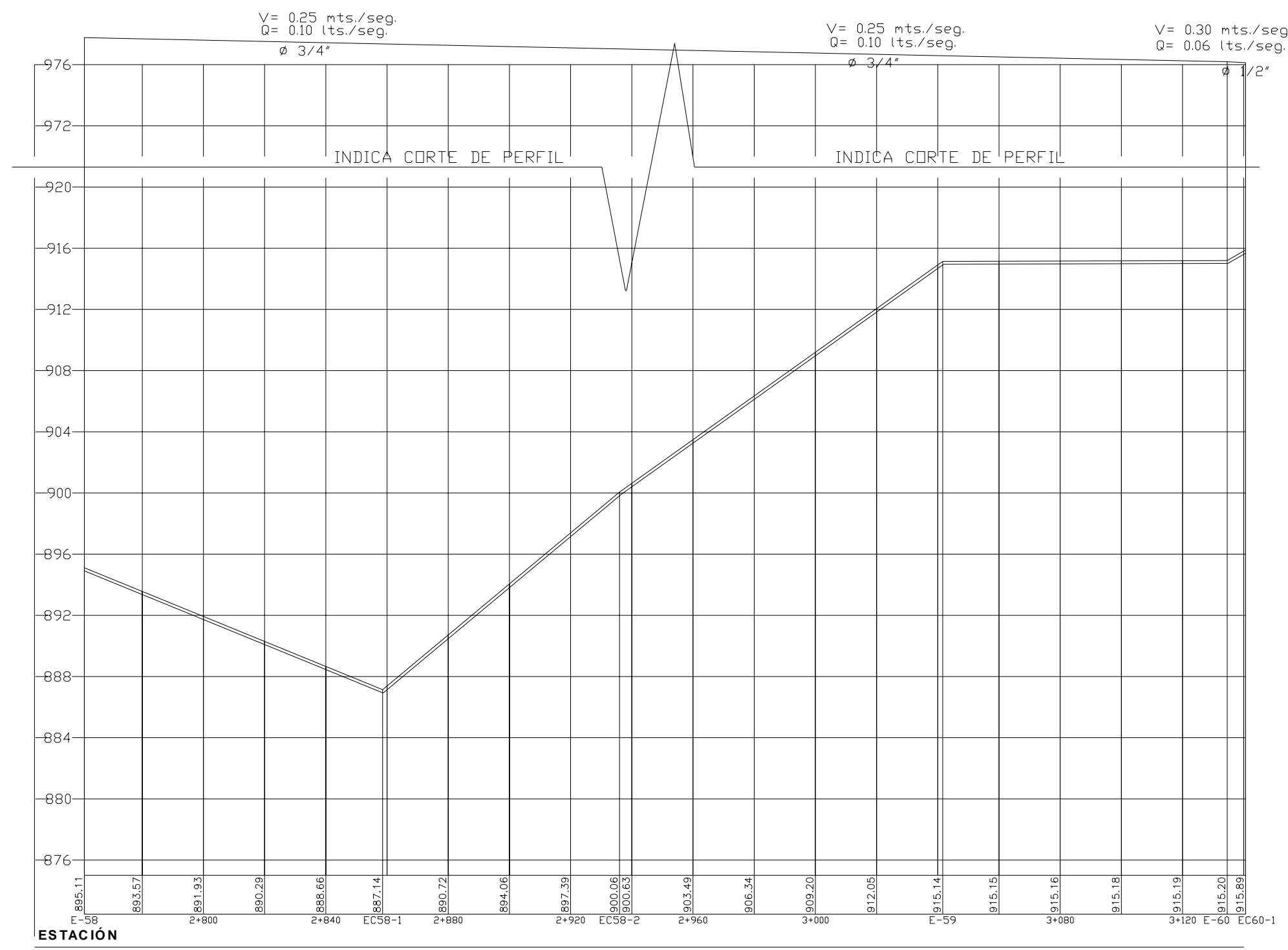


PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN No.1



TRAMO TUBERÍA DE 3/4" PVC ASTM D-2241-74
 TUBERÍA 250 PSI
 129 tubos 3/4" PVC

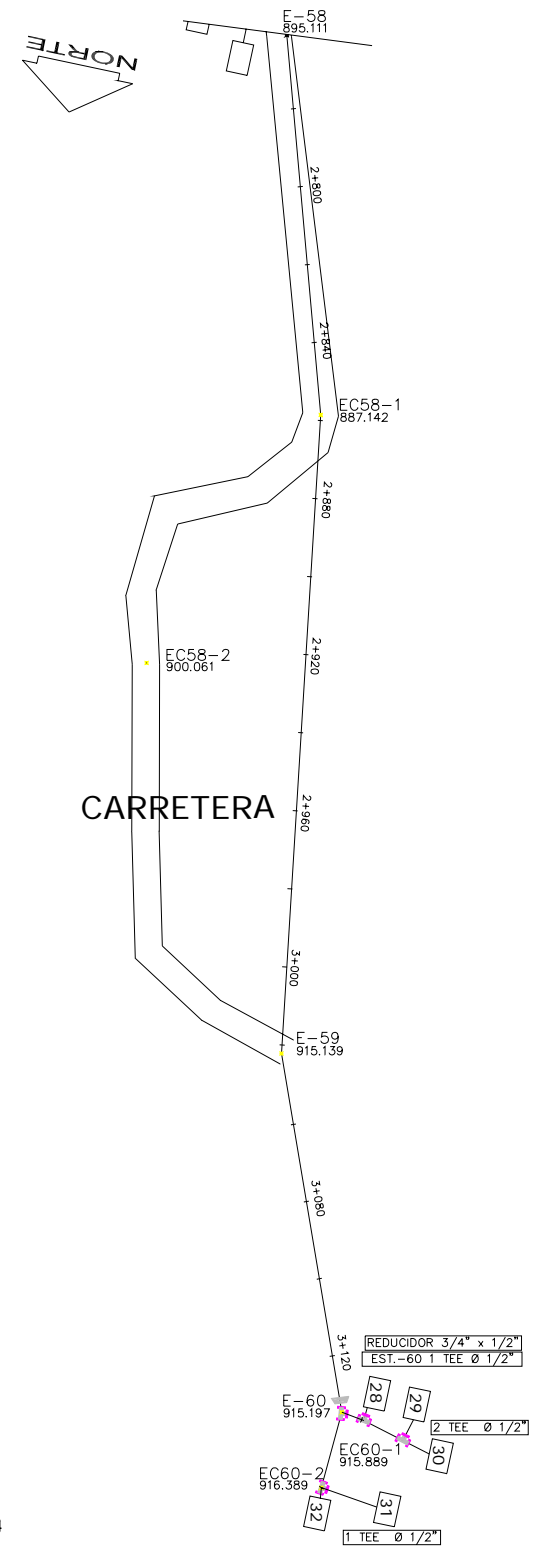
PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN No.1



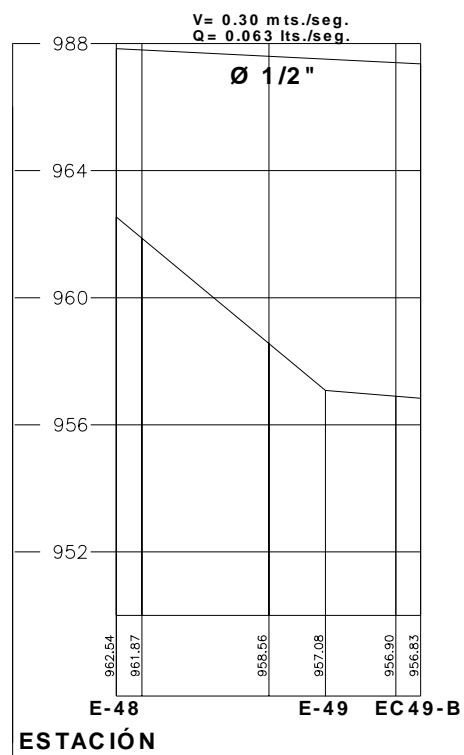
TRAMO TUBERÍA DE 3/4' 72 tubos 3/4' PVC TUBERÍA DE 1/2' PVC ASTM D-2241-74 315 PSI

PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN No.1

EJE CENTRAL



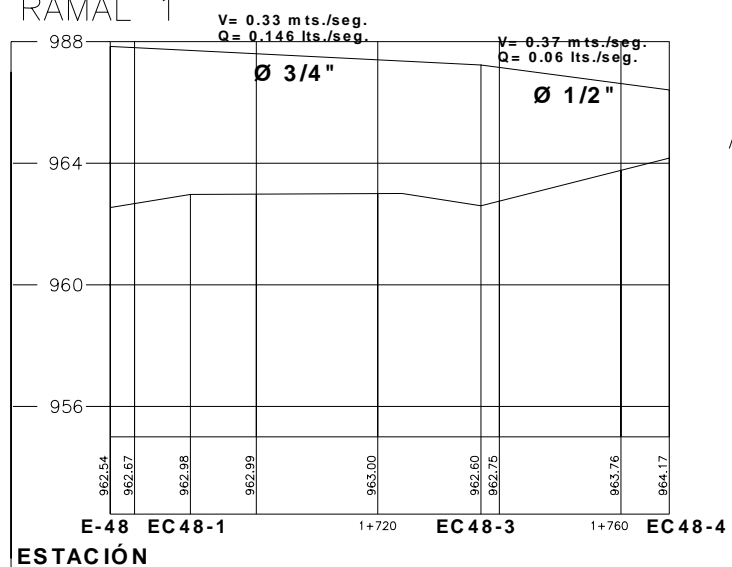
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN No.1
EJE CENTRAL



