

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**



TRABAJO DE GRADO

**CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª
AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE
DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE,
DEPARTAMENTO DE SONSONATE**

**PARA OPTAR AL GRADO DE
INGENIERA CIVIL**

**PRESENTADO POR
IRIS HAZEL ROMERO GONZALEZ**

**DOCENTE ASESOR
MAESTRO RENÉ MAURICIO CARTAGENA ALVAREZ**

**MAYO, 2021
SANTA ANA, SAN SALVADOR, CENTROAMÉRICA**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
AUTORIDADES



M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO
RECTOR

DR. RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ
VICERRECTOR ACADÉMICO

ING. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL
SECRETARIO GENERAL

LICDO. LUIS ANTONIO MEJÍA LIPE
DEFENSOR DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS

LICDO. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN
FISCAL GENERAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

AUTORIDADES



M.Ed. ROBERTO CARLOS SIGÜENZA CAMPOS

DECANO

M.Ed. RINA CLARIBEL BOLAÑOS DE ZOMETA

VICEDECANA

LICDO. JAIME ERNESTO SERMEÑO DE LA PEÑA

SECRETARIO

ING. DOUGLAS GARCÍA RODEZNO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

AGRADECIMIENTOS

AGRADEZCO A DIOS.

Por haberme guiado y darme fuerza para no rendirme, así como también la buena salud que me brindó para poder alcanzar el objetivo de culminar la carrera.

A MIS PADRES.

Por enseñarme la templanza, paciencia, esfuerzo, dedicación, espíritu de lucha, superación y todo el apoyo que estuvo en sus manos darme.

A J. HILL & COMPAÑÍA.

Por apoyarme en darme un trabajo por tantos años para que lograra esta meta y ser un profesional.

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

Por haberme formado durante toda la carrera y darme la oportunidad de realizarme como profesional. A mis catedráticos, por guiarme en el camino correcto, brindarme sus conocimientos consejos y recomendaciones.

A LOS DIFERENTES PROFESIONALES.

Que con su valiosa ayuda brindaron su apoyo, conocimientos y experiencia, enriqueciendo la elaboración de este trabajo de grado. A todos aquellos que de una forma directa o indirecta me ayudaron de alguna forma a alcanzar esta meta.

AL INGENIERO RENE CARTAGENA.

Agradezco al Ingeniero Rene Cartagena, docente y asesor del presente trabajo de graduación, proporcionando sus conocimientos y experiencias para poder concluir esta tesis.

IRIS HAZEL ROMERO GONZALEZ

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1. Situación problemática.	14
1.2. Antecedentes.....	15
1.3. Justificación.	18
1.4. Alcances globales.	19
1.5. Objetivos.....	20
1.5.1. Objetivo general:	20
1.5.2. Objetivos específicos:.....	20
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Aguas residuales	22
2.2. Definiciones.....	22
2.3. Tipos de aguas residuales	23
2.4. Composición de las aguas residuales.	24
2.5. Características de las aguas residuales.	25
2.5.1. Características físicas.	26
2.5.2. Características químicas	29
2.6. Materia orgánica.	29
2.7. Medidas del contenido orgánico.....	30
2.8. Materia inorgánica.	31
2.9. Efectos dañinos de las aguas residuales en cuerpos de agua.	31
2.10. Alcantarillado sanitario.	33
2.11. Tipos de alcantarillado.	33
2.12. Elementos de alcantarillado sanitario.....	34
2.13. Colectores.	34
2.14. Pozos de visita.	37
2.15. Conexiones domiciliarias.	41
2.16. Metodología de diseño de la red de alcantarillado sanitario.	41
2.17. Consideraciones generales de diseño.	48

2.18.	Pruebas de funcionamiento de la red de alcantarillado sanitario.....	49
2.18.1.	Prueba con agua.....	49
2.18.2.	Prueba con aire a baja presión.....	50
2.19.	Sistema de alcantarillado sanitario.....	53
2.19.1.	Sistema convencional de alcantarillado sanitario.....	53
2.19.2.	Sistemas no convencionales de alcantarillado sanitario.....	53
2.19.3.	Sistema condominial de alcantarillado.....	54
2.20.	Consideraciones generales para los sistemas de alcantarillado condominial.....	55
2.21.	Consideraciones especiales para los sistemas de alcantarillado condominial.....	55
2.22.	Parámetros de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario condominial.....	56
2.22.1.	Periodo de diseño.....	56
2.22.2.	Población.....	57
2.22.3.	Dotaciones y coeficiente de retorno.....	57
2.22.4.	Caudal medio de aguas residuales.....	58
2.22.5.	Variación de caudal.....	58
2.22.6.	Caudal de diseño de aguas residuales.....	59
2.22.7.	Diámetro de los colectores.....	59
2.22.8.	Ubicación de los colectores.....	60
2.22.9.	Profundidad de los colectores.....	61
2.23.	Componentes del sistema.....	61
2.23.1.	Acometida domiciliar.....	61
2.23.2.	Obras para interconexión, mantenimiento o inspección.....	62
2.23.3.	Ramal condominial.....	63
2.23.4.	Trampa de grasa y aceites.....	63
2.23.5.	Materiales.....	63
2.23.6.	Instalación de la tubería.....	64
2.23.7.	Radio hidráulico.....	65
2.23.8.	Velocidad.....	65
2.23.9.	Caudal.....	66
2.23.10.	Tirante de agua.....	67
2.23.11.	Tensión tractiva.....	67
2.24.	Pendiente mínima.....	68

2.25. Pendiente máxima admisible.....	69
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO	70
3.1. Generalidades del proyecto	71
3.1.1. Nombre del proyecto:	71
3.1.2. Entidad ejecutora del proyecto:	71
3.1.3. Entidad operadora del proyecto:.....	71
3.1.4. Fuente de financiamiento:	71
3.1.5. Localización del proyecto:	71
3.1.6. Área de influencia:.....	72
3.2. Antecedentes.....	73
3.2.1. Análisis de la situación actual del alcantarillado sanitario existente.....	73
3.3. Planteamiento del problema a resolver con el proyecto:.....	75
3.4. Objetivos del proyecto.....	76
3.4.1. Objetivo general:	76
3.4.2. Objetivos específicos:.....	76
3.5. Justificación del proyecto.....	76
3.6. Descripción técnica del proyecto.....	77
3.6.1. Generalidades.	77
3.6.2. Tamaño del proyecto	78
3.7. Localización del proyecto.....	79
3.7.1. Macro localización	79
3.7.2. Micro localización.	79
3.8. Diagnóstico de la zona de influencia.....	80
3.9. Población beneficiada directa e indirectamente.	81
3.10. Inversión estimada (presupuesto).....	83
3.11. Costos de operación y mantenimiento.....	85
3.11.1. Beneficios y costos privados.....	85
3.12. Costos privados del proyecto.....	88
3.13. Costos de operación y mantenimiento.....	88
3.13.1. Costo de personal operativo y mantenimiento.....	88
3.14. Fuentes de financiamiento.....	91
3.15. Programación financiera y física.	92

3.15.1.	Programación financiera	92
3.15.2.	Programación física.	94
3.16.	Ingeniería del proyecto.	96
3.16.1.	Planos topográficos.	96
3.16.2.	Plano de distribución de colectores de la red de alcantarillado sanitario en planimetría:.....	101
3.16.3.	Detalles de perfiles de la red de alcantarillado sanitario.	106
3.16.4.	Detalles constructivos.	114
CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....		115
4.1.	Análisis de la situación actual del alcantarillado sanitario.	116
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		118
CONCLUSIONES.....		119
RECOMENDACIONES.		120
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.		121
ANEXOS		123
Anexo 1: Memoria de cálculos hidráulicos.....		124
Anexo 2: Especificaciones técnicas del proyecto.		131
Anexo 3: Análisis de costos unitarios.		139
Anexo 4: Carta de aprobación de ANDA, memoria de cálculo y planos del proyecto...		154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto.	16
Figura 2. Fotografía aérea de zona donde se ubica el proyecto, Municipio de Sonzacate, departamento de Sonsonate.	17
Figura 3. Composición de las aguas residuales	25
Figura 4. Detalle típico de ubicación de tuberías en un derecho de vía	37
Figura 5. Cambio de pendiente y Ds menor de 24”	39
Figura 6. Pozo de inspección con caja sostén.....	40
Figura 7. Prueba de baja presión en un tramo de alcantarilla entre dos pozos de registro.	51
Figura 8. Ubicación del proyecto: Municipio de Sonzacate.....	72
Figura 9. Macro Localización del Proyecto.....	79
Figura 10. Esquema de la red, vista en fotografía geográfica.	80
Figura 11. Límites geográficos	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de Olores	28
Tabla 2. Enfermedades transmitidas por la contaminación del agua	32
Tabla 3. Diámetros mínimos de tubería	36
Tabla 4. Diámetro del pozo según el diámetro de tubería de salida.....	38
Tabla 5. Factores según el diámetro del colector	47

INTRODUCCIÓN.

Las aguas residuales son materiales derivados de residuos domésticos o desperdicios de diferentes tipos, los cuales, por razones ambientales de salud pública y por normativas técnicas estas deben ser adecuadamente canalizadas por medio de un colector de aguas negras, que a su vez deberá de cumplir Normas Técnicas de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.).

En el municipio de Sonzacate, departamento de Sonsonate, el colector de alcantarillado sanitario que se ubica en la 10ª Avenida Norte y Sur, desde la 1ª calle oriente hasta el punto de descarga en 6ª avenida sur, cuenta con la problemática que, ha sobrepasado su máxima capacidad de evacuación de las aguas negras o aguas residuales, y esto produce de manera constante derrames a lo largo de la longitud del colector.

Es por esta razón que el presente trabajo de graduación ofrece la propuesta del “Diseño para cambio de colector de alcantarillado sanitario en la 10ª Avenida Norte y Sur, desde la 1ª calle oriente hasta el punto de descarga en 6ª avenida sur en el Municipio de Sonzacate, Departamento de Sonsonate”.

Para el presente diseño de una red de alcantarillado se aplicarán los criterios de las Normas Técnicas de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.). Posteriormente se presentan los cálculos realizados para el diseño de la red de alcantarillado, así como las revisiones correspondientes para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos por las normas. Finalmente se expone las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron en el desarrollo del presente trabajo.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación problemática.

Actualmente la población del Municipio de Sonzacate que descarga las aguas grises y negras a los colectores de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.), se han visto afectados debido a frecuentes obstrucciones en el colector de Alcantarillado que va desde la 10ª Avenida hasta el punto de descarga, pues el diámetro de este (Ø8") en relación a la demanda que descarga ya no tiene capacidad de conducción, razón por la cual se ha proyectado la sustitución de este por uno de mayor diámetro, este colector es uno de los principales del Municipio de Sonzacate.

Con el cambio de este por uno de mayor diámetro se mejorará considerablemente todo el sistema de Alcantarillado Sanitario en la zona, brindando a la población un servicio eficiente y la accesibilidad al servicio de alcantarillado sanitario a la población que actualmente no tiene.

1.2. Antecedentes.

Una red de Alcantarillado Sanitario es definida como; un sistema de estructuras y tuberías usado para el transporte de aguas residuales o servidas, desde el lugar donde se generan hasta el sitio en que se vierte cauce o donde se tratan.

Dentro de las actividades a desarrollar por parte de la región occidental de la entidad; Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.) y la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Departamento de Ingeniería y Arquitectura, ha surgido el proyecto de interés social denominado: “Diseño de cambio de colector de alcantarillado sanitario en la 10ª Avenida Norte y Sur, desde la 1ª calle oriente hasta el punto de descarga en 6ª avenida sur en el Municipio de Sonzacate, Departamento de Sonsonate”, el cual comprende la introducción nueva de una red de tubería de PVC, pozos de visita y demás componentes, con el fin de mejorar el manejo de las aguas residuales a un colector existente.

Para el diseño es necesario contar con un levantamiento topográfico para conocer los desniveles que hay en la zona, y proyectar todos los componentes de la red de Alcantarillado Sanitario. Para posteriormente realizar un estudio de costos y conocer el monto total en que puede ascender el proyecto.

Los Sectores beneficiados a partir del sistema serán principalmente las comunidades: Colonias Santa Lucia, La Pradera, Poderosa 2, El Sauce, Argentina, San Felipe, San Luis, Sedan Oriente y Poniente, San Carlos, La Villa de Sonzacate todas del Municipio de Sonzacate y parte de Barrio el Ángel del Municipio de Sonsonate, en promedio se cuenta con una población actual estimada de 4,200 habitantes (700 viviendas), los cuales se verán

beneficiados directamente y 20,000 más de manera indirecta, mediante la realización del proyecto de cambio de colectores de aguas negras.

Localización del proyecto.

10 avenida Norte y Sur, entre 1ª calle Oriente Municipio de Sonzacate, y 6ª Avenida Sur, Municipio de Sonsonate, Departamento de Sonsonate.



Figura 1. Ubicación del proyecto.

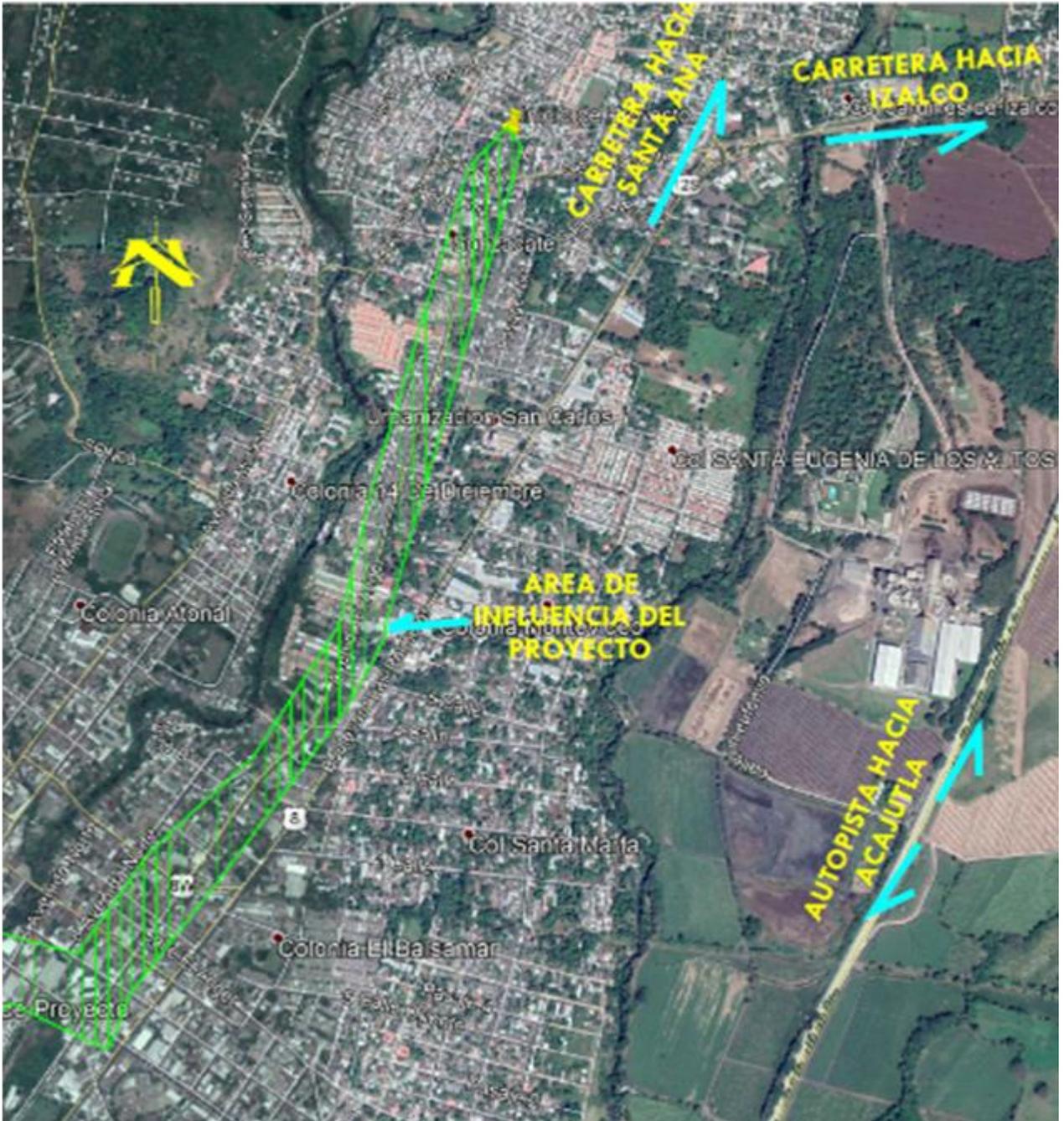


Figura 2. Fotografía aérea de zona donde se ubica el proyecto, Municipio de Sonzacate, departamento de Sonsonate.

1.3. Justificación.

En la zona de estudio, el elevado factor de crecimiento poblacional y considerando al Municipio de Sonzacate uno de los Municipios con mayor desarrollo en el municipio de Sonzacate, ha llevado a sobrepasar la máxima capacidad de evacuación del sistema de Alcantarillado Sanitario existente sobre la 10ª Avenida Norte y Sur, ocasionando serios problemas en la prestación del servicio. El sobrepasar esta capacidad de evacuación, produce de manera constante, derrames de Aguas Negras en distintos puntos.

En tal sentido ANDA planifica desarrollar obras de infraestructuras físicas, para mejorar el sistema existente y por ende la calidad de vida de la población en general, pues este tipo de proyectos están orientados a elevar los niveles de bienestar y calidad de vida de la población.

1.4. Alcances globales.

Basándose en las condiciones actuales, sobre la deficiente capacidad de transporte de aguas negras o aguas residuales en la que se encuentra la red Alcantarillado Sanitario existente y la incomodidad que esta crea por derrames en las comunidades: Colonias Santa Lucia, La Pradera, Poderosa 2, El Sauce, Argentina, San Felipe, San Luis, Sedan Oriente y Poniente, San Carlos, La Villa de Sonzacate todas del Municipio de Sonzacate y parte de Barrio el Ángel del Municipio de Sonsonate, se esperan realizar un nuevo diseño de una red de alcantarillado sanitario, para lo cual se esperaría tener los siguientes alcances:

- Realizar un diseño de una red de Alcantarillado Sanitario y sus componentes básicos para el buen funcionamiento de la red, basados en normas técnicas de (A.N.D.A.) y normas internacionales aplicables al proyecto.
- Elaborar un análisis de costos unitarios basándose en precios de LAUDO, para el diseño de cambio de colector de alcantarillado sanitario en la 10ª Avenida Norte y Sur, desde la 1ª calle oriente hasta el punto de descarga en 6ª avenida sur en el Municipio de Sonzacate, Departamento de Sonsonate”.

Con la elaboración del nuevo diseño de la red de Alcantarillado Sanitario, el cual es el producto final del presente trabajo de grado, por lo cual es de carácter enteramente social.

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo general:

Mejorar la red de Alcantarillado Sanitario a la población del Municipio de Sonzacate, mediante la sustitución del colector principal del municipio, por uno de mayor diámetro que el existente, para permitir una evacuación más eficiente de las aguas negras provenientes de las viviendas del área de influencia, cubriendo en su totalidad la demanda actual con una proyección de crecimiento para 20 años, y de esta manera contribuir en el desarrollo social del área de estudio, así como mejorar las condiciones de salud de la población en general.

1.5.2. Objetivos específicos:

- Presentar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario adecuado a la topografía de la zona, según la normativa técnica de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A).
- Proporcionar los planos constructivos, y especificaciones técnicas de los elementos que conformaran la red de alcantarillado sanitario, en base a normativas nacionales e internacionales.
- Elaborar un presupuesto que nos permita analizar la factibilidad económica del diseño de la red de alcantarillado sanitario.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Aguas residuales

Las aguas residuales son aguas que han sido contaminadas por diversos usos, ya sea por la utilización en viviendas, instituciones públicas o privadas, establecimientos comerciales e industriales, etc. Estas aguas están compuestas principalmente por aguas de desechos domésticos y en forma secundaria por aguas provenientes de industrias u otros fines similares. Muchas aguas residuales también incluyen aguas superficiales procedentes de las lluvias.

2.2. Definiciones

Acometida domiciliars: Estas unidades sirven para conectar las aguas residuales de la vivienda hacia el colector principal, generalmente se debe instalar una por vivienda.

Aguas residuales: Agua que ha recibido un uso y cuya calidad ha sido modificada por la incorporación de agentes contaminantes y vertidas a un cuerpo receptor.

Alcantarillado Sanitario: Red de tuberías o canales que se utilizan para recolectar y transportar las aguas residuales hasta su punto de tratamiento y vertido.

Caudal de diseño: Caudal máximo horario de contribución de aguas residuales, se calcula para la etapa inicial y final de periodo de diseño.

Colector: Es una tubería que, funcionando como conducto libre, recibe la contribución de aguas residuales en cualquier punto a lo largo de su longitud.

Contaminación: La presencia o introducción al ambiente de elementos nocivos a la vida como la flora o la fauna, o que degraden la calidad de la atmósfera, del agua, del suelo y recursos naturales en general.

Cuerpo receptor: Todo sitio, río, quebrada, lago, laguna, manantial, embalse, mar, estero, manglar, pantano y otros previamente autorizados, donde se vierten aguas residuales, excluyendo el sistema de alcantarillado.

Efluente: Caudal de aguas residuales que sale de la última unidad de conducción o tratamiento.

Población final o futura: Población atendida en el año de alcance de proyecto.

Demandan Bioquímica de Oxígeno (DBO'5): Demanda bioquímica de oxígeno, medida a los cinco días de tomada la muestra y a 20° C, consistiendo en la cantidad de oxígeno en miligramos por litros necesarios para degradar la materia orgánica biodegradable presente en una muestra de agua.

2.3. Tipos de aguas residuales

Aguas residuales domesticas: Son aquellas provenientes de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Estas aguas están compuestas por sólidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (principalmente materia inorgánica), nutrientes (nitrógeno y fósforo) y organismos patógenos.

Aguas residuales industriales: Se originan de los desechos de procesos industriales o manufactureros, y debido a su naturaleza, pueden contener, además de los componentes

citados anteriormente respecto a las aguas residuales domésticas, elementos tóxicos tales como plomo, mercurio, níquel, cobre y otros, que requieren ser removidos en vez de ser vertidos al sistema de alcantarillado.

Aguas residuales agrícolas: Son generadas por la producción agrícola y agropecuaria, la cual incluye desechos de animales y materia vegetal.

Aguas lluvias: Proviene de la precipitación pluvial y, debido a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, pueden contener una gran cantidad de sólidos suspendidos; en zonas de alta contaminación atmosférica, pueden contener algunos metales pesados y otros elementos químicos.

2.4. Composición de las aguas residuales.

Las aguas residuales domésticas están constituidas en un elevado porcentaje (en peso) por agua, cerca de 99,9 % y apenas 0,1 % de sólidos suspendidos, coloidales y disueltos. El agua es apenas el medio de transporte de los sólidos. El agua residual está compuesta por elementos físicos, químicos y biológicos. Es una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, suspendidos o disueltos en el agua. La mayor parte de la materia orgánica consiste en residuos alimenticios, heces, material vegetal, sales minerales, materiales orgánicos y materiales diversos como jabones y detergentes sintéticos. En la Figura 3.0 se muestra un esquema de la composición de las aguas residuales.

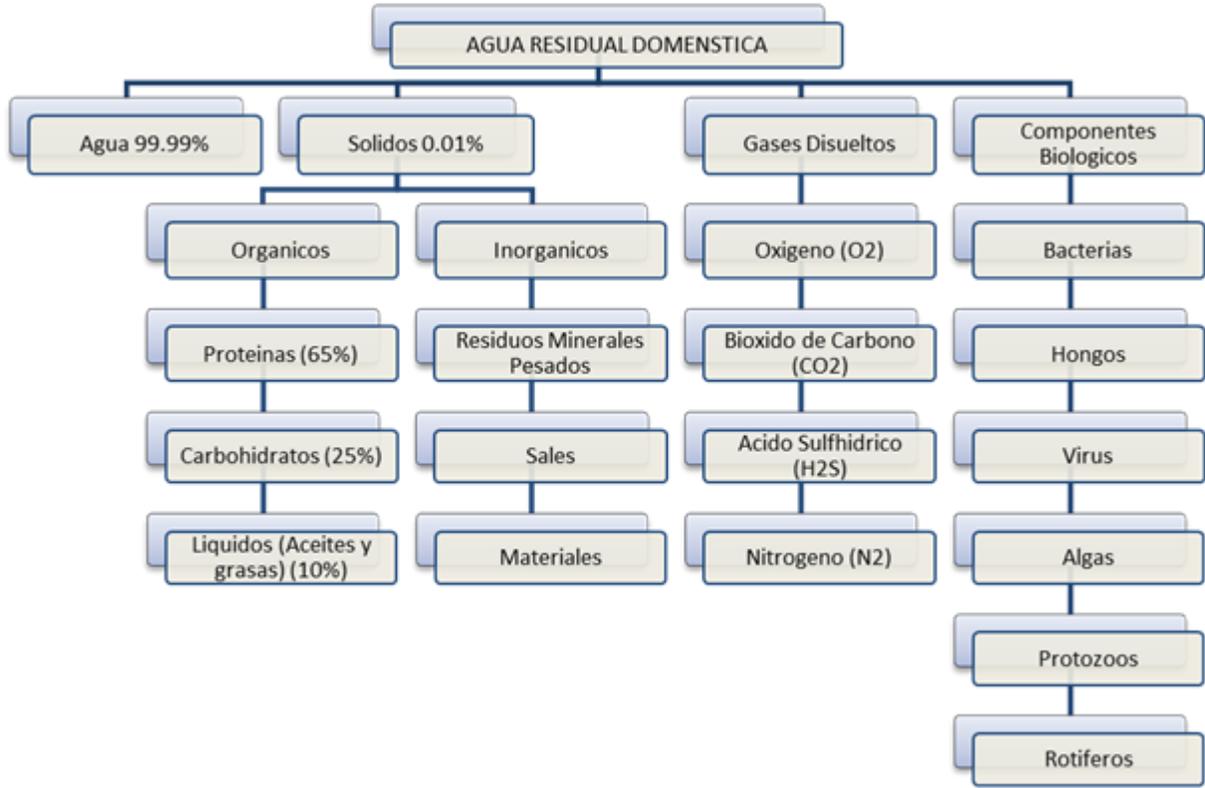


Figura 3. Composición de las aguas residuales

2.5. Características de las aguas residuales.

Las aguas residuales presentan características físicas, químicas y biológicas especiales sobre las demás aguas que es necesario comprender para optimizar su manejo: recolección, transporte, tratamiento y disposición final y minimizar los efectos adversos de su vertimiento a aguas naturales o al suelo, obteniendo así un mejor manejo ambiental de los desechos y la calidad del agua.

Los parámetros físicos, químicos y biológicos que definen las características de las aguas residuales son:

2.5.1. Características físicas.

Existen cinco características físicas esenciales en el agua residual los cuales se pueden percibir, estos son:

- **Sólidos:** Dentro de las aguas residuales podemos encontrar sólidos orgánicos e inorgánicos. Los primeros son aquellos que contienen carbón, hidrógeno y oxígeno y que pueden ser degradados por bacterias y organismos vivos, mientras que los inorgánicos son sustancias inertes no susceptibles de ser degradados, designándoseles como minerales. Los sólidos comúnmente se clasifican en suspendidos, disueltos y totales.
- **Sólidos Totales:** Se incluyen todos los sólidos existentes en las aguas residuales y que en promedio son un 50% orgánico. Es precisamente esta unidad orgánica de los sólidos presentes en las aguas residuales la que es sujeto de degradación. Pueden clasificarse en filtrables o no filtrables (sólidos en suspensión) haciendo pasar un volumen conocido de líquido por un filtro.
- **Sólidos Suspendidos:** aquellos que son visibles y flotan en las aguas residuales entre superficie y fondo. Pueden ser removidos por medios físicos o mecánicos a través de procesos de filtración o de sedimentación. Dentro de esta categoría se incluyen la arcilla, sólidos fecales, restos de papel, madera en descomposición, partículas de basura y comida. Además, los sólidos suspendidos se clasifican en sedimentables y coloidales. Los sólidos en suspensión que por tamaño y peso pueden sedimentarse al

lapso de una hora en el cono Imhoff se les denomina sedimentables y en promedio son 75% orgánicos y un 25% inorgánicos. Y a la diferencia entre sólidos sedimentables y sólidos suspendidos totales se les denomina coloidales.

- **Sólidos Disueltos:** Sólidos que se componen de moléculas orgánicas e inorgánicas encontrándose en disolución en el agua. Y por lo general son en un 40% orgánicos y un 60% inorgánicos.
- **Olor:** Se define como el conjunto de sensaciones percibidas por el olfato al captar ciertas sustancias volátiles. Es un parámetro empleado para verificar la calidad de las aguas. Los olores son debidos a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El olor más característico del agua residual séptica se debe a la presencia del sulfuro de hidrogeno (huevo podrido) que se produce al reducirse los sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaerobios.

En el cuadro (Tabla 1) se presenta un resumen de algunos olores característicos del agua, de acuerdo con su origen.

<i>Naturaleza</i>	<i>Origen</i>
<i>Olor balsámico</i>	<i>Flores</i>
<i>Dulzor</i>	<i>Coelosphaerium</i>
<i>Olor químico</i>	<i>Aguas residuales industriales</i>
<i>Olor a claro</i>	<i>Claro libre</i>
<i>Olor a hidrocarburo</i>	<i>Refinería de petróleo</i>
<i>Olor a pescado</i>	<i>Fenol, yodoformo</i>
<i>Olor séptico</i>	<i>Ácido sulfhídrico, H₂S</i>

<i>Olor a tierra</i>	<i>Pescado, mariscos</i>
<i>Olor fecaloide</i>	<i>Alcantrarillado</i>
<i>Olor a moho</i>	<i>Cueva húmeda</i>
<i>Olor a legumbres</i>	<i>Hierbas, hojas en descomposición</i>

Tabla 1. Tipos de Olores

- **Turbiedad:** La turbiedad se debe al contenido de materias en suspensión como: arcilla, limo, materia orgánica finamente dividida, bacterias similares y organismos microscópicos, que en caso de alta concentración provocan problemas al paso de la luz solar y por consiguiente los fenómenos de fotosíntesis. El aparato que mide la turbiedad se llama: Turbidímetro y su resultado es expresado en UTN (Unidad Nefelométrica de Turbiedad).
- **Color:** Es la impresión ocular producida por las materias en el agua, como el hierro y el manganeso. Las aguas residuales suelen tener color grisáceo, pero con el tiempo cambian de color gris a gris oscuro hasta adquirir un color negro. En laboratorio el color se puede determinar por análisis colorimétricos o espectrofotométricos. Y sus resultados se expresan en (Unidades de Color Verdadero) en escala platino- cobalto (Pt-Co).
- **Temperatura:** La temperatura de las aguas residuales varía ligeramente con las estaciones. Las temperaturas superiores a lo normal podrían indicar residuos industriales calientes, y temperaturas menores a lo normal, indican la incorporación de aguas subterráneas y superficiales.

