

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI

ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL



“Estudio preliminar para el sistema de aguas servidas en la zona de vidoño y putucual entre el sur de las progresivas 1+500 y 3+159,65, en los municipios bolívar y sotillo del estado anzoátegui”

REALIZADO POR:

JOSE A. GONZALEZ M.

SANDRA DEL V. JIMENEZ C.

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO ANTE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

BARCELONA, ABRIL 2010

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS.
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL.



“Estudio preliminar para el sistema de aguas servidas en la zona de vidoño y putucual entre el sur de las progresivas 1+500 y 3+159,65, en los municipios bolívar y sotillo del estado anzoátegui”

ASESOR:

Prof.: Belkys Sebastiani

Asesor Académico

Firma

BARCELONA, ABRIL 2010

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS.
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL.



“Estudio preliminar para el sistema de aguas servidas en la zona de vidoño y putucual entre el sur de las progresivas 1+500 y 3+159,65, en los municipios bolívar y sotillo del estado anzoátegui”

JURADO:

El jurado hace constar que asignó a ésta Tesis la calificación de:

Prof.: Belkys Sebastiani

Asesor Académico

Prof.:

Jurado Principal

Prof.:

Jurado Principal

BARCELONA, ABRIL 2010

RESOLUCION

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado:

“Los trabajos de grado son única y exclusiva propiedad de la universidad, y solo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participa el Consejo Universitario”

DEDICATORIA

A dios y a la virgencita del valle por haberme dado la familia tan maravillosa que tengo.

A mis PAPAS Y MAMAS, por confiar en mí. Son lo mas leal que dios me ha dado. Sencillamente sin ustedes no hubiese podido llegar a donde estoy hoy. Un día me propuse una meta y hoy dios gracias la veo realizada. Más que para mí este logro es de ustedes, se merecen esto y más. Estoy segura que esta es la mayor recompensa que les he podido dar después de tantos años de sacrificio. Simplemente Los amo son mi todo.

A mis HERMANOS, Vidoleo, Caro, Nata y en especial a ustedes hermanitos Cheche, Ale, Carlos y Roge se que han estado pendiente durante todos estos años de mis estudios, se que nunca dudaron que este día llegaría, su hermanita no les fallo. Gracias siempre por su apoyo. Los amo con todo mi corazón.

Mi logro también va para ustedes Mi Chiqui (Gressia Valentina) y Mi Bebe (Diego Alfonzo) ustedes han sabido llenar en mi corazón un sentimiento indescriptible. Siempre contarán con mi apoyo.

A mis tíos que en todo momento estuvieron pendientes de mis cosas aquí en la universidad, a ustedes también gracias por apoyarme y creer en mí, en especial a ti mi Antonio, hoy tu Julia da el último paso para ser una profesional.

A mis primos y primas esto también es para ustedes, en especial para Meurys, Neida y Ana mas que mis primas mis amigas, mis confidentes en ustedes al igual que en mis padres, siempre encuentro un gesto de apoyo y de confianza para. Las quiero mucho.

A mis niños Wilmen, Adrian, Jhon, Patricia (mi hermana), Miguel Enrique, Jimmy, Ángel Daniel, Eumarys, Angelis y Mi gordo riquísimo y a los que no nombre que siempre los llevo conmigo. Hoy estoy aquí y en un futuro quiero que sean ustedes que se propongan una meta y con sacrificio la logren.

A la señora Aura Elena, se que desde el cielo, estas feliz de verme realizada.

A mis compadres, comadres y a mis amigos Nenita, Joseito, Lucas, Guicho y Yayi

Este logro es de mis padres, hermanos y de toda mi familia pero en especial de una persona que estuvo siempre a mi lado, siempre que estuviste mostraste preocupación y atención a mis estudios. El día que te fuiste te prometí que seria una profesional y hoy es una promesa cumplida ABUELA. En mis días fuertes en la universidad siempre te pedí que me ayudaras y se que siempre me escuchabas. Eres y serás siempre MI ANGEL DE LA GUARDA. Te Extraño y te AMO mucho Buelita, este logro es tuyo.

Sandra Jiménez

DEDICATORIA

A Dios y María Auxiliadora.

A mis PADRES, Cecilia y José Andrés.

A mis HERMANOS, Carlos, Félix y Manuel.

A mi tía María Eugenia y mi prima Constanza.

A Rossana de Jongh, Saimy Silva y Gabriel Casal.

A Marín Sensei y todos mis hermanos de Shoshin Dojo.

A la profesora Belkys Sebastiani, Carmen Eloísa Sánchez, Leonibe Hernández y Carlos Uscategui.

Porque están conmigo, me hacen encontrar la fuerza cuando sentía que ya no podía dar más, por su confianza y creer en mi palabra, por apoyarme siempre en mis proyectos de manera incondicional. Todos ustedes son un ejemplo a seguir y por eso este trabajo es para todos ustedes.

José Andrés González

AGRADECIMIENTO

A Dios y la Virgen del Valle, por darme salud y sabiduría para poder emprender este largo pero hoy digo que grandioso camino.

A mis PAPAS Y MAMAS, por siempre tener la disposición de ayudarme en todo momento, nunca dudaron de echarme una mano cuando necesite de ustedes les agradezco todo sus sacrificios. Mami, eres una mujer grandiosa, envidiable, todo este tiempo supiste sacrificar todo para poder darme todas las cosas que necesite en su momento para mis estudios gracias. Le doy gracias a Dios, por haberme dado la dicha de crecer en un hogar como el que ustedes Carlos, Sonia, Elsa y Eudis han sabido sacar adelante GRACIAS por estar ahí siempre que los necesite, son mi ejemplo a seguir.

A mis hermanos, gracias han sido un apoyo incondicional una parte clave en mi.

A mi familia por el apoyo brindado en todo momento.

A mi compa de tesis, porque a pesar de no ser contemporáneos en la universidad, supimos hacer un buen equipo de trabajo y una bonita amistad, compa gracias por haberme permitido compartir tantos días de preocupación y estrés pero que hoy gracias a dios podemos decir que somos profesionales.

A la profe Belkys Sebastiani, por ser nuestra tutora y por estar siempre a la disposición y brindarnos su ayuda en todo momento.

A los profesores del departamento por tener la disposición de compartir con nosotros los estudiantes sus conocimientos.

A Yuni, Marle y Harold por haberme permitido compartir su hogar, siempre que los he necesitado, nunca me han dado la espalda, muchas gracias.

A los pocos, pero buenos amigos que encontré en la universidad, gracias por compartir tantos momentos de estrés, tensión y alegrías (Daniel, Fabi, Fadita, Naiber, Astrid, Carlito) en especial a Meli, Rose y María, amigas gracias por haberme brindado su amistad y la confianza de abrirme las puertas de su casa. Las quiero muchísimo, espero esta amistad perdure con el tiempo.

A Leonibe Hernández, Carmen Eloísa, Ángel Holmquist e Hidrocaribe, porque siempre que nos trancamos en la realización de nuestra tesis, contamos con su ayuda, muchas gracias.

Y a todos los que de una u otra manera formaron parte de este grandioso camino, mi camino de preparación para obtener mi título de Ingeniera Civil.

DIOS, VIRGEN DEL VALLE gracias por permitir lograr la meta que un día me propuse y denme salud, fuerza, constancia y sabiduría, para seguir fortaleciendo y especializando los conocimientos aprendidos hasta hoy.

GRACIAS.

Sandra Jiménez

AGRADECIMIENTOS

Mis mas profundos agradecimientos a todas estas personas que siempre nos han apoyado y no nos dejaron bajar la cabeza, cuando las situaciones que se nos presentaban eran muy complicadas.

José Andrés, Cecilia, Félix, Manuel, Carlos, Saimy, Rossana, Sandra, María Eugenia, Constanza, Patán, Hércules, Yeyel, Belkys Sebastiani, Carmen Eloísa, Leonibe, Hilda Fajardo, Ángel Holmquist, Hidrocaribe, Padilla, Luis Arreaza, Marín Sensei, Shoshin Dojo, Yuni, Marlenis, Andrés cubero, Silvia Valentina, Angélica, Mauricio, Eduardo, Glaises.

Muchas gracias a todos ustedes de verdad, sin su presencia y colaboración, este trabajo simplemente hubiera sido imposible.

José Andrés González

RESUMEN

Este proyecto plantea la solución al problema existente, que afecta a la zona del Vidoño y Putucual, en las progresivas 1+500 y 3+159,65 Noreste, el cual no es mas que la necesidad de un diseño de un Sistemas de Colectores de Aguas Servidas.

La realización de este diseño pondría a fin que los habitantes de la zona descarguen de forma indebida e inadecuada sus aguas servidas que solo causan la proliferación de enfermedades y daños al ambiente.

Basándose en censo realizados a la zona y un levantamiento topográfico, se procedió al diseño del sistema de aguas servidas, siguiendo las Normas establecidas en la República Bolivariana de Venezuela, presenta un periodo de diseño de 25 años.

Todas las aguas servidas de dicho sistema, se verterán a un colector principal proyectado anteriormente en la tesis de grado titulada: “Estudio preliminar para el Sistema de Aguas Servidas en la zona de Vidoño y Putucual, situado en los municipios Bolívar y Sotillo del estado Anzoátegui.

CONTENIDO

RESOLUCION.....	IV
DEDICATORIA.....	V
DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
AGRADECIMIENTOS.....	X
RESUMEN	XI
CONTENIDO.....	XII
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1. ESTADO ANZOÁTEGUI	16
1.1.1 Localización.....	17
1.1.2 División política.....	17
1.1.3 Clima.....	20
1.1.4 Relieve.....	20
1.1.5 Suelos	20
1.1.6 Hidrografía.....	20
1.1.7 Vegetación.....	21
1.1.8 Actividades económicas.....	21
1.2 MUNICIPIO SIMÓN BOLÍVAR.....	21
1.2.1 Economía.....	22
1.3 MUNICIPIO JUAN ANTONIO SOTILLO	23
1.3.1 Geografía.....	23
1.3.2 Vidoño.....	23
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	25
1.5 OBJETIVOS.....	26
1.5.1 Objetivo General.....	26
1.5.2 Objetivos Específicos	26
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	27
2.1 ANTECEDENTES	27

2.2 ESTUDIOS PRELIMINARES AL DISEÑO DE COLECTORES DE AGUAS	
SERVIDAS (NORMA).....	28
2.2.1 Recopilación de datos.	28
2.2.2 Estudios Topográficos.....	29
2.2.3 Estudios Demográficos.	29
2.2.4 Otros (Hidrológicos, Geológicos, Sanitarios y Obras Existentes).....	29
2.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.	30
2.3.1 Levantamiento topográfico para Proyectos de Alcantarillado.	31
2.3.2 Poligonales.....	31
2.3.2.1 Poligonal Abierta.	31
2.3.2.2 Poligonal Cerrada.....	32
2.3.2.3 Cálculo y Compensación de Poligonales.	32
2.4 PERÍODO DE DISEÑO.	39
2.5 POBLACIÓN FUTURA.....	40
2.5.1 Métodos de estimación de la población futura.....	40
2.5.1.1 Método de comparación gráfica.	41
2.5.1.2 Crecimiento Lineal.	41
2.5.1.3 Crecimiento Geométrico.	42
2.6 COMPOSICIÓN DE LOS CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES.	45
2.6.1.1 Tanquilla de empotramiento:	45
2.6.1.2 Ramal de empotramiento:	45
2.6.1.3 Bocas de visita:	47
2.6.1.4 Tramo:	52
2.6.1.5 Red de colectores:.....	52
2.6.2 El proyecto de una red de alcantarillado sanitario implica:	52
2.7 CAUDALES Y PROCEDENCIA DE LAS AGUAS.....	53
2.7.1 Origen y caudales de las aguas residuales domésticas.....	53
2.7.2 Origen y caudales de las aguas residuales industriales.....	56
2.7.3 Origen y caudales de las aguas residuales por contribución comercial e institucional.....	56
2.7.4 Infiltración y aportaciones incontroladas.....	57
2.8 DETERMINACIÓN DEL GASTO DE PROYECTO.	58
2.9 TIPOS DE REDES DE ALCANTARILLADO.	59
2.10 CONFIGURACIÓN DE REDES.....	59
2.10.1 Nomenclatura.	59

2.10.2 Trazado de colectores.....	60
2.10.3 Áreas tributarias.....	60
2.11 HIDRÁULICA DE COLECTORES.....	60
2.11.1 Comportamiento Hidráulico del sistema.....	60
2.11.2 Régimen hidráulico en un tramo de colector.....	61
2.11.3. Ecuación de Continuidad.....	62
2.11.4 Coeficiente de rugosidad.....	64
2.11.5 Diámetro mínimo de los colectores.....	65
2.11.6 Velocidad mínima y velocidad máxima.....	65
2.11.7 Material de los colectores.....	66
2.11.8 Sección de los colectores.....	69
2.11.9 Pendientes.....	69
2.11.10 Capacidad del colector y tirante de agua.....	71
2.11.11 Profundidad mínima en colectores.....	72
2.11.12 Control de las cotas de los colectores en las bocas de visita.....	73
2.11.13 Transiciones – Escalones.....	73
2.11.14 Teoría de Marston.....	77
2.11.14.1 Carácter, Dirección y Magnitud de las Cargas.....	77
2.11.14.2 Tipos de Apoyo.....	77
2.11.14.3 Coeficiente de Seguridad.....	78
2.11.15 Determinación de la carga máxima. Selección de la clase de tubería.....	79
CAPÍTULO III.....	81
3.1 RECOPIACIÓN DE DATOS.....	81
3.2 TRABAJO DE CAMPO.....	81
3.2.1 Levantamiento Topográfico.....	81
3.2.2 Materiales y equipos utilizados en el levantamiento topográfico.....	81
3.2.3 Procedimiento de campo para la realización del levantamiento topográfico.....	82
3.2.4 Muestras de cálculo del levantamiento topográfico.....	83
3.3 MÉTODO PARA LA PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN FUTURA.....	83
3.3.1 Población futura.....	83
3.4 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO.....	84
3.4.1 Gasto de Aguas Servidas Domiciliarias.....	84
3.4.2 Gasto proveniente de la zona comercial e institucional.....	84
3.4.3 Gasto por Infiltración.....	85

3.4.4 Gasto unitario de diseño	86
3.5 DISEÑO DE LA RED DE COLECTORES	86
3.5.1 Trazado del colector.....	86
3.5.2 Áreas tributarias	86
3.6 DISEÑO HIDRÁULICO DEL COLECTOR.....	87
3.6.1 Material.....	87
3.6.2 Diámetro	87
3.6.3 Pendiente.....	87
3.6.4 Profundidad.....	87
3.7 MUESTRA DE CÁLCULOS	88
3.8 DESCARGA DEL COLECTOR.....	90
CAPÍTULO IV	92
4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS	92
CAPÍTULO V	94
5.1 CONCLUSIONES	94
5.2 RECOMENDACIONES	95
BIBLIOGRAFIA	96
ANEXOS.....	98
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:	157
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:	158
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:	159
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:	160
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:	161

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Estado Anzoátegui



Figura 1. Ubicación geográfica del Estado Anzoátegui

1.1.1 Localización.

Anzoátegui está localizado entre las coordenadas 07°40`16", 10°15`36" de latitud Norte y 62°41`05", 65°43`09" de longitud Oeste, en la región Nor-Oriental del país, está delimitado por el estado Monagas y Sucre por el este, Bolívar por el sur, Guárico por el Oeste y al Norte por el Mar Caribe. Aproximadamente el estado tiene 43.300 Km² (4,7 por ciento del territorio nacional).