TRAMO TUBERÍA DE 1/2" 10 tubos
TUBERÍA PVC ASTM D-2241-74 315 PSI

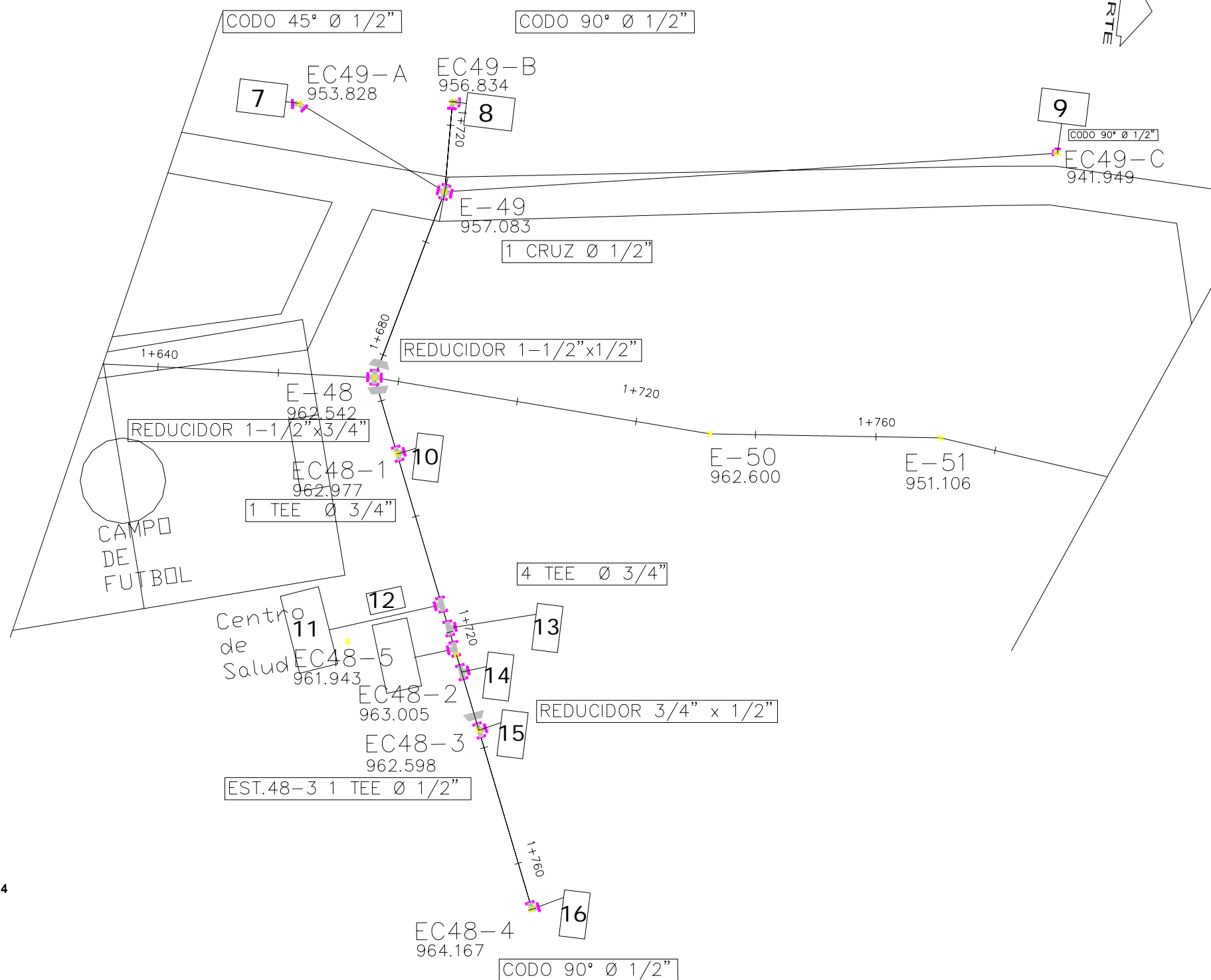
PERFIL LÍNEA DISTRIBUCIÓN No.1

RAMAL 1



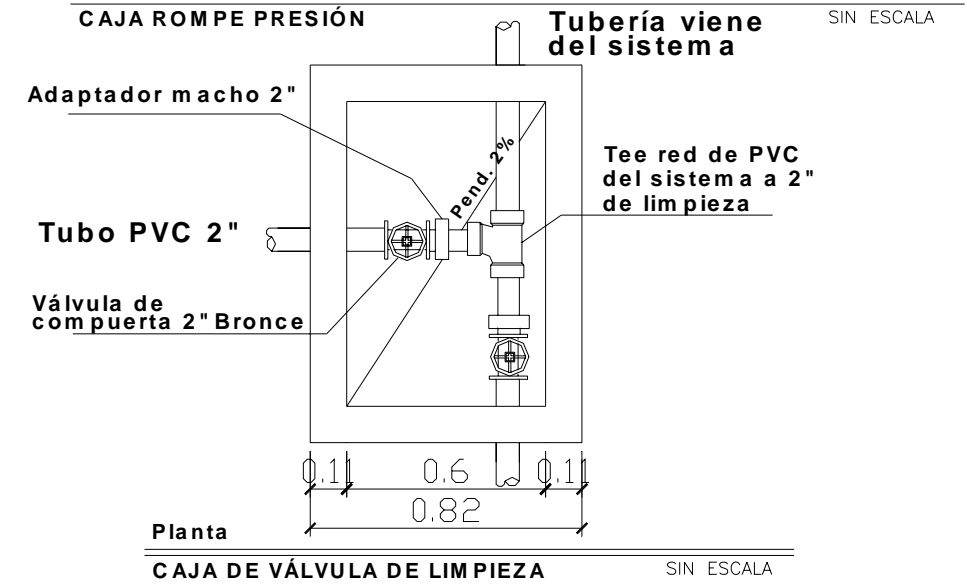
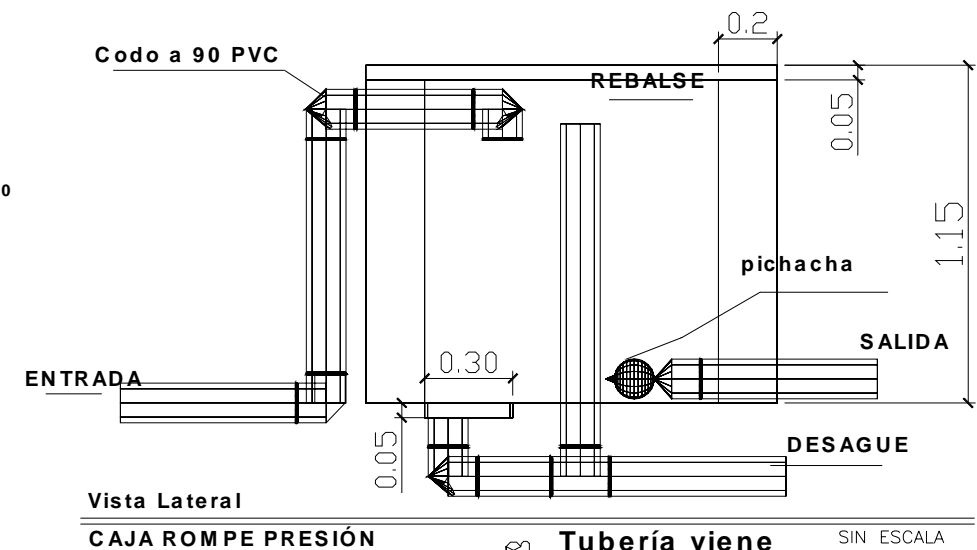
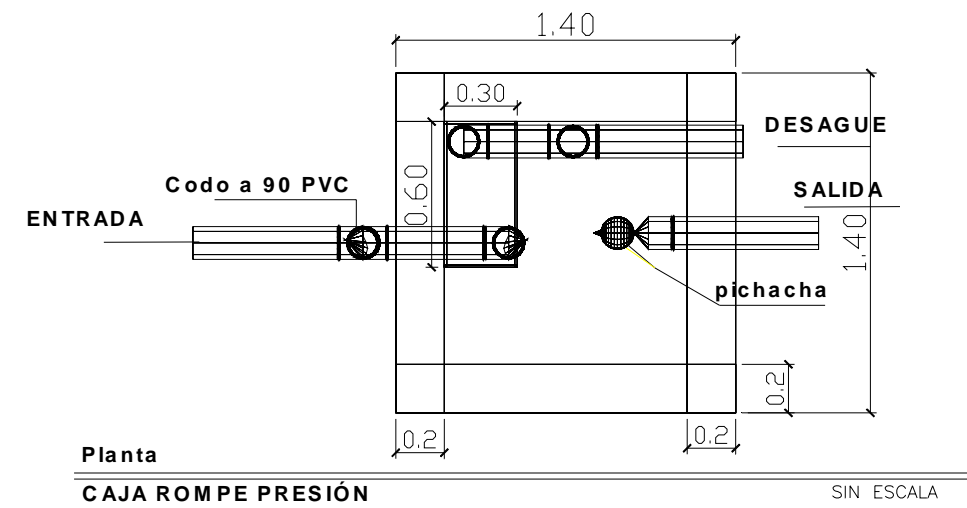
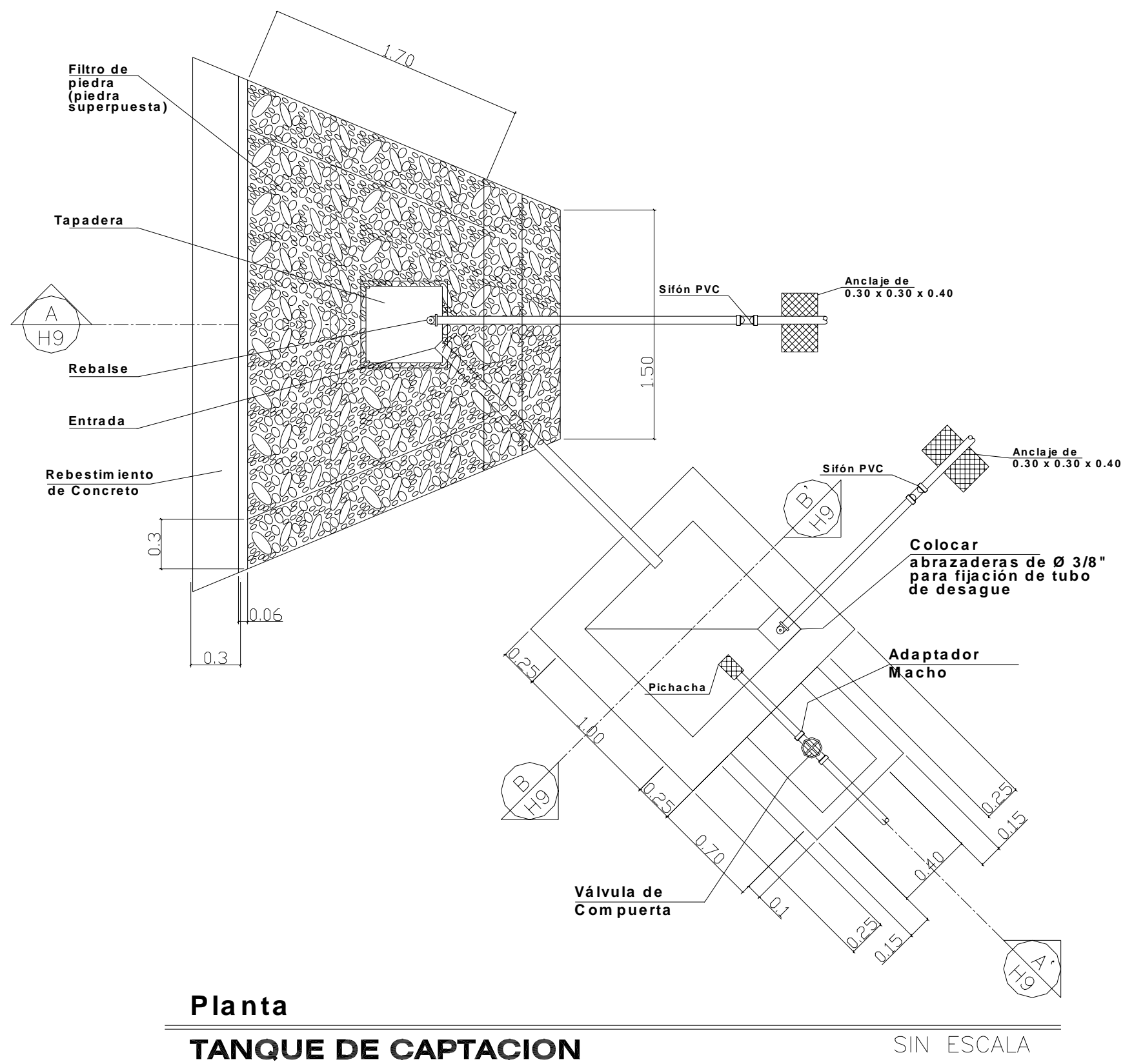
TRAMO TUBERÍA DE 3/4" 11 tubos 3/4" PVC TUBERÍA DE 1/2" 1 tubo 1/2" PVC
TUBERÍA PVC ASTM D-2241-74 250 PSI PVC ASTM D-2241-74 315 PSI