2.5.2. Características químicas

Las características químicas de las aguas residuales son principalmente el contenido de materia orgánica e inorgánica y los gases presentes en el agua residual.

2.6. Materia orgánica.

Son sólidos de origen animal y vegetal, así como de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos. Cerca del 75% de los sólidos en suspensión y el 40% de sólidos filtrables son de naturaleza orgánica. Estos compuestos orgánicos están formados por combinaciones carbono, hidrogeno y oxigeno; y en algunos casos con nitrógeno. Otros elementos que pueden estar presentes son azufre, fosforo y hierro. Sin embargo, los grupos principales de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son:

- **Las Proteínas (40-60%):** estas pueden producir olores desagradables debido a su descomposición. Las aguas residuales pueden contener tipos de proteínas, y como ejemplo, pueden citarse las albuminas, globulinas de diversos orígenes y enzimas industriales (detergentes).
- **Carbohidratos (25-50%):** los carbohidratos están presentes en sus formas más comunes, tales como glucosa, sacarosa, almidón y celulosa; por su contenido de carbono, hidrogeno y oxigeno son alimentos para la flora y fauna microbiológica.
- **Grasa y aceites (10%):** son el tercer componente de los alimentos, están siempre presentes en aguas residuales provenientes de carnes, del uso de aceites vegetales y pueden crear en las aguas películas y materiales en flotación imperceptibles.

El agua residual contiene pequeñas cantidades de pesticidas y productos químicos agrícolas, que se incorporan con corrientes de parques y campos agrícolas.

2.7. Medidas del contenido orgánico.

Algunos métodos conocidos para medir el contenido orgánico en las aguas residuales tenemos:

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):** parámetro más utilizado que es aplicable a aguas residuales como aguas superficiales. Supone la medida del oxígeno disuelto (expresado en mg/Lt) utilizando por los microorganismos en la acción bioquímica de materia orgánica, es decir; determina la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente.
- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** permite conocer la cantidad de material orgánico no biodegradable. Junto con la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se puede calcular la cantidad de organismos biodegradables presentes en el agua. Esto se logra restando el valor de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) al valor de la demandan química de oxígeno (DQO).
- **Carbono Orgánico Total (COT):** esta prueba es utilizada para medir el carbono orgánico total presente en una muestra acuosa. Se utiliza oxígeno y calores radiaciones ultravioleta, oxidantes químicos, para convertir el carbono orgánico en dióxido de carbono y es medido por un analizador infrarrojo.

2.8. Materia inorgánica.

Las concentraciones de los diferentes constituyentes de inorgánicos pueden afectar los usos del agua como, por ejemplo:

- **PH:** el agua residual con alta concentración de ion de hidrogeno es difícil de tratar por medios biológicos y si la concentración no se altera antes de la evacuación, el efluente puede modificar la concentración de las aguas naturales.
- **Alcalinidad:** capacidad del agua de neutralizar los ácidos. En las aguas residuales la alcalinidad se debe a la presencia de hidróxidos (OH), carbonatos (CO₂³⁻) y bicarbonatos (HCO₃⁻) de elementos como calcio, magnesio, sodio, potasio o de ion amonio.

2.9. Efectos dañinos de las aguas residuales en cuerpos de agua.

En toda la historia de la humanidad, entre todas las sustancias de la tierra el agua ocupa el primer lugar entre ellas y juega un papel importante en la vida del hombre y la naturaleza. La contaminación del agua es la incorporación al agua de materias extrañas. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

Uno de los principales contaminantes del agua son las aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua). Dentro de las actividades domésticas se tienen dificultades con los detergentes, jabones, suavizantes, shampoo, etc., que contienen potación, sulfatos, entre otros. Se abusa de los detergentes, blanqueadores, suavizantes, que son arrojados al drenaje provocando que los ríos o lagos se saturen de espuma, ocasionando la pérdida de oxígeno del agua, así como la muerte de la especie acuática. Los efectos por los contaminantes del agua se

han convertido en un problema de salud pública, debido a que al ingerir alimentos con agua sucia puede provocar desde enfermedades del aparato digestivo como diarrea, cólera, hasta meningitis, encefalitis, síndromes respiratorios y hepatitis. Algunos contaminantes por las aguas residuales en mayor o menor grado tenemos:

- Materiales pesados. Mercurio, arsénico, plomo, cinc, etc.
- Restos de detergente. Tóxicos y cancerígenos
- Restos de insecticidas. Tóxicos y cancerígenos

Tipos de Organismos	Enfermedades	Síntomas
Bacterias	Cólera	Diarreas y vómitos intensos. Deshidratación frecuentemente es mortal si no se trata adecuadamente
Bacterias	Tifus	Fiebres diarreas y vómitos. Inflamación del bazo y del intestino
Bacterias	Disentería	Diarrea. Raramente es mortal en los adultos, pero produce la muerte de muchos niños en países poco desarrollados
Bacterias	Gastroenteritis	Náuseas y vómitos. Dolor digestivo, poco riesgo de muerte
Virus	Hepatitis	Inflamación del hígado e ictericia. Puede causar daños permanentes en el hígado
Virus	Poliomielitis	Dolores musculares intensos. Debilidad. Temblores. Parálisis. Puede ser mortal
Protozoos	Disentería amebiana	Diarrea severa, escalofríos y fiebre. Puede ser grave si no se trata
Gusanos	Esquistosomiasis	Anemia y fatiga continuas

Tabla 2. Enfermedades transmitidas por la contaminación del agua

La capacidad del agua para transmitir enfermedades depende de su calidad microbiológica. Las enfermedades pueden ser causadas por virus, bacterias o protozoarios. Las bacterias

patógenas representan un serio riesgo para la salud pública y es prioritario eliminarlas del agua de consumo humano, debido a que su ingestión podría ocasionar una epidemia con graves consecuencias para la salud de la población.

2.10. Alcantarillado sanitario.

Se denomina alcantarillado o red de alcantarillado, al sistema de tuberías y estructuras complementarias necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población.

La misión de la red de alcantarillado es recoger las aguas residuales de las zonas habitadas y transportarlas hasta un punto definido para evacuación.

2.11. Tipos de alcantarillado.

Los sistemas de alcantarillado se clasifican según el tipo de agua que transportan, de la siguiente manera:

- **Alcantarillado Sanitario:** es el sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domésticas e industriales.
- **Alcantarillado Pluvial:** es el sistema de evacuación de las escorrentías superficiales producida por las lluvias.
- **Alcantarillado Combinado:** es un alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas domésticas, industriales y lluvias.

Al escoger un tipo de alcantarillado se debe tomar en cuenta ciertas características como el tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto. Aunque en la actualidad el alcantarillado combinado ya no se utiliza, ya que a pesar que puede ser una solución

económica inicial desde el punto de vista de la recolección, pero no una solución global ya que es un caudal combinado y variable en cantidad.

Otra clasificación de los sistemas de alcantarillado puede ser, según sus características hidráulicas, como se presentan a continuación:

- **Alcantarillado por gravedad:** se utiliza para la recolección de aguas residuales de origen doméstico, comercial, industrial e institucional.
- **Alcantarillado a presión:** se usa para la recolección de aguas residuales en zonas residenciales donde la construcción de la red por gravedad es problemática. Además, se pueden incluir aguas residuales de origen comercial y solo una pequeña fracción de origen industrial. Este tipo de redes son generalmente pequeñas y su diseño no incluye aportación de aguas procedentes de infiltraciones del terreno ni aguas lluvias.

2.12. Elementos de alcantarillado sanitario.

Todo sistema de alcantarillado consiste principalmente en:

- Una red de colectores o tuberías.
- Otras estructuras hidráulicas para permitir el correcto funcionamiento del sistema, tales como: pozos de inspección, cajas de registro, conexiones domiciliarias.

2.13. Colectores.

Generalmente los materiales utilizados para tuberías de aguas residuales de origen doméstico son de cloruro de polivinilo rígido (PVC), cemento-arena, concreto simple, concreto reforzado

o hierro fundido. Sin embargo, en la actualidad nuestro país utiliza más el PVC y el hierro fundido. El PVC es un material que no se inflama fácilmente y que puede unirse con pegamento.

Disminuye su resistencia cuando se aumenta de temperatura y puede ser utilizado para alcantarillado de aguas residuales y conexiones domiciliarias. Mientras que el hierro fundido, es un material resistente a muchos tipos de residuos químicos y puede soportar cargas externas pesadas, por lo cual son utilizadas para redes de alcantarillado sujetas a cargas extremas al igual que para drenar en terrenos normales y agresivos.

Los conectores tienen su propia clasificación, como se muestra a continuación:

- Colectores terciarios: son tuberías de diámetro pequeño que pueden estar enterradas debajo de veredas y conectadas a acometidas domiciliarias.
- Colectores secundarios: son colectores que recogen las aguas residuales de los colectores terciarios y los conducen a los colectores principales. Se ubican enterradas en las vías públicas.
- Colectores principales: son tuberías de gran diámetro que transportan las aguas servidas hasta su destino final, generalmente están ubicadas en las partes más bajas de las calles de las ciudades.

El diámetro mínimo de las tuberías se puede especificar según su función, de la siguiente manera:

Tipo de Tubería	Diámetro de Tubería
Colectores de pasajes peatonales	6" (PVC, longitud \leq 100m)
Acometidas domiciliars	6"
Colectores terciarios	8"

FUENTE: Normas Técnicas de A.N.D.A.

Tabla 3. Diámetros mínimos de tubería

En los tramos de conexión domiciliar la profundidad de tuberías será de 1.20 a 3.00m para protegerlas de variaciones de carga viva o de impacto. Si el espesor es menor a 1.20m deberá colocarse losetas de hormigón armado sobre muros laterales de mampostería y a profundidades mayores de 3.00m se diseñarán colectores superficiales paralelos para conectar las acometidas domiciliars. Mientras que para tuberías instaladas en pasajes peatonales la profundidad mínima será de 0.8m sin necesidad de protecciones. Todo esto según la norma técnica de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados A.N.D.A.

Además, se debe considerar que la pendiente mínima en los tramos iniciales de la red será de 1% y en casos debidamente justificados se aceptará pendiente mínima de 0.5% siempre y cuando el colector sea de PVC y en tramos no iniciales.

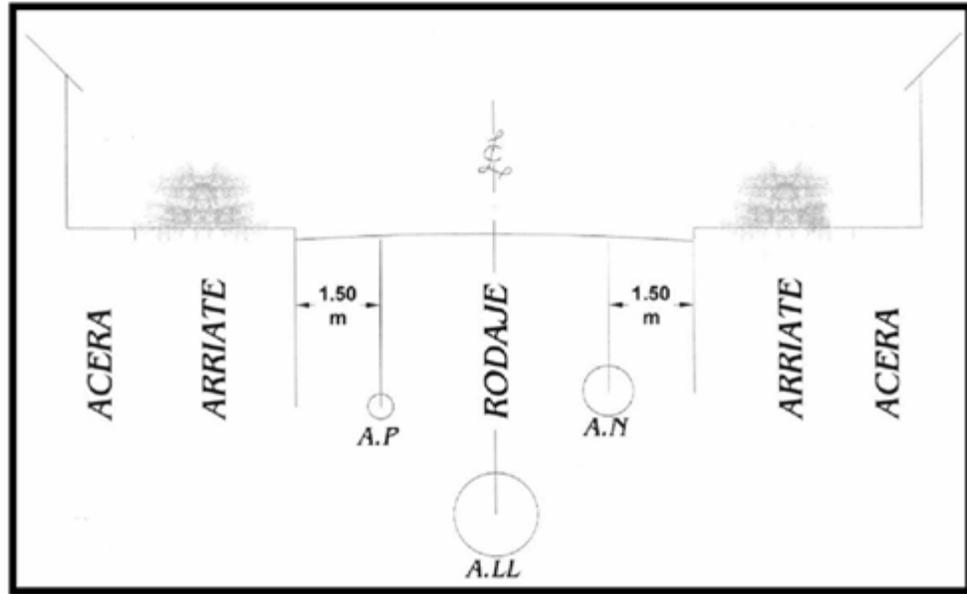


Figura 4. Detalle típico de ubicación de tuberías en un derecho de vía

La ubicación de las alcantarillas es al lado opuesto de los acueductos, es decir al sur de las calles y al poniente en las avenidas, a 1.5m del cordón y 0.60m en pasajes peatonales. La red de alcantarillado se diseñará de tal manera que todos los colectores queden debajo de lo acueductos con una separación mínima de 20cm.

2.14. Pozos de visita.

Los pozos de visita se emplean como medio de acceso para la inspección y limpiezas, también se usan en puntos donde se producen cambios de dirección o de sección de tubería, o cuando se encuentra una considerable variación de pendiente. Así como para aforo, muestreo y análisis de aguas residuales.

Los pozos de inspección son estructuras cilíndricas cuya unión a la superficie se hace en forma tronco-cónica.

El diámetro del cilindro es generalmente de 1.20m para tuberías menores o iguales a 24", y en la superficie tiene una tapa de aproximadamente 0.60m de diámetro. La tapa será de hierro fundido para tránsito vehicular y de concreto armado en pasajes peatonales, según norma técnica de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados A.N.D.A.

Sin Embargo, el diámetro del pozo se puede variar según el diámetro de la tubería de salida, así como se muestra en la siguiente tabla:

Diámetro del colector de salida	Diámetro del pozo
8" – 24"	1.20m
27" – 30"	1.50m
33" 36"	1.80m

FUENTE: Diseño de acueductos y alcantarillados. López Cualla 2da Edición (2000)

Tabla 4. Diámetro del pozo según el diámetro de tubería de salida

Adicionalmente en la base del cilindro se localiza la cañuela, la cual se encarga de la transición entre un colector y otro. El cilindro y la reducción tronco-cónica son construidos en mampostería o con elementos de concreto, prefabricados o construidos in situ. Los pozos de visita podrán ser prefabricados siempre que se compruebe su funcionalidad y resistencia.

La distancia máxima entre pozos de visita, en tramos rectos, no excederá de 100m si el diámetro de la tubería es menos o igual a 24", esto es según la norma técnica de A.N.D.A. (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado).

En los puntos en que las tuberías secundarias se interceptan con alguna alcantarilla más profunda, se puede economizar la excavación manteniendo la tubería a un nivel superior y estableciendo una caída vertical en el pozo de visita. A estas cámaras se les conoce como caja de sostén y permite que la tubería de la alcantarilla atraviese la pared del pozo de inspección, lo que permite su limpieza.

El fondo se dispone de modo que las aguas caigan en un canal inclinado, sin salpicar y sin que puedan sedimentarse los sólidos arrastrados.

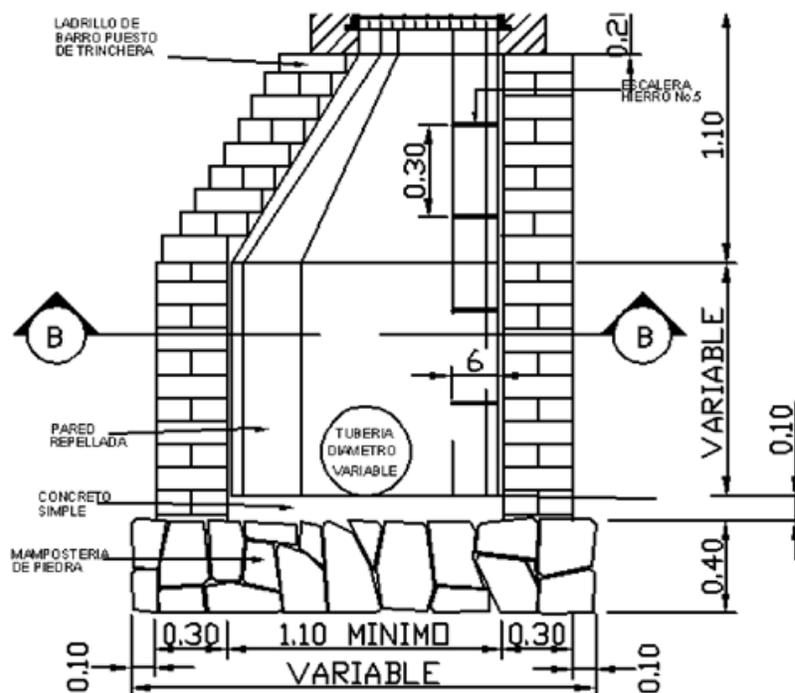


Figura 5. Cambio de pendiente y Ds menor de 24"

Para esto las normas técnicas de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados A.N.D.A. nos dice que si la tubería entrante alcanza al pozo de visita a más de 1.00m sobre el nivel del fondo, se construirá un pozo con caja de sostén en el cual la caída no exceder á de 4.00m y hasta 7.50m si se usan cajas dobles. Y cuando se desemboquen tuberías de diferente diámetro en un pozo de visita, la de menor diámetro tendrá una caída mínima igual a la mitad del diámetro mayor.

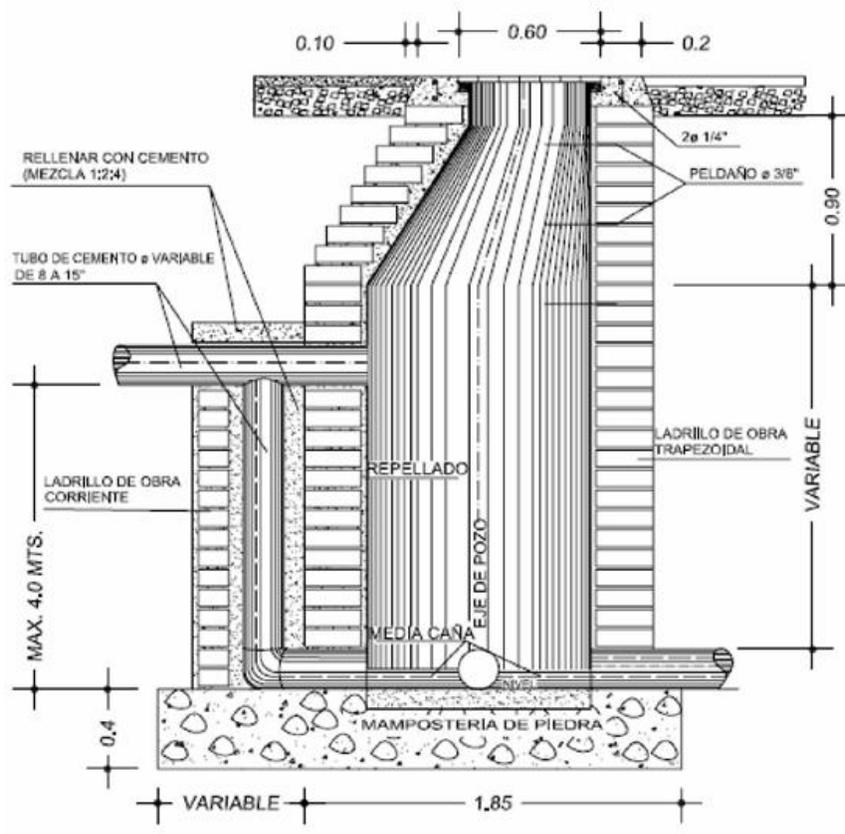


Figura 6. Pozo de inspección con caja sostén

2.15. Conexiones domiciliarias.

Son llamadas también como acometidas, las cuales son tuberías de pequeño diámetro (6 pulgadas) que van desde los edificios o viviendas hasta la alcantarilla pública de la calle.

El diámetro mínimo de las conexiones de los edificios o viviendas es de 6 pulgadas. La llegada de la tubería domiciliar a la secundaria es en ángulo de 45° en dirección del flujo del agua, utilizando para ello el accesorio denominado Yee-tee.

Las conexiones domiciliarias no se conectarán a pozos de visita ni a colectores cuya profundidad exceda los 3.00m, según las normas técnicas de A.N.D.A.

2.16. Metodología de diseño de la red de alcantarillado sanitario.

Para la realización de un diseño de una red de alcantarillado se debe desarrollar una serie de pasos, los cuales se describen a continuación:

a) Estudios Previos

Como proyectista se debe tener información sobre la localización de los posibles obstáculos tales como: conducciones de agua, eléctricas, telefónicas y otras estructuras.

Esta etapa se logra realizando visitas de campo al lugar, donde además de observar lo antes mencionado se debe analizar las condiciones en que se encuentra el sector y evaluar la problemática por la que atraviesa la población.

En general suelen existir planos de las calles y que incluyen accidentes topográficos más importantes, pero en caso de que no haya planos disponibles, se deberá realizar un levantamiento topográfico.

b) Información Topográfica

La realización de diseño de sistema de alcantarillado se requiere conocer las características de los pavimentos de las calles, tipo de suelo subterráneo, localización de estructuras existentes, perfiles longitudinales de las calles e indicar información sobre las viviendas en cada tramo.

La escala de los planos suele variar entre 1:1000 y 1:3000 según el detalle deseado y a menos que el terreno sea totalmente plano, deben incluirse las curvas de nivel, así como la elevación geodésica de los puntos de intersección de las calles (PI) y también de los puntos relevantes de las curvas verticales presentes en las vías. Para esto es necesario que en el momento de realizar el levantamiento topográfico se señalen las intersecciones de las calles, los cambios bruscos de pendiente y las estructuras existentes que afecten a las alcantarillas.

c) Determinación del periodo de diseño y vida útil del proyecto

El período económico de servicio de una estructura depende de su vida útil, costo inicial, facilidad de ampliación y minimizar su posibilidad de ausencia.

La norma técnica de A.N.D.A. para este tipo de proyectos, el período de diseño mínimo es de 20 años.

d) **Cálculo de la población de diseño**

Luego de determinar el período de diseño del proyecto, lo más difícil es estimar la población futura, la cual será el 100% o un porcentaje menor, según sea el caso, determinado por limitaciones de orden físico o legal que restrinjan el desarrollo de áreas de la comunidad y de sus habitantes.

Para obtener este dato se cuenta con varios métodos para su cálculo, sin embargo, solo se describirán los dos casos que se utilizarán en este trabajo.

Método Aritmético:

Este método supone que el aumento de la población es constante e independiente del tamaño de este, el crecimiento es lineal. Matemáticamente se expresa de la siguiente manera, si P es la población y T es el tiempo, entonces:

$$\frac{dP}{dT} = k_a$$

Integrando entre los límites del último censo (Uc) y el censo inicial (Ci), se tiene:

$$k_a = \frac{P(Uc) - P(Ci)}{T(Uc) - T(Ci)}$$

En dónde;

Ka = pendiente de la recta

P (Uc) = población del último censo

T (Uc) = año del último censo

$P(C_i)$ = población del censo inicial

$T(C_i)$ = año del censo inicial

Podrá tomarse un valor de k_a promedio entre los censos o un k_a entre el primer censo y el último censo disponible. Por lo tanto, la ecuación de proyección de población será:

$$P_f = P(Uc) + K_a(T_f - T(Uc))$$

En donde:

P_f = población proyectada

T_f = año de la proyección

Método de crecimiento geométrico:

El crecimiento será geométrico si el aumento de población es proporcional al tamaño de ésta.

En este caso el patrón de crecimiento es el mismo que el de interés compuesto, el cual se expresa así:

$$P_f = P(Uc)(1 + r)^{T_f - T(Uc)}$$

En dónde; r es la tasa de crecimiento anual. Tomando logaritmos a ambos lados de la ecuación se obtiene la ecuación de proyección de población:

$$\log P_f = \log P(Uc) + (T_f - T(Uc)) \log(1 + r)$$

Por otra parte, reemplazando los valores del último censo y del censo inicial en la ecuación anterior se obtiene la tasa de crecimiento anual:

$$\log(1 + r) = \frac{\log \frac{P(Uc)}{P(Ci)}}{T(Uc) - T(Ci)}$$

Este último valor se sustituye en la ecuación de proyección de población para obtener el cálculo final.

e) Designación del consumo de agua y caudal de diseño

Para establecer el caudal de diseño es necesaria primero determinar el consumo de agua, el cual se conoce como el volumen de agua utilizado por una persona en un día y se expresa en litros por habitantes y por día (L/hab/d).

La norma técnica de A.N.D.A. dispone una dotación doméstica urbana de 80 a 350 L/hab/d. En donde la dotación total deberá incluir además de la dotación doméstica el consumo comercial, público, etc.

El caudal de diseño será igual al 80% del consumo máximo horario correspondiente al final del periodo de diseño más una infiltración potencial a lo largo de la tubería de 0.20 L/s/hab para tubería de cemento y 0.10 L/s/hab para tubería de PVC.

Concepto	Consumo de Agua
Dotación urbana total	≥ 220 L/p/d
Locales comerciales	20L/m ² /d
Hoteles	500 L/Hab/d
Pensiones	350 L/Hab/d
Restaurantes	50 L/m ² /d
Escuelas	
Externos	40 L/alumno/d
Internados	200 L/p/d
Personas no residentes	50 L/p/d
Hospitales	600 L/cama/d
Clínicas	
Medicinas	500 L/Consultoría/d
Dentales	1000 L/Consultoría/d
Vivienda	
Mínima	80 – 125 L/p/d
Media	125 – 175 L/p/d
Alta	175 – 350 L/p/d
Otros	
Mercados, puestos	15 L/m ² /d
Cines, teatros	3 L/asiento/d
Oficinas	6 L/m ² /d
Bodegas	20 L/m ² /d
Gasolineras	300 L/bomba/d
Estacionamientos	2 L/m ² /d
Industria	80 L/p/turno
Jardines	1.5 L/m ² /d
Lavanderías	50 L/kg/r.sec
Cantareras	30 L/p/d

FUENTE: Normas Técnicas de A.N.D.A.

Tabla 5. Consumos específicos de agua

La capacidad de las tuberías será igual al caudal de diseño multiplicado por un factor, el cual dependerá de la magnitud de variaciones del caudal así:

Ø Colector	Factor	Ø Colector	Factor
8" ≤ Ø ≤ 12"	2.00	36"	1.40
15"	1.80	42"	1.35
18"	1.60	48"	1.30
24"	1.50	Interceptores o emisarios	1.20
30"	1.45		

FUENTE: Normas Técnicas de A.N.D.A.

Tabla 5. Factores según el diámetro del colector

f) Cálculos hidráulicos

Estos cálculos se realizarán por medio de la fórmula de Chezy-Manning, la cual se expresa así:

$$V = \frac{(R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}})}{n}$$

En donde:

V = Velocidad media (m/s)

R = Radio hidráulico (tubería llena = D/4)

S = Pendiente o gradiente hidráulico

n = Coeficiente de rugosidad

El coeficiente de rugosidad n será de 0.015 para colectores de cemento arena o concreto y de 0.011 para PVC.

Para identificar las velocidades límites se considerará tubo lleno, según la norma técnica de A.N.D.A., sin embargo, podrá diseñarse a caudal real para permitir pendientes mayores en el caso de PVC o similar.

La velocidad mínima real para colectores primarios y secundarios es de 0.50 m/seg a caudal de diseño durante el primer año de funcionamiento. Mientras que las velocidades máximas son de 5.0m/s en PVC, 4.0m/s en hierro fundido y 3.0m/s en tuberías de concreto.

g) Proyecto definitivo

Lo conforman los cálculos necesarios para determinar las pendientes, dimensiones y capacidades de la red de alcantarillado y de sus instalaciones. Además, se incluye los planos con la red de alcantarillado sobre la planimetría del lugar, así como los perfiles correspondientes de cada calle y avenida.

En este proceso se adicionan las especificaciones técnicas y presupuesto del diseño de alcantarillado.

2.17. Consideraciones generales de diseño.

Los puntos más importantes en un diseño de una red de alcantarillado sanitario son el cálculo correcto del tamaño de la alcantarilla y su pendiente, para que este sistema logre soportar el

caudal máximo previsto, así como conservar una velocidad adecuada que permita mantener los sólidos en suspensión.

El flujo líquido en una tubería puede ser con superficie libre o bajo presión, lo que depende de si la conducción fluye llena o no. Sin embargo, las alcantarillas se proyectan esperando que fluyan llenas solamente en condiciones de flujo máximo, por lo tanto, se considera que la condición normal de flujo es la de un canal con una superficie de agua libre en contacto con el aire. Cuando las alcantarillas van llenas lo hacen generalmente a poca presión, excepto en el caso de tuberías forzadas y sifones invertidos.

2.18. Pruebas de funcionamiento de la red de alcantarillado sanitario.

En todos los documentos contractuales debe incluirse la realización de pruebas de recepción de las alcantarillas sanitarias por gravedad. Las pruebas más utilizadas son la prueba con agua y la prueba con aire a baja presión, en tramos no mayores de 300m, las cuales sirven para reparar problemas rápidamente. Estas se deben realizar únicamente después del relleno de zanjas, dejando destapadas las uniones y juntas para poder observar posibles fugas.

2.18.1. Prueba con agua.

Para esta prueba se utilizan dos métodos según la ubicación del nivel freático: la prueba de infiltración la cual se aplica cuando el nivel freático está a una altura de 0.30 a 0.60m por encima de la tubería, mientras que la prueba de exfiltración se usa cuando el nivel freático está

demasiado bajo para efectuar la prueba de infiltración. En ambos casos se debe realizar cuando los tramos están recién construidos.

En la prueba de infiltración se tapa el extremo superior del tramo a probar y se coloca un vertedero triangular en el pozo de visita del extremo inferior, esto con el objeto de corroborar el caudal de agua que pasa por él. Hay que hacer un número suficiente de lecturas para poder saber con suficiente certeza el caudal medio de infiltración en el tramo.

En la prueba de exfiltración se tapan ambos extremos del tramo en estudio, así como los dos pozos de inspección respectivos, el tramo se llena de agua hasta un nivel predeterminado y la tasa de pérdida se calcula en función del descenso del nivel del agua durante un período suficientemente largo de tiempo. También puede determinarse a partir de la medición del volumen de agua que es necesario suministrar al sistema para se mantenga el nivel inicial.

El criterio utilizado para la recepción del tramo de alcantarillado es una tasa de pérdidas, expresada en litros sobre milímetro de diámetro por kilómetro y por día, con los materiales que actualmente existen en el mercado se espera una tasa 20 l/mm*km*día .

2.18.2. Prueba con aire a baja presión.

Este método se realiza con mayor facilidad y rapidez, por lo que es más utilizado por los ingenieros, y aunque no hay una correlación directa entre la pérdida de aire y agua, se cree que una alcantarilla que supere una prueba de aire puede superar una con agua.