1.1.2 División política.

El Estado Anzoátegui está dividido en 21 municipios y 50 Parroquias

Tabla 1: Municipios del Estado Anzoátegui

Municipio	Capital	Parroquias
1 <u>Anaco</u>	<u>Anaco</u>	Anaco y San Joaquín
2 <u>Aragua</u>	<u>Aragua de Barcelona</u>	Cachipo
3 <u>Diego Bautista Urbaneja</u>	<u>Lechería</u>	Lecherías y El Morro
4 <u>Fernando Peñalver</u>	<u>Puerto Píritu</u>	San Miguel y Sucre
5 <u>Francisco del Carmen Carvajal</u>	<u>Valle de Guanape</u>	Valle de Guanape y Santa Bárbara
6 <u>Francisco de Miranda</u>	<u>Pariaguán</u>	Atapirire, Boca del Pao, El Pao de Barcelona y Múcura
7 <u>Guanta</u>	<u>Guanta</u>	Guanta y Chorrerón
8 <u>Independencia</u>	<u>Soledad</u>	Mamo
9 <u>José Gregorio Monagas</u>	<u>Mapire</u>	Piar, San Diego de Cabrutica, Santa Clara, Uverito y Zuata
10 <u>Juan Antonio Sotillo</u>	<u>Puerto la Cruz</u>	Puerto La Cruz y Pozuelos
11 <u>Juan Manuel Cajigal</u>	<u>Onoto</u>	Onoto y San Pablo
12 <u>Libertad</u>	<u>San Mateo</u>	El Carito y Santa Inés

13 <u>Manuel Ezequiel Bruzual</u>	<u>Clarines</u>	Clarines, Guanape y Sabana de Uchire
14 <u>Pedro María Freites</u>	<u>Cantaura</u>	Libertador, Santa Rosa y Urica
15 <u>Píritu</u>	<u>Píritu</u>	Píritu y San Francisco
16 <u>San José de Guanipa</u>	<u>El Tigrito</u>	
17 <u>San Juan de Capistrano</u>	<u>Boca de Uchire</u>	Boca de Uchire y Boca de Chávez
18 <u>Santa Ana</u>	<u>Santa Ana</u>	Santa Ana y Pueblo Nuevo
19 <u>Simón Bolívar</u>	<u>Barcelona</u>	Bergantín, Caigua, El Carmen, El Pilar, Naricual y San Cristóbal
20 <u>Simón Rodríguez</u>	<u>El Tigre</u>	Edmundo Barrios y Miguel Otero Silva
21 <u>Sir Arthur McGregor</u>	<u>El Chaparro</u>	El Chaparro y Tomás Alfaro Calatrava

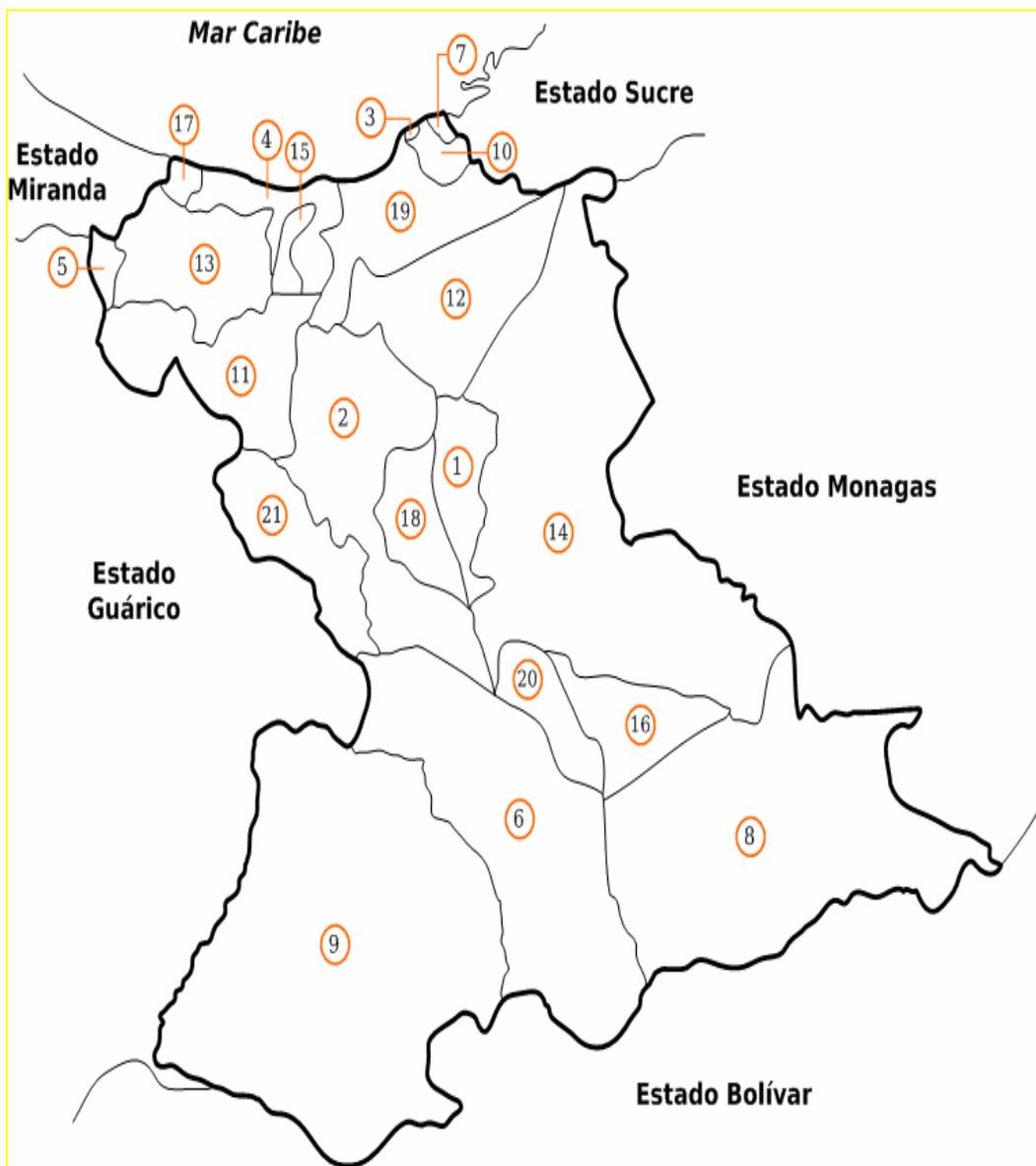


Figura 2. Ubicación del Municipio Simón Bolívar en el Estado Anzoátegui

1.1.3 Clima.

En el litoral se expresa un clima semiárido, registrándose en Barcelona una temperatura media anual de 26,2° y una precipitación de 591mm. al año. La cuenca alta y media del Unare también presenta condiciones de sequedad con sólo 800 mm. anuales. En los Llanos Orientales domina el clima tropical lluvioso de sabana y estación seca rigurosa, mientras que en la estación de lluvias se registran precipitaciones de alrededor de 1.000 mm. en promedio y una alta temperatura media anual que llega a los 28°. Las precipitaciones superiores se alcanzan en la ribera del Orinoco, alcanzando en algunas áreas 1.600 mm. de lluvia al año.

1.1.4 Relieve

Anzoátegui está ocupada en su mayor parte, por los llanos orientales del Orinoco, donde se pueden distinguir dos secciones bien definidas. En la depresión del río Unare, que ocupa una superficie de 2.321 km², una parte de ellas corresponde a Anzoátegui. Esta depresión forma parte de la región de Los Llanos, pues aunque geológicamente se considera que tiene un origen distinto, ha tomado esta forma por la erosión.

1.1.5 Suelos

La composición física y química predominante en los suelos es la de areniscas (generadas como remanentes de fondos marinos) y está asociada a índices de baja fertilidad agrícola. En general, son arenosos en superficie, con un contenido variable de arcilla en distintos estratos de profundidad. Son ácidos, pobres en materia orgánica y de baja retención de humedad.

1.1.6 Hidrografía.

Los ríos principales son Amana, Cariz, Guanipa, Guere, Morichal Largo, Neverí, Pao, Tigre, Unare, Zuata y un sector del bajo Orinoco. Además, existen dos lagunas: Píritu y Unare.

1.1.7 Vegetación.

La vegetación es la típica intertropical. Se encuentra determinada, en gran medida, por altitud, clima y tipo de suelo, donde se alternan zonas de matorral espinoso, cujíes y especies xerófilas de pequeña talla. También presenta un árbol llamado Cereime.

1.1.8 Actividades económicas.

Las funciones económicas que se generan en la conurbación de Barcelona – Puerto La Cruz y en sus ciudades satélites son muy dinámicas, entre ellas destacan las instalaciones portuarias, depósitos de hidrocarburos, refinería petrolera, industrias livianas y del cemento, junto con actividades comerciales y de servicios. Una gran extensión del litoral estatal cobra gran importancia las actividades turísticas. Por otra parte, se ha reactivado la producción carbonífera de Naricual.

Cabe destacar la especial trascendencia de la explotación de petróleo y gas natural en las subregiones de El Tigre y Anaco-Aragua. La planta de extracción de gas natural en San Joaquín forma parte del Complejo Criogénico de Oriente unida por gasoducto a la planta de fraccionamiento en Jose, en las inmediaciones de Puerto Píritu, donde se ha formado el importante complejo Petroquímico José Antonio Anzoátegui.

Las actividades agrícolas se reparten especialmente en la Cuenca del Unare y en las Mesas Orientales, en particular en Guanipa, Pariaguán, Anaco, Cantaura, con producciones de interés de maní, maíz, leguminosas, yuca, sorgo, girasol, algodón. La ganadería extensiva mantiene su relevancia. La producción pesquera es importante con una producción anual de 13.484 toneladas.

1.2 Municipio Simón Bolívar.

El Municipio Simón Bolívar ocupa una superficie de 1.706 km² con una población de 344.593 habitantes para el censo de 2001, se subdivide a su vez en 6 parroquias que son: El Carmen, San Cristóbal, Bergantín, Caigua, El Pilar y Naricual.

El Municipio Simón Bolívar del Estado Anzoátegui es el más poblado de la entidad, siendo su capital la también capital del estado, Barcelona. Tiene una superficie de 1.706 km² y una población de 428.391 habitantes (censo 2001), con una densidad de población de 251,10 hab/Km²

1.2.1 Economía.

El sector servicios y la industria petrolera son las principales fuentes de recursos del municipio.

1.2.2 Putucual

Pertenece a la parroquia el Carmen del Municipio Bolívar, se ubica en las coordenadas N- 10°08'00" y W- 64°37'00", se encuentra delimitada entre la vía principal que comunica al Hospital Luis Razetti con la población del Rincón por el norte y por el sur con el cerro el Eneal, tiene una población de 3.260 habitantes.

La zona presenta las siguientes características geotécnicas:

Relieve accidentado por la presencia del cerro el Eneal en sus alrededores.

Su altitud varía entre los 400 y 1000 m.s.n.m., con pendientes muy fuertes (entre 30% y 50 %).

Su topografía es ondulada por el entalle de quebradas.

Por estar en las orillas del cerro el Eneal posee un suelo de alta capacidad de soporte (mayor de 4 kg/cms²).

El suelo está compuesto por lutitas con intercalaciones de areniscas y limolitas.

Por ser una zona con evidente oblicuidad del terreno, es decir que posee sectores que se encuentran por debajo de la rasante, se convierte en un destino natural de las aguas superficiales no canalizadas.

1.3 Municipio Juan Antonio Sotillo

El Municipio Sotillo se encuentra ubicado dentro del conglomerado urbano de Barcelona – Puerto La Cruz en el nor-este del estado Anzoátegui siendo su capital la ciudad de Puerto La Cruz. Tiene una superficie de 244 km² y una población de 206.957 habitantes (censo 2001).