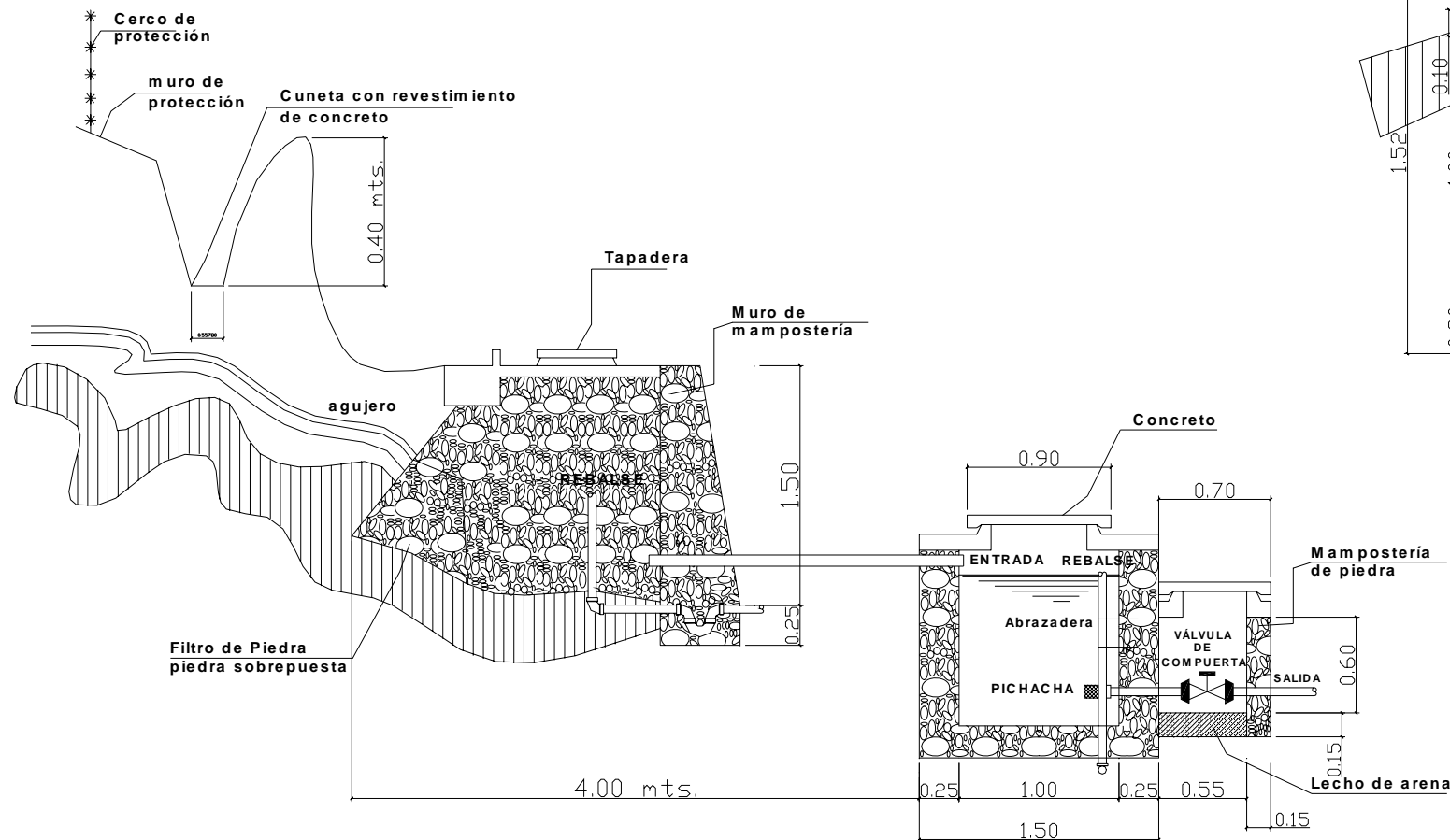
PERFIL LÍNEA DISTRIBUCIÓN No.1
RAMAL 2



PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN No.1

RAMAL 1 Y RAMAL 2



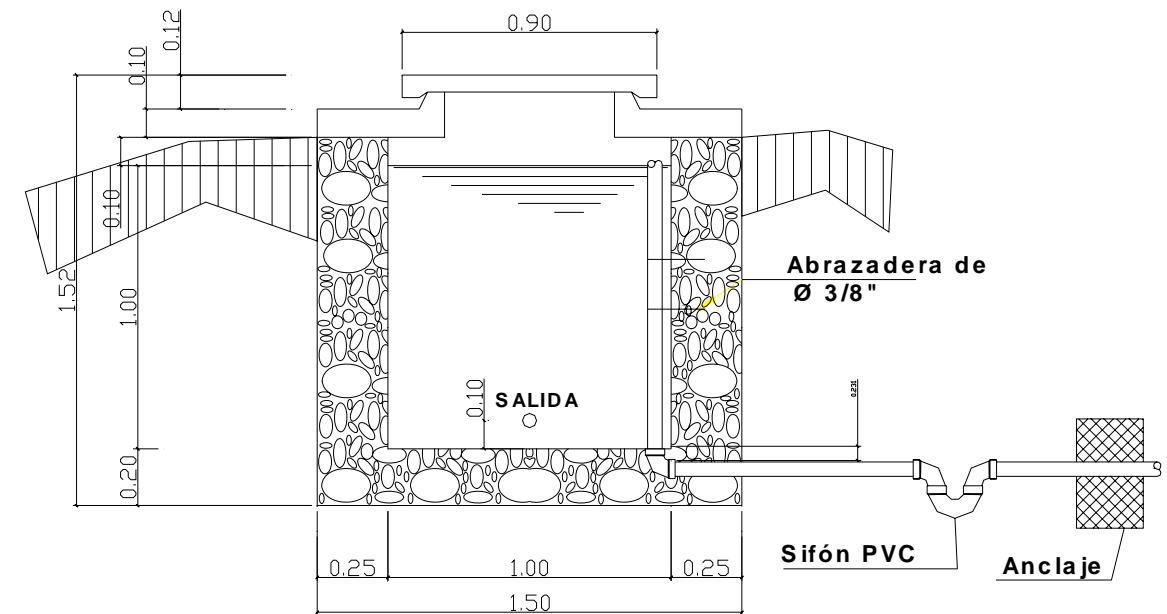


Sección A-A'
TANQUE DE CAPTACIÓN

SIN ESCALA

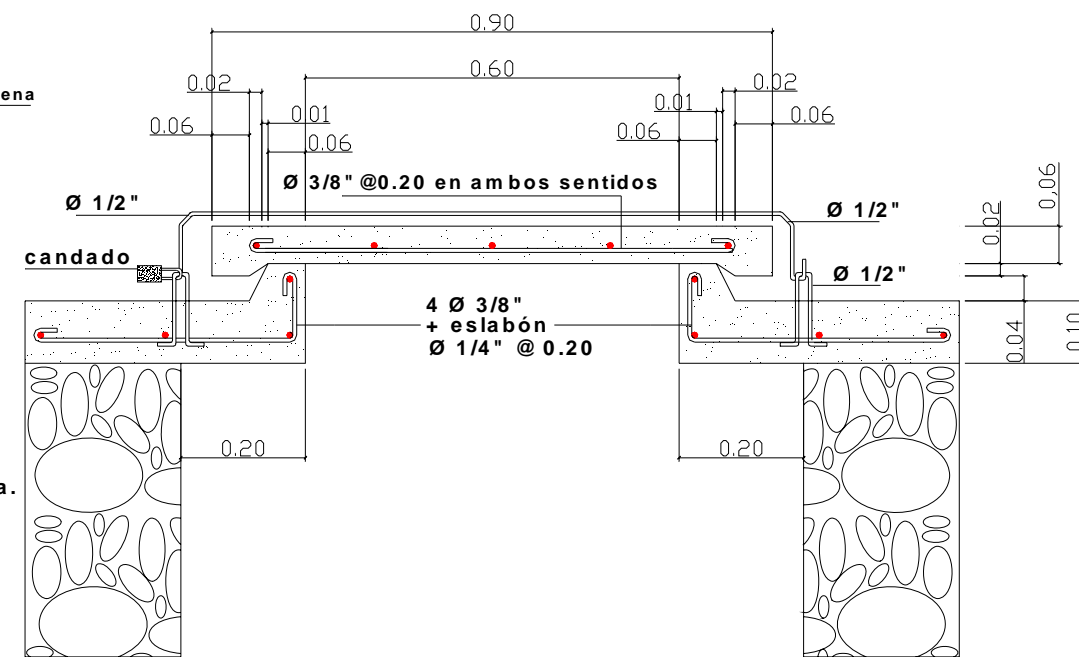
Notas:

- La mampostería de piedra se deberá hacer de la siguiente manera:
33% de mortero
67% de piedra bola
- El mortero se hará en la proporción 1:2 cemento : arena de río
Significa que por una cubeta de cemento, 2 de arena.
También - 1 Saco de cemento.
- 1 Carreta de Arena de río.
- El concreto será en la proporción 1:2:3 cemento : arena de río : piedrín 1/2".
Significa que por una cubeta de cemento, 2 de arena de río y 3 de piedrín de 1/2".
También - 1 Saco de cemento.
- 1 Carreta de Arena de río.
- 1 1/2 Carreta de piedrín de 1/2".
- Se repellará en el interior con sabieta proporción 1:2 cemento : arena de río con un recubrimiento mínimo de 1.5 cms. y alizado interior y exterior.