En la realización de la prueba con aire se tapan los dos extremos del tramo comprendido entre pozos de registro como se muestra en la figura 2.11, al mismo tiempo que todos los

dispositivos tapados se refuerzan para asegurar de que resistirán la presión interior esperada, luego se introduce aire en el tramo de prueba a una presión superior a la máxima ejercida por el agua freática que pueda rodear la alcantarilla, una vez que se ha establecido la presión en el interior del tramo se desconecta rápidamente el suministro de aire y se mide el tiempo transcurrido hasta que la presión descienda una cantidad prefijada.

La prueba con aire se lleva a cabo a presiones variables entre 20 y 35 KN/m por encima de cualquier otra presión exterior actuante sobre la tubería. El valor más usado es 27.5 KN/m², una vez que el tramo a probar ha sido presurizado y que la presión está estabilizada (por lo menos 2 minutos) se corta la alimentación de aire.

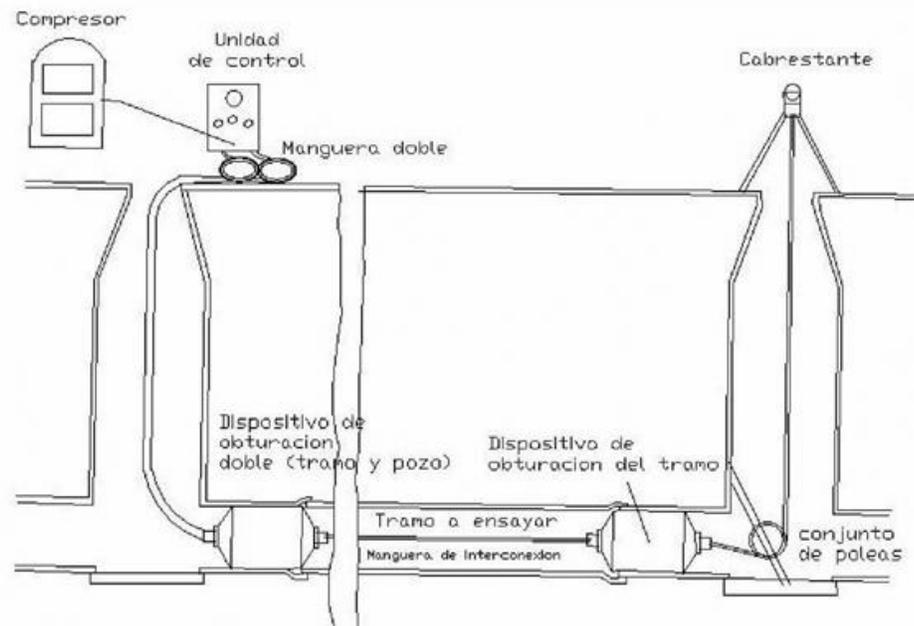


Figura 7. Prueba de baja presión en un tramo de alcantarilla entre dos pozos de registro.

Ha podido establecerse que un tramo de alcantarilla funcionará correctamente si el tiempo requerido expresado en segundos para que la presión disminuya de 24 a 17.1 KN/m² es mayor o igual que el menor de los dos tiempos calculados mediante las siguientes ecuaciones:

$$t_Q = \left(\frac{1.0184}{q} \right) \left(\frac{(d_1^2 L_1 + d_2^2 L_2 + \dots + d_n^2 L_n)}{(d_1^2 L_1 + d_2^2 L_2 + \dots + d_n^2 L_n)} \right)$$

$$t_Q = \left(\frac{0.0032}{Q} \right) (d_1^2 L_1 + d_2^2 L_2 + \dots + d_n^2 L_n)$$

Dónde:

t_Q y t_q: tiempo requerido para una caída de presión desde 24 a 17.1KN/m²

Q: 56.7 L/min o pérdida de aire

q: 0.913 L/min.m² de superficie interior del conducto o pérdida de aire

d: diámetro del conducto en el tramo de prueba, mm

L: longitud del tramo de prueba, m

Normalmente una alcantarilla retendrá la presión establecida durante un tiempo muy superior al establecido, aunque una junta defectuosa u otra pérdida importante puede dar lugar a una caída casi instantánea de la presión.

Cuando se utiliza el método de prueba por aire a baja presión, los pozos de registro deben ser sometidos a pruebas independientes debido a que los mismos no están incluidos en el de los tramos.

2.19. Sistema de alcantarillado sanitario.

Los sistemas para la recolección y transporte de las aguas residuales se dividen en Sistema Convencional y Sistemas No Convencionales.

2.19.1. Sistema convencional de alcantarillado sanitario.

El sistema convencional es aquel que está constituido por redes colectoras que se ubican en calles o avenidas y cuenta con pozos de visita en los casos de cambio de pendiente del colector, cambio de dirección, cambio de material del colector, cambio de diámetro, punto de intercepción de dos o más colectores, cada cien metros y al inicio del colector. Para el sistema convencional, el diámetro mínimo es de 200mm (8”) y se deberá cumplir con lo relacionado al alcantarillado de las Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras de ANDA.

2.19.2. Sistemas no convencionales de alcantarillado sanitario.

Los sistemas de alcantarillado sanitario no convencional, son sistemas basados en consideraciones de diseño hidráulico, diámetros mínimos, profundidad de instalación, y accesorios de conexión, entre otros, que permiten el disminuir los costos de construcción, operación y mantenimiento.

Los sistemas no convencionales son:

- Sistema de Alcantarillado sin arrastre de sólidos

- Sistema Simplificado de Alcantarillado
- Sistema Condominial de Alcantarillado

2.19.3. Sistema condominial de alcantarillado.

El modelo condominial de alcantarillado sanitario, es un sistema que recolecta las aguas residuales generadas por un conjunto de viviendas mediante un ramal condominial, el cual descarga a la red de alcantarillado sanitario convencional. Las tuberías podrán ser instaladas en la parte interna (con el respectivo permiso de los propietarios) o externa de los lotes, siguiendo el recorrido más favorable de acuerdo a la topografía del terreno, uniendo entre sí las instalaciones de cada vivienda.

Por lo general cada ramal recolecta las aguas de las viviendas ubicadas en un polígono o block.

La operación y mantenimiento del ramal condominial será responsabilidad de la ANDA en los casos en los cuales el ramal se ubique en áreas de acceso público (aceras, pasajes, etc.). En los casos que se ubiquen en la parte interna de los lotes o viviendas, si no se constituye la servidumbre respectiva, la operación y mantenimiento del ramal es responsabilidad de los habitantes de las viviendas que aportan al ramal.

Al conjunto de viviendas o lotes que funcionan como una unidad de servicio, se le llama condominio y se define como el grupo de lotes o viviendas que son atendidas por una red o tubería condominial. Cada grupo de viviendas que drena a la red condominial es visto como la proyección horizontal de un edificio.

El efluente del sistema o cada ramal condominial, deberá incorporarse al sistema convencional de alcantarillado sanitario o a una planta de tratamiento previo a su descarga en un cuerpo receptor.

2.20. Consideraciones generales para los sistemas de alcantarillado condominial.

Para el diseño y ejecución del proyecto de alcantarillado sanitario de tipo condominial, los estudios básicos se deberán realizar en el área donde se desarrollará el proyecto y deberán contar con la participación y aceptación de la población a beneficiarse con la introducción del servicio. Las organizaciones que apoyen el proyecto e instituciones involucradas con proyecto deberán también participar en la elaboración de los estudios del proyecto, los cuales comprenderán entre otros, los ámbitos técnicos, sociales, económicos, culturales y ambientales.

Una vez el proyecto comience a funcionar, se deberá trabajar en la organización y concientización de la población usuaria para garantizar su participación plena en las actividades de operación y mantenimiento del sistema, así como en el uso apropiado y cuidado de la red.

2.21. Consideraciones especiales para los sistemas de alcantarillado condominial.

En los casos en los cuales se proyecte la instalación de colectores de alcantarillado sanitario dentro de propiedad privada, los beneficiarios deberán de establecer un acuerdo que permita

realizar las intervenciones de operación y mantenimiento necesarias en forma ágil y oportuna, a lo largo del período de funcionamiento de la red. El propietario del inmueble afectado por el paso del ramal condominial, deberá tener conocimiento de la existencia de la tubería dentro de su terreno y de la obligación de permitir el ingreso del personal técnico necesario para las operaciones de mantenimiento.

Previo al inicio del proyecto, cada uno de los beneficiarios con un proyecto de introducción de aguas residuales, deberá firmar una carta compromiso en la cual se deberá plasmar la aceptación de la obligación de participar en la operación y mantenimiento del sistema y permitir el acceso al área donde se ubica el ramal dentro de su propiedad.

Se deberá garantizar la participación de los usuarios del sistema desde el momento de concepción en las etapas subsiguientes del proyecto de introducción del servicio de alcantarillado sanitario.

2.22. Parámetros de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario condominial.

Durante la etapa de diseño, es necesario definir el periodo de diseño, calcular el caudal de diseño en base a valores de dotación y población actual y futura, el tirante de agua correspondiente al caudal, tensión tractiva del tramo, pendiente, diámetro del colector, etc.

2.22.1. Periodo de diseño.

El período de diseño, permite definir el tamaño del proyecto en base a la población que hará uso del sistema al final de un período de tiempo determinado. El periodo de diseño mínimo será de 20 años.

2.22.2. Población.

Se realizará el estudio de la población beneficiaria y se estimará en base a datos estadísticos, la población actual, población al arranque del proyecto y la población futura o final que se beneficiará del proyecto.

Para la proyección de la población, se podrá ocupar el método de proyección de población aritmético, geométrico, exponencial o curva logística.

Para la estimación de la población, al inicio y al final del proyecto, se realizarán dos estudios, el primero en el cual se estima la población en base a una población de saturación, considerando el uso total del suelo, de acuerdo a la densidad poblacional que brindan los estudios de usos de suelo y planes de desarrollo urbano. Y el segundo en base a las estadísticas de crecimiento población en función del tiempo. Para la selección del valor de la población del proyecto, se realizará una comparación de ambos resultados y se seleccionará el más adecuado en base a criterios técnicos.

2.22.3. Dotaciones y coeficiente de retorno.

Los datos de aporte de aguas residuales se basan en el volumen de agua que una persona consume por día (dotación), razón por la cual, se definirá la dotación de agua que se asignará a cada habitante.

El aporte de aguas residuales, será calculado como la dotación de agua potable, afectada por un coeficiente de retorno. La dotación mínima a utilizar será de 80 l/hab-d. La dotación máxima a utilizar será de 125 l/h-d

El coeficiente de retorno será De 0.8

Los valores de dotación mínima y máxima, serán utilizados solamente para el cálculo del caudal de aguas negras.

2.22.4. Caudal medio de aguas residuales.

El caudal medio de aguas residuales en litros por segundo, se calculará con la siguiente formula:

$$Q_{med} = \frac{0.8 \times P \times q}{86400}$$

Donde:

Qmed: es el caudal medio de aguas residuales en litros por segundo (l/s)

P: población a beneficiar en habitantes.

q: es la dotación de agua potable en litros por habitante día (l/h-d)

2.22.5. Variación de caudal.

Para el cálculo del caudal máximo diario, horario y mínimo de aguas residuales, se utilizarán los siguientes coeficientes:

- Máximo diario (K1): de 1.2 a 1.5 el caudal medio

- Máximo horario (k2): de 1.8 a 2.4 el caudal medio
- Mínimo horario (k3): de 0.1 a 0.3 el caudal medio

2.22.6. Caudal de diseño de aguas residuales.

El caudal de diseño de las tuberías, deberá considerar los siguientes caudales:

- Caudal máximo horario Qmh, el cual es el producto del Qmed multiplicado por el factor k2
- Caudal por infiltración Qi, el cual se estimará en 0.1l/s por kilómetro de tubería
- Caudal Qc generado en industrias y comercios ubicados en el área del proyecto
- Caudal por conexiones erradas Qe el cual se estimará como un 10% del Qmh

Tomando en consideración los caudales anteriores, el caudal de diseño será:

$$QD = 1.1k_1Q_{mh} + Q_c + Q_i$$

El caudal mínimo de diseño será 1.5 l/s

2.22.7. Diámetro de los colectores.

Para la selección del diámetro y pendiente del colector, se podrá utilizar el principio de Tensión Tractiva o el de velocidad mínima real dentro del colector.

Si se aplica el principio de tensión tractiva, cada tramo de colector, deberá ser verificado para un valor mínimo de Tensión Tractiva (TT) de 1 Pascal (Pa). En tramos iniciales el valor de será de 0.60Pa para el caudal al momento de puesta en marcha del proyecto, al final del periodo de diseño, deberá cumplir con el valor mínimo de 1 Pascal.

Si se aplica el principio de velocidad mínima, el valor de la velocidad mínima real deberá ser 0.50m/s.

El diámetro mínimo de los colectores será de 100mm (4”).

2.22.8. Ubicación de los colectores.

Los colectores se colocarán en las aceras o pasajes peatonales. En lo posible, los colectores deberán instalarse siguiendo la topografía del terreno y haciendo uso de la menor longitud de tubería, esto con el objeto de disminuir el volumen de terracería. En los casos en los cuales por la topografía del terreno no sea posible la conexión de las viviendas al colector en la acera, se deberá considerar su instalación en la parte interna de los lotes.

En base a lo anterior en proyectos de alcantarillado condominal, se tendrán cuatro opciones para la instalación de la tubería:

- a) Ramal por las aceras
- b) Ramal en la parte interna de la propiedad
- c) Ramal al frente de los lotes (dentro de la propiedad)

d) Ramal mixto, el cual los colectores se ubican tanto en la parte interna de la propiedad como fuera de la misma

Con el objeto de disminuir las profundidades de los colectores, se deberán definir subcuencas de drenaje independientes, las cuales se conectarán a un sistema de alcantarillado convencional.

2.22.9. Profundidad de los colectores.

La profundidad mínima dentro de los lotes y aceras, será de 0.30m medidos a la corona del tubo y 0.60m en áreas fuera del lote, esto en zonas con tráfico vehicular liviano. Para zonas con tráfico vehicular pesado, se deberá atender lo especificado para el sistema convencional.

2.23. Componentes del sistema.

2.23.1. Acometida domiciliar.

En el sistema condominial, la tubería de la vivienda, se conectará a la red de recolección mediante una acometida domiciliar, la cual tendrá un diámetro mínimo de $\varnothing 75\text{mm}$ (3"). La conexión a la red recolectora se realizará mediante accesorios, pudiendo descargar una o dos acometidas.

2.23.2. Obras para interconexión, mantenimiento o inspección.

La interconexión de dos o más ramales con profundidades menores a 1.20m, en zonas sin tráfico vehicular se realizará mediante una caja de inspección. Para profundidades mayores a 1.20m, la interconexión se realizará mediante pozos de visita convencionales.

Además, se colocarán cajas de inspección, en las mismas condicionantes que para el sistema convencional:

- Para el cambio de dirección
- Cambio de diámetro
- Cada cien metros
- Cambio de material
- Cambio de pendiente
- Interconexión de dos o más colectores o ramales
- En puntos donde se tengan caídas.

Para los casos anteriores, cuando la profundidad sea mayor a 1.20m se deberá construir un pozo de visita convencional.

Con el objeto de evitar el remanso, la pendiente de la media caña de las cajas y pozos de inspección deberá ser similar o mayor a la pendiente mayor de los tramos de colector que convergen en ella.

Al inicio de un tramo inicial de un colector, se podrá colocar un dispositivo para inspección o limpieza.

2.23.3. Ramal condominial.

La interconexión de los distintos tramos de colector condominial, se realizará mediante cajas. Se recomienda la instalación de accesorios para limpieza en puntos accesibles de la red y al inicio del tramo condominial.

Se deberán utilizar cajas de inspección en puntos accesibles de la red, separadas a una distancia máxima de 50m entre si y en cambios de dirección mayor o igual a 45 grados, para deflexiones menores, se podrán utilizar curvas o accesorios.

2.23.4. Trampa de grasa y aceites.

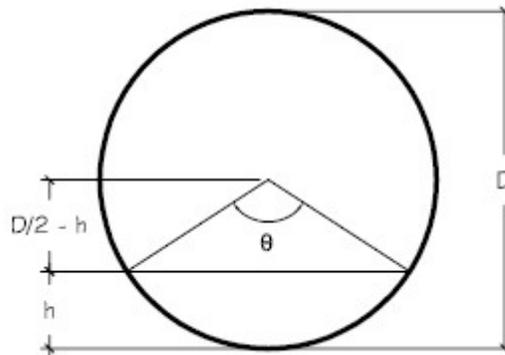
Con el objeto de retener sólidos, aceites y grasas, se recomienda construir una trampa de grasas, la cual deberá tener un volumen útil mínimo de 60 litros, según se muestra en anexo 5.11, la cual se deberá ubicar en un punto cercano al centro de generación de grasas.

2.23.5. Materiales.

Las tuberías a utilizar en los sistemas de alcantarillado condominial deberán cumplir con lo especificado en las Normas Técnicas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras de ANDA y/o las que cumplan con estándares equivalentes a los antes mencionados.

2.23.6. Instalación de la tubería.

La instalación de la tubería, se realizará de acuerdo a lo estipulado en la norma ASTM D-2321 “Prácticas Estándar para la Instalación Subterránea de Tuberías Termoplásticas para Alcantarillado y Otras Aplicaciones de Flujo por Gravedad”.



Partiendo de la figura anterior, se tiene que:

El ángulo barrido en función del tirante de agua y el diámetro de la tubería será:

$$\theta = 2 \arccos \left(1 - \frac{2h}{D} \right)$$

Donde:

θ: es el ángulo barrido (en grados sexagesimales)

h: el tirante de agua en el colector (en m)

D: es el diámetro del colector (en m)

2.23.7. Radio hidráulico.

El radio hidráulico se deberá calcular con la siguiente formula:

$$R_H = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 \text{sen} \theta}{2\pi\theta} \right)$$

Donde:

RH: es el radio hidráulico (en m)

D: es el diámetro de la tubería (en m)

Θ: es el ángulo barrido (en grados sexagesimales)

2.23.8. Velocidad.

La velocidad en el colector parcialmente lleno se calculará con la siguiente formula:

$$v = \frac{0.397 D^{\frac{2}{3}}}{n} \left(1 - \frac{360 \text{sen} \theta}{2\pi\theta} \right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:

v: es la velocidad (en m/s)

n: es el coeficiente de rugosidad (adimensional)

- RH: es el radio hidráulico (en m)
- S: es la pendiente del tramo (en m/m)
- Θ : es el ángulo barrido (en grado sexagesimal)

La velocidad mínima estará determinada por el valor de la tensión tractiva en cada tramo. La velocidad máxima al final del periodo será 5m/s.

El valor de coeficiente “n” de la fórmula de Manning a utilizar será de 0.013.

2.23.9. Caudal.

El caudal en un colector parcialmente lleno, se calculará con la siguiente formula.

$$Q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257.15n(2\pi\theta)^{\frac{2}{3}}}(2\pi\theta - 360\text{sen}\theta)^{\frac{5}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- Q: es el caudal en m³/s
- D: es el diámetro en m
- Θ : es el ángulo barrido en sexagesimal

2.23.10. Tirante de agua.

Para el caso de los sistemas condominial y simplificado, el tirante de agua dentro del colector deberá mantenerse dentro del siguiente rango:

$$0.2D < h/D < 0.7D$$

Donde:

D: es el diámetro del colector

H: es el nivel del agua en el colector

2.23.11. Tensión tractiva.

La tensión tractiva, se define como la fuerza tangencial por unidad de área mojada ejercida por el flujo de aguas residuales sobre un colector y en consecuencia sobre el material depositado. Para el cálculo del valor de la tensión tractiva, se utilizará la siguiente formula.

$$\tau = \rho g R_H S$$

Donde:

es el valor de la tensión tractiva (en Pa o N/m²)

ρ : es la densidad del agua residual (en Kg/m³)

g : es la aceleración de la gravedad (en m/s²)

RH: es el radio hidráulico (en metros)

S: es la pendiente (en metro/metro)

La pendiente de los diferentes tramos de colector, deberá ser calculada para cada tramo, tomando en consideración el radio hidráulico correspondiente al caudal y diámetro propuesto para el tramo analizado.

Para el sistema condominial, el tirante máximo del agua dentro del colector será el 70%1 del diámetro Interno del colector. El caudal mínimo de diseño será 1.5l/s.

2.24. Pendiente mínima.

En el sistema condominial, la pendiente mínima del colector, estará dada por la condición de mantener un valor de tensión tractiva mínimo de 1Pa (0.102 kgf/m²) de acuerdo al caudal de diseño del tramo, para las condiciones iniciales de funcionamiento.

Para el cálculo de la pendiente mínima, también se podrá utilizar el criterio de velocidad mínima real dentro del colector, de acuerdo a lo estipulado para el sistema convencional, la cual tiene un valor de 0.5m/s.

2.25. Pendiente máxima admisible.

La pendiente máxima admisible, estará determinada por la velocidad máxima dentro del colector, al igual que en el sistema convencional, la velocidad máxima real dentro del colector será de 5.0m/s al final del periodo de diseño.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Generalidades del proyecto

3.1.1. Nombre del proyecto:

“CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE”.

3.1.2. Entidad ejecutora del proyecto:

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.), Gerencia Regional de Occidente.

3.1.3. Entidad operadora del proyecto:

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.), Gerencia Regional de Occidente.

3.1.4. Fuente de financiamiento:

Por definir.

3.1.5. Localización del proyecto:

Municipio de Sonzacate, departamento de Sonsonate.



Figura 8. Ubicación del proyecto: Municipio de Sonzacate

3.1.6. Área de influencia:

Ante el crecimiento de la población y el grado de desarrollo que se ha alcanzado durante los últimos años, en tal sentido se vuelve necesario llevar a cabo mejoramientos del sistema de aguas residuales el municipio de Sonzacate, departamento de Sonsonate.

El área de influencia directa del proyecto ha sido definida en el Municipio de Sonzacate, debido a que las obras se encuentran dentro de éste, y siendo más específicos, el proyecto se localizara con las siguientes nomenclaturas: 10 avenida Norte y Sur, entre 1ª calle Oriente Municipio de Sonzacate, y 6ª Avenida Sur, Municipio de Sonsonate, Departamento de Sonsonate.

3.2. Antecedentes.

3.2.1. Análisis de la situación actual del alcantarillado sanitario existente.

Como estrategia para el desarrollo, bien común y bienestar ambiental, se tiene como de interés las siguientes comunidades:

- Colonias Santa Lucia,
- La Pradera, Poderosa 2,
- El Sauce, Argentina,
- San Felipe,
- San Luis, Sedan Oriente y Poniente,
- San Carlos,
- La Villa de Sonzacate todas del Municipio de Sonzacate,
- y parte de Barrio el Ángel del Municipio de Sonsonate.

Las comunidades antes mencionadas, ya cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario, el cual, en la actualidad, trabaja en su máxima capacidad para el traslado hidráulico dentro de la cañería y con presencia de colapsos en algunos tramos.

En promedio se cuenta con una población actual estimada de 4,200 habitantes lo cual equivale a 700 viviendas las cuales se encuentran afectadas de manera directa, y como de forma indirecta el casco urbano del municipio de Sonzacate.

A lo anterior expuesto, se propone un proyecto, que requiere intervenir el grado de afectación ambiental y social que se tiene y este consiste en un sistema para drenar de forma inmediata la demanda de descarga de aguas negras que, ahora se tiene, en el municipio de Sonzacate.

A continuación, se detallan las obras más importantes a realizar en este proyecto:

a) Nuevas Construcciones:

- Incorporación de 23.09 metros lineales de tuberías con diámetro de Ø12”, donde se realizan las conexiones estratégicas del traslado hidráulico de la tubería existente hacia la nueva red o colector nuevo proyectado.
- Incorporación de 2,930.15 metros lineales de tubería con diámetro de Ø24”, el cual tiene la disposición de evacuar el caudal que se genera en la actualidad y el proyectado con la población a futura.
- Construcción de 35 nuevos pozos de visita, los cuales tienen como finalidad de recibir los tramos de tubería y realizar cambios de dirección en la red.

b) Actividades propias de ANDA:

- Suministro del personal calificado para la dirección del proyecto y resolución de problemas.
- Suministro de mano de obra calificada y no calificada para la ejecución de las actividades del diseño.
- Conexiones o acometidas domiciliarias nuevas y reacomodo de las existentes.

- Cuido y resguardo de otras conexiones hidráulicas como agua potable y aguas lluvias.

Lo antes detallado, es establecido como resultado de la elaboración de la carpeta técnica.

3.3. Planteamiento del problema a resolver con el proyecto:

Actualmente la población del Municipio de Sonzacate que descarga las aguas grises y negras a los colectores de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.), se han visto afectados debido a frecuentes obstrucciones en el colector de Alcantarillado que va desde la 10^a Avenida hasta el punto de descarga, pues el diámetro de este (Ø 8") en relación a la demanda que descarga ya no tiene capacidad de conducción, razón por la cual se ha proyectado la sustitución de este por uno de mayor diámetro, este colector es uno de los principales del Municipio de Sonzacate; y debido a su capacidad de conducción a limitando considerablemente la construcción de nuevos asentamientos urbanos en la zona.

Con el cambio de este por uno de mayor diámetro se mejorará considerablemente todo el sistema de Alcantarillado Sanitario en la zona, brindando a la población u servicio eficiente y expansión urbana.

La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.), es la institución nacional encargada resolver la problemática de colapso de tuberías de aguas negras, que se tiene en el municipio de Sonzacate, y para ello se ha elaborado la carpeta técnica que cubre la problemática y resuelve la misma.

3.4. Objetivos del proyecto

3.4.1. Objetivo general:

- Diseñar un colector de aguas residuales para mejorar las condiciones de vida para los habitantes del municipio de Sonzacate, departamento de Sonsonate.

3.4.2. Objetivos específicos:

- Incrementar el desarrollo y mejorar la calidad de vida de los habitantes de las comunidades en estudio.
- Proporcionar los planos constructivos, y especificaciones técnicas de los elementos que conformaran la red de alcantarillado sanitario, en base a normativas nacionales.
- Construir la infraestructura hidráulica y civil, con las especificaciones técnicas nacionales e internaciones para lograr que la red proyectada y sus componentes, satisfagan la demanda de descargas de aguas negras.

3.5. Justificación del proyecto.

En la zona de estudio, el elevado factor de crecimiento poblacional y considerando al Municipio de Sonzacate uno de los Municipios con mayor desarrollo en el Departamento de Sonsonate, ha llevado a sobrepasar la máxima capacidad de evacuación del sistema de Alcantarillado Sanitario existente sobre la 10ª Avenida Norte y Sur, ocasionando serios

problemas en la prestación del servicio de descarga de aguas residuales y causando entre severos y grandes problemas al medio ambiente.

El sobrepasar esta capacidad de descarga de aguas residuales, que se produce de manera constante, que se hace denotar a lo largo del recorrido del colector, y evidencia de derrames de aguas residuales. Generan focos de contagio para los habitantes de la zona. En tal sentido la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), planifica desarrollar obras de infraestructuras, que mejoraran el sistema existente y por ende la calidad de vida de la población en general, pues este tipo de proyectos están orientados a elevar los niveles de bienestar y calidad de vida en la población.

3.6. Descripción técnica del proyecto.

3.6.1. Generalidades.

El proyecto referido; es un proyecto que cuenta con un presupuesto de \$ 760,665.06; para la construcción de un colector nuevo y sus elementos estructurales que servirán para recibir la descarga de aguas residuales de acometidas existentes y otras que se generan por incremento del crecimiento poblacional en el municipio de Sonzacate, departamento de Sonsonate, el colector de aguas residuales se convertiría en uno de los colectores principales del municipio, que ayudaría directamente a más de 700 viviendas a evacuar de forma segura las aguas residuales, y por consiguiente, mejorara la vida sanitaria de los habitantes en el municipio.

El proyecto comprende con la construcción de nuevos pozos de visita y que sus alturas oscilaran entre 1.80 metros a 3.60 metros de altura, estos se conectaran mediante un colector

nuevo de estructura de PVC con un diámetro de Ø 24” conducto que transportara según su diseño hidráulico un caudal de 71.40 m³/seg al final del tramo o su descarga. Para el traslape de aguas residuales, se ha considerado en 3 conexiones estratégicas, las cuales tienen como fin trasladar la carga hidráulica del colector antiguo de Ø8” existente (colapsado), estas conexiones se realizarán con una tubería de Ø12” y su estructura será de PVC. Para trasladar el caudal de aguas negras hacia el colector de Ø24”.

Finalizando la construcción e instalación del colector de aguas residuales, se procederá a realizar el relleno con material existente para recubrir y proteger el colector nuevo de aguas negras y se concluirá con el sello de la vía, con la colocación de una franja de carpeta asfáltica, donde se realizó la excavación para la instalación de las tuberías y construcción de pozos de visita.

3.6.2. Tamaño del proyecto

Para la ejecución del proyecto, se estiman los siguientes volúmenes de obra:

- Suministro e instalación de 23.09 metros lineales de tubería de PVC Ø12”.
- Suministro e instalación de 2,930.15 metros lineales de tubería de PVC Ø24”.
- Construcción de 35 pozos de visita.
- Excavación de 10,055.66 m³ para la instalación de tuberías y construcción de pozos de visita.
- Relleno compactado de 9,070.84 m³ para el recubrimiento de tubería y pozos de visita.
- Suministro y colocación de 236.37 m³ de capa de concreto asfáltico.

3.7. Localización del proyecto.

3.7.1. Macro localización

La macro localización del proyecto está definida en el Municipio de Sonzacate, y ubicado en el occidente de El Salvador.

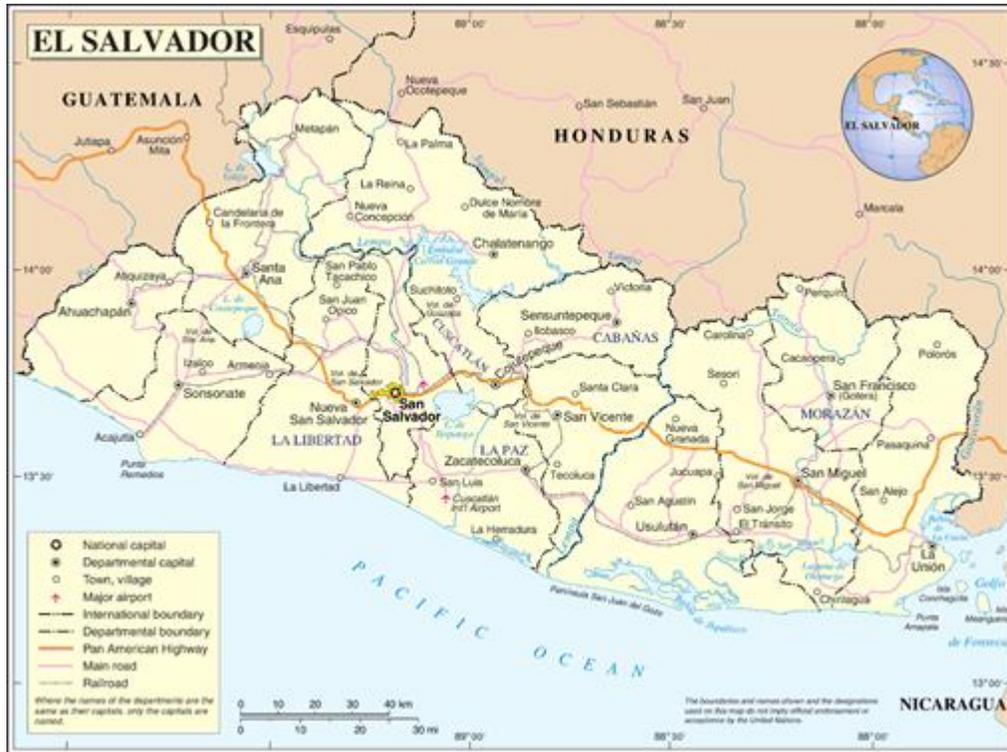


Figura 9. Macro Localización del Proyecto

3.7.2. Micro localización.

Micro Localización: 10 avenida Norte y Sur, entre 1ª calle Oriente, y 6ª Avenida Sur, Municipio de Sonzacate, del Departamento de Sonsonate.