1.3.1 Geografía.

Latitud: 10° 23' 44" N

Longitud: 066° 05' 12" O

Superficie: 1939 Km^a

Densidad: 848,2 hab/Km²

1.3.2. Vidoño

Aproximadamente dos tercios de este sector pertenece a la parroquia de Pozuelo del Municipio Juan Antonio Sotillo, se ubica en las coordenadas: N- 10°11'00" y W-64°38'00" se encuentra localizado al noreste de la ciudad de Puerto la Cruz, limita al norte y al este con el cerro Provisor, al sur y al oeste con la vía principal Luis Razetti con la población del Rincón, tiene una población de 4.358 habitantes.

Se puede caracterizar geotécnicamente por:

El nivel freático esta en profundidades mayores a los 6m.

Presenta una topografía evidentemente irregular, por lo que es considerada una zona donde el riesgo de deslizamiento por la lluvia es alto, ya que, es capaz de bloquear las vías de comunicación por el desbordamiento de ríos, represamiento, inundaciones, entre otros, y en casos extremos se puede presentar daños en la infraestructura.

La capacidad del soporte del suelo es considerada excelente, ya que está por encima de los 4 kg/cm².

En cuanto a la facilidad de excavación, se puede considerar “moderada” por la presencia de lutitas y calizas, por lo que, es necesario la utilización de maquinaria de tipo retro excavador sin necesidad de entibado.

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La salud colectiva es la base de la existencia y de la prosperidad de toda comunidad, en forma conjunta, la salubridad pública controla la relación del hombre con el medio ambiente.

El desarrollo de zonas urbanas implica la dotación de servicios, cónsonos con la magnitud, la importancia y el auge que vaya adquiriendo una región, ya sea en forma planificada o espontánea. Los sectores Vidoño y Putucual son una muestra de dicho desarrollo en la conurbación de Barcelona – Puerto la Cruz, ya que han tenido un aumento significativo de su población en los últimos años como consecuencia de la ocupación de terrenos baldíos, en los cuales se construyen viviendas en un intento de cobertura de las necesidades habitacionales de la zona, y la mayoría de éstas son hechas de forma improvisada, creando así a los sectores: Monte Mario, Alto Sano, Villas de Canan, Fe y Alegría y Provisor.

Por la falta de planificación, éstas no posean redes de cloacas a través de las cuales desechar las aguas negras y conducen a la necesidad de construir pozos sépticos, muchas veces de manera muy precaria en lugares cercanos a sus viviendas que, aunque son una solución provisional a sus problemas, pueden generar focos de enfermedades y contaminación.

Por esto es necesario el diseño de un sistema de recolección de aguas servidas en el Sur Este, entre las progresivas 1+500 Y 3 + 159, de 261,44 Ha. a servir, como un paso más hacia el saneamiento total de los sectores y mejorar la calidad de vida de la población que en ella habita.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Diseñar el sistema de aguas servidas en el sur-este de Vidoño y Putucual, entre el Sur Este de las progresivas 1 + 500 y 3 + 159, de los municipios Bolívar y Sotillo del estado Anzoátegui

1.5.2 Objetivos Específicos

- Recopilar las informaciones existentes en los entes públicos de la zona en estudio.
- Realizar un censo de la población y una encuesta socioeconómica del sector en estudio.
- Efectuar el levantamiento topográfico del sector en estudio.
- Diseñar el sistema de recolección de las aguas servidas.
- Dibujar los planos de planta, detalles y perfiles de las redes de aguas residuales en Autocad.
- Calcular los cálculos métricos.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

En el año 2008, Marielba J. Fermín H. y Carmen E. Sánchez C.^[1] realizaron el “Estudio preliminar para el sistema de aguas servidas en la zona de Vidoño y Putucual, en los municipios Bolívar y Sotillo del Estado Anzoátegui”, en el cual se indica que el Estado Anzoátegui ha venido sufriendo un crecimiento sostenido e incontrolado de su población, situación de la que no escapan las ciudades de Barcelona y Puerto la Cruz, donde diversas familias se han visto en la necesidad de habitar en zonas aledañas, formando caseríos que generalmente no llegan a contar con los servicios públicos necesarios para alcanzar condiciones de vida y salubridad aceptables, tal es el caso de la zona de Vidoño y Putucual, donde la disposición de aguas servidas se hace por medio de los llamados pozos sépticos.

En el año 2009, Leonibe Hernandez y Marisella Villarroel realizaron “Diseño de un sistema de aguas servidas de la zona Vidoño y Putucual entre las progresivas 1+500 y 3+159,65 sur-oeste en los municipios Bolivar y Sotillo del estado Anzoategui” el cual es una continuación del estudio preliminar realizado en el 2008 año mencionado anteriormente. Este consistió el diseño de un sistema de colectores de aguas servidas para una porción de la zona total, buscando mejorar las condiciones de vida de la población que ahí reside.

En el 2005, Edito J. León C. y Frank J. Salazar G.^[2] realizaron una “Proyección del sistema de colectores de aguas residuales y de la ampliación de la red de distribución de agua potable de las poblaciones de Santa Inés y San Francisco de Macanao, Municipio Península de Macanao, Estado nueva Esparta” en el cual indican que en la zona no se proyectó un sistema de recolección de aguas residuales, en consecuencia, los habitantes del lugar continúan descargando estas aguas en los pozos sépticos ya existentes en cada una de las viviendas. Es probable que tales pozos se hayan construido sin ningún control de calidad, por esta razón, se necesita construir una red de cloacas que conduzcan las aguas servidas a un lugar donde puedan ser tratadas.

2.2 ESTUDIOS PRELIMINARES AL DISEÑO DE COLECTORES DE AGUAS SERVIDAS (NORMA)

Los estudios preliminares tienen la función de dar información detallada necesaria para la elaboración y la ejecución de un proyecto. Básicamente la información que se desea para un proyecto debe ser de tipo topográfico, geológico, demográfico, sanitario, etc., con la finalidad de describir el sitio y su situación.

2.2.1 Recopilación de datos.

La recolección de datos consiste en la aplicación de varias técnicas para poder conocer y analizar la realidad o situación del tema que se desea estudiar.

Las fuentes a partir de las cuales se puede obtener la información pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

Primarias: Que contienen información original no abreviada ni traducida.

Secundarias: Obras de referencia que auxilian al proceso de investigación.

Existe otra división, conformada por las siguientes fuentes:

Documentales

De campo

En otro orden de ideas, se puede establecer la existencia de diversas técnicas o métodos para la recopilación de datos, que permiten obtener así una investigación completa y detallada; las técnicas a utilizar son las siguientes:

Inspección de registros: Consiste en la revisión de fichas, censos, libros y cualquier información registrada, sobre la zona o tema a investigar.

Entrevista: Basada en la reunión de una o varias personas, las cuales son cuestionadas en forma adecuada para obtener información.

Cuestionario: Están constituidos por series de preguntas escritas, predefinidas, secuenciadas y separadas por capítulos o temática específica.

Encuesta: Permite la recolección de información a través de formularios, los cuales tienen aplicación en aquellos problemas que se pueden investigar por métodos de observación, análisis de fuentes documentales y demás sistemas de conocimiento.

Observación: Consiste en la visita del lugar a investigar y observación de las condiciones y características que éste presenta.

2.2.2 Estudios Topográficos.

Son todos los procedimientos y operaciones del trabajo de campo, los métodos de cálculo o procesamiento de datos y la representación del terreno en un plano o dibujo topográfico a escala de un terreno, los cuales permiten la evaluación del mismo y ejecución de un proyecto en dicho lugar.

2.2.3 Estudios Demográficos.

Son estudios realizados en poblaciones humanas que permiten conocer su estructura, evolución y características generales. Son considerados desde un punto de vista cuantitativo y su respectivo análisis permite obtener un criterio de selección de diseño para futuros proyectos.

2.2.4 Otros (Hidrológicos, Geológicos, Sanitarios y Obras Existentes).

Estudios Hidrológicos: Los estudios hidrológicos analizan los regímenes de caudales medios y extremos de las corrientes de agua en los tramos de influencia de las obras viales, en las zonas que requieren de alcantarillados de aguas lluvias, y en las zonas inundables adyacentes a los cauces.

Estudios Geológicos: Consisten en la realización de una serie de pruebas como: Prueba de fundaciones, geología de la cuenca de embalses y muestreos de los materiales para obtener características del suelo y de la zona para establecer los parámetros y estimaciones de diseño.

Estudios Sanitarios de la Hoya y Calidad del Agua: Fundamentado en un reconocimiento sanitario del lugar, con inclusión de las hoyas hidrográficas de los cursos de agua incluidos entre los preseleccionados para abastecer la población y para recibir descargas cloacales.

Estudios de Obras Existentes y Servicios Públicos: Conformados por la ubicación y descripción de estructuras existentes de forma detallada para evitar su interferencia con el proyecto y la investigación de las características de los sistemas de alcantarillado y abastecimiento existentes en la zona del proyecto para determinar si pueden ser aprovechados total o parcialmente.

Otros: Comprenden a la recolección de datos complementarios a los ya obtenidos, esencialmente serán:

Climatología: Influye en el consumo de agua en la zona.

Economía: Permite establecer las posibilidades de desarrollo no ocurridas hasta el momento.

Corrientes migratorias: Basadas en estadísticas sobre emigración e inmigración en la región y su influencia en la población futura.

Estadísticas vitales: Establecimiento de los índices de mortalidad y natalidad.

Condiciones de transporte y costo de vida.

2.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

Un levantamiento topográfico puede ser definido como una representación gráfica que cumple con todos los requerimientos que necesita un constructor para ubicar un proyecto y materializar una obra en un terreno, ya que consiste en una representación completa, tanto del

terreno en su relieve como en las obras existentes. De esta manera, el constructor tiene en sus manos una importante herramienta que le será útil para buscar la forma más funcional y económica de ubicar el proyecto.

2.3.1 Levantamiento topográfico para Proyectos de Alcantarillado.

Este tipo de levantamientos está dirigido a representar de forma detallada la configuración del terreno y de ahí su importancia basada en el comportamiento hidráulico de sus redes y en el diseño de proyectos de alcantarillado, el cual busca aprovechar al máximo la topografía de la zona, para que el proyecto sea lo más práctico y económico posible

2.3.2 Poligonales.

La poligonación es uno de los procedimientos topográficos más comunes. Las poligonales se usan generalmente para establecer puntos de control y puntos de apoyo para el levantamiento de detalles y elaboración de planos, para el replanteo de proyectos y para el control de ejecución de obras.

Una poligonal es una sucesión de líneas quebradas, conectadas entre sí en los vértices.

Para determinar la posición de los vértices de una poligonal en un sistema de coordenadas rectangulares planas, es necesario medir el ángulo horizontal en cada uno de los vértices y la distancia horizontal entre vértices consecutivos.

2.3.2.1 Poligonal Abierta.

Poligonales abiertas o de enlace con control de cierre: En las que se conocen las coordenadas de los puntos inicial y final, y la orientación de las alineaciones inicial y final, siendo también posible efectuar los controles de cierre angular y lineal.

Poligonales abiertas sin control: En las cuales no es posible establecer los controles de cierre, ya que no se conocen las coordenadas del punto inicial y/o final, o no se conoce la orientación de la alineación inicial y/o final.

2.3.2.2 Poligonal Cerrada.

El punto de inicio es el mismo punto de cierre, proporcionando por lo tanto control de cierre angular y lineal.

2.3.2.3 Cálculo y Compensación de Poligonales.

La solución de una poligonal consiste en el cálculo de las coordenadas rectangulares de cada uno de los vértices o estaciones. En las poligonales cerradas y en las poligonales abiertas de enlace con control, se realizan las siguientes operaciones:

1. Cálculo y compensación del error de cierre angular.
2. Cálculo de azimut o rumbos entre alineaciones (ley de propagación de los acimuts).
3. Cálculo de las proyecciones de los lados.
4. Cálculo del error de cierre lineal.
5. Compensación del error lineal.
6. Cálculo de las coordenadas de los vértices.

En poligonales abiertas sin control, solamente se realizan los pasos 2, 3 y 6 ya que no existe control angular ni lineal.

Cálculo y compensación del error de cierre angular

En una poligonal cerrada se debe cumplir la suma de los ángulos internos como se muestra en la EC.2.1.

$$\Sigma \angle_{int} = (n-2)180^\circ$$

Ec. 2.1

En donde:

n = número de lados

La medición de los ángulos de una poligonal estará afectada por los inevitables errores instrumentales y operacionales, por lo que el error angular vendrá dado por la diferencia entre el valor medido y el valor teórico.

$$Ea = \sum \angle_{\text{int}} - (n - 2) 180^\circ \quad \text{Ec. 2.2}$$

Se debe verificar que el error angular sea menor que la tolerancia angular, generalmente especificada por las normas y términos de referencia dependiendo del trabajo a realizar y la apreciación del instrumento a utilizar, recomendándose los siguientes valores:

Poligonales principales \rightarrow $Ta = a * n$ Ec. 2.3

Poligonales secundarias \rightarrow $Ta = a * n + a$ Ec. 2.4

En donde:

Ta = Tolerancia angular

a = Apreciación del instrumento.

Si el error angular es mayor que la tolerancia permitida, se debe proceder a medir de nuevo los ángulos de la poligonal.

Si el error angular es menor que la tolerancia angular, se procede a la corrección de los ángulos, repartiendo por igual el error entre todos los ángulos, asumiendo que el error es independiente de la magnitud del ángulo medido.

$$nCa = -Ea$$

Ec. 2.5

En poligonales abiertas con control, el error angular viene dado por la diferencia entre el acimut final, calculado a partir del acimut inicial conocido y de los ángulos medidos en los vértices (ley de propagación de los acimuts), y el acimut final conocido.

$$Ea = \delta fc - \delta f$$

Ec.:2.6

En donde:

Ea= Error angular

δfc = Acimut final calculado

δf = Acimut final conocido

Al igual que en poligonales cerradas, se compara el error con la tolerancia angular. De verificarse la condición, se procede a la corrección angular, repartiendo el error en partes iguales entre los ángulos medidos.