Significa que por una cubeta de cemento, 2 de arena.
También - 1 Saco de cemento.
- 1 Carreta de Arena de río.
- En las tapaderas se dejará un desnivel necesario para drenar el agua de lluvia.
- El terreno bajo la losa del piso deberá ser perfectamente apisonado.
- Se realizará un alizado interior de cemento y arena de río en proporción 1:1, para impermeabilizar las paredes internas del tanque.
- Se utilizará Acero de grado 40.



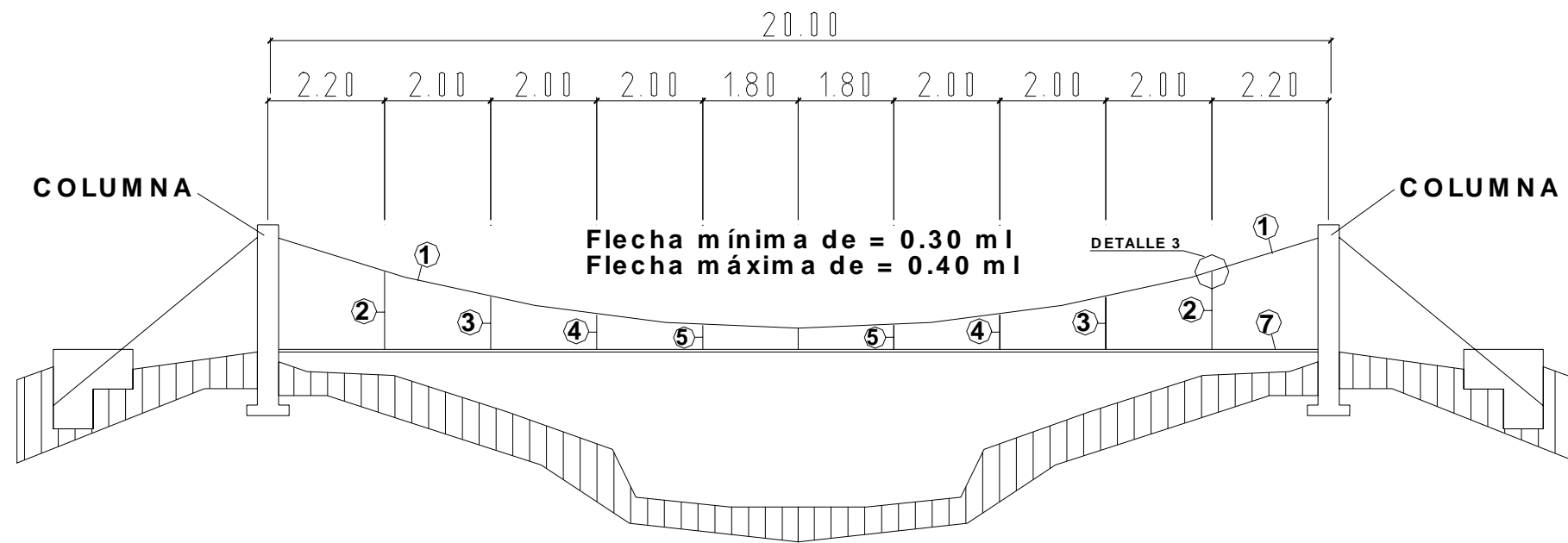
Sección B-B'
TANQUE DE CAPTACIÓN

SIN ESCALA



Detalle de Tapadera

SIN ESCALA

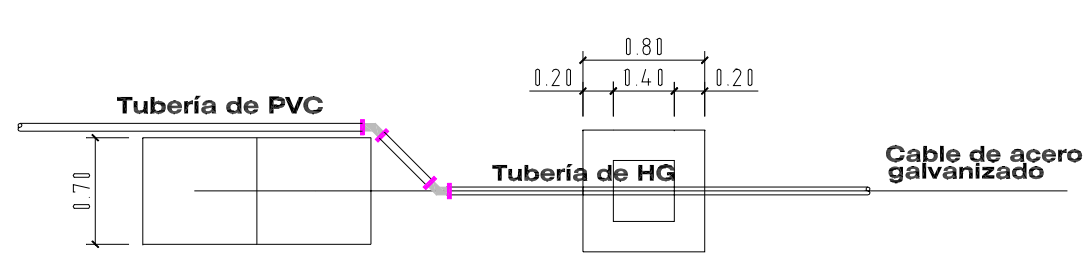


No.	Cantidad	Descripción Paso Aéreo 20.00 mts. de Luz
①	1	Cable tirante L=34 mts. Ø 3/8"
②	2	Cable de suspensión L=3.00 mts. Ø 1/4"
③	2	Cable de suspensión L=2.2 mts. Ø 1/4"
④	2	Cable de suspensión L=1.4 mts. Ø 1/4"
⑤	2	Cable de suspensión L=1.0 mts. Ø 1/4"
⑥	1	Cable de suspensión L=0.80 mts. Ø 1/4"
⑦	4	Tubo de HG L=24 mts.
Detalle 3	9	Guarda Cable Ø 1/4"
Detalle 1	2	Guarda Cable Ø 3/8"