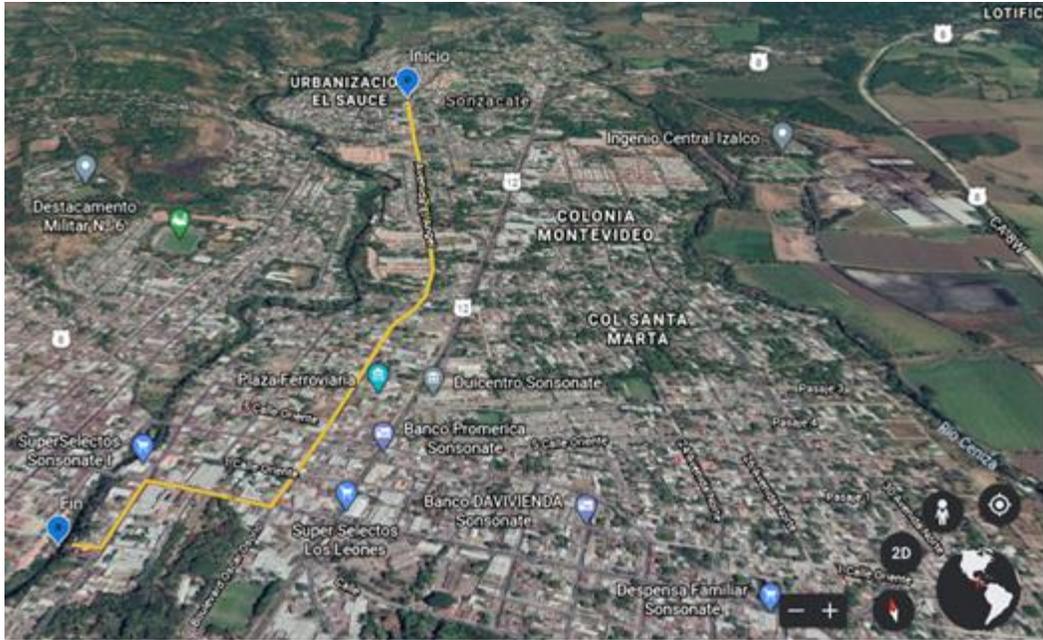


Figura 10. Esquema de la red, vista en fotografía geográfica.

3.8. Diagnóstico de la zona de influencia.

El municipio de Sonzacate del departamento de Sonsonate. Es limitado por los siguientes municipios: al Norte y Oeste con el municipio de Sisimitepec (departamento de Sonsonate); al Este con el municipio de Izalco (departamento de Sonsonate); y al Sur con el municipio de Sonsonate (departamento de Sonsonate). El municipio de Sonzacate, se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas; Latitud: 13.7333, Longitud: -89.7167. 13° 43' 60" LWG (Extremo septentrional) y, 89° 43' 0" LWG (Extremo oriental).



Figura 11. Límites geográficos

3.9. Población beneficiada directa e indirectamente.

Se ha detectado que tuberías existentes, ya cuentan con un periodo de vida, en que su funcionalidad ya ha colapsado, y que es necesario su remplazo, para eliminar un posible colapso de las calles por algunas erosiones que pueden generar las fugas de aguas residuales bajo los niveles de las calles.

Entre las principales calles afectadas son: Avenida El Ángel (desde la intercepción con la 1ª calle poniente) y 10ª avenida norte. Nuevo trazo de tuberías y un diámetro mayor el cual incluye además nuevos artefactos estructurales para la conexión de los tramos nuevos de tubería, son la solución a la problemática que se vive en la actualidad en el municipio de Sonzacate, departamento de Sonsonate.

Se estima que la población al final del periodo de diseño para el caso de Comunidades en estudio de 10,248 habitantes, lo cual se calcula mediante la fórmula de crecimiento aritmética:

$$P_n = P_0(1+in)$$

Dónde:

P_n : es la población en el año “n”

P_0 : es la población inicial en habitantes

i : es la tasa de crecimiento anual

n : es el periodo de diseño

Tomando en cuenta los datos anteriores, la población al final del periodo de diseño será:

$$P_{2040} = 4,200(1+(0.017 \times 20))$$

$$P_{2040} = 5,620 \text{ habitantes}$$

AÑO	POBLACION
2020	4,200
2021	4,262
2022	4,324
2023	4,388
2024	4,452
2025	4,517
2026	4,583
2027	4,651
2028	4,719
2029	4,788
2030	4,858
2031	4,930
2032	5,002
2033	5,075
2034	5,150
2035	5,225
2036	5,302

AÑO	POBLACION
2037	5,380
2038	5,459
2039	5,539
2040	5,620

Tomando en cuenta el periodo de diseño (20 años) para este tipo de proyectos se puede contabilizar la población actual del sector beneficiado y a la vez estimar su población futura.

3.10. Inversión estimada (presupuesto).

ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

REGIÓN OCCIDENTAL

ÍTE M	ACTIVIDAD	UNIDA D	CANT.	COSTO UNITARIO	SUB TOTAL
1.00	ROTULOS DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO				
1.01	Rótulos	u	1.00	\$ 529.11	\$ 529.11
				Sub total =	\$ 529.11
2.00	REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO				
2.01	Dispositivos de control de tráfico y seguridad vial	s.g.	1.00	\$ 4,266.09	\$ 4,266.09
				Sub total =	\$ 4,266.09
3.00	COLECTOR DE AGUAS NEGRAS				
3.01	Trazo y nivelación con topográfica. Incluye: tuberías, pozos de visita y el levantamiento final de la obra finalizada.	ml	3,005.74	\$ 3.07	\$ 9,227.62
3.02	Demolición de pavimento existente.	m2	4,727.49	\$ 5.92	\$ 27,986.75
3.03	Excavación con máquina, para zanjo en tuberías, material común.	m3	9,927.73	\$ 6.11	\$ 60,658.45
3.04	Excavación con máquina, para pozo de visita, material común.	m3	127.93	\$ 6.11	\$ 781.62
3.05	Ademado para zanjo y pozos de visita.	m2	352.25	\$ 12.32	\$ 4,339.72
3.06	Suministro y colocación de tubería flexible, Ø 12".	ml	23.09	\$ 41.07	\$ 948.31

ÍTE M	ACTIVIDAD	UNIDA D	CANT.	COSTO UNITARIO	SUB TOTAL
3.07	Suministro y colocación de tubería flexible, Ø 24".	ml	2,930.15	\$ 96.99	\$ 284,195.17
3.08	Construcción de pozo de visita H=1.50 a H=2.00m, Incluye: cilindro y cono p/trinchera, pared interior repelladas, fondo de pozo diámetro = 1.70 m, con mampostería de piedra ligada con mortero e=0.50 m, cama de concreto simple e=0.10 m, F'c 180 kg/cm2, pretil de concreto F'c 210 kg/cm2, peldaños y tapadera HoFo. Ver detalle.	u	27.00	\$ 689.44	\$ 18,614.88
3.09	Construcción de pozo de visita H=2.00 a H=3.00m, Incluye: cilindro y cono p/trinchera, pared interior repelladas, fondo de pozo diámetro = 1.70 m, con mampostería de piedra ligada con mortero e=0.50 m, cama de concreto simple e=0.10 m, F'c 180 kg/cm2, pretil de concreto F'c 210 kg/cm2, peldaños y tapadera HoFo. Ver detalle.	u	3.00	\$ 857.47	\$ 2,572.41
3.10	Construcción de pozo de visita H=3.00 a H=4.00m, Incluye: cilindro y cono p/trinchera, pared interior repelladas, fondo de pozo diámetro = 1.70 m, con mampostería de piedra ligada con mortero e=0.50 m, cama de concreto simple e=0.10 m, F'c 180 kg/cm2, pretil de concreto F'c 210 kg/cm2, peldaños y tapadera HoFo. Ver detalle.	u	5.00	\$ 1,009.78	\$ 5,048.90
3.11	Relleno compactado con bailarina para recubrimiento de pozos de visita y recubrimiento de tubería, material existente. Incluye pruebas de Laboratorio.	m3	9,070.84	\$ 6.99	\$ 63,405.19
3.12	Desalojo de material sobrante.	m3	959.23	\$ 6.58	\$ 6,311.74
				Sub total =	\$ 484,090.76
4.00	INFRAESTRUCTURA VIAL				
4.01	Suministro y colocación de capa de concreto asfáltico. Incluye: riego de liga	m3	236.37	\$ 266.02	\$ 62,880.37
				Sub total	\$ 62,880.37

A. Total costo directo	\$ 551,766.33
B. COSTO INDIRECTO (22% *A.)	\$ 121,388.59
C. SUB TOTAL (COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS) (A. + B.)	\$ 673,154.92
D. IVA 13% (0.13*C.)	\$ 87,510.14
E. MONTO TOTAL DEL PROYECTO (C. + D.)	\$ 760,665.06

3.11. Costos de operación y mantenimiento.

3.11.1. Beneficios y costos privados.

Para el presente proyecto se denominaran como beneficios y costos privados, a todos aquellos ingresos y gastos originados por el proyecto en la etapa de ejecución, operación y mantenimiento a precios de mercado.

Con la ejecución del proyecto de “CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE”, se tendrán los beneficios siguientes:

Del Decreto de Tarifas por los Servicios de Acueductos, Alcantarillados y otros que presta; La ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (A.N.D.A.), Del Capítulo III, Tarifas Art.- 4.1 La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, brindara el servicio y cobrara las tarifas de acueductos y alcantarillados correspondientes, de acuerdo con las siguientes formulas:

$$\text{Factura Mensual} = (\text{m}^3 \times \text{tarifa de acueducto}) + \text{tarifa de alcantarillado}$$

Rango de consumo (m3)	Tarifa de Acueducto (US\$) /m3	Tarifa Mensual de Alcantarillado (US\$)
De 0 a 10	2.29 Tarifa mínima	0.00
Mayor de 10 hasta 20	0.21	0.10
21	0.232	1.80
22	0.254	1.80

Rango de consumo (m3)	Tarifa de Acueducto (US\$) /m3	Tarifa Mensual de Alcantarillado (US\$)
23 m3	0.275	1.80
24	0.298	1.80
De 25 hasta 30	0.319	1.80
31	0.345	2.00
32	0.372	2.00
33	0.398	2.00
34	0.425	2.00
De 35 hasta 40	0.4511	2.00
41	0.533	3.00
42	0.615	3.00
43	0.696	3.00
44	0.778	3.00
De 45 hasta 50	0.860	3.00
Mayor de 50 hasta 60	1.000	3.20
Mayor de 60 hasta 70	1.150	3.40
Mayor de 70 hasta 90	1.300	3.60
Mayor de 90 hasta 100	1.500	3.80
Mayor de 100 hasta 500	1.760	4.00
Mayor de 500	1.960	5.00

Tarifas Art. 4.2.- Establecimientos Industriales, Comerciales, Instituciones Estatales, Instituciones Oficiales Autónomas y Municipalidades:

Factura Mensual = (m3 x tarifa de acueducto) + tarifa mensual de alcantarillado

Rango de Consumo (m3)	Tarifa de Acueducto (US\$)	Tarifa de Alcantarillado (US\$)
Mayor de 0 hasta 5	3.76 *	0.10
Mayor de 5 a 20	0.41	0.10
Mayor 20 a 30	0.722	2.00

Rango de Consumo (m3)	Tarifa de Acueducto (US\$)	Tarifa de Alcantarillado (US\$)
Mayor de 30 hasta 50	0.972	2.80
Mayor de 50 hasta 60	1.222	3.00
Mayor de 60 hasta 90	1.522	3.30
Mayor de 90 hasta 100	1.722	3.60
Mayor de 100 hasta 500	1.822	4.00
Mayor de 500 en adelante	1.822	5.00

* Tarifa mínima.

Tarifas 4.3.- Tarifa por Alcantarillado Sanitario.

La Tarifa por alcantarillado será calculada en las fórmulas y será cobrada, siempre y cuando se preste dicho servicio. Los usuarios que poseen únicamente este servicio pagaran US\$ 2.29 como tarifa fija mensualmente.

Tarifas 4.4.- Centros oficiales de educación, clínicas de asistencia social y hospitales nacionales o unidades de salud que forman parte de la red nacional de salud, excepto los que pertenecen al Instituto Salvadoreño del Seguro Social:

Pagaran la tarifa preferencial que se establece en el presente acuerdo, más la tarifa de alcantarillado que será igual a un monto de \$1.80 fijo mensual. La fórmula que se utilizara es:

$$\text{Factura Mensual} = (\text{m}^3 \times \text{tarifa preferencial}) + \text{Tarifa de alcantarillado.}$$

3.12. Costos privados del proyecto.

Para el presente documento los costos privados del proyecto estarán conformados por todos aquellos gastos que se requieren para ejecutar el proyecto, como también aquellos gastos anuales necesarios para el funcionamiento del mismo.

3.13. Costos de operación y mantenimiento.

Dentro de los costos de operación y mantenimiento que serán necesarios llevar a cabo, después de haber ejecutado el proyecto se tienen los siguientes costos: Personal, materiales, reparaciones y otros.

3.13.1. Costo de personal operativo y mantenimiento.

Operar es hacer funcionar correctamente el sistema de alcantarillado sanitario a través de un buen trabajo y cumpliendo a cabalidad con las implementaciones de las especificaciones técnicas y planos constructivos, incluidos en el presente documento, con el fin de que el servicio sea constante y evitar la contaminación del ambiente y sobre todo asegurar la satisfacción de los usuarios.

Los pozos de visita permitirán el ingreso a la red de forma interna para su inspección y limpieza, la cual es la tarea a encarar por los operarios, estos deben de tener como mínimo el siguiente equipo de protección personal; botas de hule, guantes de hule, máscara antigás, cascos, etc.

Proceso para la Inspección al pozo de visita y red de alcantarillado:

1. Se identifica en los planos de la red de alcantarillado el tramo a ser inspeccionado. Se identificarán los pozos de visita aguas arriba y aguas abajo al tramo de interés.
2. Pozo de visita deberá ser ventilado antes de ingresar, como medida de protección, al menos dos horas antes de realizar el ingreso, además se deberá de abrir las tapaderas de los pozos de visitas anteriores y posteriores del tramo a inspeccionar.
3. La inspección debe comenzar lo más abajo posible de la red y progresar hacia aguas arriba.
4. Si existen cámaras inundadas, el agua se extrae con bombas achicadoras de succión, del tipo utilizado por las empresas constructoras en las excavaciones, y serán vertidas en el próximo pozo de visita.
5. Una vez ventilado los pozos de visita, es recomendable un control adicional de seguridad, para asegurarse que no es peligroso entrar, pues si no hay suficiente oxígeno una persona en el interior podría morir asfixiada a causa de los gases producidos por las aguas residuales.
6. Otra medida de seguridad al momento de realizar algún mantenimiento; consiste en ingresar a los pozos de visita con “línea o cuerda de vida”, por ello un operario debe de permanecer fuera del pozo de visita, para sacar del mismo al operario que se ha introducido al pozo de visita, en caso de emergencias. Jamás deberá de ingresar ambos trabajadores al mismo tiempo a un pozo de visita.

7. La tarea más importante de mantenimiento, consiste en dar la limpieza de las tuberías contra los sedimentos u otros elementos solidos que se acumulan internamente. Las tuberías deben limpiarse por lo menos 3 veces al año.

8. Es importante instituir la limpieza de la red como una actividad rutinaria sin esperar que falle a cusa de una obstrucción. Cuando esto ocurre, la reparación de los daños puede llegar a costar más que el mantenimiento preventivo regular y se convertiría en un mantenimiento correctivo que puede ser más costoso.

9. Como herramienta para la extracción de los sedimentos u otros elementos sólidos, que obstruyen la tubería en su parte interna, es un balde atado en la mitad de un cable de acero. El cable debe tener como mínimo una longitud igual a dos veces la distancia entre los pozos de visita a inspeccionar.

A continuación, se detallan los costos anuales en personal adicional que será necesario para la ejecución del mantenimiento preventivo de la red de alcantarillado:

Personal de mantenimiento	Factor de Uso	Salario Mensual (\$)	Meses al año	Total, Anual (\$)
Ingeniero jefe de campo	100%	1,000.00	4 meses	4,000.00
Fontanero; Incluye herramientas (2)	100%	400.00	4 meses	1,600.00
Auxiliares; incluye herramientas (4)	100 %	330.00	4 meses	1,320.00
Sub Total =				6,920.00
Horas extras y viáticos (20%) =				1,384.00
Prestaciones (30%) =				2,076.00
Total =				10,380.00

3.14. Fuentes de financiamiento.

Por definir, sin embargo, el monto se asciende a la cantidad de: Setecientos sesenta mil seiscientos sesenta y cinco con 06/100, de los Estados Unidos de Norteamérica.

3.15. Programación financiera y física.

3.15.1. Programación financiera.

ÍTEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB TOTAL	MES 1 (Avance \$)	MES 2 (Avance \$)	MES 3 (Avance \$)	MES 4 (Avance \$)	ACUMULADO DE AVANCE (\$)
PROCESO ADMINISTRATIVOS (ADECUACION DE BASES DE LICITACION, LICITACION, PRESENTACION DE OFERTAS, EVALUCION Y ADJUDICACION)										
1.00	ROTULOS DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO									
1.01	Rótulos	u	1.00	\$ 529.11	\$ 529.11	\$ 529.11	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 529.11
					Sub total =	\$ 529.11				
2.00	REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO									
2.01	Dispositivos de control de tráfico y seguridad vial	s.g.	1.00	\$ 4,266.09	\$ 4,266.09	\$ 1,066.52	\$ 1,066.52	\$ 1,066.52	\$ 1,066.52	\$ 4,266.09
					Sub total =	\$ 4,266.09				
3.00	COLECTOR DE AGUAS NEGRAS									
3.01	Trazo y nivelación con topográfica. Incluye: tuberías, pozos de visita y el levantamiento final de la obra finalizada.	ml	3,005.74	\$ 3.07	\$ 9,227.62	\$ 2,306.91	\$ 2,306.91	\$ 2,768.29	\$ 1,845.52	\$ 9,227.62
3.02	Demolición de pavimento existente.	m2	4,727.49	\$ 5.92	\$ 27,986.75	\$ 8,396.03	\$ 11,194.70	\$ 6,996.69	\$ 1,399.34	\$ 27,986.75
3.03	Excavación con máquina, para zanjo en tuberías, material común.	m3	9,927.73	\$ 6.11	\$ 60,658.45	\$ 18,197.54	\$ 21,230.46	\$ 15,164.61	\$ 6,065.85	\$ 60,658.45
3.04	Excavación con máquina, para pozo de visita, material común.	m3	127.93	\$ 6.11	\$ 781.62	\$ 195.41	\$ 273.57	\$ 273.57	\$ 39.08	\$ 781.62
3.05	Ademado para zanjo y pozos de visita.	m2	352.25	\$ 12.32	\$ 4,339.72	\$ 216.99	\$ 1,952.87	\$ 1,952.87	\$ 216.99	\$ 4,339.72
3.06	Suministro y colocación de tubería flexible, Ø 12".	ml	23.09	\$ 41.07	\$ 948.31	\$ -	\$ 312.94	\$ 312.94	\$ 322.43	\$ 948.31
3.07	Suministro y colocación de tubería flexible, Ø 24".	ml	2,930.15	\$ 96.99	\$ 284,195.17	\$ 71,048.79	\$ 85,258.55	\$ 85,258.55	\$ 42,629.28	\$ 284,195.17
3.08	Construcción de pozo de visita H=1.50 a H=2.00m, Incluye: cilindro y cono p/trinchera, pared interior repelladas, fondo de pozo diámetro = 1.70 m, con mampostería de piedra ligada con mortero e=0.50 m, cama de concreto simple e=0.10 m, F'c 180 kg/cm2, pretíl de concreto F'c 210 kg/cm2, peldaños y tapadera HoFo. Ver detalle.	u	27.00	\$ 689.44	\$ 18,614.88	\$ 4,653.72	\$ 6,515.21	\$ 6,515.21	\$ 930.74	\$ 18,614.88
3.09	Construcción de pozo de visita H=2.00 a H=3.00m, Incluye: cilindro y cono p/trinchera, pared interior	u	3.00	\$ 857.47	\$ 2,572.41	\$ 643.10	\$ 900.34	\$ 900.34	\$ 128.62	\$ 2,572.41

ÍTEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB TOTAL	MES 1 (Avance \$)	MES 2 (Avance \$)	MES 3 (Avance \$)	MES 4 (Avance \$)	ACUMULADO DE AVANCE (\$)
	repelladas, fondo de pozo diámetro = 1.70 m, con mampostería de piedra ligada con mortero e=0.50 m, cama de concreto simple e=0.10 m, F'c 180 kg/cm2, pretil de concreto F'c 210 kg/cm2, peldaños y tapadera HoFo. Ver detalle.									
3.10	Construcción de pozo de visita H=3.00 a H=4.00m, Incluye: cilindro y cono p/trinchera, pared interior repelladas, fondo de pozo diámetro = 1.70 m, con mampostería de piedra ligada con mortero e=0.50 m, cama de concreto simple e=0.10 m, F'c 180 kg/cm2, pretil de concreto F'c 210 kg/cm2, peldaños y tapadera HoFo. Ver detalle.	u	5.00	\$ 1,009.78	\$ 5,048.90	\$ 1,262.23	\$ 1,767.12	\$ 1,767.12	\$ 252.45	\$ 5,048.90
3.11	Relleno compactado con bailarina para recubrimiento de pozos de visita y recubrimiento de tubería, material existente. Incluye pruebas de Laboratorio.	m3	9,070.84	\$ 6.99	\$ 63,405.19	\$ 9,510.78	\$ 19,021.56	\$ 19,021.56	\$ 15,851.30	\$ 63,405.19
3.12	Desalojo de material sobrante.	m3	959.23	\$ 6.58	\$ 6,311.74	\$ 315.59	\$ 1,893.52	\$ 1,893.52	\$ 2,209.11	\$ 6,311.74
					Sub total =	\$ 484,090.76			\$ -	
4.00	INFRAESTRUCTURA VIAL									
4.01	Suministro y colocación de capa de concreto asfaltico. Incluye: riego de liga	m3	236.37	\$ 266.02	\$ 62,880.37	\$ -	\$ 18,864.11	\$ 22,008.13	\$ 22,008.13	\$ 62,880.37
					Sub total	\$ 62,880.37				
A. Total costo directo					\$ 551,766.33	\$ 118,342.69	\$ 172,558.38	\$ 165,899.92	\$ 94,965.34	\$ 551,766.33
B. COSTO INDIRECTO (22% *A.)					\$ 121,388.59	\$ 26,035.39	\$ 37,962.84	\$ 36,497.98	\$ 20,892.38	\$ 121,388.59
C. SUB TOTAL (COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS) (A. + B.)					\$ 673,154.92	\$ 144,378.09	\$ 210,521.22	\$ 202,397.90	\$ 115,857.72	\$ 673,154.92
D. IVA 13% (0.13*C.)					\$ 87,510.14	\$ 18,769.15	\$ 27,367.76	\$ 26,311.73	\$ 15,061.50	\$ 87,510.14
C. MONTO TOTAL DEL PROYECTO (c. + D.)					\$ 760,665.06	\$ 163,147.24	\$ 237,888.98	\$ 228,709.63	\$ 130,919.22	\$ 760,665.06

3.15.2. Programación física.

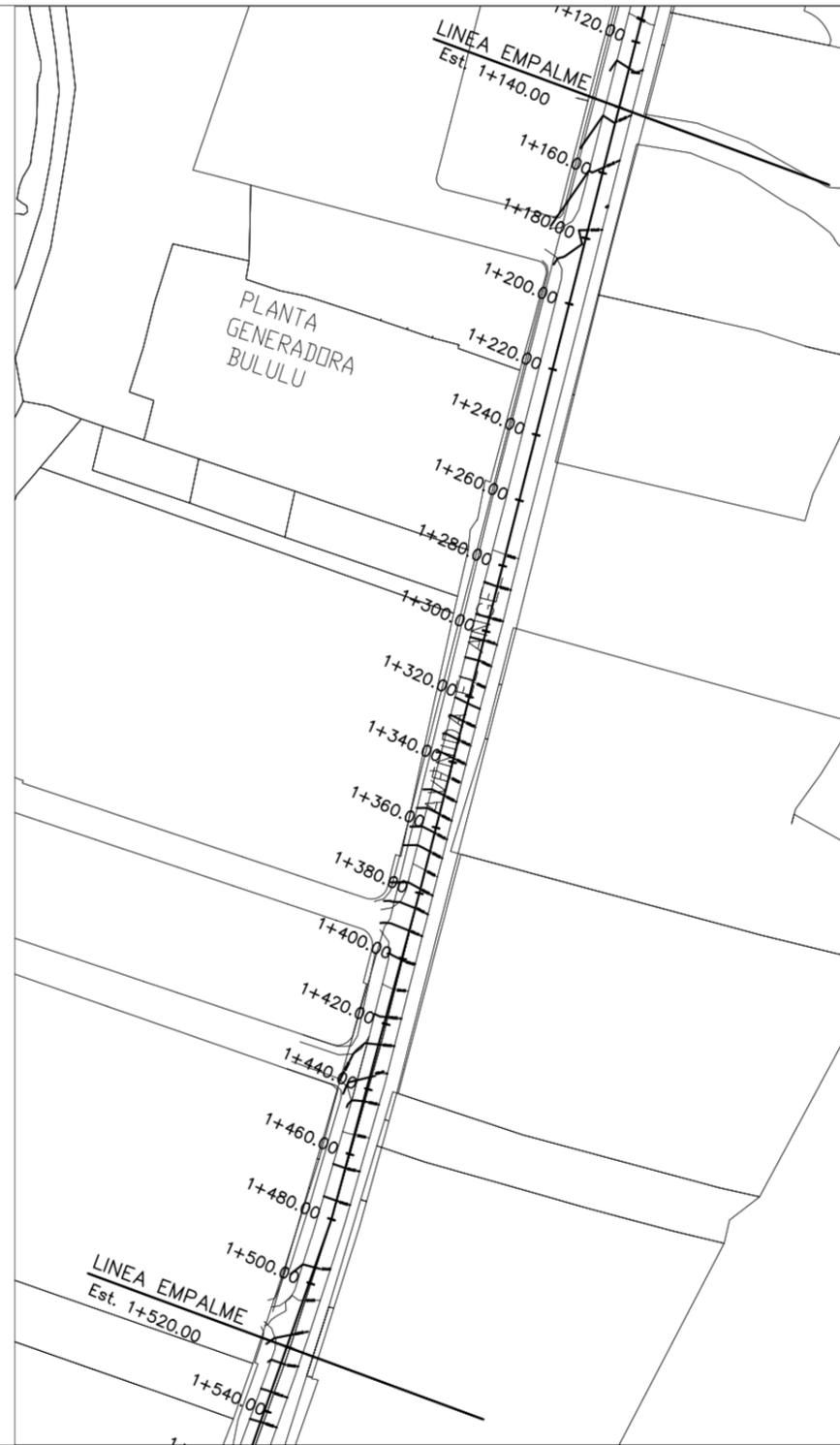
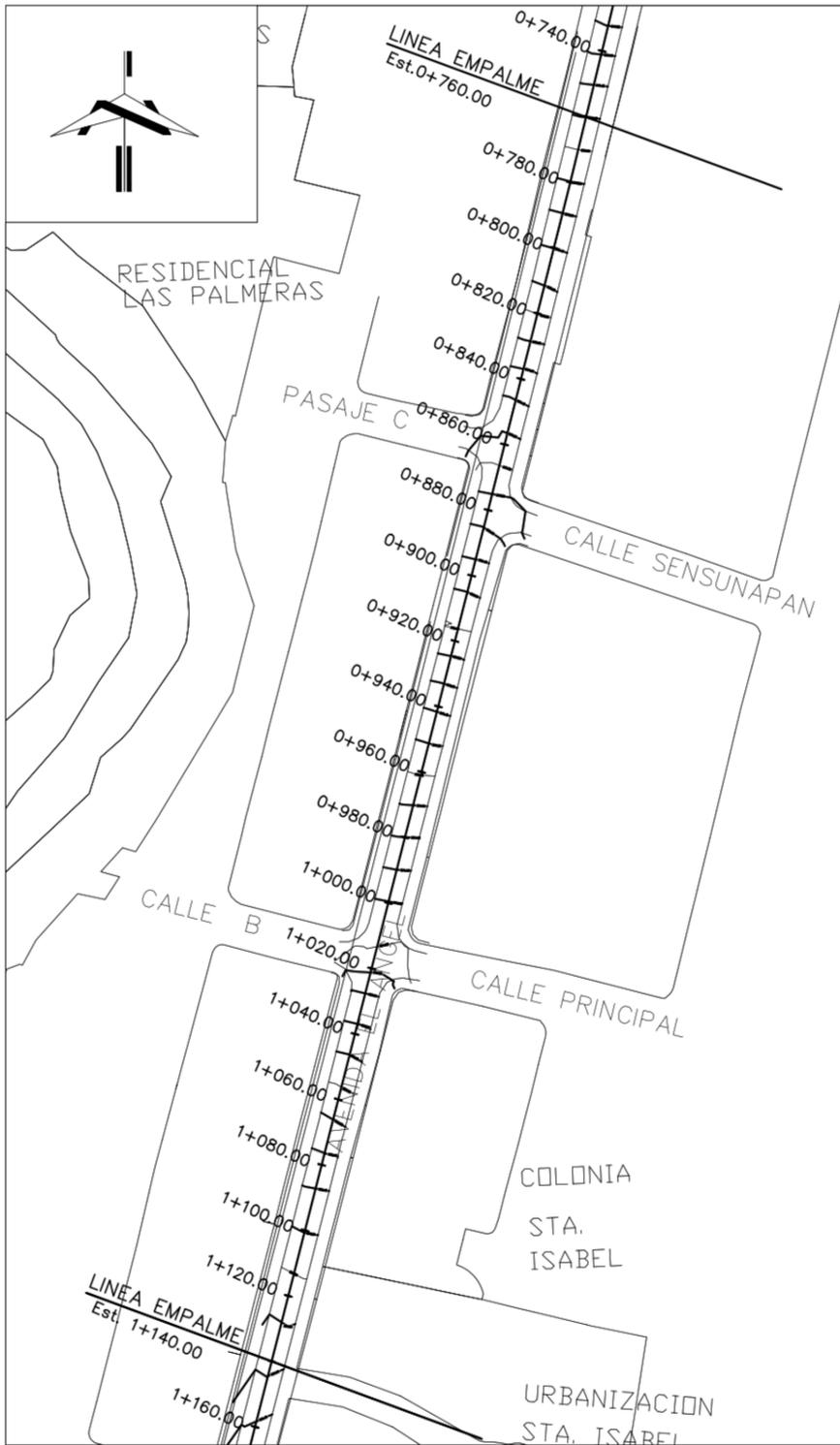
ÍTEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB TOTAL	MES 1 (Avance %)	MES 2 (Avance %)	MES 3 (Avance %)	MES 4 (Avance %)	ACUMULADO DE AVANCE (\$)
PROCESO ADMINISTRATIVOS (ADECUACION DE BASES DE LICITACION, LICITACION, PRESENTACION DE OFERTAS, EVALUCION Y ADJUDICACION)										
1.00	ROTULOS DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO									
1.01	Rótulos	u	1.00	\$ 529.11	\$ 529.11	100%	0%	0%	0%	\$ 529.11
					Sub total =					
2.00	REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO									
2.01	Dispositivos de control de tráfico y seguridad vial	s.g.	1.00	\$ 4,266.09	\$ 4,266.09	25%	25%	25%	25%	\$ 4,266.09
					Sub total =					
3.00	COLECTOR DE AGUAS NEGRAS									
3.01	Trazo y nivelación con topográfica. Incluye: tuberías, pozos de visita y el levantamiento final de la obra finalizada.	ml	3,005.74	\$ 3.07	\$ 9,227.62	25%	25%	30%	20%	\$ 9,227.62
3.02	Demolición de pavimento existente.	m2	4,727.49	\$ 5.92	\$ 27,986.75	30%	40%	25%	5%	\$ 27,986.75
3.03	Excavación con máquina, para zanjo en tuberías, material común.	m3	9,927.73	\$ 6.11	\$ 60,658.45	30%	35%	25%	10%	\$ 60,658.45
3.04	Excavación con máquina, para pozo de visita, material común.	m3	127.93	\$ 6.11	\$ 781.62	25%	35%	35%	5%	\$ 781.62
3.05	Ademado para zanjo y pozos de visita.	m2	352.25	\$ 12.32	\$ 4,339.72	5%	45%	45%	5%	\$ 4,339.72
3.06	Suministro y colocación de tubería flexible, Ø 12".	ml	23.09	\$ 41.07	\$ 948.31	0%	33%	33%	34%	\$ 948.31
3.07	Suministro y colocación de tubería flexible, Ø 24".	ml	2,930.15	\$ 96.99	\$ 284,195.17	25%	30%	30%	15%	\$ 284,195.17
3.08	Construcción de pozo de visita H=1.50 a H=2.00m, Incluye: cilindro y cono p/trinchera, pared interior repelladas, fondo de pozo diámetro = 1.70 m, con mampostería de piedra ligada con mortero e=0.50 m, cama de concreto simple e=0.10 m, F'c 180 kg/cm2, pretil de concreto F'c 210 kg/cm2, peldaños y tapadera HoFo. Ver detalle.	u	27.00	\$ 689.44	\$ 18,614.88	25%	35%	35%	5%	\$ 18,614.88
3.09	Construcción de pozo de visita H=2.00 a H=3.00m, Incluye: cilindro y cono p/trinchera, pared interior repelladas, fondo de pozo diámetro = 1.70 m, con mampostería de piedra ligada con mortero e=0.50 m, cama de concreto simple e=0.10 m, F'c 180 kg/cm2, pretil de concreto F'c 210 kg/cm2, peldaños y tapadera HoFo. Ver detalle.	u	3.00	\$ 857.47	\$ 2,572.41	25%	35%	35%	5%	\$ 2,572.41
3.10	Construcción de pozo de visita H=3.00 a H=4.00m, Incluye: cilindro y cono p/trinchera, pared interior repelladas, fondo de pozo diámetro = 1.70 m, con	u	5.00	\$ 1,009.78	\$ 5,048.90	25%	35%	35%	5%	\$ 5,048.90

ÍTEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUB TOTAL	MES 1 (Avance %)	MES 2 (Avance %)	MES 3 (Avance %)	MES 4 (Avance %)	ACUMULADO DE AVANCE (\$)
	mampostería de piedra ligada con mortero e=0.50 m, cama de concreto simple e=0.10 m, F'c 180 kg/cm2, pretil de concreto F'c 210 kg/cm2, peldaños y tapadera HoFo. Ver detalle.									
3.11	Relleno compactado con bailarina para recubrimiento de pozos de visita y recubrimiento de tubería, material existente. Incluye pruebas de Laboratorio.	m3	9,070.84	\$ 6.99	\$ 63,405.19	15%	30%	30%	25%	\$ 63,405.19
3.12	Desalojo de material sobrante.	m3	959.23	\$ 6.58	\$ 6,311.74	5%	30%	30%	35%	\$ 6,311.74
					Sub total =					
4.00	INFRAESTRUCTURA VIAL									
4.01	Suministro y colocación de capa de concreto asfaltico. Incluye: riego de liga.	m3	236.37	\$ 266.02	\$ 62,880.37	0%	30%	35%	35%	\$ 62,880.37
					Sub total					
						21.45%	31.27%	30.07%	17.21%	\$ 551,766.33
C. MONTO TOTAL DEL PROYECTO					\$ 760,665.06	21.45%	52.72%	82.79%	100.00%	\$ 760,665.06

3.16. Ingeniería del proyecto.

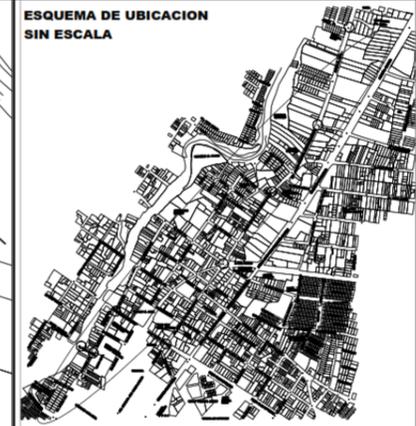
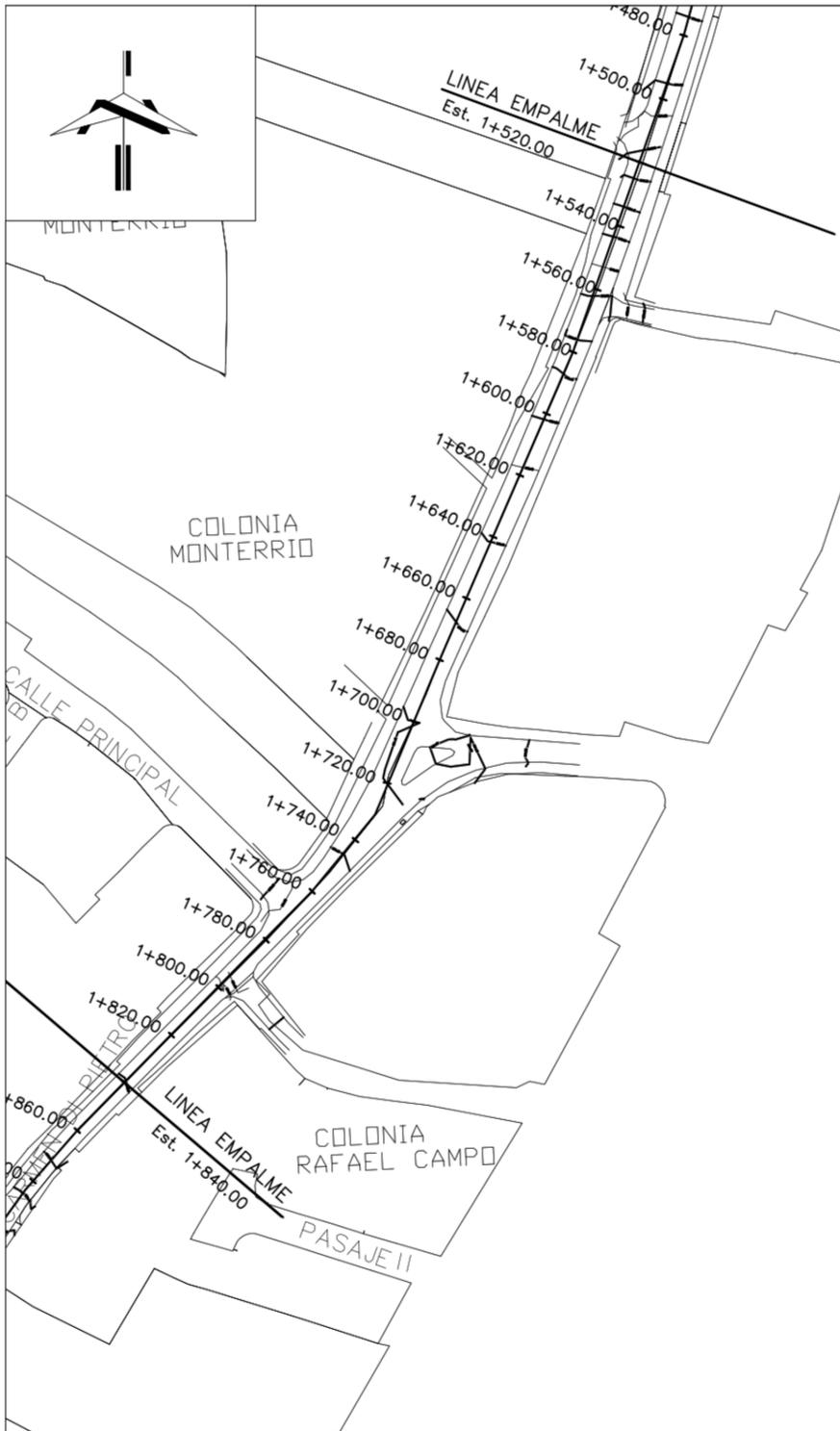
3.16.1. Planos topográficos.





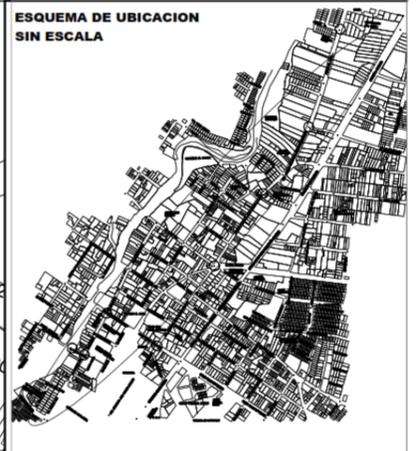
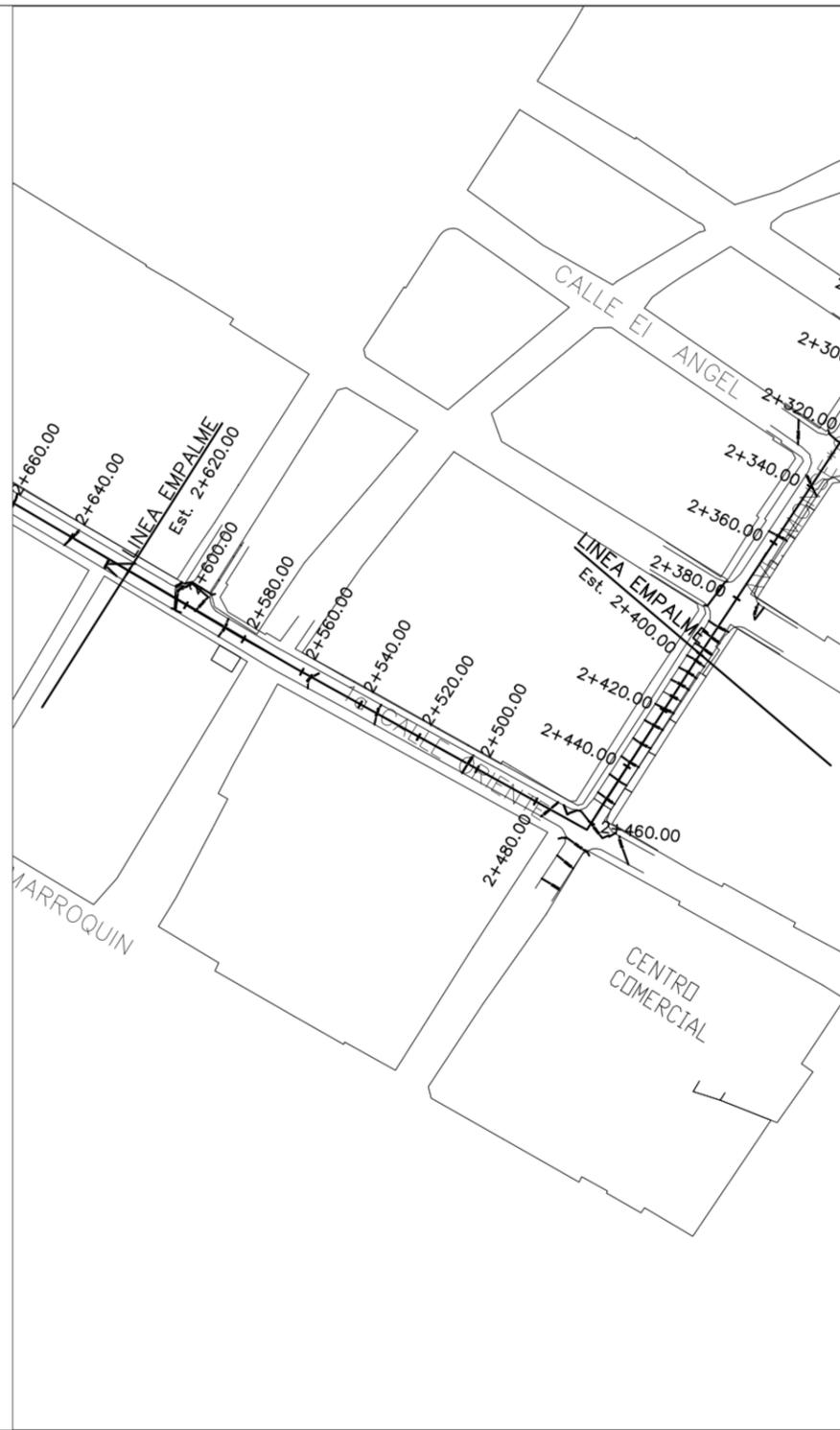
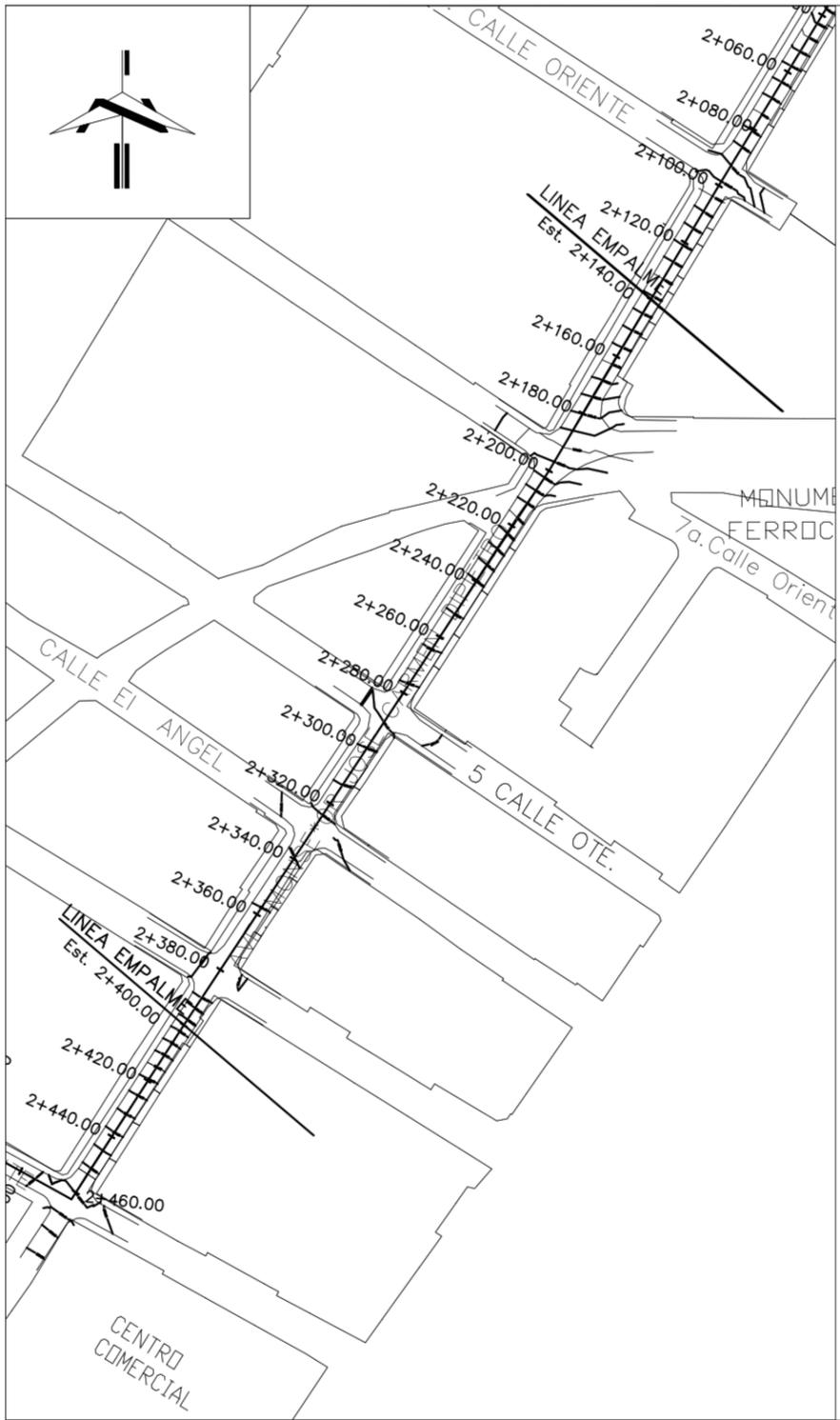
PROYECTO: CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO.	
UBICACION: MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE	
CONTENIDO: TOPOGRAFIA DEL TERRENO	
ESCALA: 1:750 Santa Ana, Agosto 2020	HOJA No: P - 02/05
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE	

SELLOS:



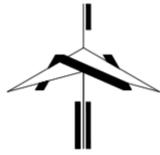
PROYECTO: CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO.	
UBICACION: MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONZACATE	
CONTENIDO: TOPOGRAFIA DEL TERRENO	
ESCALA: 1:750 Santa Ana, Agosto 2020	HOJA No: P - 03/05
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE	

SELLOS:



PROYECTO: CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO.	
UBICACION: MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE	
CONTENIDO: TOPOGRAFIA DEL TERRENO	
ESCALA: 1:750	HOJA No: P - 04/05
FECHA: Santa Ana, Agosto 2020	
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE	

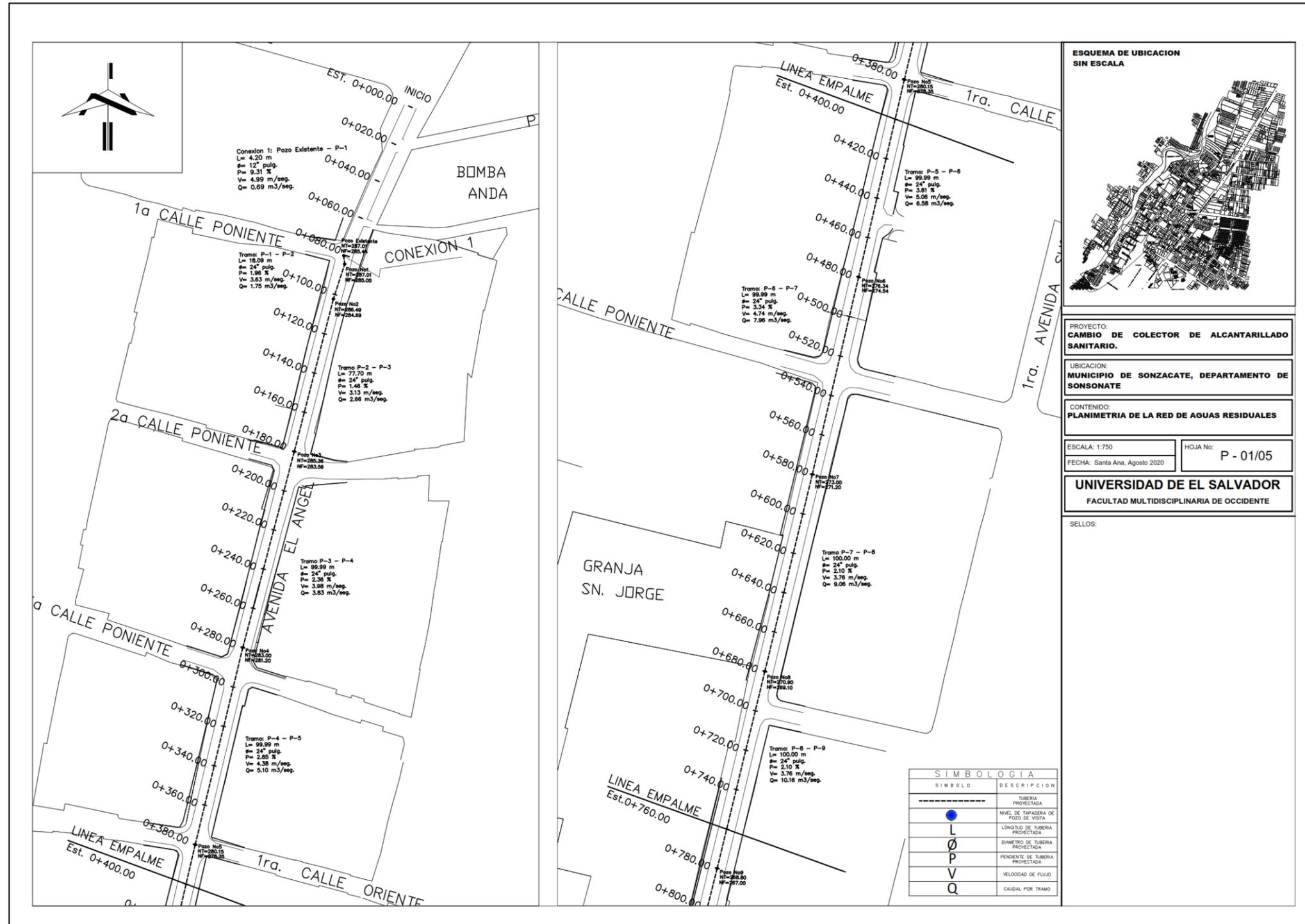
SELLOS:



PROYECTO: CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO.	
UBICACION: MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONZONATE	
CONTENIDO: TOPOGRAFIA DEL TERRENO	
ESCALA: 1:750	HOJA No: P - 05/05
FECHA: Santa Ana, Agosto 2020	
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE	

SELLOS:

3.16.2. Plano de distribución de colectores de la red de alcantarillado sanitario en planimetría:



ESQUEMA DE UBICACION SIN ESCALA

PROYECTO:
CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

UBICACION:
MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE

CONTENIDO:
PLANIMETRIA DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

ESCALA: 1:750 HOJA No: P - 01/05

FECHA: Santa Ana, Agosto 2020

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

SELLOS:



PROYECTO:
CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

UBICACION:
MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE

CONTENIDO:
PLANIMETRIA DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

ESCALA: 1:750

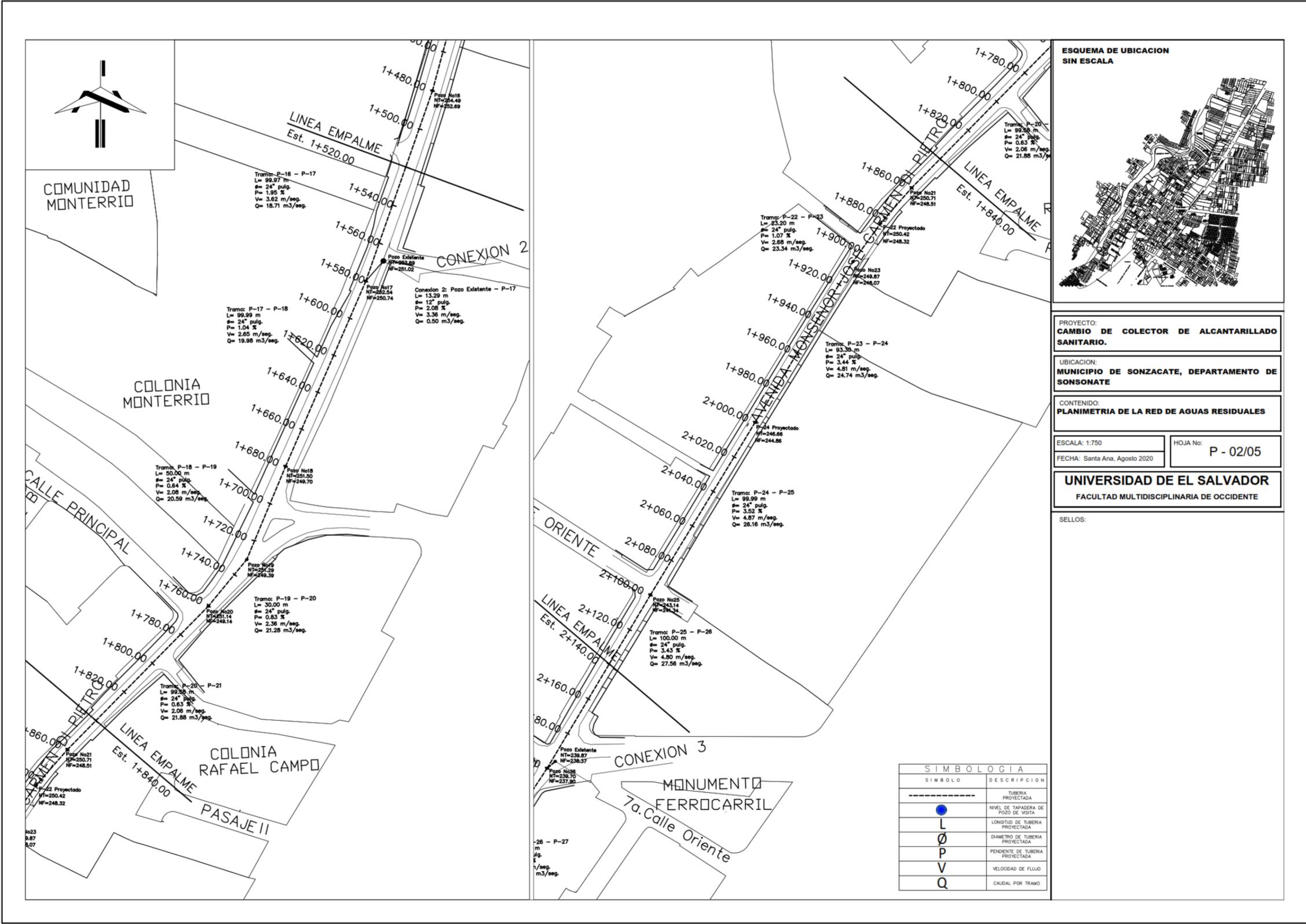
FECHA: Santa Ana, Agosto 2020

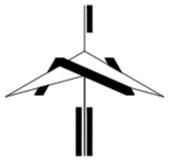
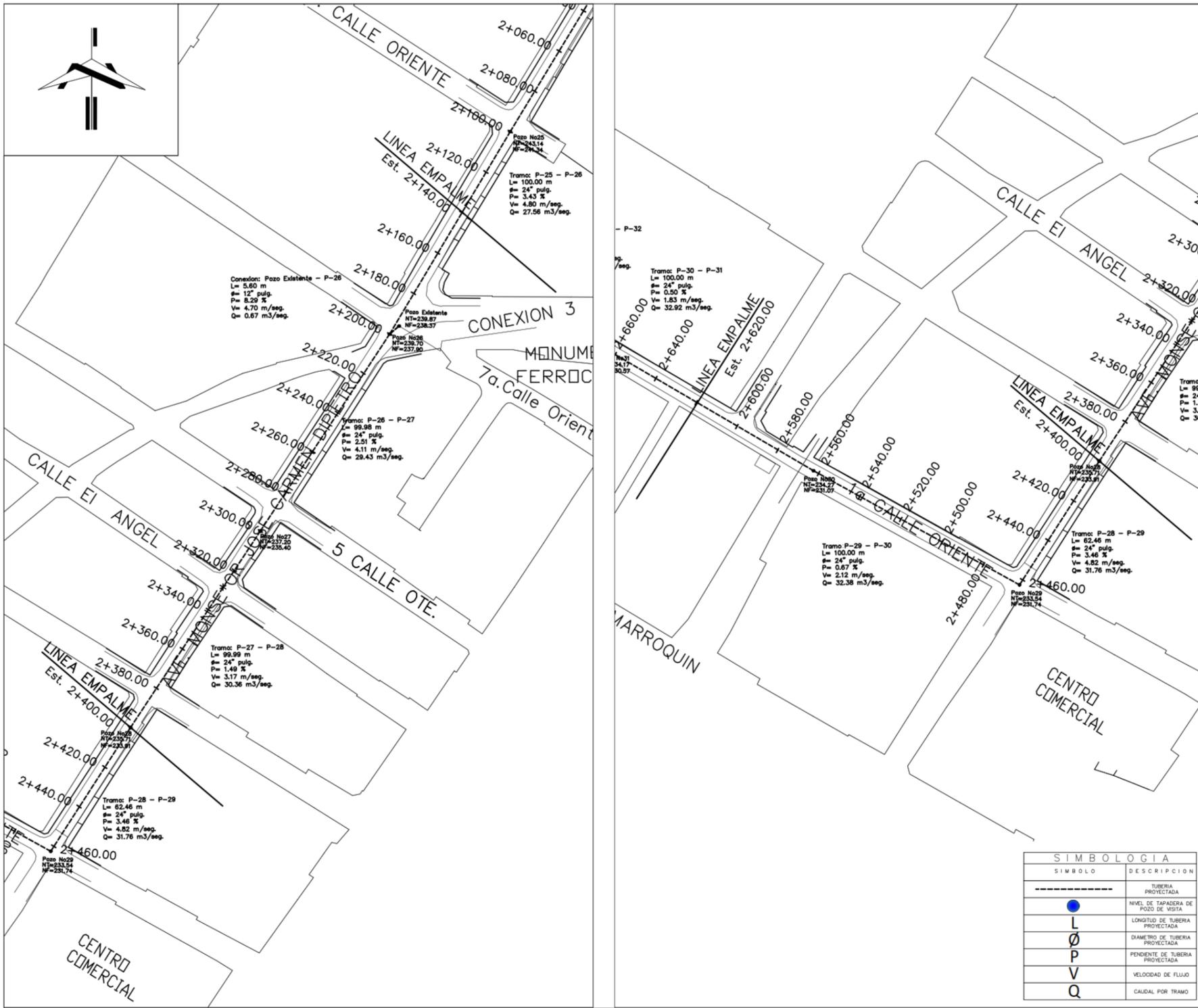
HOJA No: **P - 02/05**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