La corrección también se puede efectuar sobre los acimuts, aplicando una corrección acumulativa, (múltiplo de la corrección angular), a partir del primer ángulo medido. En otras palabras, el primer acimut se corrige con Ca, el segundo con 2Ca y así sucesivamente, hasta el último acimut que se corrige con nCa.

Ley de propagación de los acimuts

Los acimuts de los de lados una poligonal se pueden calcular a partir de un acimut conocido y de los ángulos medidos, aplicando la ley de propagación de los acimuts de la siguiente manera:

El acimut:

$$\delta B1 \text{ será } \delta B1 = \delta AB$$

Ec. 2.7

Siendo \rightarrow

$$\Delta B = 180 - \alpha$$

Luego

$$\delta B1 = \delta AB + \alpha - 180^\circ$$

Ec. 2.8

El acimut $\delta 12$ será

$$\delta 12 = \delta B1 + \Delta 1$$

Ec. 2.9

Siendo

$$\Delta 1 = \angle 1 - 180^\circ \text{ luego } \delta 12 = \delta B1 + \angle 1 - 180^\circ$$

Ec. 2.10

Si aplicamos el mismo procedimiento sobre cada uno de los vértices restantes, podremos generalizar el cálculo de los acimuts según la siguiente ecuación:

$$\delta i = \delta i-1 + \angle \text{vértice} \pm 180^\circ$$

Ec. 2.11

Donde:

δi = Acimut del lado

$\delta i-1$ = Acimut anterior

Los criterios para la utilización de la ecuación son los siguientes:

Si $(\delta_{i-1} + \angle \text{vértice}) < 180^\circ$ se suma 180°

Si $(\delta_{i-1} + \angle \text{vértice}) \geq 180^\circ$ se resta 180°

Si $(\delta_{i-1} + \angle \text{vértice}) \geq 540^\circ$ se resta 540° ya que ningún acimut puede ser mayor de 360° .

Cálculo de las proyecciones de los lados

Las proyecciones de los lados de una poligonal se calculan en función de los acimuts y las distancias de los lados aplicando las ecuaciones las cuales se reproducen a continuación:

$$\Delta N_{1-2} = D_{1-2} \times \cos \delta_{12}$$

Ec. 2.12

$$\Delta E_{1-2} = D_{1-2} \times \sen \delta_{12}$$

Ec. 2.13

Cálculo del error de cierre lineal

En una poligonal cerrada, la suma de las proyecciones sobre el eje norte-sur debe ser igual a cero. De igual manera, la suma de las proyecciones sobre el eje este-oeste debe ser igual a cero.

Debido a los inevitables errores instrumentales y operacionales presentes en la medición de distancias, la condición lineal mencionada nunca se cumple, por lo cual se obtiene de esta manera el error de cierre lineal. Éste estará dado por:

$$\epsilon L = (\epsilon \Delta N^2 + \epsilon \Delta E^2)^{1/2}$$

Ec. 2.14

En el caso de una poligonal abierta, con control, la suma de las proyecciones sobre el eje norte-sur debe ser igual a la diferencia entre las coordenadas norte de los puntos de control inicial y final; la suma de las proyecciones sobre el eje este-oeste debe ser igual a la diferencia entre las coordenadas este de los puntos de control inicial y final; por lo tanto, el error sobre las proyecciones puede ser calculado a través de las siguientes ecuaciones:

$$\epsilon\Delta N = \Sigma\Delta n-s-\Delta N$$

Ec. 2.15

$$\epsilon\Delta E = \Sigma\Delta e-o-\Delta N$$

Ec. 2.16

Una vez calculado el error lineal, se debe verificar que éste sea menor a la tolerancia lineal, (generalmente especificada por normas de acuerdo al tipo de importancia del trabajo, condiciones topográficas y precisión de los instrumentos de medida). En algunos casos, la tolerancia lineal se relaciona con la precisión obtenida en el levantamiento definido por la siguiente ecuación:

$$P = L\epsilon / \Sigma L$$

Ec. 2.17

En donde:

P = Precisión de la poligonal

ΣL = Suma de los lados de la poligonal en m

El error relativo n, generalmente expresado en términos 1: n, viene dado por el inverso de P.

$$n = 1/P$$

Ec. 2.18

Si el error lineal es mayor que la tolerancia lineal, es necesario comprobar en campo las distancias; en caso de verificarse que el error lineal sea menor que la tolerancia, se procede a la corrección lineal siguiendo un método de compensación adecuado.

Compensación del error lineal

El método adecuado para la compensación del error lineal depende de la precisión lograda por los instrumentos y los procedimientos empleados en la medición. Hasta los momentos, se han desarrollado diferentes métodos de compensación: El método de la brújula, el del tránsito, el de Crandall, el de los mínimos cuadrados, entre otros; basados todos en diferentes hipótesis.

Recientemente, la evolución de la tecnología empleada en la fabricación de instrumentos ha igualado la precisión obtenida en la medición de distancias con la precisión obtenida en la medición angular, lo que hace al método de la brújula el método más adecuado para la compensación del error lineal, no sólo por asumir esta condición sino por la sencillez de los cálculos involucrados.

Método de la brújula

Este método, propuesto por Nathaniel Bowditch alrededor del año 1800, es el método más utilizado en los trabajos normales de topografía.

El método asume que:

Los ángulos y las distancias son medidos con igual precisión.

El error ocurre en proporción directa a la distancia.

Las proyecciones se corrigen proporcionalmente a la longitud de los lados.

La corrección se realiza por medio de las siguientes fórmulas:

$$CpNi = -\frac{\Delta N}{\sum Li} * Li$$

Ec. 2.19

$$CpEi = -\frac{\Delta E}{\sum Li} * Li$$

Ec. 2.20

En donde:

CpNi = Corrección parcial sobre la proyección norte-sur del lado i

CpEi = Corrección parcial sobre la proyección este-oeste del lado i

Li = Longitud del lado i

El signo negativo es debido a que la corrección es de signo contrario al error.

Cálculo de las coordenadas de los vértices.

Una vez compensadas las proyecciones, se procede al cálculo de las coordenadas de los vértices de la poligonal.

$$Ni = Ni-1 \pm \Delta Ni-1: i$$

Ec. 2.21

$$Ei = Ei-1 \pm \Delta Ei-1: i$$

Ec. 2.22

2.4 Período de Diseño.

Es el tiempo para el cual se estima que un sistema va a funcionar satisfactoriamente. El establecimiento del período de diseño del proyecto se puede establecer para cada par de componentes del proyecto y depende de los siguientes factores:

La vida útil de las estructuras o equipamientos, teniendo en cuenta su obsolescencia o desgaste.

La facilidad o dificultad de la ampliación de las obras existentes.

Las tendencias de crecimiento de la población futura, con mayor énfasis en el posible desarrollo de sus necesidades comerciales e industriales.

El comportamiento de las obras durante los primeros años, período en el cual los caudales iniciales son inferiores a los caudales de diseño.

El período de diseño es, por definición, el tiempo que transcurre desde la iniciación del servicio del sistema hasta que, por falta de capacidad o desuso, se sobrepasan las condiciones establecidas en el proyecto. A continuación se recomiendan los siguientes períodos de diseño:

Colectores principales y emisarios: 40 a 50 años.

Colectores secundarios: Mínimo 25 años.

Plantas de tratamiento: Deben desarrollarse por etapas, cada una de 10 a 25 años.

Estaciones de bombeo: 10 a 15 años.

2.5 POBLACIÓN FUTURA.

$$P_f = P_i(1+r)^n$$

Ec. 2.23

$$P_{sat} = \text{densidad} \cdot a \cdot t$$

Ec. 2.24

2.5.1 Métodos de estimación de la población futura.

El diseño de un sistema de recolección de aguas servidas depende de forma directa de la demanda de la población en el futuro, ya que este sistema debe permitir satisfacer las

necesidades de la población con el paso del tiempo. Para la estimación de la población futura existen diversos métodos muy efectivos, entre los cuales se encuentran:

2.5.1.1 Método de comparación gráfica.

Este método consiste en realizar una comparación de manera gráfica de la población en estudio y de otras tres poblaciones del país con determinadas características. El método supone una tendencia de crecimiento similar al promedio del crecimiento de las otras tres, después de que haya sobrepasado el límite de la población base (último censo de la población estudiada).

Se trabaja con poblaciones de las siguientes características:

Población A: Ciudad estudiada.

Población B: Ciudad de la misma región, similar en desarrollo, clima y tamaño.

Población C: Ciudad de la misma región, similar en desarrollo y clima pero de un número relativamente mayor de habitantes que la población A.

Población D: Ciudad de otra región del país pero de mayor población que la población A. No deben ser tomadas en cuenta ciudades que tengan características que no sean representativas del crecimiento de la región donde se encuentra la población A.

El procedimiento es el siguiente:

a) Se desplazan paralelamente, hasta el último censo de población A, cada una de las curvas de crecimiento de las poblaciones B, C y D que sobrepasen la población base.

b) De ser necesario, se prolonga hasta el año correspondiente al período de diseño la última tendencia de crecimiento de las poblaciones B, C y D.

c) Se adopta como población de la ciudad A, el promedio de los valores de población de las tres curvas desplazadas y prolongadas, para cada uno de los años de interés.

2.5.1.2 Crecimiento Lineal.

Es este el método más sencillo de extrapolación. Consiste en calcular la cifra media anual de aumento de la población entre un censo y el siguiente, y añadir una cantidad igual por cada año transcurrido después del último censo.

La ecuación para el cálculo de la población será:

$$P_f = P_{uc} + K_a (T_f - T_{uc})$$

Ec. 2.25

En donde:

P_f: Es la población final

P_{uc}: Es la población del último censo

T_{uc}: Es el año del último censo

K_a: Es la pendiente de la recta

La pendiente de la recta se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$K_a = (P_{uc} - P_{ci}) / (T_{uc} - T_{ci})$$

Ec. 2.26

Donde

T_{ci}: Es el año del censo inicial

Este método de proyección es un método completamente teórico y rara vez ocurre el caso de que una población presente este tipo de crecimiento.

2.5.1.3 Crecimiento Geométrico.

La aplicación de este método supone que la población aumenta constantemente en una cifra proporcional a su volumen cambiante. Para obtener la población futura se aplica al

último dato poblacional que se tenga, la fórmula del "interés compuesto" manteniendo constante la misma tasa anual de crecimiento del período anterior:

$$Tf - TucPf = Puc(1+r)$$

Ec. 2.27

Despejando:

$$1/(Tf - Tuc)r = [(Pf / Puc) - 1]$$

Donde:

r= es la tasa de crecimiento anual.

2.5.1.4 Crecimiento Logarítmico.

Si el crecimiento de la población es de tipo exponencial, la población se proyecta a partir de la siguiente ecuación:

$$\underline{dP} = Kg \cdot P$$

Ec. 2.29

Despejando tenemos:

$$\underline{dP} = Kg \cdot dT$$

Ec. 2.30

Integrando la ecuación entre dos periodos de tiempo tenemos:

$$\ln P2 - \ln P1 = Kg (T2 - T1)$$

Ec. 2.31

Donde:

$$K_g = \underline{\ln P_{cp} - \ln P_{ca}}$$

Ec. 2.32

C_p = Censo posterior

C_a = Censo anterior

Para la aplicación de este censo debe ser necesario el conocimiento de tres censos como mínimo, ya que al evaluar un K_g promedio se requiere por lo menos dos valores de K_g

Si integramos:

$$\underline{dP} = K_g \cdot dT$$

Ec. 2.33

$$\ln P + C = K_g \cdot T$$

Para T = 0 tenemos que P = P_{ci}

Despejando tenemos:

$$C = - \ln P_{ci}$$

Ec. 2.34

Reemplazando K_g y C en la ecuación tenemos:

$$\ln P_f = \ln P_{ci} + K_g (T_f - T_{ci})$$

Ec. 2.35

2.6 Composición de los caudales de aguas residuales.

Un esquema de los componentes de las obras de captación de un sistema de recolección de aguas residuales se muestra en la figura 1, y los cuales describiremos a continuación.

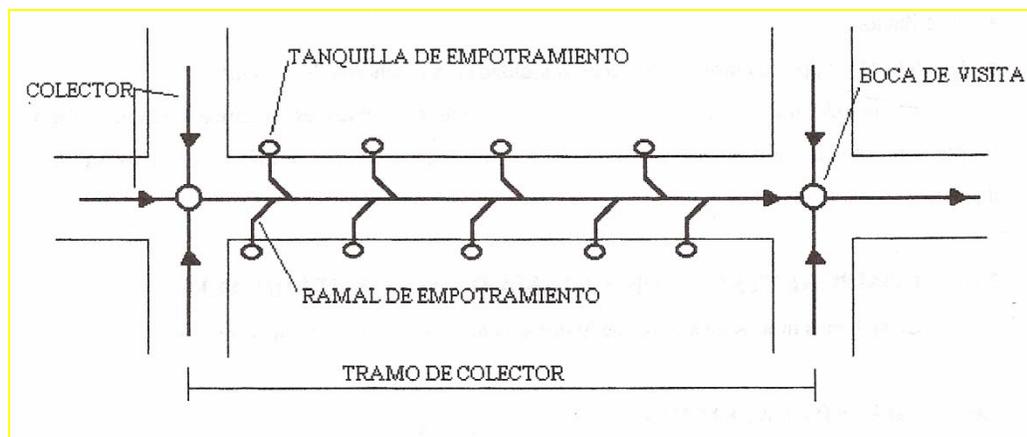


Figura 2.1: Esquema en planta de la ubicación de las obras de captación en un sistema de aguas residuales. Fuente [3].