Elevación Lateral

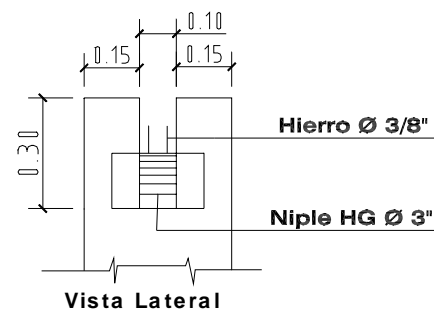
PASO AÉREO 20.00 mts. DE LUZ

SIN ESCALA

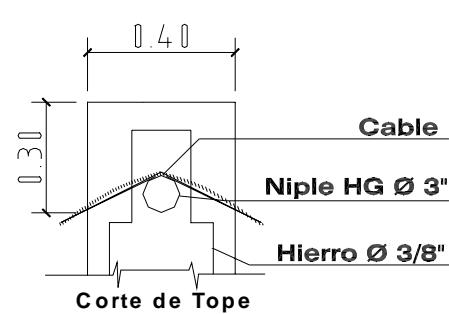


Plant, Anclaje PASO AEREO

SIN ESCALA



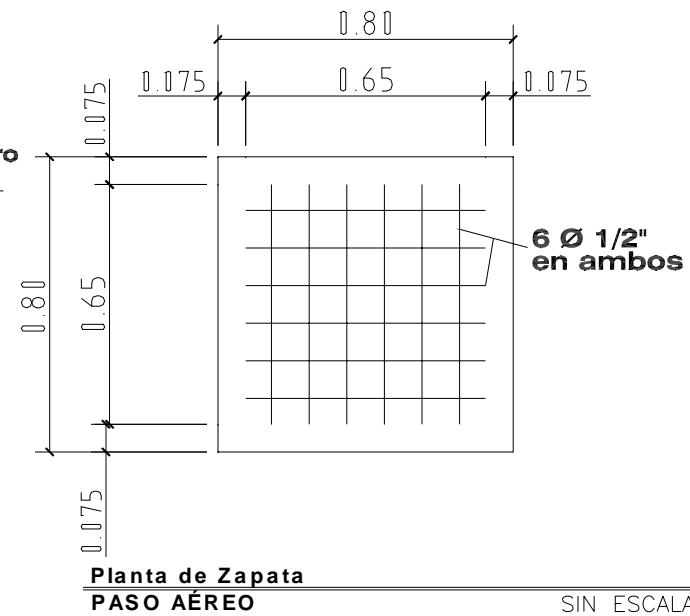
Vista Lateral



Corte de Tope

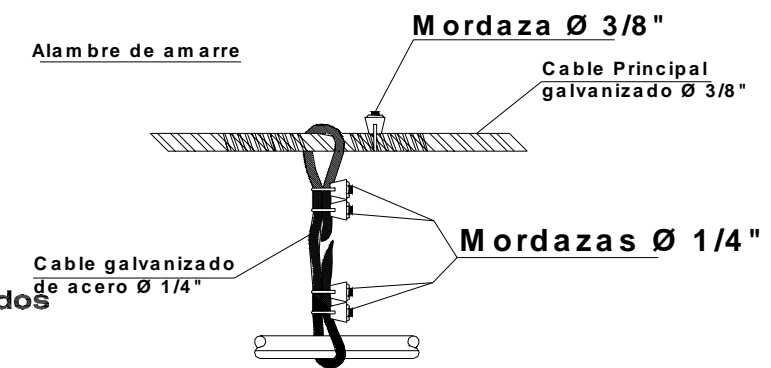
Detalle de Tope de la Torre DETALLE 2, PASO AEREO

SIN ESCALA



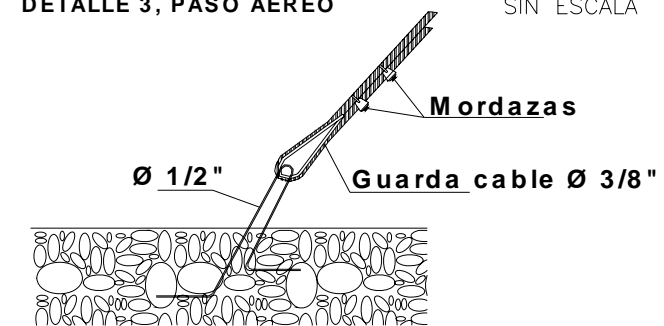
Planta de Zapata PASO AEREO

SIN ESCALA



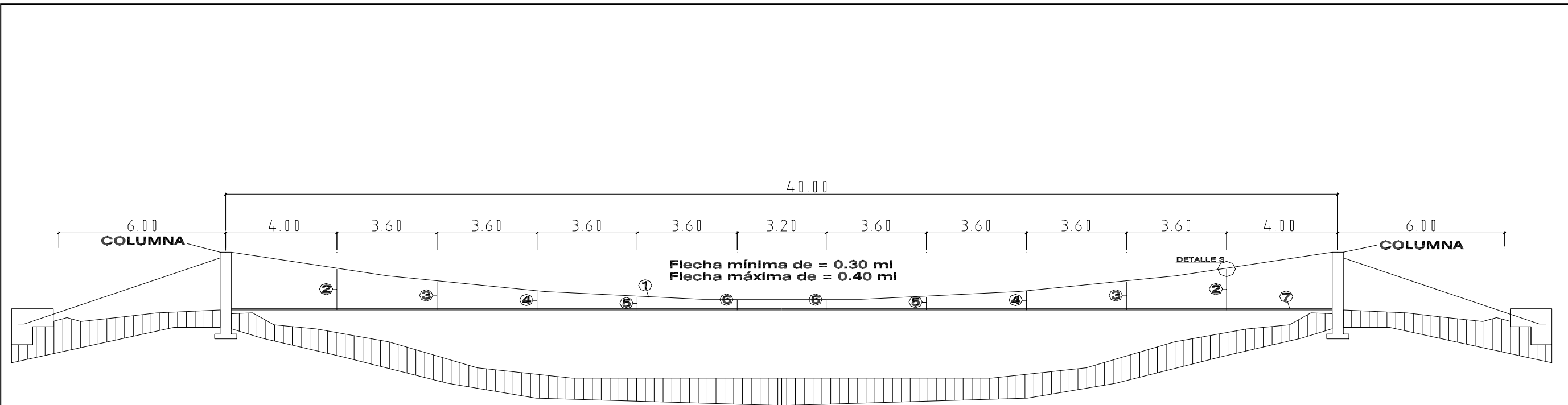
Detalle de Suspensión DETALLE 3, PASO AEREO