SELLOS:

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	TUBERIA PROYECTADA
●	NIVEL DE TAPADERA DE POZO DE VISTA
L	LONGITUD DE TUBERIA PROYECTADA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA PROYECTADA
P	PENDIENTE DE TUBERIA PROYECTADA
V	VELOCIDAD DE FLUJO
Q	CAUDAL POR TRAMO





PROYECTO:
CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

UBICACION:
MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE

CONTENIDO:
PLANIMETRIA DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

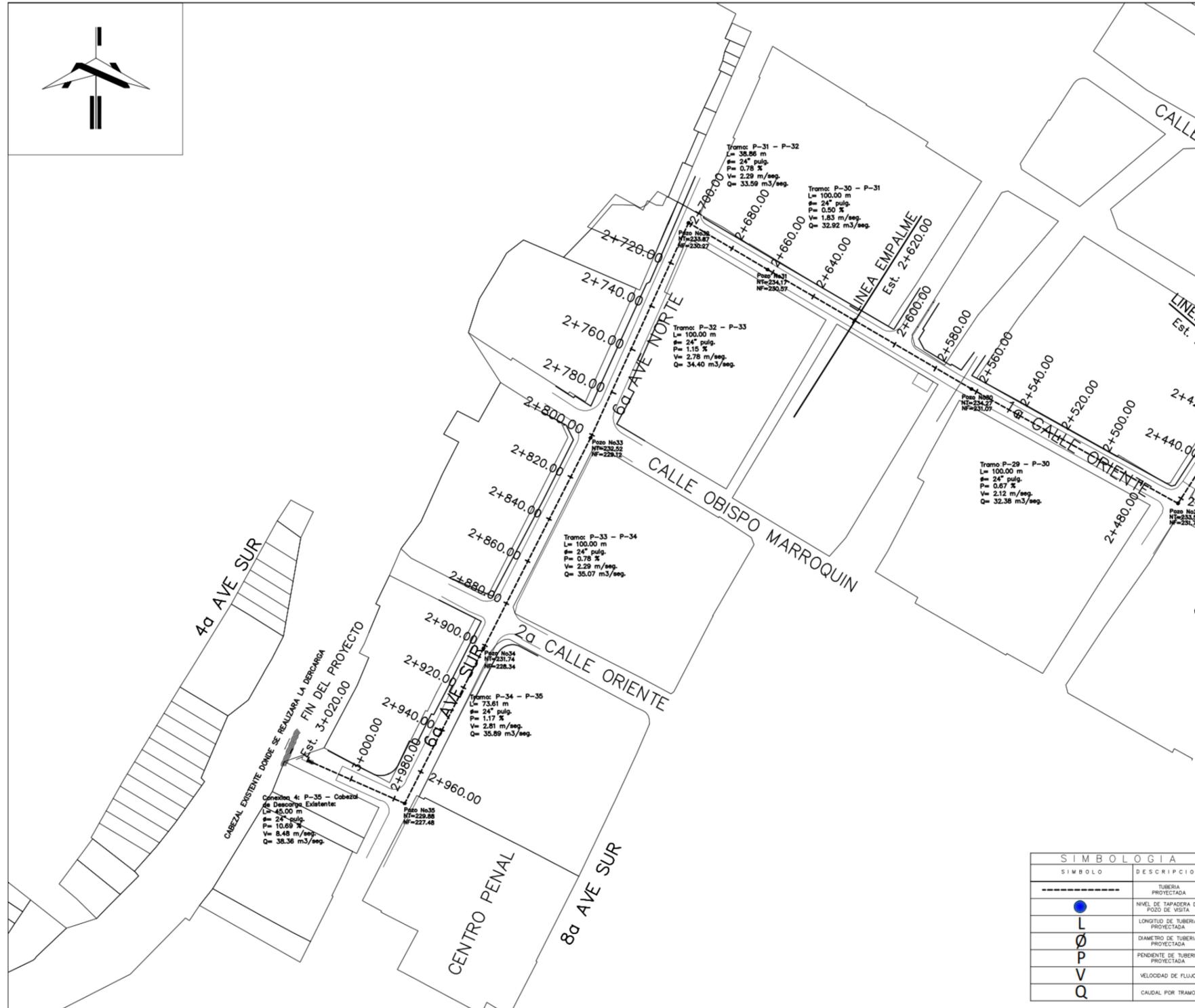
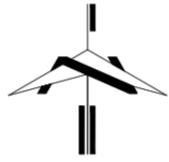
ESCALA: 1:750

FECHA: Santa Ana, Agosto 2020

HOJA No: **P - 04/05**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	TUBERIA PROYECTADA
●	NIVEL DE TAPADERA DE POZO DE VISTA
L	LONGITUD DE TUBERIA PROYECTADA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA PROYECTADA
P	PENDIENTE DE TUBERIA PROYECTADA
V	VELOCIDAD DE FLUJO
Q	CAUDAL POR TRAMO



PROYECTO:
CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

UBICACION:
MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE

CONTENIDO:
PLANIMETRIA DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

ESCALA: 1:750

FECHA: Santa Ana, Agosto 2020

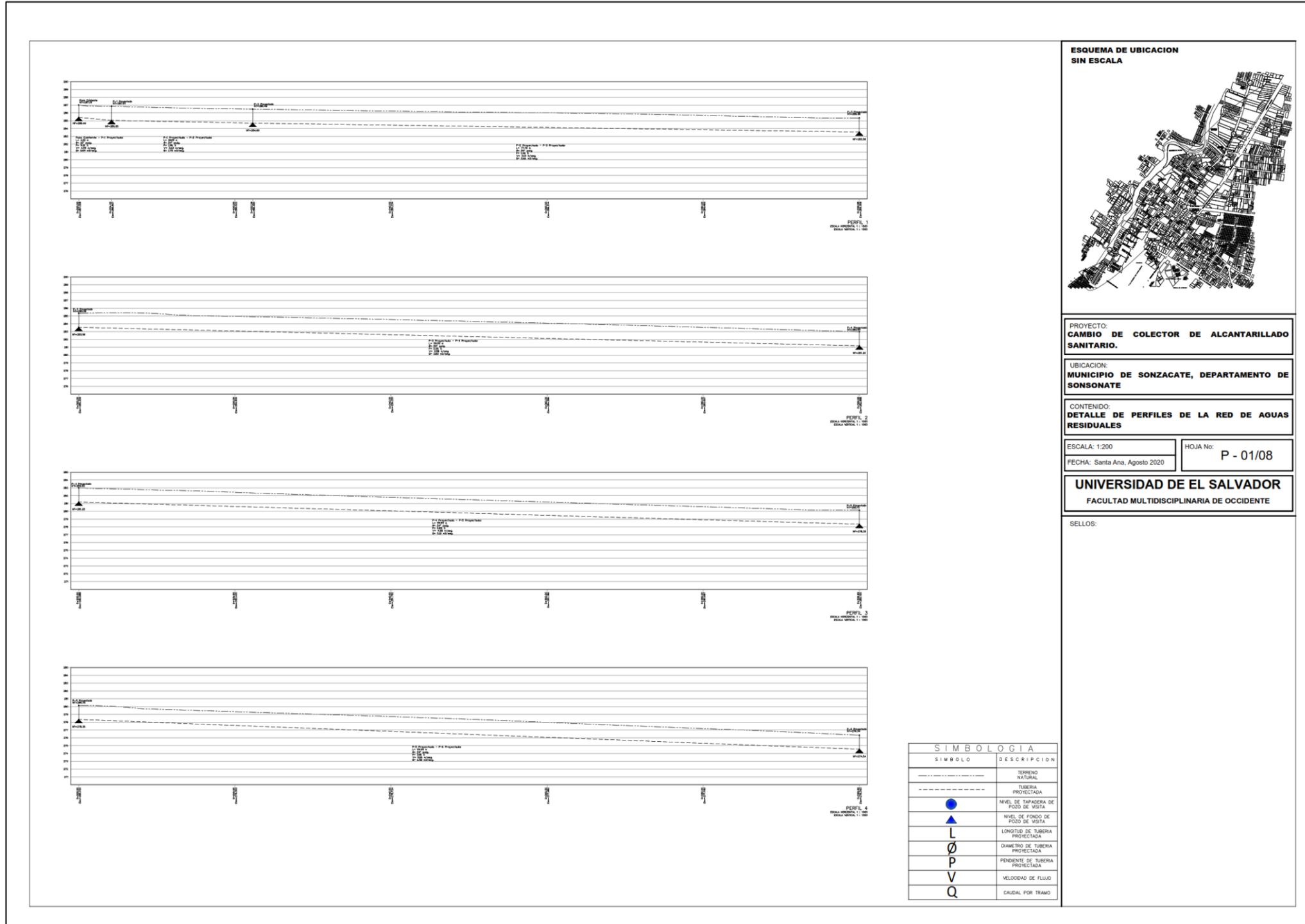
HOJA No: **P - 05/05**

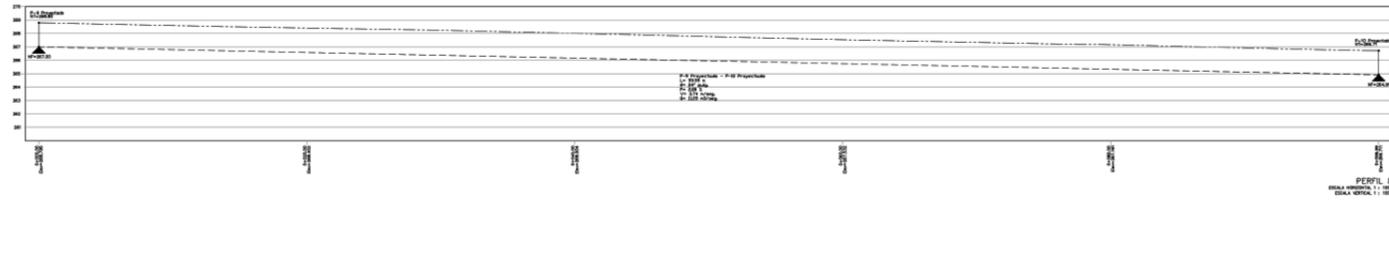
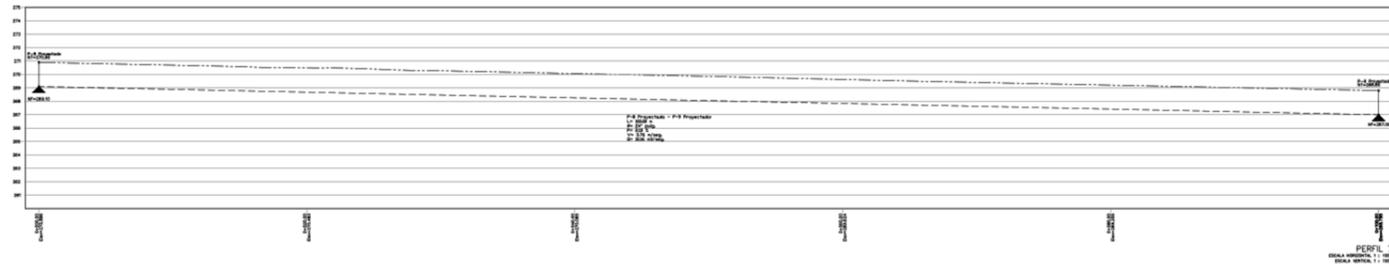
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

SELLOS:

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	TUBERIA PROYECTADA
●	NIVEL DE SUPERFICIE DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TUBERIA PROYECTADA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA PROYECTADA
P	PENDIENTE DE TUBERIA PROYECTADA
V	VELOCIDAD DE FLUJO
Q	CAUDAL POR TRAMO

3.16.3. Detalles de perfiles de la red de alcantarillado sanitario.





PROYECTO:
CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

UBICACION:
MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE

CONTENIDO:
DETALLE DE PERFILES DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

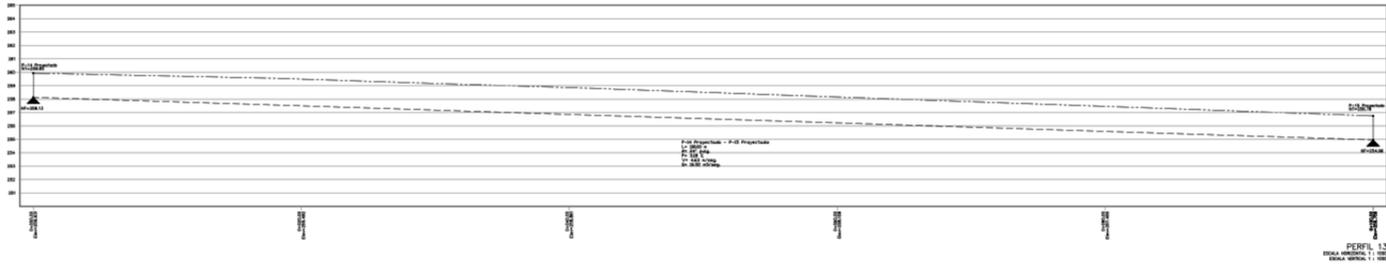
ESCALA: 1:200
FECHA: Santa Ana, Agosto 2020

HOJA No: **P - 02/08**

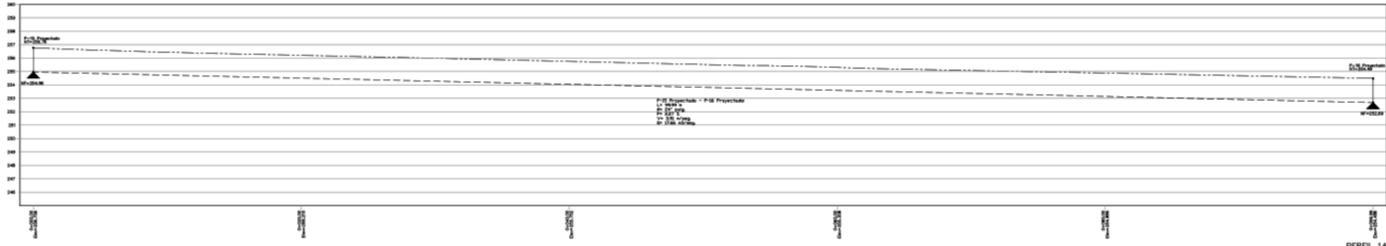
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

SELLOS:

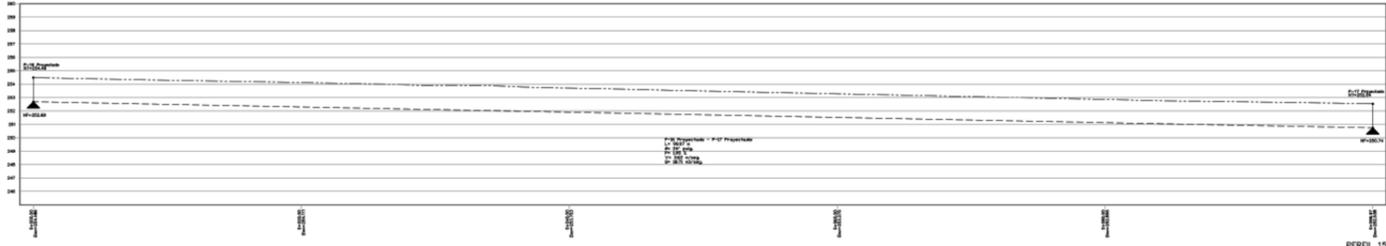
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	TERRENO NATURAL
- - - - -	TUBERIA PROYECTADA
●	NIVEL DE TAPADERA DE POZO DE VISTA
▲	NIVEL DE FONDO DE POZO DE VISTA
L	LONGITUD DE TUBERIA PROYECTADA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA PROYECTADA
P	PENDIENTE DE TUBERIA PROYECTADA
V	VELOCIDAD DE FLUJO
Q	CAUDAL POR TRAMO



PERFIL 13
ESCALA VERTICAL: 1:100
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000



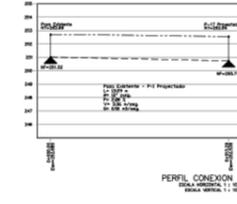
PERFIL 14
ESCALA VERTICAL: 1:100
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000



PERFIL 15
ESCALA VERTICAL: 1:100
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000



PERFIL 16
ESCALA VERTICAL: 1:100
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000



PERFIL CONEXION 2
ESCALA VERTICAL: 1:100
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
—	TERRENO NATURAL
- - - -	TUBERIA PROYECTADA
●	NIVEL DE TAPADERA DE POZO DE VISTA
▲	NIVEL DE FONDO DE POZO DE VISTA
L	LONGITUD DE TUBERIA PROYECTADA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA PROYECTADA
P	PENDIENTE DE TUBERIA PROYECTADA
V	VELOCIDAD DE FLUJO
Q	CAUDAL POR TRAMO



PROYECTO:
CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

UBICACION:
MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONZACATE

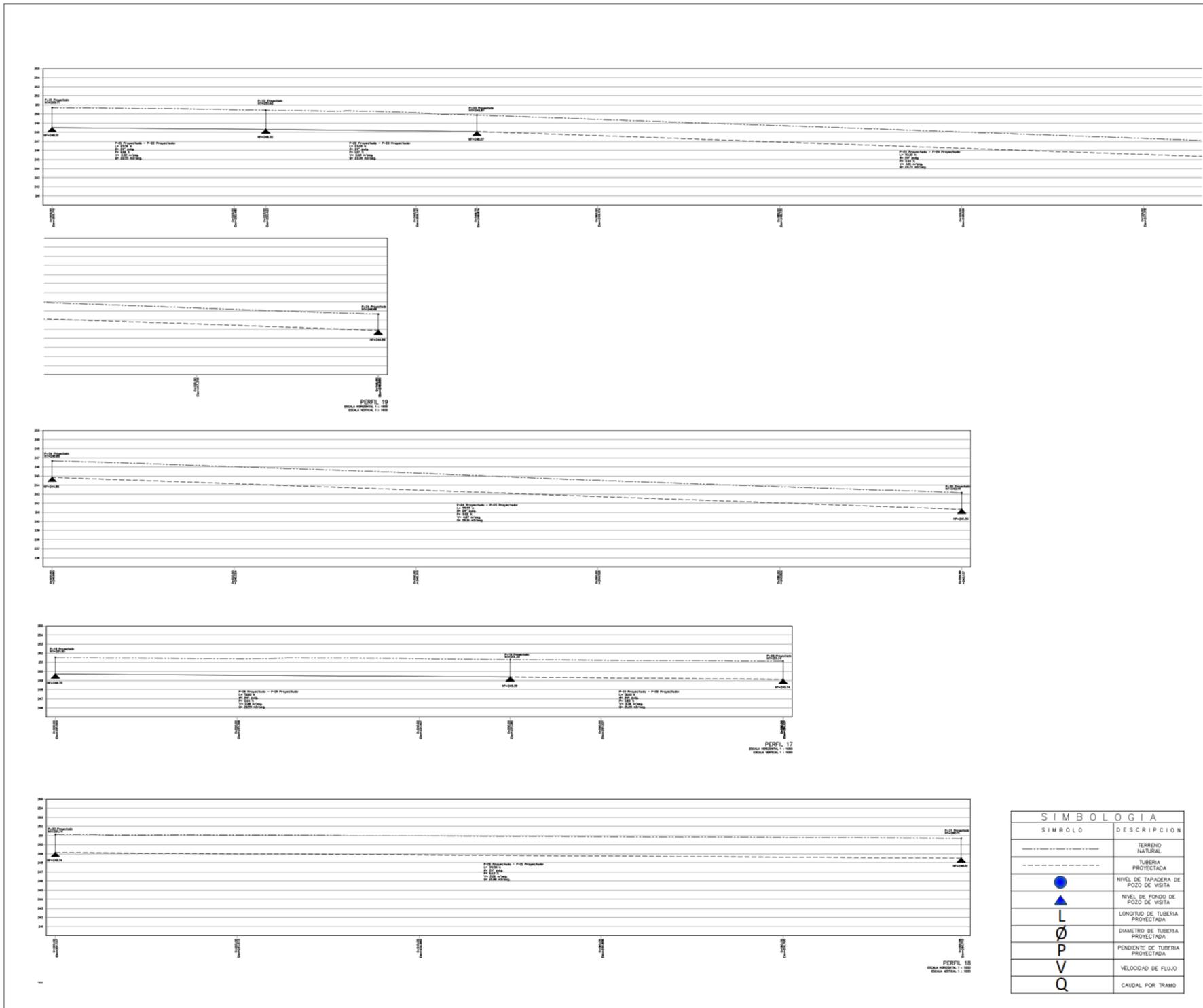
CONTENIDO:
DETALLE DE PERFILES DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

ESCALA: 1:200
FECHA: Santa Ana, Agosto 2020

HOJA No: **P - 04/08**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

SELLOS:



PROYECTO:
CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

UBICACION:
MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE

CONTENIDO:
DETALLE DE PERFILES DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

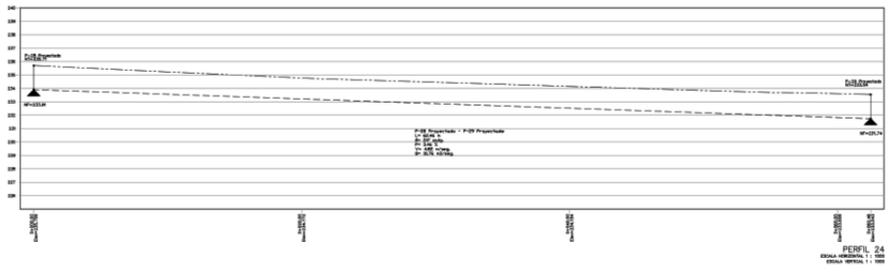
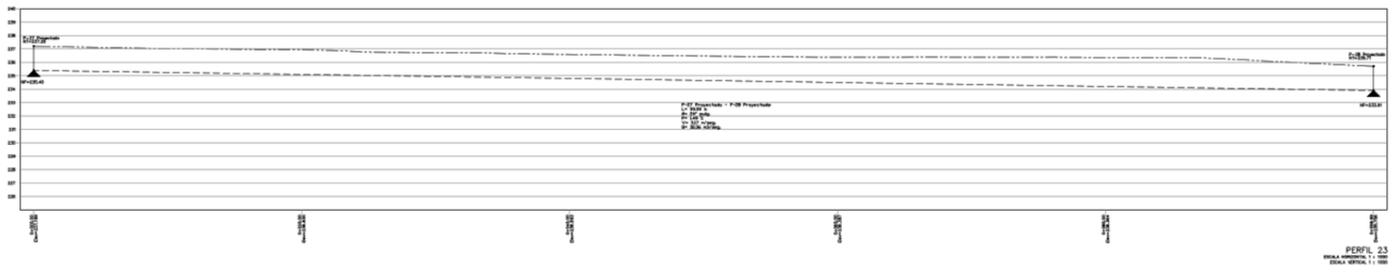
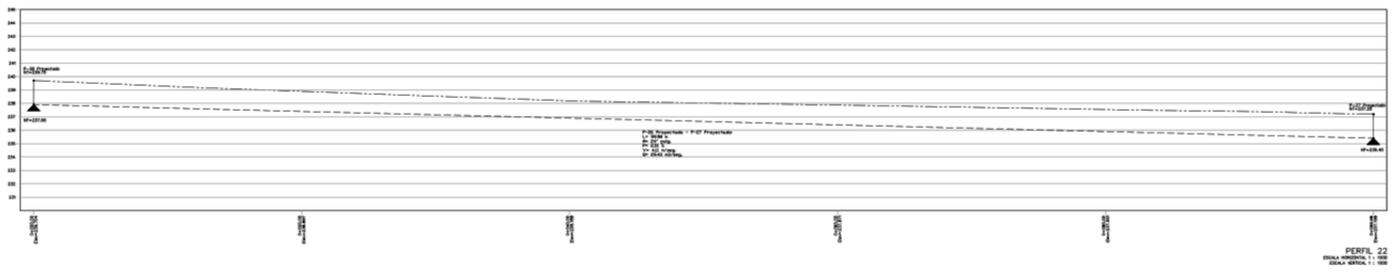
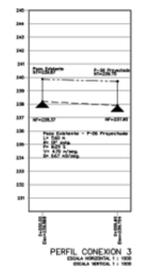
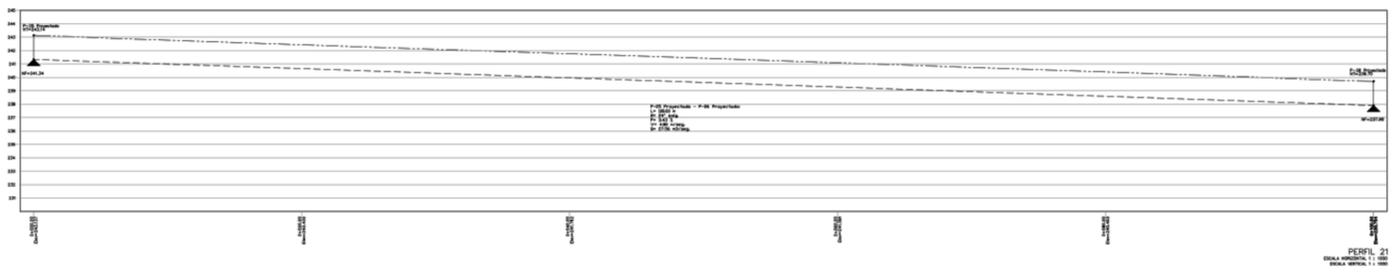
ESCALA: 1:200
FECHA: Santa Ana, Agosto 2020

HOJA No:
P - 05/08

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

SELLOS:

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	TERRENO NATURAL
- - - - -	TUBERIA PROYECTADA
●	NIVEL DE TAPADERA DE POZO DE VISTA
▲	NIVEL DE FONDO DE POZO DE VISTA
L	LONGITUD DE TUBERIA PROYECTADA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA PROYECTADA
P	PENDIENTE DE TUBERIA PROYECTADA
V	VELOCIDAD DE FLUID
Q	CAUDAL POR TRAMO



PROYECTO:
CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

UBICACION:
MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE

CONTENIDO:
DETALLE DE PERFILES DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

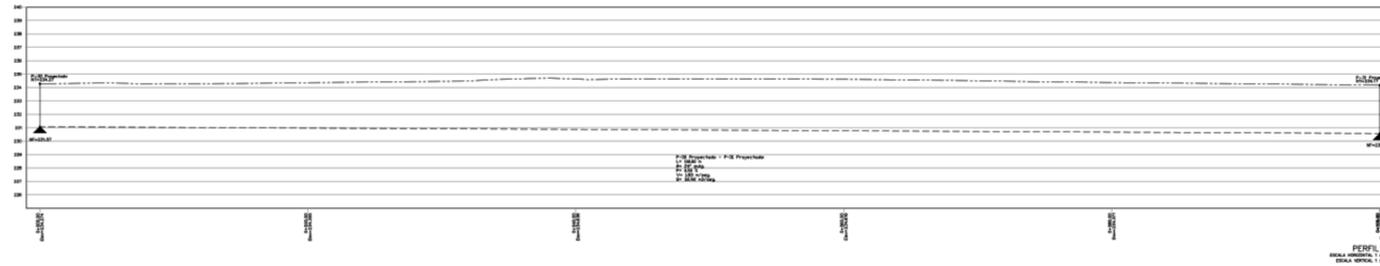
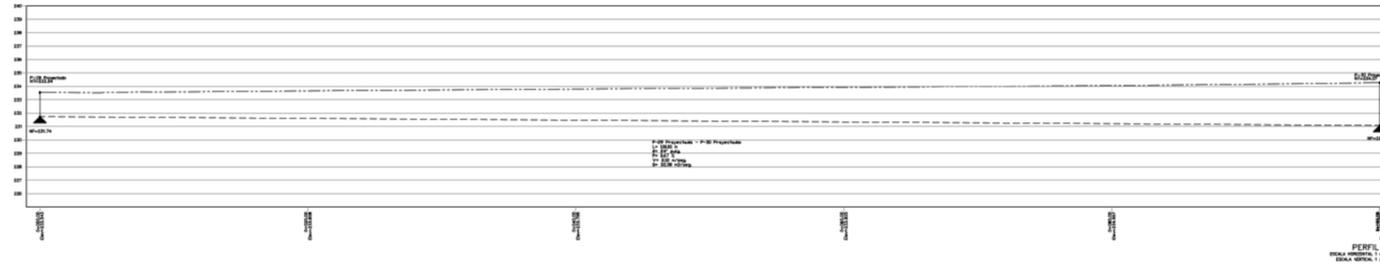
ESCALA: 1:200
FECHA: Santa Ana, Agosto 2020

HOJA No:
P - 06/08

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

SELLOS:

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	TERRENO NATURAL
---	TUBERIA PROTECTADA
●	NIVEL DE TAPADERA DE POZO DE VISTA
▲	NIVEL DE FONDO DE POZO DE VISTA
L	LONGITUD DE TUBERIA PROTECTADA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA PROTECTADA
P	PENDIENTE DE TUBERIA PROTECTADA
V	VELOCIDAD DE FLUJO
Q	CAUDAL POR TRAMO



PROYECTO:
CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

UBICACION:
MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE

CONTENIDO:
DETALLE DE PERFILES DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