Obra de Captación:

2.6.1.1 Tanquilla de empotramiento: Su función es la de conectar la descarga proveniente de la parcela con la tubería que va al colector, también sirve para realizar alguna inspección. Debe ir ubicada debajo de la acera, preferiblemente en el punto más bajo de la parcela. Se construye generalmente de un tubo de concreto cuyo diámetro es de 250 mm (10”).

2.6.1.2 Ramal de empotramiento: Es la tubería que partiendo de la tanquilla va al colector. Debe tener un diámetro mínimo de 150 mm (6”) y una pendiente mínima de 1%.

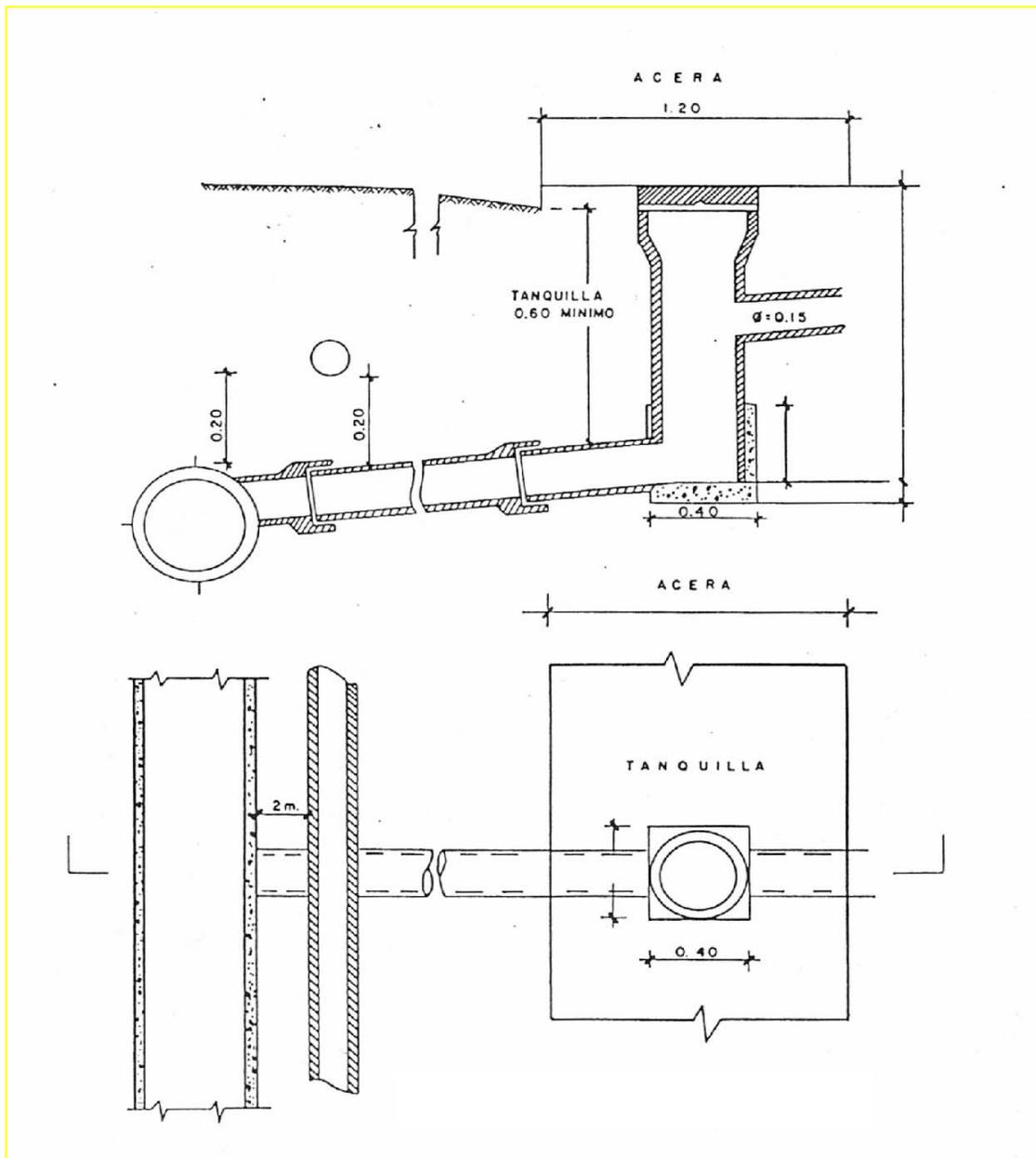
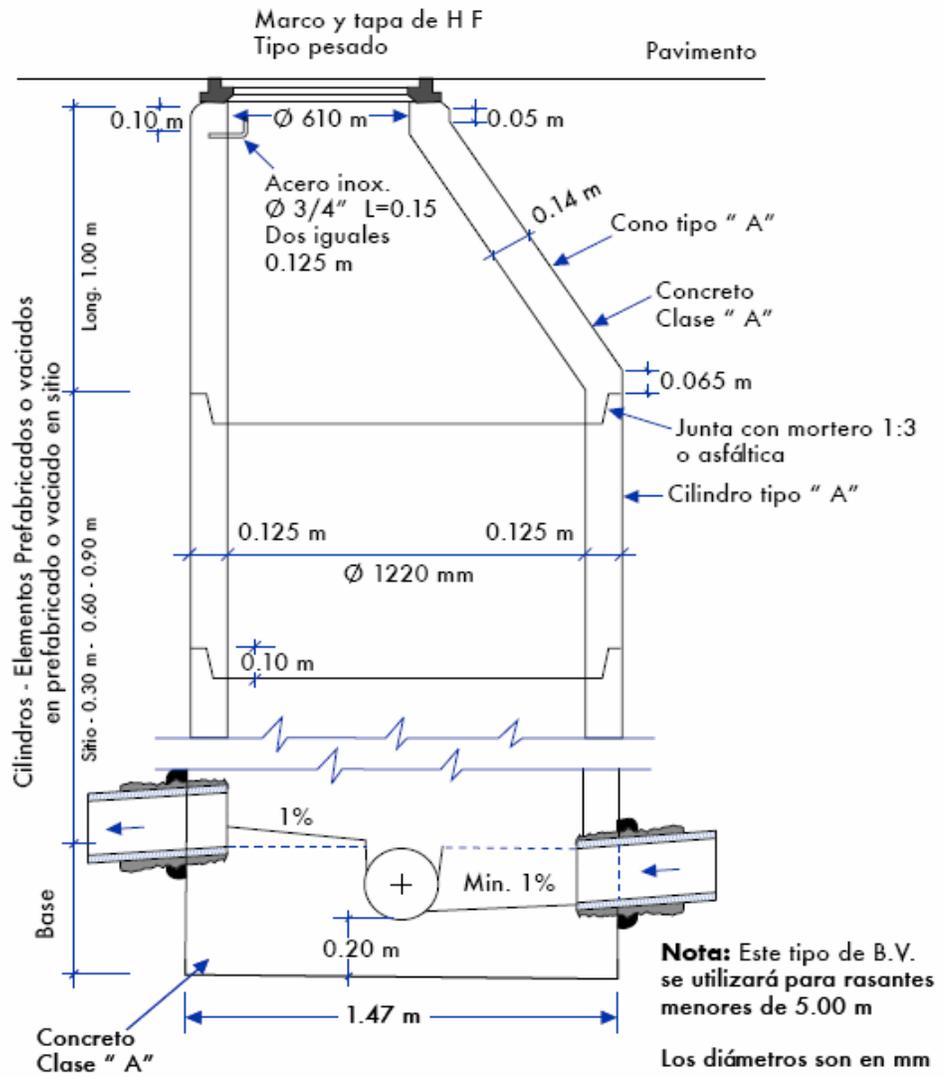


Figura 2.2: Tanquilla y ramal de empotramiento. Fuente [3].

2.6.1.3 Bocas de visita: Son estructuras de concreto que sirven de interconexión a las tuberías y permiten el acceso a los colectores, principalmente cuando se ejecutan labores de limpieza.



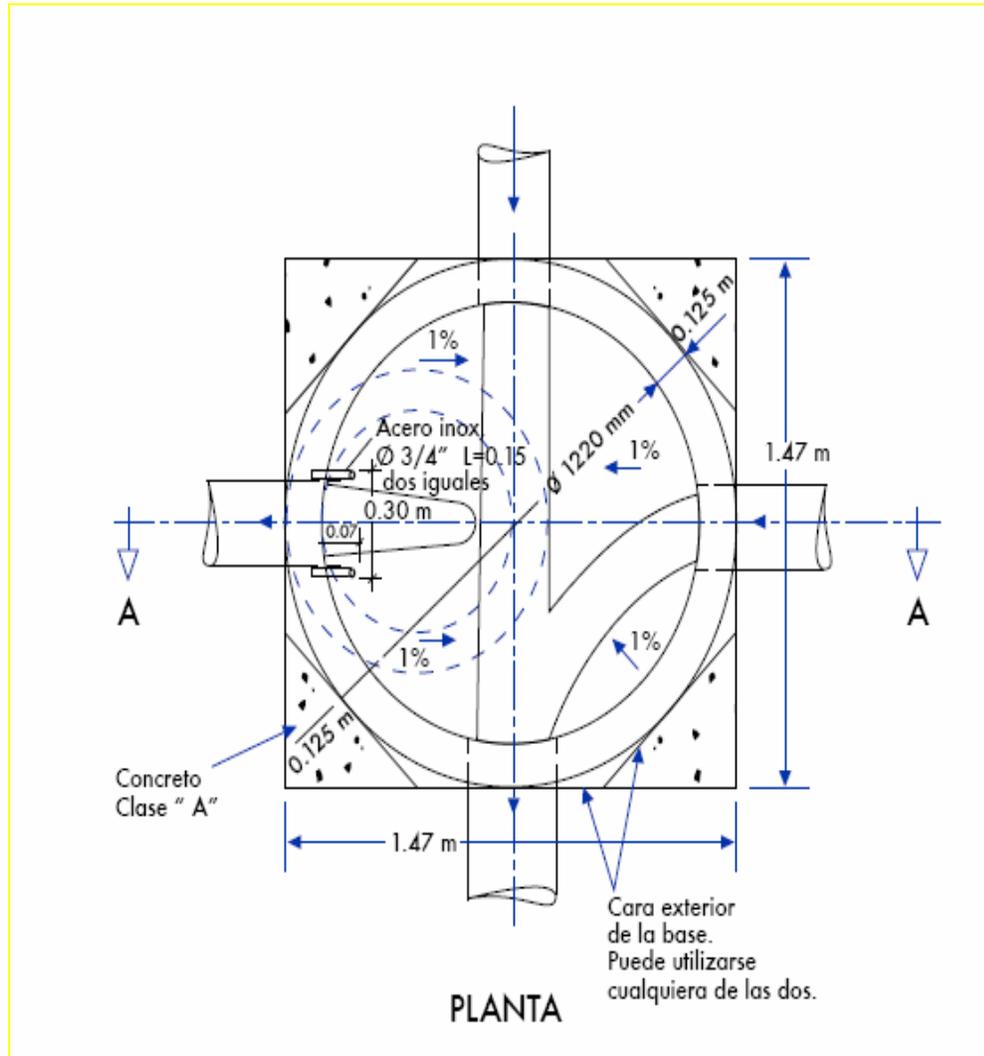
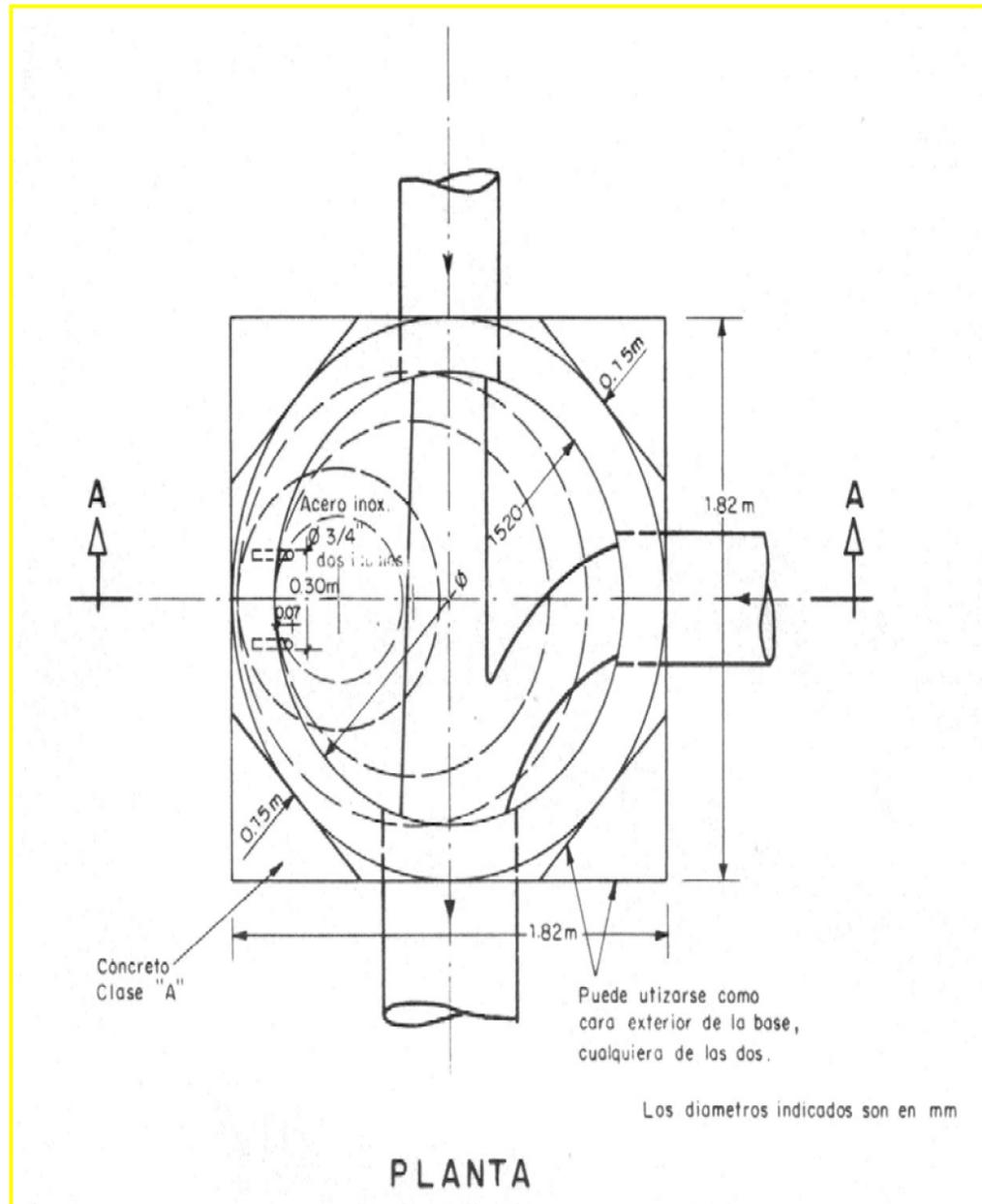