SIN ESCALA



Detalle de Anclaje DETALLE 1, PASO AEREO

SIN ESCALA

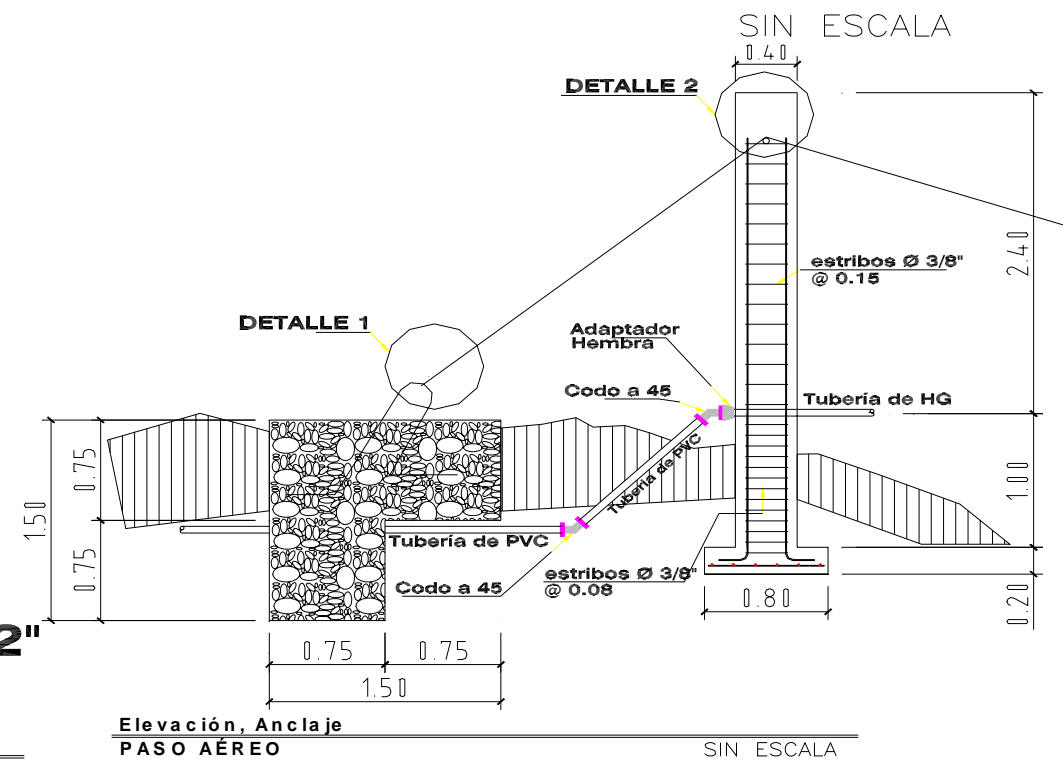
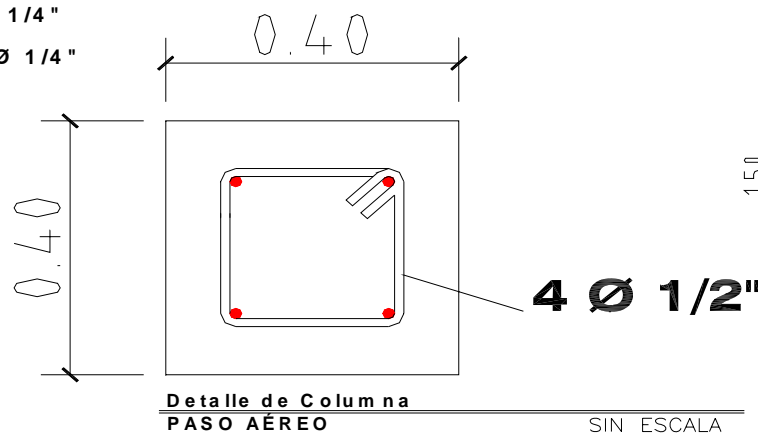


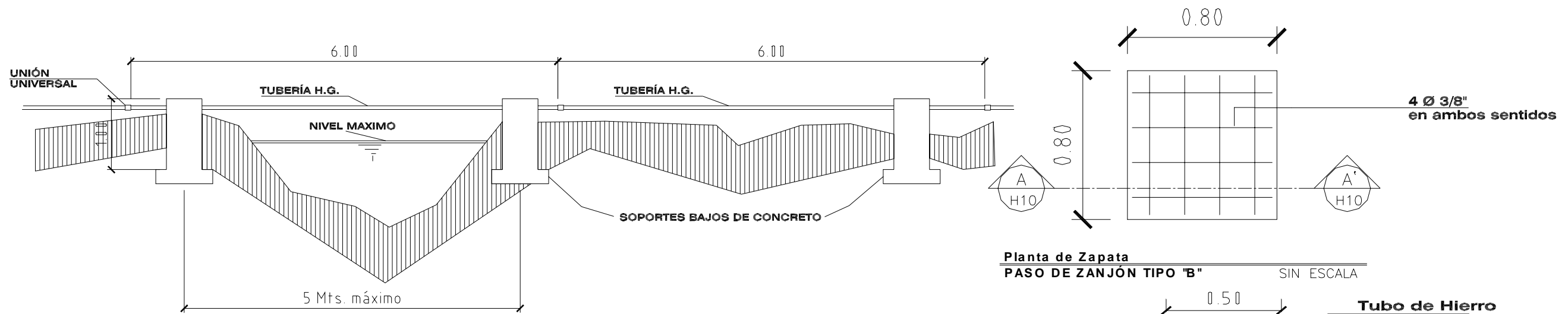
Elevación Lateral

PASO AÉREO 40.00 mts. DE LUZ

No.	Cantidad	Descripción Paso Aéreo 40.00 mts. de Luz
①	1	Cable tirante L=60 mts. Ø 3/8"
②	2	Cable de suspensión L=3.6 mts. Ø 1/4"
③	2	Cable de suspensión L=3.0 mts. Ø 1/4"
④	2	Cable de suspensión L=2.40 mts. Ø 1/4"
⑤	2	Cable de suspensión L=1.6 mts. Ø 1/4"
⑥	2	Cable de suspensión L=0.80 mts. Ø 1/4"
⑦	7	Tubo de HG L=42 mts.
Detalle 3	10	Guarda Cable Ø 1/4"
Detalle 1	2	Guarda Cable Ø 3/8"

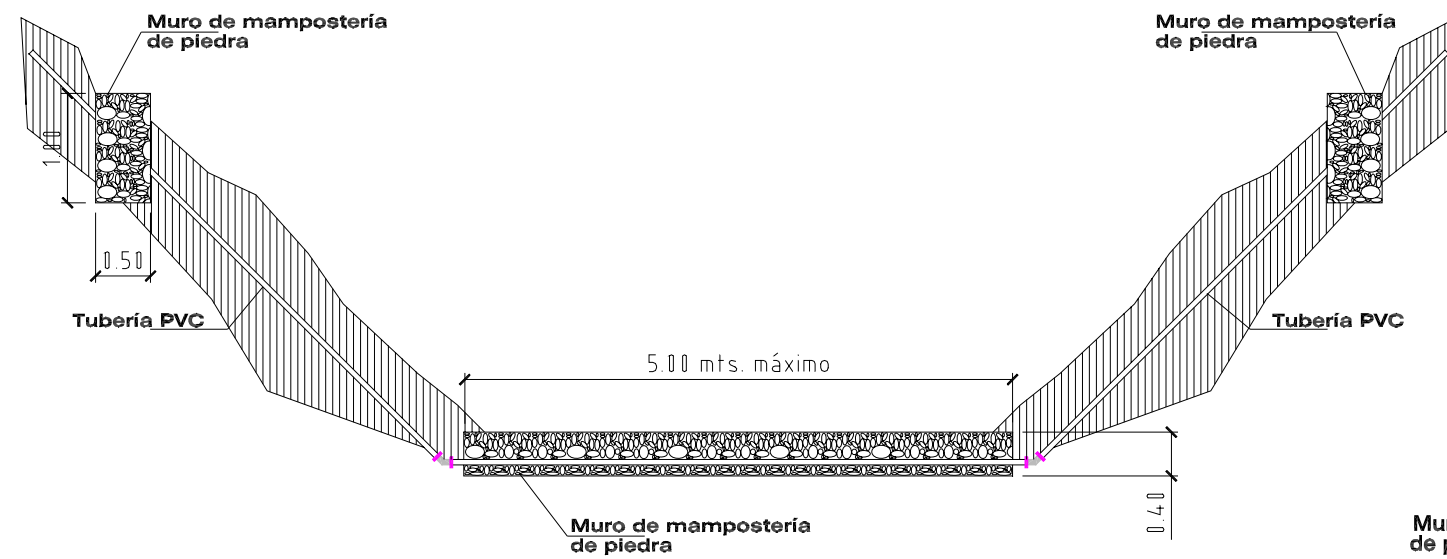
Nota: Cuando la profundidad del zanjón es mayor de 20.00 mts. se deberá colocar cable rompe viento.





Elevación Lateral
ZANJÓN TIPO "B"

SIN ESCALA

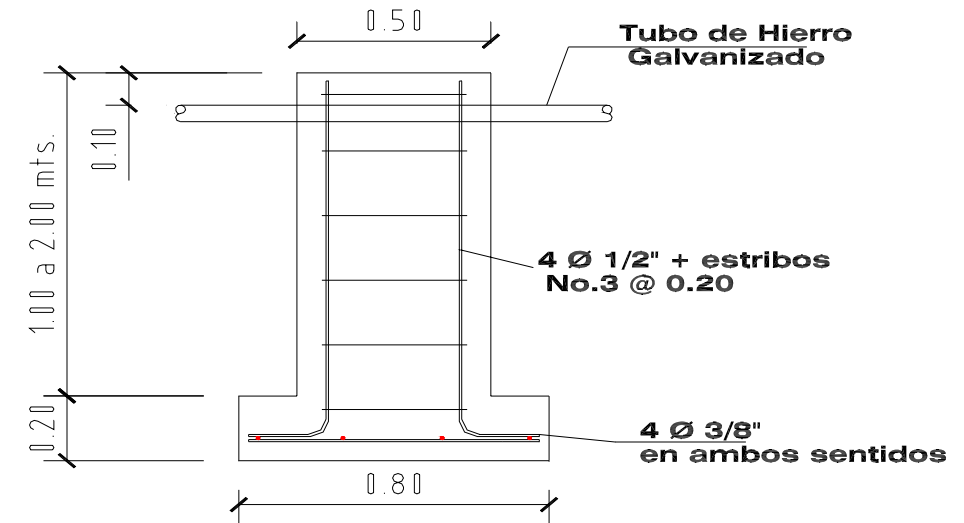


Elevación Lateral
ZANJÓN TIPO "A"