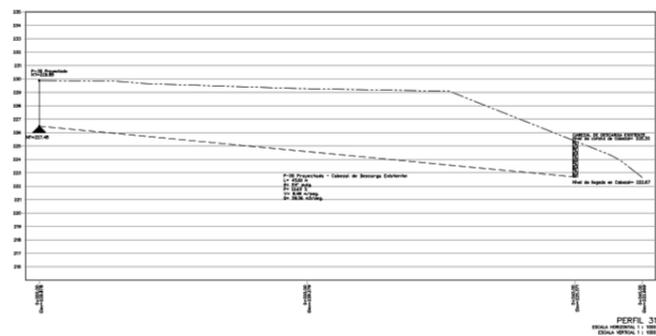
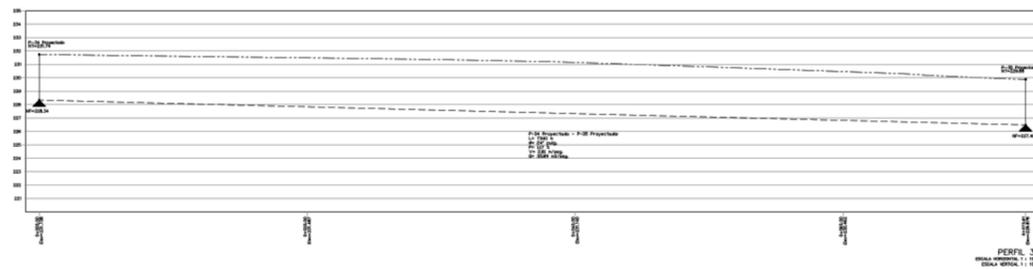
ESCALA: 1:200
FECHA: Santa Ana, Agosto 2020

HOJA No: **P - 07/08**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

SELLOS:

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	TERRENO NATURAL
- - - - -	TUBERIA PROTECTADA
●	NIVEL DE TAPADERA DE POZO DE VISTA
▲	NIVEL DE FONDO DE POZO DE VISTA
L	LONGITUD DE TUBERIA PROTECTADA
∅	DIAMETRO DE TUBERIA PROTECTADA
P	PENDIENTE DE TUBERIA PROTECTADA
V	VELOCIDAD DE FLUJO
Q	CAUDAL POR TRAMO



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
—	TERRENO NATURAL
- - - -	TUBERIA PROTECTADA
●	NIVEL DE TAPADERA DE POZO DE VISTA
▲	NIVEL DE FONDO DE POZO DE VISTA
L	LONGITUD DE TUBERIA PROTECTADA
∅	DIAMETRO DE TUBERIA PROTECTADA
P	PENDIENTE DE TUBERIA PROTECTADA
V	VELOCIDAD DE FLUJO
Q	CAUDAL POR TRAMO

ESQUEMA DE UBICACION SIN ESCALA



PROYECTO:
CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

UBICACION:
MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE

CONTENIDO:
DETALLE DE PERFILES DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

ESCALA: 1:200

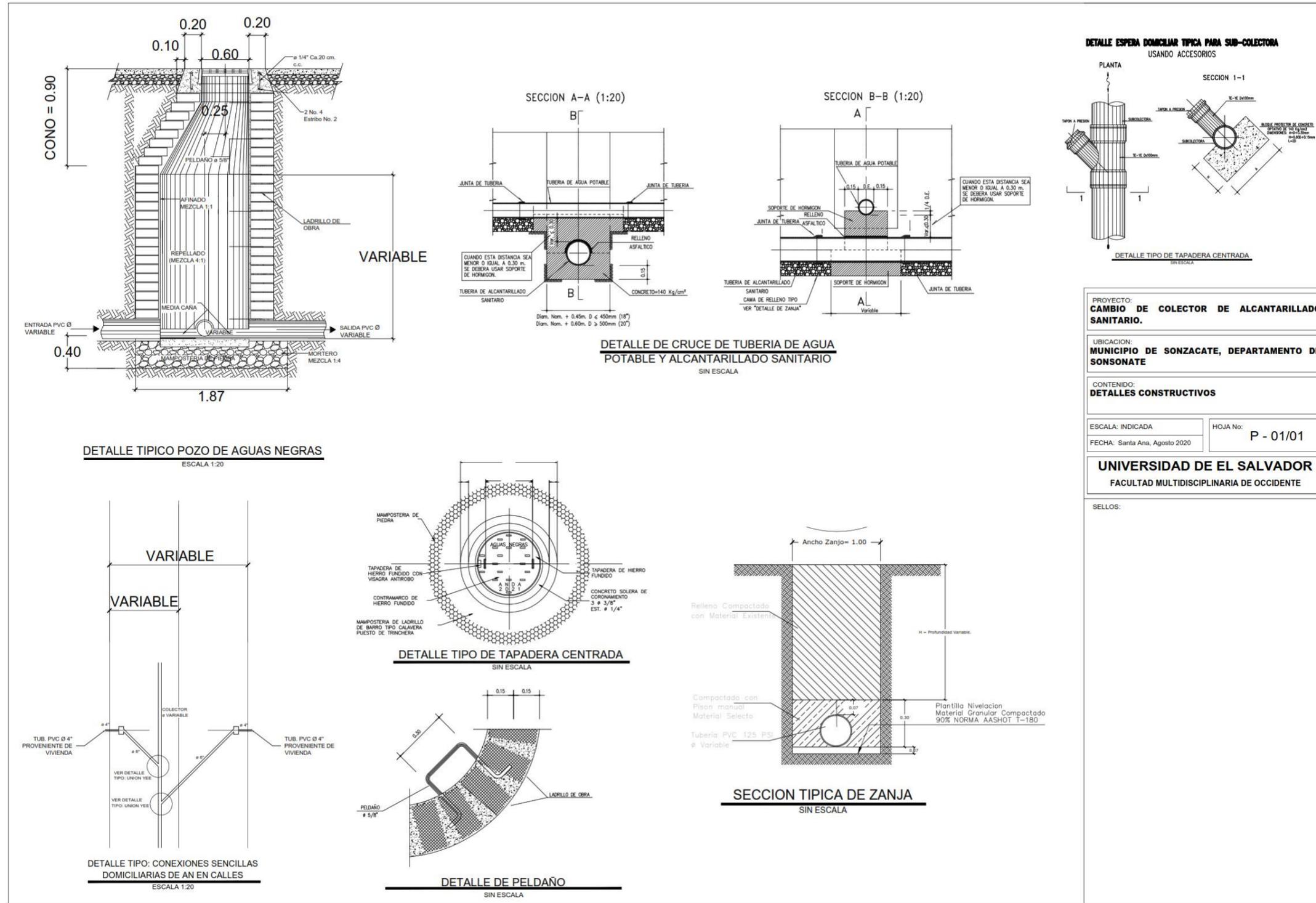
FECHA: Santa Ana, Agosto 2020

HOJA No: P - 08/08

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

SELLOS:

3.16.4. Detalles constructivos.



PROYECTO: CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO.	
UBICACION: MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE	
CONTENIDO: DETALLES CONSTRUCTIVOS	
ESCALA: INDICADA	HOJA No: P - 01/01
FECHA: Santa Ana, Agosto 2020	
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE	

SELLOS:

**CAPITULO IV: ANÁLISIS E
INTERPRETACION DE
RESULTADOS**

4.1. Análisis de la situación actual del alcantarillado sanitario.

Como estrategia para el desarrollo, bien común y bienestar ambiental, se tiene como de interés las siguientes comunidades:

- Colonias Santa Lucia,
- La Pradera, Poderosa 2,
- El Sauce, Argentina,
- San Felipe,
- San Luis, Sedan Oriente y Poniente,
- San Carlos,
- La Villa de Sonzacate todas del Municipio de Sonzacate,
- y parte de Barrio el Ángel del Municipio de Sonsonate.

Las comunidades antes mencionadas, ya cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario, el cual, en la actualidad, trabaja en su máxima capacidad para el traslado hidráulico dentro de la cañería y con presencia de colapsos en algunos tramos.

En promedio se cuenta con una población actual estimada de 4,200 habitantes lo cual equivale a 700 viviendas las cuales se encuentran afectadas de manera directa, y como de forma indirecta el casco urbano del municipio de Sonzacate.

A lo anterior expuesto, se propone un proyecto, que requiere intervenir el grado de afectación ambiental y social que se tiene y este consiste en un sistema para drenar de forma inmediata la demanda de descarga de aguas negras que, ahora se tiene, en el municipio de Sonzacate.

A continuación, se detallan las obras más importantes a realizar en este proyecto:

a) Nuevas Construcciones:

- Incorporación de 23.09 metros lineales de tuberías con diámetro de Ø12”, donde se realizan las conexiones estratégicas del traslado hidráulico de la tubería existente hacia la nueva red o colector nuevo proyectado.
- Incorporación de 2,930.15 metros lineales de tubería con diámetro de Ø24”, el cual tiene la disposición de evacuar el caudal que se genera en la actualidad y el proyectado con la población a futura.
- Construcción de 35 nuevos pozos de visita, los cuales tienen como finalidad de recibir los tramos de tubería y realizar cambios de dirección en la red.

b) Actividades propias de ANDA:

- Suministro del personal calificado para la dirección del proyecto y resolución de problemas.
- Suministro de mano de obra calificada y no calificada para la ejecución de las actividades del diseño.
- Conexiones o acometidas domiciliarias nuevas y reacomodo de las existentes.
- Cuido y resguardo de otras conexiones hidráulicas como agua potable y aguas lluvias.

Lo antes detallado, es establecido como resultado de la elaboración de la carpeta técnica.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Finalizado el diseño de la red de alcantarillado sanitario para el municipio de Sonzacate, se puede concluir lo siguiente:

- Que la implementación del presente proyecto es importante debido a que con él se mitigarán los impactos negativos generados por las aguas residuales producto de la actividad humana.
- Que el diseño cubre las expectativas con las cuales fue planteado en la etapa inicial, debido a que da cobertura a la totalidad de las zonas afectadas.
- Que el diseño de la red se ha logrado desarrollar de tal forma que trabaje enteramente por gravedad, sin necesidad de elementos de bombeo en ningún punto. Esto es importante debido a que el proyecto es con orientación estrictamente social, por lo que los costos juegan un papel sumamente importante para su viabilidad de ejecución y mantenimiento a futuro.
- Que, en lo referente a los cálculos hidráulicos, algunos tramos específicos no cumplen con la velocidad real mínima permitida, sin embargo, en estos ramales rige el diámetro mínimo o la pendiente mínima permitida. Esto sucede por la poca cantidad de viviendas que existen en la actualidad en los mencionados tramos, lo cual podría variar sustancialmente en el futuro con una posible incorporación de nuevas viviendas a la red.
- Que el presupuesto estimado de las obras es para el período en el cual se ha desarrollado este estudio, por lo que tendría que ser ajustado en el futuro al momento de realizar el proyecto.

RECOMENDACIONES.

- Se recomienda respetar los diámetros y pendientes establecidas en el diseño para el caso en que no sean incluidas más viviendas a la red, en el caso que se incorporen más viviendas cambiarán las condiciones hidráulicas del diseño, por lo que se recomienda en rediseñar la red para los caudales no incluidos en el presente trabajo de graduación.
- En la totalidad de las calles, y avenidas, pero sobre todo en las que no existe cordón definido, se debe de respetar el alineamiento planimétrico de la red, pues se ha diseño basado en las normas de A.N.D.A. y si se cambia, lo más probable es que la red no sea recibida o habilitada.
- Se recomienda que se cumplan los mantenimientos preventivos para su buen funcionamiento de la red.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Normas Técnicas

- Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.), “Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras, San Salvador, El Salvador, 1998. 31 páginas.
- Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.49.01:09 “Aguas residuales descargadas a un cuerpo receptor” Publicado en el diario oficial el 11 de marzo de 2009.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Dirección de Regulación, Dirección General de Salud, Unidad de Atención al Ambiente, “Guía técnica sanitaria para la instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises”, El Salvador, C.A. marzo 2009, 63 páginas.

Tesis

- “Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y Propuesta para el Tratamiento de las Aguas Residuales de la Zona Urbana del Municipio de Uluzapa Departamento de San Miguel”.
- Trabajo de Graduación: “Diseño de la Red de Aguas Residuales para la Ciudad de Santo Tomás del Departamento de San Salvador”. Universidad de El Salvador.

Libro

- Guía de Técnica Sanitaria Para La Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises. (MINSAL EL SALVADOR C.A. MARZO 2009).
- Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Ingeniería Ambiental. Terence J. McGhee. Sexta Edición, 1999.
- “Aguas residuales: tratamiento por humedales artificiales, fundamentos científicos, tecnologías. Diseños”. Mariano Seoáñez Calvo; colaboración de Ana Gutiérrez de Ojesto. Editorial Mundi-Prensa, Madrid, 1999.
- Diseño de acueductos y alcantarillados. López Cualla, 2da Edición (2000).
- Manual para El Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. Civilgeeks.com

Sitios WEB

- Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET).
- Civilgeeks.com

ANEXOS

Anexo 1: Memoria de cálculos hidráulicos.

MEMORIA DE DISEÑO HIDRAULICO PARA EL PROYECTO: “CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE”.

Los cálculos hidráulicos son basados y apegados a la **NORMATIVA TÉCNICA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AGUAS NEGRAS (ANDA), APARTADO II. NORMAS TECNICAS PARA PROYECTOS DE ALCANTARILLADO SANITARIO.**

A continuación, se presentan las hojas de cálculo hidráulico de aguas negras para el proyecto en mención:

MEMORIA DE CALCULO HIDRAULICO AGUAS NEGRAS

TUBERIA DE DESCARGA AGUAS NEGRAS PROYECTO SONZACATE-SONSONATE

PROPIETARIO:

FECHA: may-20

TRAMO: "COLECTOR DE DESCARGA PRINCIPAL"

DATOS GENERALES:

a) Diámetro de la tubería.....	24	pulgadas
b) Material de la tubería	PVC	(PVC, cemento, Ho.Fo.)
c) Velocidad máxima.....	5	m/s
d) Velocidad Mínima.....	0.5	m/s
e) Número de familias.....	700	
f) Número de habitantes por familia.....	6	
g) Total de habitantes	5620	

CAUDAL DE DISEÑO:

a) Factor de colector K1.....	1.5	
b) Dotación.....	150	L/p/d
c) Factor de filtración.....	0.1	L/s/p
d) Caudal Medio Diario Qmd :		

$$Qmd = \frac{Dotación \times No. Personas}{86400 \text{ seg}}$$

Qmd = 9.76 L/s

e) Caudal Máximo Horario **Qmaxh**:

K2 asumido= 2.4

$$Qmaxh = K2 \times Qmd$$

Qmaxh = 23.42 L/s

f) Caudal de diseño **Qd**: $QD=K1(Q1+Q2)$

Area de Infiltración= 500 Hectarea

$$Qd = K1 (0.80 \times Qmaxh + \text{factor de filtración} \times \text{Hectarea})$$

Qd = 103.10 L/s

REVISION DE COLECTOR

a) Material de tubería.....	PVC	
b) Diámetro de la tubería.....	24	pulg
c) Area de la tubería.....	0.29186	m ²
d) Pendiente del colector.....	0.5	%
e) Coeficiente de rugosidad (n).....	0.011	
f) Radio Hidráulico R = D/4.....	0.1524	m
g) Velocidad = $V = \frac{R^{0.6666} \times S^{0.5}}{n}$ (Fórmula Manning)		

V = 1.834069053 m/s OK!

h) Caudal de descarga **Qdesc**: $Qdesc=Area \times V$ (Tubo lleno)

Qdesc = 535.30 L/s

CONDICION =	Q desc > Qd
535.30 > 103.10	OK!

FACTOR DE COLECTOR K1

Ø	factor	Ø	factor
8"	2.00	24"	1.50
10"	2.00	30"	1.45
12"	2.00	36"	1.40
15"	1.80	42"	1.35
18"	1.60	48"	1.30

FACTOR DE FILTRACION

PVC	0.10 L/s/Ha
Cemento	0.20 L/s/Ha

COEFIC. DE VARIAC. HORARIA

K2 =1.8 a 2.4

FACTOR DE RUGOSIDAD

MATERIAL	n
PVC	0.011
Madera cepillada	0.012
Madera sin cepillar	0.013
Concreto acabado	0.012
Concreto sin acabado	0.014
Hierro fundido	0.015
Ladrillo	0.016
Acero	0.018
Metal corrugado	0.022
Piedra de cantera	0.025
Tierra	0.025
Tierra con piedra o hierbas	0.035
Grava	0.029

CON PENDIENTE MINIMA
EN PVC

<i>Tramos</i>	<i>Nivel de tapadera (m)</i>	<i>Nivel de llegada (m)</i>	<i>Nivel de fondo (m)</i>	<i>Altura de pozo (m)</i>	<i>Longitud de tubería (m)</i>	<i>Diámetro (mm)</i>	<i>Diámetro (pulg)</i>	<i>Coficiente de rugosidad "n"</i>	<i>Factor</i>	<i>Pendiente (%)</i>	<i>Velocidad (m/seg)</i>	<i>Caudal de llegada (lts/seg)</i>	<i>Caudal del tramo (lts/seg)</i>	<i>Caudal total por tramo (lts/seg)</i>	<i>Caudal total por tramo (M³/seg)</i>
<i>Pozo Existente (Conexión 1)</i>	287.01		285.44	1.57											
					4.20	304.80	12.00	0.011	2.00	9.31	4.99	324.29	363.78	688.07	0.69
<i>Pozo proyectado 1</i>	286.85	285.05	285.05	1.80											
					18.09	609.60	24.00	0.011	1.50	1.96	3.63	688.07	1,059.84	1,747.91	1.75
<i>Pozo proyectado 2</i>	286.49	284.69	284.69	1.80											
					77.70	609.60	24.00	0.011	1.50	1.46	3.13	1,747.91	914.72	2,662.63	2.66
<i>Pozo proyectado 3</i>	285.36	283.56	283.56	1.80											
					99.99	609.60	24.00	0.011	1.50	2.36	3.98	2,662.63	1,162.97	3,825.60	3.83
<i>Pozo proyectado 4</i>	283.00	281.20	281.20	1.80											
					99.99	609.60	24.00	0.011	1.50	2.85	4.38	3,825.60	1,278.01	5,103.60	5.10
<i>Pozo proyectado 5</i>	280.15	278.35	278.35	1.80											
					99.99	609.60	24.00	0.011	1.50	3.81	5.06	5,103.60	1,477.66	6,581.26	6.58
<i>Pozo proyectado 6</i>	276.34	274.54	274.54	1.80											
					99.99	609.60	24.00	0.011	1.50	3.34	4.74	6,581.26	1,383.52	7,964.78	7.96
<i>Pozo proyectado 7</i>	273.00	271.20	271.20	1.80											
					100.00	609.60	24.00	0.011	1.50	2.10	3.76	7,964.78	1,097.04	9,061.81	9.06
<i>Pozo proyectado 8</i>	270.90	269.10	269.10	1.80											
					100.00	609.60	24.00	0.011	1.50	2.10	3.76	9,061.81	1,097.04	10,158.85	10.16
<i>Pozo proyectado 9</i>	268.80	267.00	267.00	1.80											
					99.99	609.60	24.00	0.011	1.50	2.08	3.74	10,158.85	1,091.80	11,250.65	11.25
<i>Pozo proyectado</i>	266.71	264.91	264.91	1.80											

Tramos	Nivel de tapadera (m)	Nivel de llegada (m)	Nivel de fondo (m)	Altura de pozo (m)	Longitud de tubería (m)	Diámetro (mm)	Diámetro (pulg)	Coefficiente de rugosidad "n"	Factor	Pendiente (%)	Velocidad (m/seg)	Caudal de llegada (lts/seg)	Caudal del tramo (lts/seg)	Caudal total por tramo (lts/seg)	Caudal total por tramo (M³/seg)
10															
					99.99	609.60	24.00	0.011	1.50	2.11	3.77	11,250.65	1,099.64	12,350.29	12.35
Pozo proyectado 11	264.60	262.80	262.80	1.80											
					100.00	609.60	24.00	0.011	1.50	2.07	3.73	12,350.29	1,089.17	13,439.47	13.44
Pozo proyectado 12	262.53	260.73	260.73	1.80											
					100.00	609.60	24.00	0.011	1.50	1.35	3.01	13,439.47	879.59	14,319.05	14.32
Pozo proyectado 13	261.18	259.38	259.38	1.80											
					100.00	609.60	24.00	0.011	1.50	1.25	2.90	14,319.05	846.38	15,165.43	15.17
Pozo proyectado 14	259.93	258.13	258.13	1.80											
					100.00	609.60	24.00	0.011	1.50	3.18	4.63	15,165.43	1,349.97	16,515.40	16.52
Pozo proyectado 15	256.76	254.96	254.96	1.80											
					99.99	609.60	24.00	0.011	1.50	2.27	3.91	16,515.40	1,140.58	17,655.98	17.66
Pozo proyectado 16	254.49	252.69	252.69	1.80											
					99.97	609.60	24.00	0.011	1.50	1.95	3.62	17,655.98	1,057.13	18,713.11	18.71
Pozo proyectado 17	252.54	250.74	250.74	1.80											
Pozo existente	252.69		251.02	1.67											

Tramos	Nivel de tapadera (m)	Nivel de llegada (m)	Nivel de fondo (m)	Altura de pozo (m)	Longitud de tubería (m)	Diámetro (mm)	Diámetro (pulg)	Coefficiente de rugosidad "n"	Factor	Pendiente (%)	Velocidad (m/seg)	Caudal de llegada (lts/seg)	Caudal del tramo (lts/seg)	Caudal total por tramo (lts/seg)	Caudal total por tramo (M ³ /seg)
(conexión 2)															
					13.29	304.80	12.00	0.011	2.00	2.08	2.36	324.29	171.95	496.24	0.50
Pozo proyectado 17	252.54	250.74	250.74	1.80											
					99.99	609.60	24.00	0.011	1.50	1.04	2.65	19,209.35	772.02	19,981.37	19.98
Pozo proyectado 18	251.50	249.70	249.70	1.80											
					50.00	609.60	24.00	0.011	1.50	0.64	2.08	19,981.37	605.62	20,586.99	20.59
Pozo proyectado 19	251.29	249.39	249.39	1.90											
					30.00	609.60	24.00	0.011	1.50	0.83	2.36	20,586.99	689.68	21,276.68	21.28
Pozo proyectado 20	251.14	249.14	249.14	2.00											
					99.58	609.60	24.00	0.011	1.50	0.63	2.06	21,276.68	600.87	21,877.55	21.88
Pozo proyectado 21	250.71	248.51	248.51	2.20											
					23.50	609.60	24.00	0.011	1.50	0.80	2.32	21,877.55	677.11	22,554.65	22.55
Pozo proyectado 22	250.42	248.32	248.32	2.10											
					23.20	609.60	24.00	0.011	1.50	1.07	2.68	22,554.65	783.07	23,337.73	23.34
Pozo proyectado 23	249.87	248.07	248.07	1.80											
					93.30	609.60	24.00	0.011	1.50	3.44	4.81	23,337.73	1,404.08	24,741.80	24.74
Pozo proyectado 24	246.66	244.86	244.86	1.80											

Tramos	Nivel de tapadera (m)	Nivel de llegada (m)	Nivel de fondo (m)	Altura de pozo (m)	Longitud de tubería (m)	Diámetro (mm)	Diámetro (pulg)	Coefficiente de rugosidad "n"	Factor	Pendiente (%)	Velocidad (m/seg)	Caudal de llegada (lts/seg)	Caudal del tramo (lts/seg)	Caudal total por tramo (lts/seg)	Caudal total por tramo (M ³ /seg)
					99.99	609.60	24.00	0.011	1.50	3.52	4.87	24,741.80	1,420.31	26,162.11	26.16
Pozo proyectado 25	243.14	241.34	241.34	1.80											
					100.00	609.60	24.00	0.011	1.50	3.43	4.80	26,162.11	1,402.03	27,564.14	27.56
Pozo proyectado 26	239.70	237.90	237.90	1.80											
Pozo Existente (Conexión 3)	239.87	238.37	238.37	1.50											
					5.60	304.80	12.00	0.011	2.00	8.29	4.70	324.29	343.27	667.57	0.67
Pozo proyectado 26	239.70	237.90	237.90	1.80											
					99.98	609.60	24.00	0.011	1.50	2.51	4.11	28,231.71	1,199.36	29,431.07	29.43
Pozo proyectado 27	237.20	235.40	235.40	1.80											
					99.99	609.60	24.00	0.011	1.50	1.49	3.17	29,431.07	924.07	30,355.14	30.36
Pozo proyectado 28	235.71	233.91	233.91	1.80											
					62.46	609.60	24.00	0.011	1.50	3.46	4.82	30,355.14	1,408.15	31,763.29	31.76
Pozo proyectado 29	233.54	231.74	231.74	1.80											
					100.00	609.60	24.00	0.011	1.50	0.67	2.12	31,763.29	619.65	32,382.94	32.38
Pozo proyectado 30	234.27	231.07	231.07	3.20											

<i>Tramos</i>	<i>Nivel de tapadera (m)</i>	<i>Nivel de llegada (m)</i>	<i>Nivel de fondo (m)</i>	<i>Altura de pozo (m)</i>	<i>Longitud de tubería (m)</i>	<i>Diámetro (mm)</i>	<i>Diámetro (pulg)</i>	<i>Coficiente de rugosidad "n"</i>	<i>Factor</i>	<i>Pendiente (%)</i>	<i>Velocidad (m/seg)</i>	<i>Caudal de llegada (lts/seg)</i>	<i>Caudal del tramo (lts/seg)</i>	<i>Caudal total por tramo (lts/seg)</i>	<i>Caudal total por tramo (M³/seg)</i>
					100.00	609.60	24.00	0.011	1.50	0.50	1.83	32,382.94	535.30	32,918.24	32.92
<i>Pozo proyectado 31</i>	234.17	230.57	230.57	3.60											
					38.86	609.60	24.00	0.011	1.50	0.78	2.29	32,918.24	668.59	33,586.83	33.59
<i>Pozo proyectado 32</i>	233.87	230.27	230.27	3.60											
					100.00	609.60	24.00	0.011	1.50	1.15	2.78	33,586.83	811.82	34,398.65	34.40
<i>Pozo proyectado 33</i>	232.52	229.12	229.12	3.40											
					100.00	609.60	24.00	0.011	1.50	0.78	2.29	34,398.65	668.59	35,067.23	35.07
<i>Pozo proyectado 34</i>	231.74	228.34	228.34	3.40											
					73.61	609.60	24.00	0.011	1.50	1.17	2.81	35,067.23	818.85	35,886.08	35.89
<i>Pozo proyectado 35</i>	229.88	227.48	227.48	2.40											
					40.00	609.60	24.00	0.011	1.50	2.16	3.81	70,284.73	1,112.60	71,397.33	71.40
<i>Cabzal existente</i>	225.35		226.61	-1.26											

Anexo 2: Especificaciones técnicas del proyecto.

EXCAVACIONES EXPLORATORIAS

Esta actividad está orientada a la ubicación de la tubería existente con el fin de evitar interferencias al momento de instalar la tubería nueva. Básicamente consistirá en la excavación de un pozo a cielo abierto de 1.5 x 1.5 x 1.5 metros en los puntos de intersección generados por alineamiento de válvulas o de pozos de aguas lluvias si los hubiera.

Medida: Se realizarán excavaciones exploratorias a cada 150 metros de longitud.

Pago: Incluido en la terracería del proyecto.

TRAZO Y NIVELACION

Este trabajo consiste en la relocalización general topográfica, alineamientos y niveles de las obras a construir en el presente proyecto de acuerdo a los planos proporcionados. Para realizar el trabajo se deberá utilizar equipo de topografía debidamente calibrado, así como personal idóneo.

Medida: El trazo y nivelación se medirá en metros lineales (m) con aproximación al metro y en la proyección horizontal del trazado.

Pago: El trazo y nivelación se pagará según el precio unitario estipulado en el contrato. El pago incluye todo el trabajo de investigación, inspección, localización de estructuras, levantamiento topográfico en planimetría y altimetría. Y todo lo necesario para que el Trazo y Nivelación queden a satisfacción del Supervisor, incluyendo excavaciones exploratorias.

EXCAVACION EN ZANJA PARA TUBERIA

Este trabajo es aplicable a todo tipo de material, excepto roca. La profundidad de la excavación deberá ser conforme a las profundidades de desplante establecidas en los planos respectivos.

El material extraído de la zanja deberá ser adecuadamente depositado de manera que se eviten pérdidas de éste; si esto sucediese el material deberá reponerse. Asimismo, si las excavaciones son realizadas en época lluviosa, se deberá proteger el material excavado con plástico para evitar la saturación del mismo.

Medida: Los volúmenes de la excavación se medirán por metro cúbico (m³) con aproximación a un decimal. Para su determinación se considerará el perfil del terreno y la línea de corte (Excavación) indicada en los planos o autorizada por el Supervisor.

Pago: El pago se hará al precio unitario establecido en el Contrato, el precio incluye toda la mano de obra, equipos, materiales y trabajos ejecutados para efectuar y conservar los cortes de terracería de que trata esta especificación; incluirá todas las obras que realice la Contratista para mantener las excavaciones libres ó protegidas del agua, y en fin todas las actividades que sea menester ejecutar para realizar satisfactoriamente el trabajo, no pudiendo exigir la Contratista reajuste por imprevisiones en su estimación. El destajo de sobrantes se pagará de acuerdo al ítem respectivo.

COMPACTACION EN ZANJA

Se realizará en capas uniformes y sucesivas, de espesor en estado suelto no mayor de 15 a 20 cms, compactado con vibro compactadora mecánica, y no mayor de 10 cms. en compactación con apisonador manual. Se especifica en general que cada capa alcance una densidad no menor del 90% de la máxima determinada en el ensayo Proctor según norma AASHTO - T-180 (ASTM-D 1557).

El compactado inicial será con material selecto acostillado a la tubería de PVC a instalar con un espesor de 20 cms, sobre el lomo de tubo la compactación se realizará con apisonador manual, y solamente los últimos 30 cms. deberán compactarse hasta el 95% de la densidad antes citada.

El contenido óptimo de humedad de los diferentes materiales para alcanzar la densidad requerida, será obtenida en base a pruebas de laboratorio; es, sin embargo, responsabilidad del ejecutante determinar si la humedad del material al momento de su compactación es o no la conveniente.

Deberán efectuarse ensayos de densidad aleatoriamente, entregando los resultados a la mayor brevedad posible; en caso de resultados inferiores a los especificados, se llevarán a cabo los trabajos necesarios para llegar al grado de densidad especificado.

Medida: El volumen de los terraplenes o rellenos debidamente compactados se medirá por metros cúbicos con aproximación de un decimal. Para su determinación se deberá considerar el perfil del terreno después de la terracería ó excavación, hasta el perfil final de los terraplenes indicados en los planos, en las especificaciones o autorizado por el Supervisor. No se considerarán factores de expansión. El volumen computado del material colocado y debidamente compactado en todo terraplén o relleno será igual al volumen de diseño. Se harán los descuentos por volúmenes de obra existente en la zona del terraplén o relleno.

Pago: Se pagará al precio unitario establecido en el Contrato por metro cúbico de terraplén o relleno debidamente compactado el cual incluye todos los gastos por equipo, mano de obra, materiales de relleno, control de agua y demás gastos en que la Contratista incurra para la realización de los terraplenes o rellenos de acuerdo con las especificaciones y planos del proyecto a entera satisfacción del Supervisor.