Figura 2.3: Detalle de Boca de Visita Tipo IA. Fuente [7]



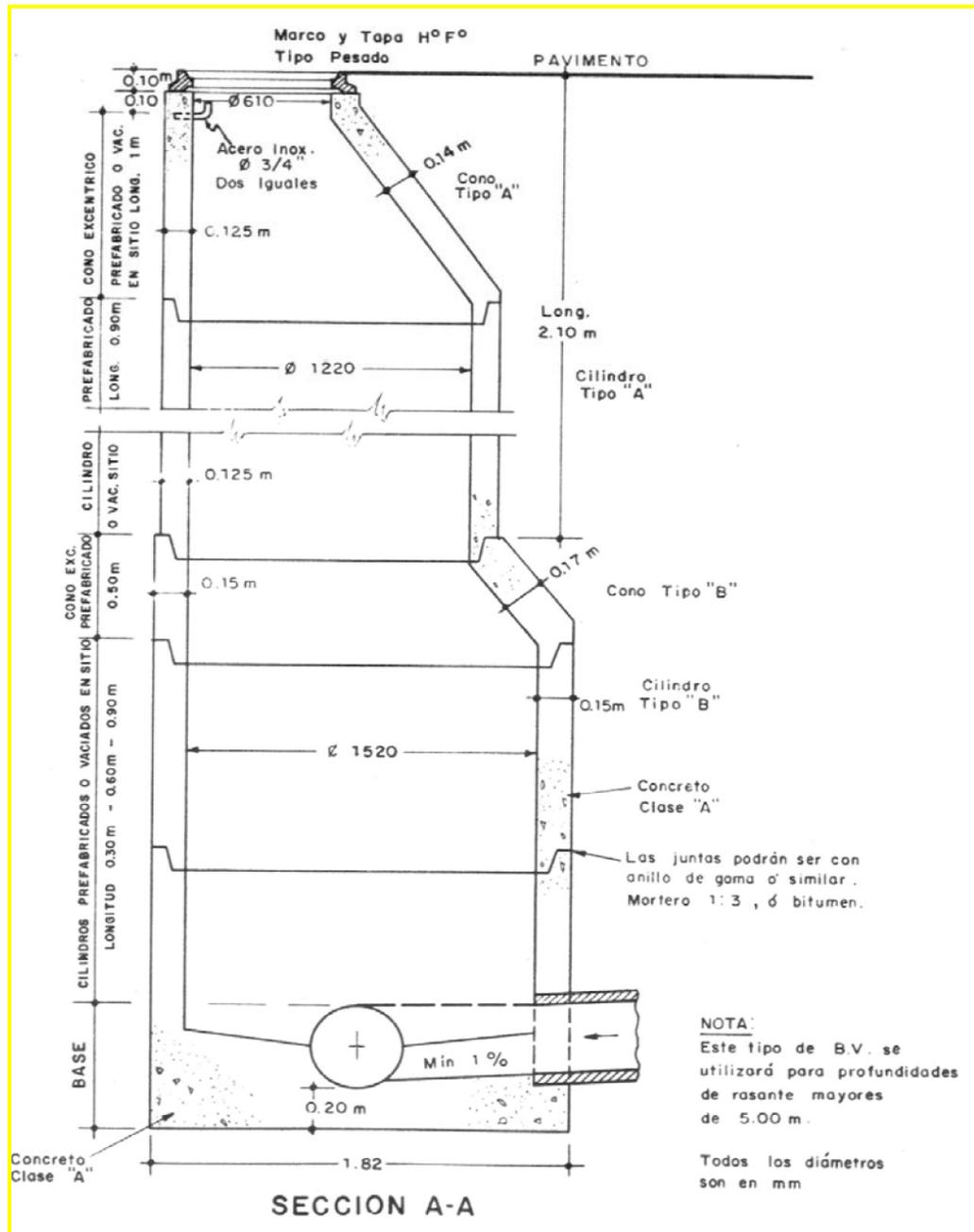


Figura 2.4: Detalle de Boca de Visita Tipo IB. Fuente [7]

2.6.1.4 Tramo: Es la longitud de colector cloacal comprendido entre dos bocas de visita contiguas. El diámetro y demás características de cada tramo, están determinados por el gasto o caudal de diseño correspondiente. El tramo se identifica por las bocas de visita que lo comprenden.

2.6.1.5 Red de colectores: La red esta constituida por todo el conjunto de tramos; y en ella podemos definir a un colector principal, el cual recibe los aportes de una serie de colectores secundarios que, de acuerdo con la topografía, sirven a diversos sectores de la zona urbanizada. El colector principal toma la denominación de colector de descarga o emisario a partir de la última boca de visita del tramo que recibe.[6]

2.6.2 El proyecto de una red de alcantarillado sanitario implica:

- La estimación de los caudales de agua residual de proyecto y la evaluación de las condiciones locales que puedan influir sobre el funcionamiento hidráulico de la red, que incluye la estimación de la población futura del sector.

- La selección de la fórmula a utilizar en el dimensionamiento, de los materiales a emplear en las alcantarillas, de los tamaños mínimos, de las velocidades máximas y mínimas permisibles y de las pendientes.

- La evaluación de trazados alternativos.

- La evaluación del empleo de alcantarillas con trazados en curva.

- La selección de las instalaciones complementarias adecuadas.

- Estudio de la posible necesidad de ventilación de la red.[5]

Es fundamental la determinación de los caudales de aguas residuales a eliminar de una comunidad, en cuanto al proyecto de instalaciones de colectores, bombeo, tratamiento y vertido se refiere.

Es importante poder disponer de datos precisos sobre los caudales actuales y los previstos en el futuro si dichas instalaciones desean realizarse correctamente y sus costos deben repartirse de forma equitativa.

Los componentes que configuran el agua residual que generan una comunidad dependen del tipo de red de alcantarillado y pueden incluir:

Agua residual doméstica (sanitaria): Procede de residencias instalaciones comerciales, públicas y similares.

Agua residual industrial: En la cual predominan vertidos industriales.

Infiltraciones y conexiones incontroladas: Conformada por el agua que penetra en la red de colectores de forma no controlada, procedente del subsuelo, y agua pluvial que es descargada a la red a partir de fuentes como bajantes de edificios, drenajes de cimentaciones y alcantarillas pluviales.

2.7 Caudales y Procedencia de las aguas

2.7.1 Origen y caudales de las aguas residuales domésticas.

Las principales fuentes de agua residual doméstica de una comunidad la constituyen las zonas residenciales e industriales. Otras fuentes importantes son las instituciones públicas y de recreo. En zonas ya existentes, los datos de caudales deberían obtenerse por medición directa.

Zonas Residenciales: En el caso de pequeñas zonas residenciales es común la determinación de los caudales de agua a partir de la densidad de la población y la contribución media per cápita.

$$Q_{\max \text{ A.D}} = Q_{\text{med}} * K * R$$

Ec. 2.36

Donde:

$Q_{\max_{A.D.}}$ → Caudal Máximo de Aguas Servidas Domiciliarias (L/s)

Q_{med} → Caudal Medio de Acueducto (L/s)

R → Coeficiente de Reingreso ($R = 0,80$)

K → Coeficiente de Harmon (Adim.) (Ver EC. - 2)

$$K = 1 + \frac{1}{4 +}$$

Ec. 2.37

Donde:

P → Población (miles de habitantes)

Consumo Medio Diario (Q_M): El consumo es la cantidad de agua utilizada por un grupo en cierto lugar, el cual es directamente proporcional a la cantidad de personas y a las actividades industriales y comerciales que se realicen en el sitio. El consumo de agua total de una población lo representa el agua destinada a uso doméstico, industrial, comercial y de uso público.

Con la dotación de agua asignada a las diversas parcelas o zonas que conforman la población se pueden obtener los consumos medios por áreas respectivas, los cuales son necesarios para el diseño hidráulico del sistema.

La asignación de la dotación de agua está dada por los usos que tengan especificados las diversas zonificaciones; sin embargo, depende fundamentalmente del número de habitantes que sean proyectados para el período de diseño del sistema.

El consumo mínimo de agua para fines de diseño cuando no se tengan datos confiables de consumo del sitio en estudio, puede determinarse en función de la población indicada en la tabla 2.1 [7]

Tabla 2.1: Consumo mínimo de agua para fines de diseño.

Población (Habitantes)	Servicio con medidores (L/persona/día)	Servicio sin medidores (L/persona/día)
Hasta 20.000	200	400
20.000 a 50.000	250	500
Mayor de 50.000	300	600

Fuente: Referencia [7]

El consumo o caudal medio se determina en función de la dotación y el número de habitantes a través de la siguiente ecuación:

$$Q_{med} = \frac{Dot \cdot Pf}{86.400 \left(\frac{s}{d}\right)}$$

Ec. 2.38

Donde:

Q_{med} → Caudal Medio de Acueducto (L/s)

Dot → Demanda de Agua o Dotación (L/hab/día)

2.7.2 Origen y caudales de las aguas residuales industriales.

Los caudales de las aguas residuales de origen industrial varían según el tipo y tamaño de la industria y también según el método de tratamiento de sus vertidos.

2.7.3 Origen y caudales de las aguas residuales por contribución comercial e institucional.

Zonas Comerciales: Los caudales de agua residual de origen comercial se expresan generalmente en metros cúbicos por hectáreas y día, y se basan en datos de áreas existentes o previstas en un futuro próximo o bien en datos comparativos.

Instituciones Públicas: Las aguas residuales de instituciones públicas son de naturaleza esencialmente doméstica.

Instituciones Recreativas: Los caudales precedentes de instalaciones recreativas tienen carácter altamente recreacional.

Tabla 2.2. Coeficientes de Diseño para la Determinación del Consumo Medio de Agua.

Uso Específico	Coeficiente de Diseño (L/s – Ha bruta)
Industrial	0,60 – 1,00
Comercio Local	0,15
Asistencial	0,70
Educacional	0,73
Deportivo Interior	0,18

Uso Específico	Coeficiente de Diseño (L/s – Ha bruta)
Deportivo Exterior	0,02
Administrativo	0,40
Balnearios	0,25
Playas	0,18
Parques	0,03
Jardines	0,23
Cementerios	0,10
Zonas Ferroviarias	0,10
Cuarteles	1,50
Puertos	0,58

Continuación de la Tabla 2.2. Coeficientes de Diseño para la Determinación del Consumo Medio de Agua. Fuente: Referencia [3].

Para utilizar estos coeficientes de diseño es necesario encontrar una población equivalente en función de la densidad y del área destinada a uso comercial e institucional, para poder determinar el factor de mayoración K (Ec. 2.35).

2.7.4 Infiltración y aportaciones incontroladas.

Las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, entre otros. Hay también aguas pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas de lluvia.

$$Q_{inf} = \frac{20.000 \text{ Lts/Km/dia} \cdot (\text{Long.Colector} + \text{Long.Empotramiento})}{86.400 \text{ seg.}}$$

Ec. 2.39

2.8 Determinación del gasto de proyecto.

En un sistema de recolección de aguas servidas, los gastos generados en su mayoría provienen de aguas de desechos del sistema de acueducto, no existe ninguna diferencia entre las aguas de origen domestico, industrial comercial e institucional, se asume que todo el caudal de aguas negras que entrega el acueducto a la población, lo reciben los colectores en forma similar, con cierto desplazamiento en el tiempo.

$$Q_{unit} = \frac{(Q_{A.D} + Q_{A.C} + Q_{A.I} + Q_{Inf})}{A_t}$$

Ec. 2.40

Donde:

Q_{unit} → Gasto Unitario de Aguas Servidas (L/s – Ha).

$Q_{A.D.}$ → Gasto de Aguas Domésticas (L/s)

$Q_{A.I.}$ → Gasto de Aguas Industriales (L/s)

$Q_{A.C.}$ → Gasto de Aguas Comerciales (L/s)

$Q_{A.Ins.}$ → Gasto de Infiltración (L/s)

A_t → Área Total a Servir (Ha.)

C → Coeficiente de Diseño (adim.)

2.9 Tipos de Redes de Alcantarillado.

Se denomina alcantarillado o red de alcantarillado al sistema de estructuras y tuberías usadas para el transporte de aguas residuales o servidas (alcantarillado sanitario), o aguas de lluvia, (alcantarillado pluvial) desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten a cauce o se tratan. Estas pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

Sistema Único: Recoge las aguas servidas y de lluvia en un mismo canal.