SIN ESCALA

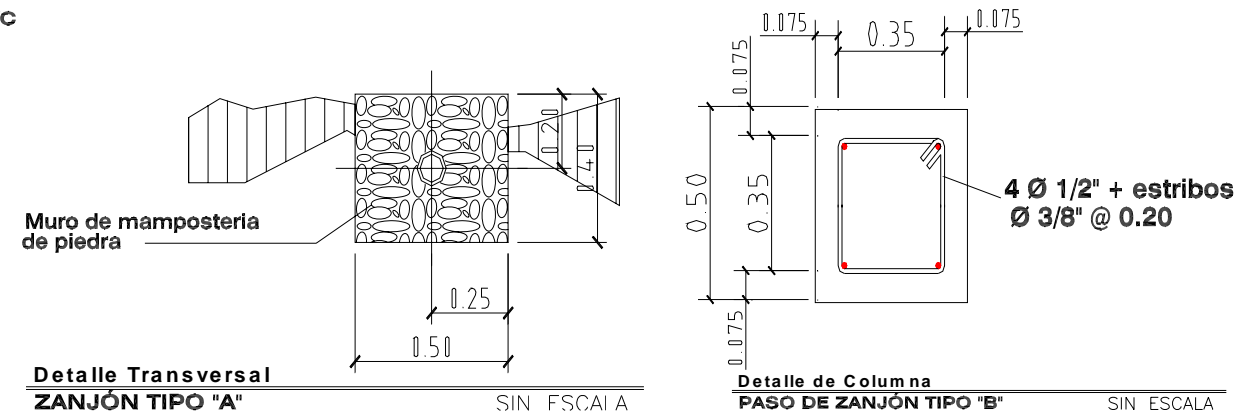
Planta de Zapata
PASO DE ZANJÓN TIPO "B"

SIN ESCALA



Sección A-A'
PASO DE ZANJÓN TIPO "B"

SIN ESCALA

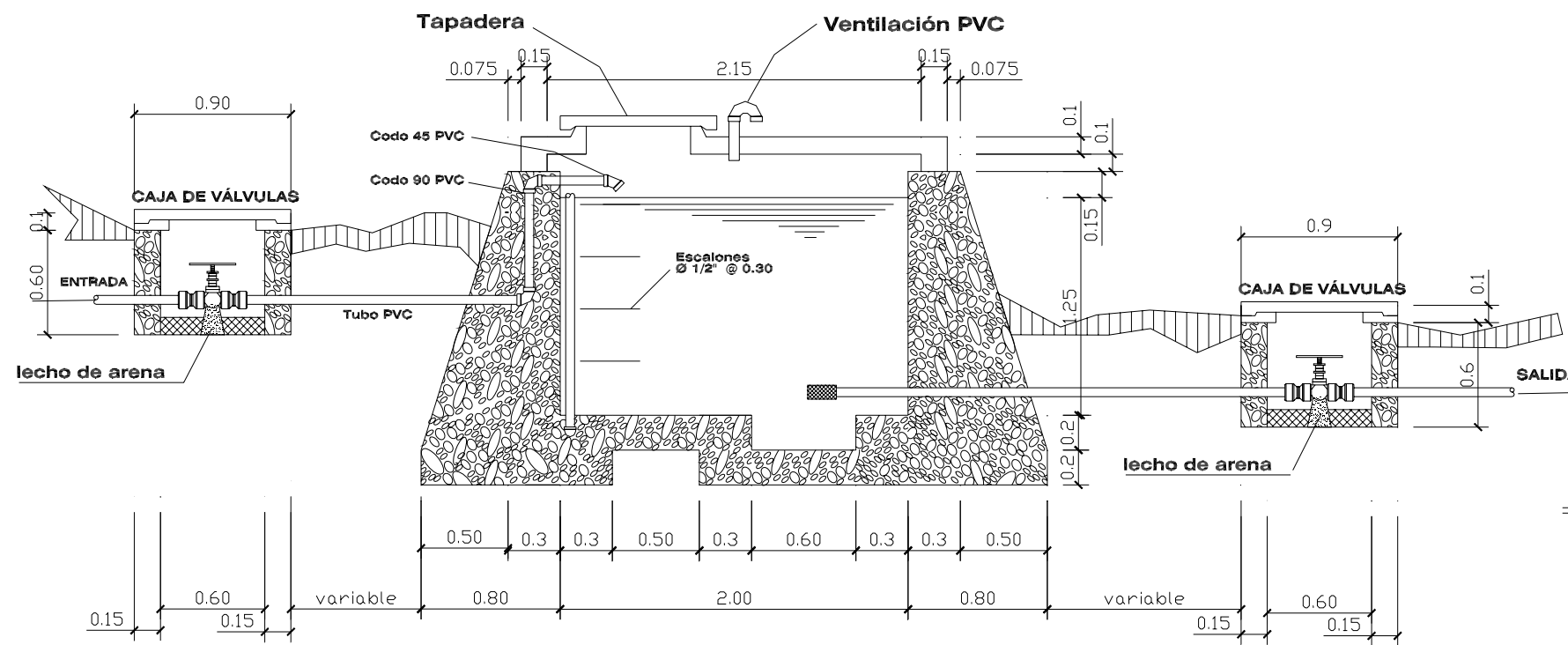


Detalle Transversal
ZANJÓN TIPO "A"

SIN ESCALA

Detalle de Columna
PASO DE ZANJÓN TIPO "B"

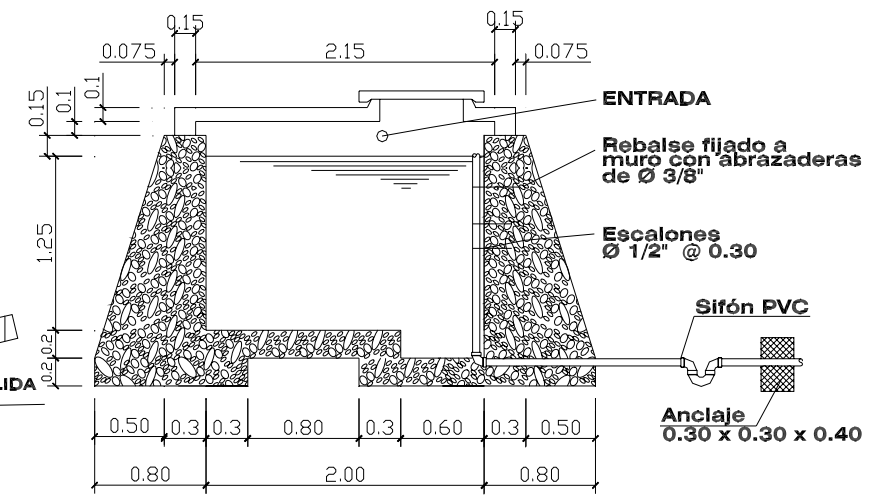
SIN ESCALA



Sección A-A'

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 5 M3

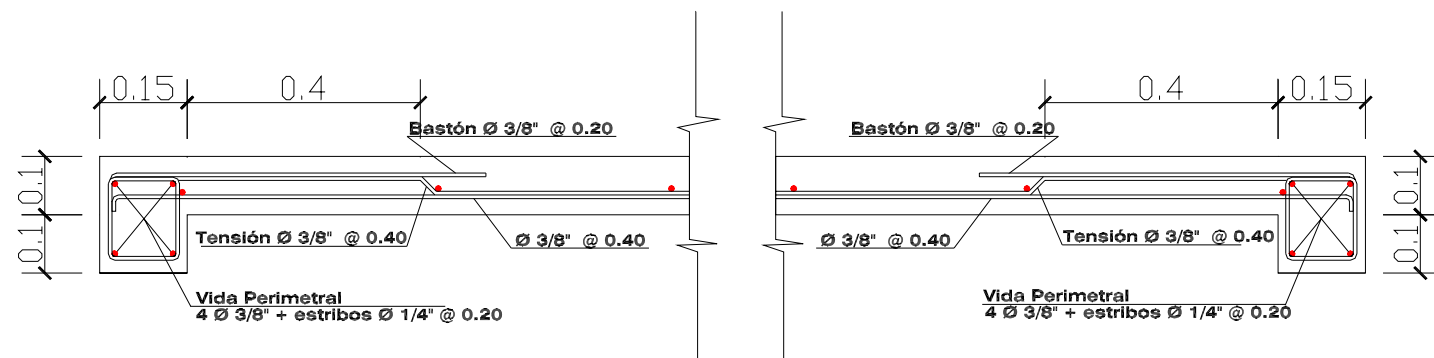
SIN ESCALA



Sección B-B'