ALBAÑILERIA

El trabajo consiste en el suministro de materiales, mano de obra, herramientas, equipo y servicios necesarios para ejecutar las obras de albañilería que se indiquen en los planos y las especificaciones, como es el caso de los pozos y cajas de registro.

MATERIALES Y PROPORCIONES DE LOS MORTEROS

Los materiales a usarse en los morteros llenarán los siguientes requisitos:

- a) Cemento PORTLAND Tipo "I", según Especificaciones ASTM C-150-91.
- b) Arena (agregado fino) conforme ASTM Designación C-144-87 y C-40.
- c) Agua, debe ser en el momento de usarse, limpia, libre de aceite, ácidos, sales, álcalis, cloruros, materiales orgánicos y otras sustancias contaminantes.

Los morteros tendrán las siguientes proporciones en volumen y según el uso que le dará, en:

Mampostería de piedra	1 cemento: 4 arena
Mampostería para ladrillo de barro	1 cemento: 3 arena
Enladrillado	1 cemento: 6 arena
Repellos	1 cemento: 3 arena
Afinados	1 cemento: 1 arena
Pulidos	Pasta de cemento

MANPOSTERIA PARA ELEMENTOS DE BARRO COCIDO

El trabajo consiste en el suministro de materiales, mano de obra, herramientas, equipo y servicios necesarios para ejecutar las paredes de pozos con elementos de barro cocido.

LADRILLO DE BARRO HECHO A MANO

Los ladrillos de barro macizo hechos a mano tendrán las dimensiones 7x14x28 cm., y cumplirán con las especificaciones AASHTO M114-41 para la clase NW, con la siguiente modificación: Carga mínima de ruptura a compresión 50 Kgr/cm², determinada de conformidad a ASTM C67-62); 90 Kg/cm² para el mortero.

MORTERO

La mezcla o mortero cumplirá con los requisitos indicados en la sección proporciones de los Morteros (numeral 4.1.6.1 del presente capítulo).

REPELLO

Se aplicará en las paredes de los pozos. Las estructuras de concreto serán picadas, limpiadas y mojadas antes de la aplicación del repello. Todas las superficies deberán ser humedecidas antes de recibir el repello y éste tendrá un espesor máximo de 1.5 cms. y será curado durante un período de tres (3) días continuos.

Los repellos al estar terminados deben quedar nítidos, limpios, sin manchas, parejos, a plomo, sin grietas, depresiones e irregularidades y con las esquinas vivas.

No se permitirá el uso de una mezcla que tenga más de 30 minutos de preparada ni el retemplado de las mismas. La arena deberá ser graduada y pasar al tamiz de 1/16".

AFINADO

Para los afinados se utilizará una mezcla de cemento y arena en las siguientes proporciones: una (1) parte de cemento y una (1) de arena graduada, que será cernida en tamiz de 1/64". Los afinados se harán con acabado a liana de metal y para poder efectuar el afinado, la pared debe estar completamente mojada y previamente repellada.

PULIDO

Para los pulidos se utilizará pasta de cemento de consistencia trabajable y con un espesor máximo de 1.5 milímetros. Para poder efectuar el pulido la pared debe estar completamente mojada y repellada. La pasta no se podrá retemplar, ni se utilizará cuando tenga más de 30 minutos de preparada, su curado durará tres (3) días.

MATERIALES

El mortero consistirá en una mezcla de una (1) parte de cemento Portland, tres (3) partes de agregado fino en volumen, de consistencia que pueda manejarse fácilmente.

SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC

Colocación de tubería plástica. Colocar tubería plástica de acuerdo, recomendaciones del fabricante.

Esta especificación se refiere al suministro e instalación de tubería de PVC para el proyecto, de acuerdo a diámetros, características y diseño mostrada en los planos. La tubería y accesorios de PVC, para alcantarillado de 100 PSI, deberán satisfacer las normas ASTM-F891, con anillo elastómero ASTM D-3212. El tipo de junta a utilizar puede ser del tipo de "Junta Rápida" o determinado por el constructor. Se deberá efectuar el transporte siguiendo las normas y recomendaciones sobre manejo, embalaje y transporte. En cuanto al almacenamiento deberá ser tal que evite deformaciones o deterioro alguno en las tuberías.

La tubería de PVC deberá instalarse de acuerdo a lo indicado en los planos. El fondo de la zanja deberá conformarse cuidadosamente, de manera que la tubería quede apoyada en toda su longitud y no en las

campanas o uniones, la rasante deberá quedar libre de piedras o protuberancias para que no entren en contacto con la tubería y la dañen.

Las tuberías PVC deberán instalarse usando herramientas y equipo adecuado de acuerdo a las instrucciones del fabricante, especialmente en lo que se refiere a la limpieza de los extremos, aplicación de lubricantes y el ensamblaje de las juntas.

MAMPOSTERIA DE PIEDRA

Las piedras a utilizar tendrán una resistencia a la rotura no inferior a 150 Kgr/cm² y deberán estar libres de grietas, aceites, tierra y otros materiales que reduzcan su resistencia e impidan la adherencia del mortero. El tamaño de las piedras no podrá ser menor de 0.20 m por lado (0.008 m³), serán preferiblemente de forma cúbica, pero en caso contrario su lado mayor no podrá ser superior a 1.5 veces el lado menor. En general las piedras serán de cantera y de una dureza que no de un desgaste mayor al 50% al ser sometido a la prueba de Los Ángeles ASSHTO, designación T-96-65 (ASTM C-131-64-T).

El mortero a utilizar tendrá una proporción cemento-arena de 1:4. No se permitirá el uso del mortero que haya permanecido más de 30 minutos sin usar después de haber iniciado su preparación.

Las obras de mampostería de piedra se construirán de acuerdo a las dimensiones, elevaciones y pendientes indicadas en los planos.

Las piedras deberán colocarse en tal forma de no provocar planos continuos entre unidades adyacentes. Las juntas tendrán un espesor promedio de 3 cm. En ningún lugar las piedras quedarán en contacto directo. Inmediatamente después de la colocación y mientras el mortero esté fresco, todas las piedras visibles deberán limpiarse de las manchas del mortero y mantenerse limpias hasta que la obra esté terminada.

La piedra deberá ser bien humedecida antes de recibir el mortero. La mampostería se mantendrá mojada por lo menos 7 días después determinada.

PRUEBA HIDRAULICA

La Asociación Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A.N.D.A.), comprobará la correcta instalación y estanqueidad de la tubería, juntas, derivaciones y demás accesorios instalados, aplicando al conjunto una presión hidrostática mínima equivalente a la carga que genera el pozo de mayor nivel con una carga de un metro de profundidad de agua, para lo cual deberá estar taponeado el inferior y así sucesivamente ir probando los diferentes tramos que componen el proyecto, la cual deberá mantenerse sin variación por un lapso no menor de una hora.

Durante la prueba, todas las instalaciones sometidas a ella, deberán estar visibles, a excepción de los tramos lisos (sin juntas, derivaciones o accesorios) de la tubería, los cuales deberán tener el relleno inicial (los primeros 30 cms.) con el objeto de darle firmeza al conjunto.

Anexo 3: Análisis de costos unitarios.

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
(Costo Directo)					
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS	PROYECTO: “CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE”.				
Nombre de la actividad			Código de Partida		1.01
Rotulos			Unidad	Cant. Analizada	Producción./día
			u	1.00	1.00
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Nombre del Equipo	Unid.	Cant.	Rendimiento	Valor Hora	Valor
Herramienta menor	s.g.	1.00	1.00	\$2.00	\$2.00
Soldador	s.g.	1.00	0.30	\$5.80	\$1.74
Total, equipo y herramienta =					\$3.74
MATERIALES					
Nombre	Unid.	Cantidad	P. unitario	Valor	
Rótulo, metálico	s.g.	1.00	\$510.90	\$510.90	
Total materiales =					\$510.90
MANO DE OBRA					
Nombre	Unid.	Cant.	Rendimiento	Salario/Hora	Valor
Mecánico de obra de banco	horas/hombre	2.00	2.00	\$1.35	\$5.40
Auxiliar	horas/hombre	4.00	2.00	\$1.10	\$8.80
Sub-total =					\$14.20
Prestaciones 1.9% =					\$0.27
Total mano de obra (Sub-total+Prestaciones) =					\$14.47
Total costo unitario (Materiales + Mano de Obra + Equipo)					\$529.11

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
(Costo Directo)					
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS	PROYECTO: “CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE”.				
Nombre de la actividad			Código de Partida		2.01
Dispositivos de control de tráfico y seguridad vial			Unidad	Cant. Analizada	Producción./día
			s.g.	1.00	1.00
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Nombre del Equipo	Unid.	Cant.	Rendimiento	Valor Hora	Valor
Herramienta menor	s.g.	1.10	1.00	\$8.00	\$8.80
Total equipo y herramienta =					\$8.80
MATERIALES					
Nombre	Unid.	Cantidad	P. unitario	Valor	
Rotulos de señales	s.g.	1.00	\$1,325.90	\$1,325.90	
Accesorios para rotulos	s.g.	1.00	\$520.91	\$520.91	
Mallas reflectivas	s,g	1.00	\$1,300.65	\$1,300.65	
Conos o delineadores	s.g.	1.00	\$1,100.25	\$1,100.25	
Total materiales =					\$4,247.71
MANO DE OBRA					
Nombre	Unid.	Cant.	Rendimiento	Salario/Hora	Valor
Brigadistas	horas/hombre	4.00	1.00	\$1.50	\$6.00
Auxiliares	horas/hombre	2.00	1.00	\$1.70	\$3.40
Sub-total =					\$9.40
Prestaciones 1.9% =					\$0.18
Total mano de obra (Sub-total+Prestaciones) =					\$9.58
Total costo unitario (Materiales + Mano de Obra + Equipo)					\$4,266.09

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
(Costo Directo)					
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS	PROYECTO: “CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE”.				
Nombre de la actividad			Código de Partida		3.01
Trazo y nivelación con topográfica. Incluye: tuberías, pozos de visita y el levantamiento final de la obra finalizada.			Unidad	Cant. Analizada	Producción./día
			ml	25.00	1,000.00
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Nombre del Equipo	Unid.	Cant.	Rendimiento	Valor Hora	Valor
Almadanas	s.g.	1.00	0.02	\$1.05	\$0.02
Puntales	s.g.	1.00	0.02	\$1.05	\$0.02
Serruchos	s.g.	1.00	0.02	\$1.05	\$0.02
Total equipo y herramienta =					\$0.06
MATERIALES					
Nombre	Unid.	Cantidad	P. unitario	Valor	
Nivel fijo	s.g.	0.20	\$2.65	\$0.53	
Estación Total	s.g.	0.20	\$4.20	\$0.84	
Estadia, primas y otros accesorios	s,g	0.20	\$1.80	\$0.36	
Total materiales =					\$1.73
MANO DE OBRA					
Nombre	Unid.	Cant.	Rendimiento	Salario/Hora	Valor
Topografo	horas/hombre	1.00	0.20	\$1.80	\$0.36
Cadeneros	horas/hombre	3.00	0.20	\$1.50	\$0.90
Sub-total =					\$1.26
Prestaciones 1.9% =					\$0.02
Total mano de obra (Sub-total+Prestaciones) =					\$1.28
Total costo unitario (Materiales + Mano de Obra + Equipo)					\$3.07

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
(Costo Directo)					
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS	PROYECTO: "CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE".				
Nombre de la actividad			Código de Partida		3.02
Demolición de pavimento existente.			Unidad	Cant. Analizada	Producción./día
			m2	1.00	30.00
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Nombre del Equipo	Unid.	Cant.	Rendimiento	Valor Hora	Valor
Herramientas menores	hrs.	1.00	0.10	\$1.80	\$0.18
Total equipo y herramienta =					\$0.18
MATERIALES					
Nombre	Unid.	Cantidad	P. unitario	Valor	
Cortadora de pavimento, incluye disco y combustible	Unid.	1.00	\$4.85	\$4.85	
Total materiales =					\$4.85
MANO DE OBRA					
Nombre	Unid.	Cant.	Rendimiento	Salario/Hora	Valor
Obrero	horas/hombre	1.00	0.30	\$1.80	\$0.54
Auxiliar	horas/hombre	1.00	0.30	\$1.10	\$0.33
Sub-total =					\$0.87
Prestaciones 1.9% =					\$0.02
Total mano de obra (Sub-total+Prestaciones) =					\$0.89
Total costo unitario (Materiales + Mano de Obra + Equipo)					\$5.92

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
(Costo Directo)					
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS		PROYECTO: "CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE".			
Nombre de la actividad			Código de Partida		3.03
Excavación con máquina, para zanjo en tuberías, material común.			Unidad	Cant. Analizada	Producción./día
			m3	3.00	40.00
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Nombre del Equipo	Unid.	Cant.	Rendimiento	Valor Hora	Valor
Pochas	s.g.	1.00	0.15	\$1.10	\$0.17
Palas	s.g.	1.00	0.15	\$1.10	\$0.17
Carretia	s.g.	1.00	0.15	\$1.10	\$0.17
Retroexcavadora	s.g.	1.00	0.65	\$5.25	\$3.41
Total equipo y herramienta =					\$3.91
MATERIALES					
Nombre	Unid.	Cantidad	P. unitario	Valor	
Total materiales =					\$0.00
MANO DE OBRA					
Nombre	Unid.	Cant.	Rendimiento	Salario/Hora	Valor
Operador	horas/hombre	1.00	0.65	\$1.80	\$1.17
Auxiliar	horas/hombre	6.00	0.15	\$1.10	\$0.99
Sub-total =					\$2.16
Prestaciones 1.9% =					\$0.04
Total mano de obra (Sub-total+Prestaciones) =					\$2.20
Total costo unitario (Materiales + Mano de Obra + Equipo)					\$6.11

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
(Costo Directo)					
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS	PROYECTO: “CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE”.				
Nombre de la actividad			Código de Partida		3.04
Excavación con máquina, para pozo de visita, material común.			Unidad	Cant. Analizada	Producción./día
			m3	3.00	40.00
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Nombre del Equipo	Unid.	Cant.	Rendimiento	Valor Hora	Valor
Piochas	s.g.	1.00	0.15	\$1.10	\$0.17
Palas	s.g.	1.00	0.15	\$1.10	\$0.17
Carretias	s.g.	1.00	0.15	\$1.10	\$0.17
Retroexcavadora	s.g.	1.00	0.65	\$5.25	\$3.41
Total equipo y herramienta =					\$3.91
MATERIALES					
Nombre	Unid.	Cantidad	P. unitario	Valor	
Total materiales =					\$0.00
MANO DE OBRA					
Nombre	Unid.	Cant.	Rendimiento	Salario/Hora	Valor
Operador	horas/hombre	1.00	0.65	\$1.80	\$1.17
Auxiliar	horas/hombre	6.00	0.15	\$1.10	\$0.99
Sub-total =					\$2.16
Prestaciones 1.9% =					\$0.04
Total mano de obra (Sub-total+Prestaciones) =					\$2.20
Total costo unitario (Materiales + Mano de Obra + Equipo)					
					\$6.11

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
(Costo Directo)					
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS		PROYECTO: "CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE".			
Nombre de la actividad			Código de Partida		3.05
Ademado para zanja y pozos de visita.			Unidad	Cant. Analizada	Producción./día
			m2	10.00	25.00
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Nombre del Equipo	Unid.	Cant.	Rendimiento	Valor Hora	Valor
Herramientas menores	s.g.	1.00	0.10	\$4.30	\$0.43
Total equipo y herramienta =					\$0.43
MATERIALES					
Nombre	Unid.	Cantidad	P. unitario	Valor	
Tablas y cuarterones	varas	2.00	\$4.95	\$9.90	
Refuerzos	ml	1.00	\$0.68	\$0.68	
Clavos y otros	s.g.	1.00	\$0.70	\$0.70	
Total materiales =					\$11.28
MANO DE OBRA					
Nombre	Unid.	Cant.	Rendimiento	Salario/Hora	Valor
Carpintero	horas/hombre	1.00	0.15	\$1.80	\$0.27
Auxiliar	horas/hombre	2.00	0.15	\$1.10	\$0.33
Sub-total =					\$0.60
Prestaciones 1.9% =					\$0.01
Total mano de obra (Sub-total+Prestaciones) =					\$0.61
Total costo unitario (Materiales + Mano de Obra + Equipo)					\$12.32

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
(Costo Directo)					
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS	PROYECTO: "CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE".				
Nombre de la actividad			Código de Partida		3.06
Suministro y colocación de tubería flexible, Ø 12".			Unidad	Cant. Analizada	Producción./día
			ml	1.00	50.00
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Nombre del Equipo	Unid.	Cant.	Rendimiento	Valor Hora	Valor
Herramientas menores	s.g.	1.00	0.25	\$3.05	\$0.76
Total equipo y herramienta =					\$0.76
MATERIALES					
Nombre	Unid.	Cantidad	P. unitario	Valor	
Pegamentos	s.g.	1.00	\$0.85	\$0.85	
Accesorios	s.g.	1.00	\$0.85	\$0.85	
Tubería de pvc Ø 12"	ml	1.00	\$37.20	\$37.20	
Total materiales =					\$38.90
MANO DE OBRA					
Nombre	Unid.	Cant.	Rendimiento	Salario/Hora	Valor
Fontanero	horas/hombre	2.00	0.20	\$1.80	\$0.72
Auxiliar	horas/hombre	3.00	0.20	\$1.10	\$0.66
Sub-total =					\$1.38
Prestaciones 1.9% =					\$0.03
Total mano de obra (Sub-total+Prestaciones) =					\$1.41
Total costo unitario (Materiales + Mano de Obra + Equipo)					\$41.07

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
(Costo Directo)					
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS	PROYECTO: "CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE".				
Nombre de la actividad			Código de Partida		3.07
Suministro y colocación de tubería flexible, Ø 24".			Unidad	Cant. Analizada	Producción./día
			ml	1.00	50.00
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Nombre del Equipo	Unid.	Cant.	Rendimiento	Valor Hora	Valor
Herramientas menores	s.g.	1.00	0.10	\$3.05	\$0.31
Total equipo y herramienta =					\$0.31
MATERIALES					
Nombre	Unid.	Cantidad	P. unitario	Valor	
Tubería de pvc Ø 24"	ml	1.00	\$88.65	\$88.65	
Accesorios	s.g.	1.00	\$1.00	\$1.00	
Total materiales =					\$89.65
MANO DE OBRA					
Nombre	Unid.	Cant.	Rendimiento	Salario/Hora	Valor
Fontanero	horas/hombre	2.00	1.00	\$1.80	\$3.60
Auxiliar	horas/hombre	3.00	1.00	\$1.10	\$3.30
Sub-total =					\$6.90
Prestaciones 1.9% =					\$0.13
Total mano de obra (Sub-total+Prestaciones) =					\$7.03
Total costo unitario (Materiales + Mano de Obra + Equipo)					
					\$96.99

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
(Costo Directo)					
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS		PROYECTO: "CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE".			
Nombre de la actividad		Código de Partida		3.08	
Construcción de pozo de visita H=1.50 a H=2.00m, Incluye: cilindro y cono p/trinchera, pared interior repelladas, fondo de pozo diámetro = 1.70 m, con mampostería de piedra ligada con mortero e=0.50 m, cama de concreto simple e=0.10 m, F'c 180 kg/cm2, pretil de concreto F'c 210 kg/cm2, peldaños y tapade HoFo. Ver detalle.		Unidad	Cant. Analizada	Producción./día	
		u	1.00	0.10	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Nombre del Equipo	Unid.	Cant.	Rendimiento	Valor Hora	Valor
Herramientas menores	s.g.	1.00	1.80	\$1.80	\$3.24
Total equipo y herramienta =					\$3.24
MATERIALES					
Nombre	Unid.	Cantidad	P. unitario	Valor	
Cemento	bls	13.00	\$7.75	\$100.75	
Arena	m3	2.10	\$15.00	\$31.50	
Piedra	m3	1.70	\$25.00	\$42.50	
Grava	m3	1.15	\$28.00	\$32.20	
Ladrillo de obra	Unid.	600.00	\$0.25	\$150.00	
Hierro ø 3/8"	qq	0.25	\$50.00	\$12.50	
Hierro ø 1/4"	qq	0.20	\$45.00	\$9.00	
Hierro ø 5/8"	qq	0.30	\$50.00	\$15.00	
Alambre de Amarre	qq	0.05	\$60.00	\$3.00	
Tapadera y anillo de HoFo	Unid.	1.00	\$280.65	\$280.65	
Total materiales =					\$677.10
MANO DE OBRA					
Nombre	Unid.	Cant.	Rendimiento	Salario/Hora	Valor
Obrero	horas/hombre	1.00	1.75	\$1.80	\$3.15
Auxiliar	horas/hombre	3.00	1.75	\$1.10	\$5.78
Sub-total =					\$8.93
Prestaciones 1.9% =					\$0.17
Total mano de obra (Sub-total+Prestaciones) =					\$9.10
Total costo unitario (Materiales + Mano de Obra + Equipo)					\$689.44

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
(Costo Directo)					
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS		PROYECTO: "CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE".			
Nombre de la actividad		Código de Partida			3.09
Construcción de pozo de visita H=2.00 a H=3.00m, Incluye: cilindro y cono p/trinchera, pared interior repelladas, fondo de pozo diámetro = 1.70 m, con mampostería de piedra ligada con mortero e=0.50 m, cama de concreto simple e=0.10 m, F'c 180 kg/cm2, pretil de concreto F'c 210 kg/cm2, peldaños y tapade HoFo. Ver detalle.		Unidad	Cant. Analizada	Producción./día	
		u	1.00	0.10	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Nombre del Equipo	Unid.	Cant.	Rendimiento	Valor Hora	Valor
Herramientas menores	s.g.	1.00	1.80	\$3.00	\$5.40
Total equipo y herramienta =					\$5.40
MATERIALES					
Nombre	Unid.	Cantidad	P. unitario	Valor	
Cemento	bls	17.00	\$7.75	\$131.75	
Arena	m3	2.50	\$15.00	\$37.50	
Piedra	m3	2.20	\$25.00	\$55.00	
Grava	m3	1.80	\$28.00	\$50.40	
Ladrillo de obra	Unid.	840.00	\$0.25	\$210.00	
Hierro ø 3/8"	qq	0.85	\$50.00	\$42.50	
Hierro ø 1/4"	qq	0.20	\$45.00	\$9.00	
Hierro ø 5/8"	qq	0.30	\$50.00	\$15.00	
Alambre de Amarre	qq	0.10	\$60.00	\$6.00	
Tapadera y anillo de HoFo	Unid.	1.00	\$280.65	\$280.65	
Total materiales =					\$837.80
MANO DE OBRA					
Nombre	Unid.	Cant.	Rendimiento	Salario/Hora	Valor
Obrero	horas/hombre	2.00	1.75	\$1.80	\$6.30
Auxiliar	horas/hombre	4.00	1.75	\$1.10	\$7.70
Sub-total =					\$14.00
Prestaciones 1.9% =					\$0.27
Total mano de obra (Sub-total+Prestaciones) =					\$14.27
Total costo unitario (Materiales + Mano de Obra + Equipo)					\$857.47

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
(Costo Directo)					
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS		PROYECTO: "CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE".			
Nombre de la actividad		Código de Partida		3.10	
Construcción de pozo de visita H=3.00 a H=4.00m, Incluye: cilindro y cono p/trinchera, pared interior repelladas, fondo de pozo diámetro = 1.70 m, con mampostería de piedra ligada con mortero e=0.50 m, cama de concreto simple e=0.10 m, F'c 180 kg/cm2, pretil de concreto F'c 210 kg/cm2, peldaños y tapade HoFo. Ver detalle.		Unidad	Cant. Analizada	Producción./día	
		u	1.00	0.10	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Nombre del Equipo	Unid.	Cant.	Rendimiento	Valor Hora	Valor
Herramientas menores	s.g.	1.00	1.80	\$3.00	\$5.40
Total equipo y herramienta =					\$5.40
MATERIALES					
Nombre	Unid.	Cantidad	P. unitario	Valor	
Cemento	bls	23.00	\$7.75	\$178.25	
Arena	m3	2.80	\$15.00	\$42.00	
Piedra	m3	2.50	\$25.00	\$62.50	
Grava	m3	1.80	\$28.00	\$50.40	
Ladrillo de obra	Unid.	1,050.00	\$0.25	\$262.50	
Hierro ø 3/8"	qq	0.95	\$50.00	\$47.50	
Hierro ø 1/4"	qq	0.50	\$45.00	\$22.50	
Hierro ø 5/8"	qq	0.50	\$50.00	\$25.00	
Alambre de Amarre	qq	0.30	\$60.00	\$18.00	
Tapadera y anillo de HoFo	Unid.	1.00	\$280.65	\$280.65	
Total materiales =					\$989.30
MANO DE OBRA					
Nombre	Unid.	Cant.	Rendimiento	Salario/Hora	Valor
Obrero	horas/hombre	2.00	1.85	\$1.80	\$6.66
Auxiliar	horas/hombre	4.00	1.85	\$1.10	\$8.14
Sub-total =					\$14.80
Prestaciones 1.9% =					\$0.28
Total mano de obra (Sub-total+Prestaciones) =					\$15.08
Total costo unitario (Materiales + Mano de Obra + Equipo)					\$1,009.78

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
(Costo Directo)					
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS	PROYECTO: “CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE”.				
Nombre de la actividad			Código de Partida		3.11
Relleno compactado con bailarina para recubrimiento de pozos de visita y recubrimiento de tubería, material existente. Incluye pruebas de Laboratorio.			Unidad	Cant. Analizada	Producción./día
			m3	3.00	20.00
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Nombre del Equipo	Unid.	Cant.	Rendimiento	Valor Hora	Valor
Vibrocompactadora	hrs.	1.00	0.15	\$3.80	\$0.57
Total equipo y herramienta =					\$0.57
MATERIALES					
Nombre	Unid.	Cantidad	P. unitario	Valor	
Gasolina	Galon	0.25	\$3.50	\$0.88	
Total materiales =					\$0.88
MANO DE OBRA					
Nombre	Unid.	Cant.	Rendimiento	Salario/Hora	Valor
Auxiliares	horas/hombre	8.00	0.40	\$1.70	\$5.44
Sub-total =					\$5.44
Prestaciones 1.9% =					\$0.10
Total mano de obra (Sub-total+Prestaciones) =					\$5.54
Total costo unitario (Materiales + Mano de Obra + Equipo)					\$6.99

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
(Costo Directo)					
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS	PROYECTO: “CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE”.				
Nombre de la actividad		Código de Partida			3.12
Desalojo de material sobrante.		Unidad	Cant. Analizada	Producción./día	
		m3	3.00	60.00	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Nombre del Equipo	Unid.	Cant.	Rendimiento	Valor Hora	Valor
Minicargador	hrs.	1.00	0.30	\$5.10	\$1.53
Camión de 6 toneladas	hrs.	1.00	0.30	\$5.10	\$1.53
Total equipo y herramienta =					\$3.06
MATERIALES					
Nombre	Unid.	Cantidad	P. unitario	Valor	
Gasolina	Galon	0.60	\$3.50	\$2.10	
Total materiales =					\$2.10
MANO DE OBRA					
Nombre	Unid.	Cant.	Rendimiento	Salario/Hora	Valor
Operador	horas/hombre	1.00	0.30	\$1.70	\$0.51
Motorista	horas/hombre	1.00	0.30	\$1.80	\$0.54
Auxiliares	horas/hombre	1.00	0.20	\$1.70	\$0.34
Sub-total =					\$1.39
Prestaciones 1.9% =					\$0.03
Total mano de obra (Sub-total+Prestaciones) =					\$1.42
Total costo unitario (Materiales + Mano de Obra + Equipo)					\$6.58

ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO					
(Costo Directo)					
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS	PROYECTO: “CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE”.				
Nombre de la actividad		Código de Partida		4.01	
Suministro y colocación de capa de concreto asfáltico. Incluye: riego de liga		Unidad	Cant. Analizada	Producción./día	
		m3	25.00	100.00	
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Nombre del Equipo	Unid.	Cant.	Rendimiento	Valor Hora	Valor
Equipo completo para pavimentar	hrs.	1.00	1.90	\$15.45	\$29.36
Camión de 6 toneladas	hrs.	3.00	1.90	\$5.10	\$29.07
Total equipo y herramienta =					\$58.43
MATERIALES					
Nombre	Unid.	Cantidad	P. unitario	Valor	
Concreto asfáltico	m3	1.00	\$195.60	\$195.60	
Emulsión asfáltica	Galon	1.00	\$7.06	\$7.06	
Gasolina	Galon	0.25	\$3.00	\$0.75	
Total materiales =					\$203.41
MANO DE OBRA					
Nombre	Unid.	Cant.	Rendimiento	Salario/Hora	Valor
Operador	horas/hombre	1.00	0.20	\$1.70	\$0.34
Motorista	horas/hombre	1.00	0.20	\$1.80	\$0.36
Auxiliares	horas/hombre	10.00	0.20	\$1.70	\$3.40
					\$0.00
					\$0.00
Sub-total =					\$4.10
Prestaciones 1.9% =					\$0.08
Total mano de obra (Sub-total+Prestaciones) =					\$4.18
Total costo unitario (Materiales + Mano de Obra + Equipo)					\$266.02

Anexo 4: Carta de aprobación de ANDA, memoria de cálculo y planos del proyecto.



ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE
ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

Santa Ana, 22 de Abril de 2021

Srita. Iris Hazel Romero Gonzáles
Estudiante de Ingeniería Civil
Facultad Multidisciplinaria de Occidente
Presente.

Ref. 32.3.3.272.2021

Tenemos a bien referimos a la revisión de la memoria de cálculo y planos del proyecto: "CAMBIO DE COLECTOR DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA 10ª AVENIDA NORTE Y SUR, DESDE LA 1ª CALLE ORIENTE HASTA EL PUNTO DE DESCARGA EN 6ª AVENIDA SUR EN EL MUNICIPIO DE SONZACATE, DEPARTAMENTO DE SONSONATE"

Por lo que se le comunica que se da por aprobado la memoria técnica del referido proyecto, cumpliendo con lo establecido en las normas técnicas de ANDA, para proyectos de Alcantarillado Sanitario.

Para los trámites que considere pertinentes se extiende la presente

 Ing. Evaristo Iván Orellana García Técnico Asesor		 Ing. Mercedes Verónica Rivas Encargada Área de Proyectos	
 Ing. Marián Ernesto Guzmán Mendoza Jefe de Operaciones ROCC		 Ing. José Efraim Luna Barra Gerente Región Occidental	

Km 63 ½ Carretera Antigua a San Salvador, Contiguo a Univ. UNICAES, Santa Ana
<https://www.anda.gob.sv>