Sistema Mixto: Recoge las aguas servidas y de parte de las aguas de lluvia en un mismo canal.

Sistema Separado: Recoge por separado las aguas de lluvia y las servidas.

2.10 CONFIGURACIÓN DE REDES

Aún cuando no es posible definir de una manera general un procedimiento rígido para un trazado de colectores de cloacas, ya que depende de la topografía de la zona y del sitio de descarga, es posible establecer algunos criterios que orienten en su preparación.

2.10.1 Nomenclatura.

Una vez ubicadas las bocas de visita, las mismas deberán ser identificadas asignándole un nombre a cada una de ellas; ésta nomenclatura se designará de la siguiente forma:

Las correspondientes al colector principal de una misma red: Llevarán igual letra mayúscula, comenzando con la primera letra del abecedario.

A continuación de esta mayúscula se colocará un número, comenzando en el número 1, en el punto más bajo (rasante) del colector principal y siguiendo correlativamente en dirección opuesta al escurrimiento.

Las bocas de visitas correspondientes a los tramos afluentes a un colector principal, se numeran en forma correlativa ascendente, comenzando en la boca de visita del afluente inmediato a la boca de visita del punto de confluencia y utilizando como prefijo el símbolo correspondiente a esta última.

En caso de existir más de un afluente, para cada uno de ellos se utilizará el prefijo de la boca de visita de la confluencia, agregando uno o más tildes, según corresponde.

2.10.2 Trazado de colectores.

Para el trazado de la red se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Buscar las alternativas posibles para el trazado del colector(es) principal(es), tratando de seguir la menor pendiente posible, cubriendo la menor área a servir.

Trazar colectores secundarios de acuerdo a la topografía.

Los colectores se proyectarán para ser construidos siguiendo el eje de las calles.

Se evitará en lo posible tener colectores con pendientes contrarias a las de las calles.

Es importante tener en cuenta la diferencia de cotas entre el sitio de descarga y el punto más alejado de la red, para determinar si es posible descargar por gravedad.

2.10.3 Áreas tributarias.

Es aquella que genera el gasto de aguas negras que descarga en un tramo de colector. Para el trazado de cada área tributaria, se tomará en cuenta el trazado de los colectores y se dividirán proporcionalmente de acuerdo a las figuras geométricas que conforman las manzanas.

La unidad de medida es la hectárea (Ha) con una precisión de 0,01 Ha. Para obtener el área tributaria se puede medir con planímetro, determinar mediante cálculo analítico o utilizando el programa Auto CAD.

2.11 HIDRÁULICA DE COLECTORES

2.11.1 Comportamiento Hidráulico del sistema.

- El gasto con el que se debe calcular cualquier tramo de un sistema de alcantarillado, será el correspondiente al extremo inferior del mismo.

- El régimen se debe ser considerado como permanente y uniforme.

- Todos los colectores de aguas residuales deben ser de sección cerrada, cualquiera que sea su forma, se calcularán a capacidad plena, pero sin presión, con las siguientes excepciones: colectores sobrecargados, líneas de bombeo y sifones invertidos.

2.11.2 Régimen hidráulico en un tramo de colector.

Los principales factores que afectan el flujo en un sistema de alcantarillado son:

- La pendiente.

- El área de la sección transversal y la forma del conducto.

- La rugosidad de las paredes internas del tubo.

- Las condiciones del flujo: Si el conducto fluye lleno o parcialmente lleno, o si el flujo es uniforme.

- La presencia o ausencia de obstrucciones u otros factores que alteran el flujo.

- El carácter, la gravedad específica y viscosidad del líquido.

Fórmulas empleadas.

Ecuación de Bernoulli

La ecuación de Bernoulli está basada en la 2^{da} Ley de Newton o Ley de la conservación de la energía. Aplicando esta ecuación, tenemos que entre dos puntos, se cumple que:

$$h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} = h_3 + \frac{V_3^2}{2g} +$$

Ec. 2.41

Donde:

H: Carga de posición en m (energía potencial)

$\frac{v^2}{2g}$: Carga de velocidad en m (energía cinética)

$\frac{P}{\gamma}$: Carga de presión en m. (trabajo mecánico ejecutado por las fuerzas debidas a la presión)

El término $h_z + \frac{v^2}{2g} + \frac{P}{\gamma}$ representa la energía por unidad de peso que tiene el líquido en una sección determinada.

2.11.3. Ecuación de Continuidad

La ecuación de continuidad expresa la conservación de la masa desde una sección hasta otra en un volumen de control de una corriente. De acuerdo al principio de la conservación de la masa, la masa no puede ser creada ni destruida. Entre las secciones A_1 y A_2 la ecuación se escribe de la siguiente manera:

$$Q = V \times A$$

Ec. 2.42

Donde:

Q: Caudal de diseño en m^3/s

V: Velocidad a sección plena en m^3/s

A: Área de la sección transversal en m^2

Fórmula de Chezy-Manning

Manning, en 1890, propuso una expresión para el cálculo de la velocidad de flujo en colectores trabajando como canales abiertos, partiendo de la expresión de Chezy:

$$V = C\sqrt{i}$$

Ec. 2.43

Basado en su experiencia estableció una modificación de la constante C como función del radio hidráulico y del coeficiente de rugosidad.

$$C = f(n, r) = \frac{r^{1/6}}{n}$$

Ec. 2.44

Que al ser sustituido en la expresión original de Chezy, concluye en:

$$V = \frac{1}{n} r^{2/3} S^{1/2}$$

Ec. 2.45

Donde:

n: Coeficiente de rugosidad.

v: Velocidad de escurrimiento.

r: Radio hidráulico.

s: Pendiente hidráulica

El gradiente o pendiente hidráulico coincide con la superficie del líquido en el flujo de canales, y generalmente la pendiente hidráulica está expresada como la pendiente de la rasante del colector, lo cual supone flujo uniforme.

La velocidad determinada se refiere a la velocidad media para un caudal Q que fluye bajo condición de canal. Esta velocidad media es aproximadamente el 85 por 400 de la máxima y ocurre a 0,20 y 0,80 de la profundidad; tal es el caso de un colector circular.

2.11.4 Coeficiente de rugosidad.

Tabla 2.3. Los valores del coeficiente de rugosidad “n” a utilizar según el material de los colectores.

Materia	“n”
a) Colectores cerrados prefabricados:	
P.V.C.	0,012
P.E.A.D.	0,012
Fiberglass	0,012
Acero	0,012
Hierro fundido	0,012
Hierro fundido dúctil	0,012
Arcilla vitrificada	0,013
Concreto (Ø □ 61 cm (24”))	0,013
Concreto (Ø □ 53 cm (21”))	0,015
b) Colectores cerrados vaciados en sitio:	
Concreto	0,014

c) Canales	
Revestimiento de asfalto	0,015
Revestimiento de concreto	0,015
Excavación de tierra	0,022
Lechos pedregosos y taludes con grama	0,030
	0,035

2.11.5 Diámetro mínimo de los colectores.

En sistemas de alcantarillados para aguas servidas será $\varnothing=20$ cm. En sistemas de alcantarillado para aguas pluviales y sistema único será $\varnothing=25$ cm.

2.11.6 Velocidad mínima y velocidad máxima.

Si el agua residual fluye por las alcantarillas a baja velocidad durante períodos de tiempo prolongados, se producirá una deposición de los sólidos en aquéllas. Debe procurarse que la velocidad sea suficiente durante la mayor parte del día, de manera que los sólidos depositados en el período de baja velocidad puedan ser arrastrados. La práctica habitual es proyectar las alcantarillas con pendientes tales que aseguren velocidades mínimas de 0,6 m/s, cuando el flujo se produce a sección llena o semi-llena. Cuando el calado es inferior a la mitad de la altura, la velocidad será menor de 0,6 m/s, mientras que para calados superiores a la mitad de la altura la velocidad estará ligeramente por encima de 0,6 m/s. A menudo, las normas locales o regionales especifican las velocidades máximas y mínimas a adoptar.

Considerando que la velocidad en la zona próxima al fondo de la alcantarilla tiene gran influencia sobre la velocidad global de circulación, se ha podido evidenciar y comprobar que una velocidad media de 0,3 m/s es suficiente para evitar depósitos importantes de sólidos. Para impedir la deposición de materias minerales tales como arenas y gravilla, se tendrá en cuenta que la velocidad media adecuada en alcantarillas sanitarias es, generalmente, de 0,75

m/s. Estos valores deben tenerse en cuenta como mínimos a conseguir. La velocidad mínima en sifones invertidos, en los que resulta difícil el acceso para su limpieza, deberá ser de 1,0 m/s. En situaciones especiales se han utilizado con éxito pendientes que conducen a velocidades medias de 0,5 m/s, pero tales alcantarillas deberían construirse con gran cuidado y, probablemente, requieran una limpieza frecuente.

La extracción regular del material depositado en las alcantarillas es costosa y si no se elimina puede causar problemas. Por tanto, es aconsejable usar siempre pendientes que -en todos los casos- den lugar a velocidades autolimpiadoras, a pesar de que el costo de la construcción de pendientes más pronunciadas suponga un incremento con respecto al de pendientes más pequeñas. Esto se recomienda porque si se descuida el trabajo de mantenimiento y limpieza del alcantarillado pueden formarse depósitos considerables que harán que aquél no funcione correctamente, pudiendo incluso ser incapaz de transportar el caudal previsto y originar daños a propiedades.

La acción erosiva de la materia en suspensión del agua residual depende no solamente de la velocidad a la que es arrastrada a lo largo de la solera, sino también de su naturaleza. Puesto que esta acción erosiva es el factor más importante sobre el efecto de la determinación de la velocidad máxima de las aguas residuales, se debe prestar atención a la naturaleza de la materia en suspensión. En general, las máximas velocidades medidas del orden de 2,5 a 3,0 m/s para el caudal de proyecto no producirán daños en las alcantarillas.

Una objeción a las velocidades elevadas en alcantarillas de pequeño tamaño es que, con la reducción del calado de la corriente, los objetos de gran tamaño que, eventualmente, pueden introducirse en las alcantarillas pueden quedar atascados tan firmemente que no podrán ser arrastrados por el siguiente aumento de caudal.

2.11.7 Material de los colectores

Los materiales más empleados en las alcantarillas son el fibrocemento, fundición dúctil, hormigón armado, hormigón pretensado, PVC y gres. En la Tabla 1 se incluye información sobre los tamaños y los materiales indicados. Otros materiales utilizados

incluyen la fundición, acero corrugado, acero, hormigón en masa y varios plásticos ya sea con o sin reforzamiento con fibra de vidrio.

La adopción de un tamaño mínimo de conducto es necesaria debido a que, en ocasiones, se introducen en las alcantarillas objetos relativamente grandes y la obstrucción subsiguiente podría evitarse si los conductos tuviesen un diámetro no inferior a 200 mm.

Evidentemente, la alcantarilla más pequeña debe ser mayor que las alcantarillas de conexión con los edificios, de modo que los objetos que pasen a través de tales conducciones lo puedan hacer fácilmente en las alcantarillas. Se recomienda un tamaño mínimo de 200 mm en las alcantarillas sanitarias. El tamaño de uso más común en las alcantarillas de los edificios es de 150 mm, aunque en ciertas zonas se han utilizado satisfactoriamente conductos de 125 y 100 mm.

Tabla 2.4. Tamaño disponible y descripción de las tuberías comúnmente empleadas en las redes de alcantarillado.

Tipo de Tubería	Rango de diámetro disponible, mm ^a	Descripción
Fibrocemento (FC)	100-900	Tiene menor peso que otras tuberías rígidas. Puede ser susceptible a la corrosión por ácidos y por ataques de sulfuro de hidrógeno; si el curado ha sido correctamente efectuado al vapor y alta presión (autoclave), puede utilizarse incluso en ambientes moderados de aguas agresivas o suelos con altos contenidos de sulfatos.
	100-1.350	Se utiliza frecuentemente en cruces de ríos o cuando la tubería tenga que soportar cargas

<p>Fundición dúctil (FD)</p>		<p>extremadamente altas, cuando se requiera un grado elevado de estanqueidad o cuando se provea que se puedan producir graves problemas debido a las raíces del suelo. Son sensibles a la corrosión por ácidos y al ataque del sulfuro de hidrógeno y, en consecuencia, no deben emplearse en suelos salobres a menos que se les procure la protección adecuada.</p>
<p>Hormigón armado (HA)</p>	<p>300-3600</p>	<p>Fácil de conseguir. Susceptible a la corrosión interna si la atmósfera por encima del agua residual contiene sulfuro de hidrógeno, o corrosión externa si el suelo es ácido o con alto contenido de sulfatos.</p>
<p>Hormigón pretensado (HP)</p>	<p>400-3.600</p>	<p>Especialmente adecuado para alcantarillas principales de gran longitud, carentes de conexiones domiciliarias y cuando se requiera buena estanqueidad. Susceptible a la corrosión (igual que la de concreto armado)</p>
<p>Cloruro de polivinilo (PVC)</p>	<p>100-375</p>	<p>Es una alternativa a las tuberías de fibrocemento y gres. Muy ligera pero robusta. Muy resistente a la corrosión.</p>
<p>Gres</p>	<p>100-900</p>	<p>Durante muchos años ha sido la tubería más utilizada en redes de</p>

		alcantarillado y todavía lo es para alcantarillas de pequeño y medio tamaño. Resistente a la corrosión por ácidos y álcalis. No es atacada por el sulfuro de hidrógeno pero es frágil y de fácil rotura.
--	--	--

Continuación Tabla 2.4. Tamaño disponible y descripción de las tuberías comúnmente empleadas en las redes de alcantarillado.