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 5 M3

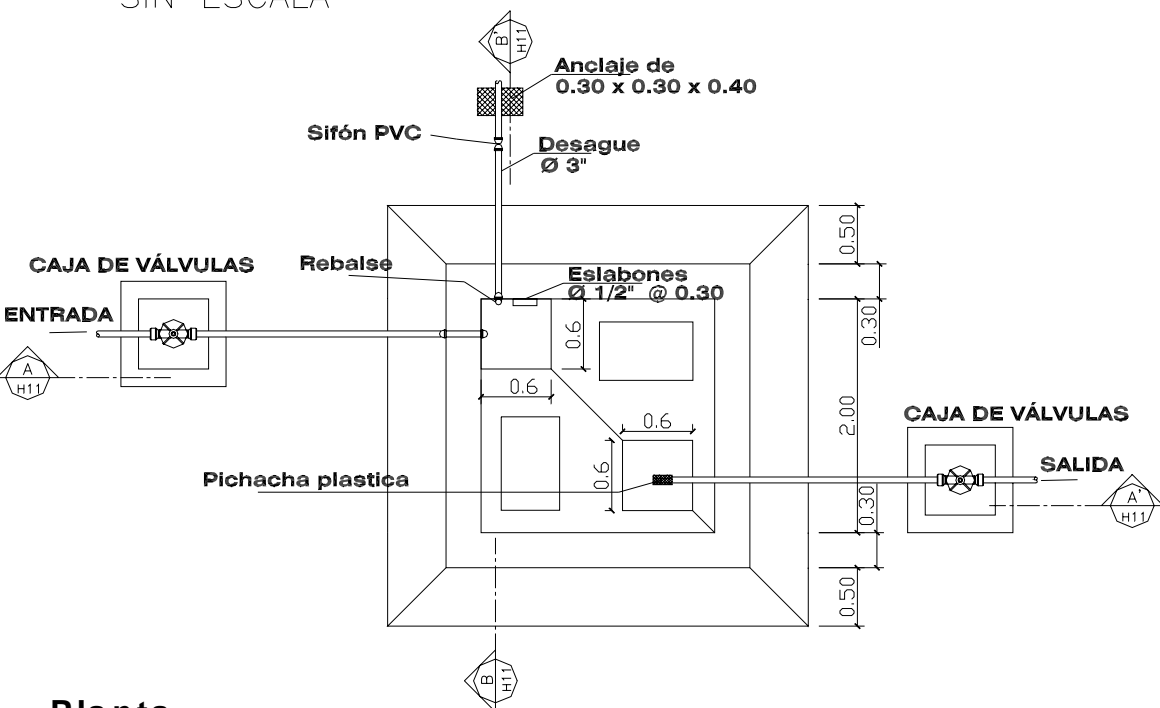
SIN ESCALA



Detalle de Armado de Losa

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 5 M3

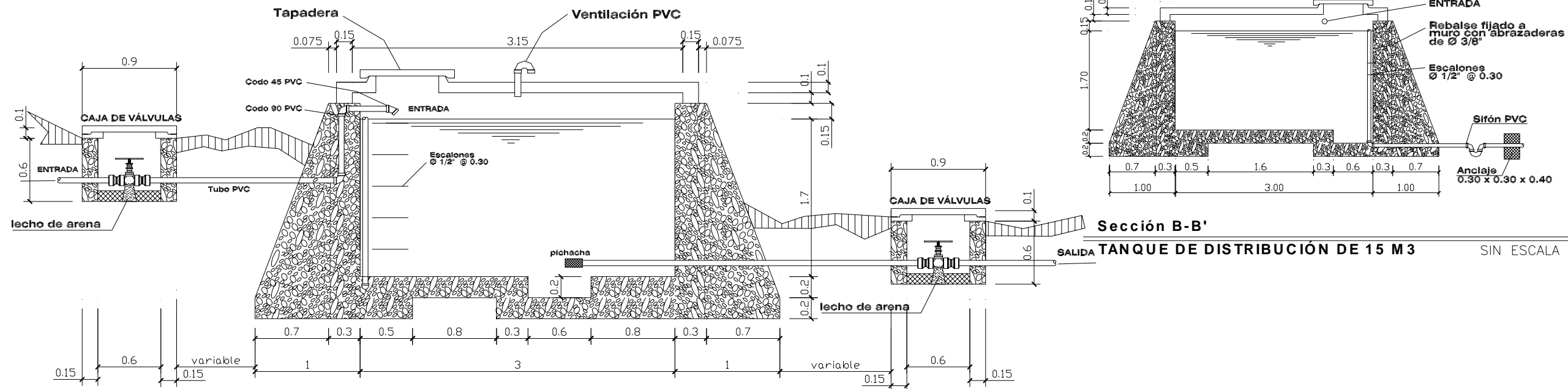
ESCALA 1:10



Planta

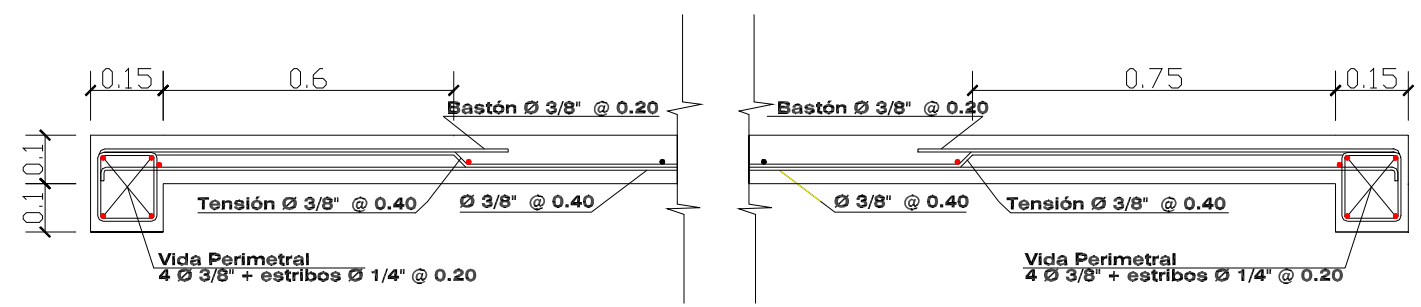
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 5 M3

SIN ESCALA



Sección A-A'

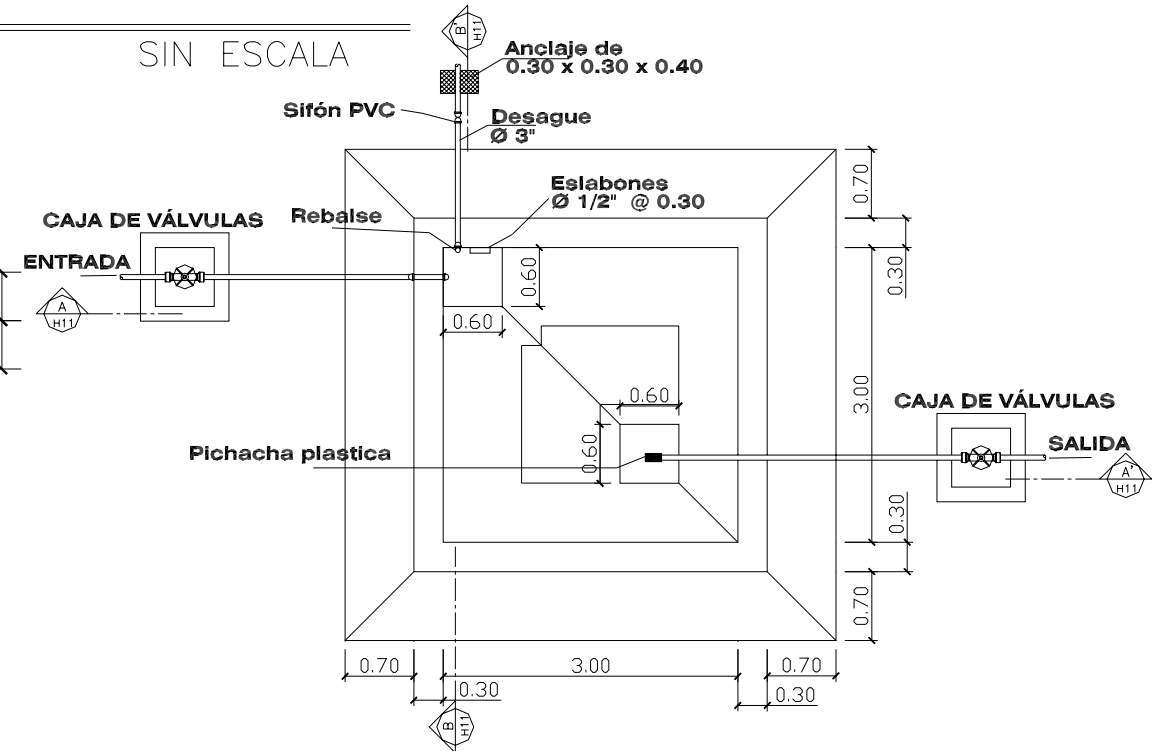
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 15 M³



Detalle de Armado de Losa

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 15 M³

SIN ESCALA



Planta

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 15 M³

SIN ESCALA