2.11.8 Sección de los colectores

Los colectores serán en general de sección circular. Se podrán utilizar secciones de otro tipo, siempre que razones técnicas y económicas justifiquen su empleo.

2.11.9 Pendientes

A veces, es conveniente que las alcantarillas tengan pendientes suaves para evitar la realización de grandes excavaciones en zonas en las cuales el terreno es llano o las variaciones de cotas del mismo son pequeñas. En tales casos, las pendientes y secciones de las alcantarillas deben proyectarse de modo que se produzca un aumento progresivo de la velocidad, o, por lo menos, sea suficientemente regular a lo largo del trazado. De esta forma, los sólidos vertidos a las alcantarillas pueden ser transportados por el caudal circulante, evitando su deposición en algún punto en el cual exista una disminución de la velocidad. En general, las pendientes mínimas indicadas en la Tabla 6 son adecuadas para conductos de pequeño diámetro en una red de alcantarillado sanitario.

Tabla 2.5.Pendientes mínimas para las alcantarillas

Diámetro mm	Pendiente, mm /m ^a	
	n = 0,013	n=0,015
200	0,0033	0,0044
250	0,0025	0,0033
300	0,0019	0,0026
375	0,0014	0,0019
450	0,0011	0,0015
525	0,0009	0,0012
600	0,0008	0,0010
675	0,0007 ^b	0,0009
750	0,0006 ^b	0,0008 ^b
900	0,0004 ^b	0,0006 ^b

Fuente:[3]

En alcantarillas dispuestas con poca pendiente y de gran longitud puede producirse una acumulación de sulfuro de hidrógeno, el cual, cuando es liberado a la atmósfera situada por encima del agua, puede dar lugar a serios problemas de olores y al deterioro de aquellos materiales que contengan cemento como los conductos de hormigón armado y de fibrocemento, paredes de hormigón de los pozos de registro y otras estructuras, así como el mortero de las obras de fábrica de ladrillo.

Cuando se proyecta una alcantarilla de gran tamaño (especialmente un colector o un interceptor), es importante tener en cuenta las condiciones que pueden presentarse debido a los bajos caudales evidenciados durante los primeros años después de su construcción. Es necesario asegurarse de que las velocidades no serán demasiado bajas durante períodos prolongados de tiempo como para que puedan formarse depósitos en las alcantarillas, ya que su limpieza supondría un costo elevado.

Una alternativa a la construcción de una única alcantarilla de gran tamaño para dar servicio durante un largo período de tiempo antes de alcanzar los caudales de proyecto, consiste en construir inicialmente una de menor tamaño y doblar su tamaño en el futuro, cuando se haya desarrollado suficientemente la zona a servir. Aunque el costo de la construcción de dos alcantarillas de menor tamaño puede ser superior al de una única mayor; la economía que se obtiene durante los primeros años por razón de los menores costos de limpieza compensa sobradamente la construcción de dos alcantarillas. Probablemente, esta solución no es válida para alcantarillas de menor tamaño, ya que los costos relativos de construcción y limpieza no son los mismos que para las grandes alcantarillas.

Por ejemplo, la diferencia entre el costo de la construcción de un conducto de 200mm y uno de 300mm es, únicamente, el de la propia tubería, y para estos tamaños el costo de la tubería varía entre el 5% y el 8% del coste total de la alcantarilla. Hay otros factores, unos tangibles y otros intangibles, que deben tenerse en cuenta: Costos e irritación del público por las molestias causadas cuando hay que construir una nueva alcantarilla en la misma zona unos años después de haber acabado la primera.

2.11.10 Capacidad del colector y tirante de agua

En los casos en los cuales se requiere optimizar el proyecto, pueden ser aplicadas las siguientes recomendaciones:

- Diseñar el colector para un gasto con un tirante de agua comprendido entre el 50% y 67% del diámetro, esta estrategia garantiza un mejor funcionamiento del sistema.

- Tratar en lo posible tener tirantes mayores de 5cm, para facilitar el arrastre de sedimentos.

- Para evitar velocidades bajas, se recomienda determinar la velocidad del flujo para el caudal de diseño y el tirante de agua correspondiente.

- Evitar flujos a sección plena por razones de ventilación.

2.11.11 Profundidad mínima en colectores

El lomo de los colectores para aguas servidas estará a una profundidad mínima de 1,15m, determinada por la ubicación de la tubería del acueducto de la localidad. En casos muy especiales debidamente justificados, podrá admitirse una profundidad menor a la indicada, para lo cual deben tomarse precauciones, a fin de asegurar la integridad de los colectores, y evitar contaminación del acueducto.

La profundidad máxima de los colectores en zanja abierta, no debe ser excesiva, especialmente en zonas de terrenos inestables o rocosos. En casos de profundidad excesiva de los colectores, se realizará una comparación de costos con otras soluciones, a fin de seleccionar la más económica y conveniente.

Debe tenerse en consideración al emplear tuberías prefabricadas, que para cada diámetro, material y tipo de apoyo, existe una profundidad máxima de colocación de las mismas; ésta está determinada por las cargas (muerta y viva) que deben soportar, según se indica en las “Normas para la fabricación de tubos de concreto para cloacas INOS CL-C-65 y ábacos para tubos enterrados” año 1965 tabla 2.

En caso de usar otros materiales, deben considerarse las recomendaciones del fabricante y las Normas vigentes correspondientes.

2.11.12 Control de las cotas de los colectores en las bocas de visita

Para garantizar la estabilidad del flujo, se debe tener en cuenta que los colectores deben ser enrasados por los lomos, en el punto donde ellos se deberían encontrar, es decir, en el centro de la boca de visita.

Cuando no sea posible el mantenimiento de la caída igual a la diferencia de diámetro - según se indica anteriormente- se permitirá una caída diferente de la rasante en las bocas de visita determinada por alguno de los siguientes métodos:

Por el método de la energía específica:

La caída será igual a la mitad de la diferencia de los diámetros, para colectores con diámetros menores de 51 cm. (24")

La caída de la rasante será igual a las tres cuartas partes de la diferencia de los diámetros, para colectores, para colectores con diámetros entre 51 cm y 91 cm (24" y 36").

2.11.13 Transiciones – Escalones

Se sabe que el flujo en las alcantarillas es de tipo no permanente y no uniforme, esto se debe a los cambios de tamaño, pendientes y gastos a lo largo del colector. Sin embargo, tales efectos se pueden minimizar en el punto en el cual se unen los colectores en una boca de visita.

La estabilidad del flujo se puede lograr si se determina el valor del escalón dentro de la misma, en especial si se consideran los colectores unidos en el centro de una boca de visita.

Donde:

Hr: Diferencia de elevación entre las rasantes.

He: Diferencia de elevación de los gradientes de energía.

Hs: diferencia de los niveles de las superficies del agua.

De acuerdo a estudios realizados por Hind y Camp, la pérdida de energía se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$h_e = K \Delta \left(\frac{V}{2g} \right)$$

Ec. 2.46

Donde:

K: Factor que depende del tipo de régimen.

K: 0,1 para régimen acelerado.

K: 0,2 para régimen retardado.

$\frac{\Delta V^2}{2g}$: Cambio de velocidad en la transición.

V: Velocidad real en m/s

G: Aceleración de gravedad en m/s²

$$H_1 + \frac{V_1^2}{2g} + h_r = H_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_e$$

Ec. 2.47

Despejando h_r :

$$h_r = \left(H_2 + \frac{V_2^2}{2g} \right) - \left(H_1 + \frac{V_1^2}{2g} \right) + h_e$$

Ec. 2.48

Sustituyendo h_e por su valor, según la Ec.2.39 y ordenando:

$$h_r = (H_2 - H_1) - \left(\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right) - K \left(\frac{V_2^2}{2g} \right)$$

Ec. 2.49

Para régimen acelerado: $K=0,1$

$$h_r = (H_2 - H_1) + 1,1 \left(\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

Ec. 2.50

Para régimen acelerado: $K=0,2$

$$h_r = (H_2 - H_1) + 1,2 \left(\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

Ec. 2.51

Si se produce un cambio de dirección, se deben considerar las pérdidas de carga adicionales producidas por la cobertura.

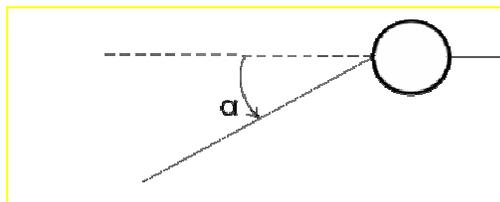


Figura 2.5. Ángulo formado por el cambio de dirección de un colector.

Las pérdidas adicionales estarán dadas por las siguientes ecuaciones:

$$h_c = K_c \frac{V_m^2}{2g}$$

Ec. 2.52

$$K_c = 0,25 \sqrt{\frac{\alpha^2}{90}}$$

Ec. 2.53

Donde:

H_c : Pérdida de carga por curvatura (m)

K_c : Coeficiente de cobertura

α : Ángulo de deflexión en grados

V_m : Mayor de las velocidades en la transición (m/s)

G : Aceleración de gravedad

Luego la ecuación general será:

$$h_r = (H_2 - H_1) + (K + 1) \left(\frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right) +$$

Ec. 2.54

2.11.14 Teoría de Marston

Cuando se han establecido las profundidades de los colectores, debe seleccionarse una tubería capaz de soportar las cargas externas a las cuales está sometida. Las condiciones que fijan estas cargas son:

2.11.14.1 Carácter, Dirección y Magnitud de las Cargas

Los factores que determinan las características de la carga que actúa sobre la tubería son:

- La fuerza de gravedad de terraplén (carga muerta)
- Las cargas móviles (tráfico de vehículos)

2.11.14.2 Tipos de Apoyo

Toda vez que la magnitud de los esfuerzos de reacción en el apoyo dependen del tipo de apoyo que tenga la tubería, se definen a continuación los tres tipos de apoyo: A, B y C.

Apoyo tipo A: El tubo se apoya en un lecho de concreto, armado o sin armar, de un espesor mínimo de $\frac{1}{4}$ de diámetro interior del tubo y con los lados extendidos hacia arriba hasta una altura igual a $\frac{1}{4}$ del diámetro exterior. El lecho tiene un ancho igual al diámetro exterior del tubo más 20 cm. El relleno sobre el lecho hasta 30cm por encima de la cresta del tubo debe compactarse cuidadosamente.

El factor de carga para el apoyo tipo A es de 2,2 para concreto sin armar con relleno ligeramente compactado; 2,8 para el mismo concreto pero con relleno cuidadosamente compactado, y 3,4 para concreto armado.

Apoyo tipo B: (Apoyo conformado con relleno compactado). El fondo de la zanja se conforma para que presente una superficie cilíndrica de radio 5cm mayor, como mínimo, que el diámetro exterior del tubo y un ancho suficiente para permitir que $\frac{6}{10}$ del diámetro exterior de un tubo se apoyen en el relleno granular fino colocado en la excavación

conformada. Se hará un relleno cuidadosamente compactado a los lados del tubo y hasta una altura no menor de 30 cm sobre la cresta del mismo.

El relleno granular a utilizar será el cedazo # 4. El factor de carga para este apoyo tipo B es 1,9.

Apoyo tipo C: (Apoyo común). El tubo se apoya con “cuidado común” en una fundación de tierra formada en el fondo de la zanja por medio de una excavación conformada, la cual ajustará el cuerpo del tubo con razonable precisión, en un ancho mínimo del 50 por 100 del diámetro exterior del tubo. Los laterales y el área sobre el tubo hasta una profundidad de 1 cm, sobre la cresta del mismo se rellena con material ligeramente compactado. El factor de carga para el apoyo tipo C es 1,5.

2.11.14.3 Coeficiente de Seguridad

Se define como:

$$C_s = \frac{W}{W_t / K}$$

Ec. 2.55

Donde:

C_s : Coeficiente de seguridad contra el aplastamiento del tubo

W: Carga de rotura en el ensayo de los tres filos en Kg/m

W_t : Máxima carga del relleno y carga viva en Kg/m

2.11.15 Determinación de la carga máxima. Selección de la clase de tubería

Para determinar la carga máxima que actúa en cada tramo de tubería, es necesario determinar cada una de las cargas indicadas según las ecuaciones siguientes:

$$W_{et} = C_t W B^2$$

Ec. 2.56

Donde:

W_{et} : Carga vertical del relleno sobre el tubo en Kg/m

W : Peso unitario del relleno en Kg/m³

B : Ancho de zanja a la altura del tope del tubo en m.

C_t : Coeficiente de carga

$$W_c = C_s \frac{PF}{L}$$

Ec. 2.57

Donde:

W_c : Carga vertical en el tope del tubo en Kg/m

W_s : Coeficiente de carga rodante, el cual es función de $\frac{B_c}{2H}$ y $\frac{L}{2H}$

P : Carga concentrada en Kg

F : Factor de impacto

L: Longitud efectiva del tubo en m. Para tubos de $L \geq 1$ m, se emplea 1 m. Para tubos de $L \leq 1$, se emplea el largo real

Ec. 2.58
$$W_{sd} = C_s P F B_c$$

Donde:

W_{sd} : Carga vertical en el tope del tubo en Kg/m

C_s : Coeficiente de carga rodante, en este caso es función de $\frac{D}{2H}$ y $\frac{L}{2H}$

P: Intensidad de la carga distribuida en Kg/m²

F: Factor de impacto

B_c : Diámetro exterior en m

Estas, al sumarlas dan la carga total W_t :

$$W_t = W_{sc} + W_c + W_s$$

Ec. 2.59

Luego se debe aplicar el criterio del factor de carga según el tipo de apoyo que se va a utilizar y el factor de seguridad correspondiente según la ecuación 2.47 Como una manera de simplificar el cálculo, se ha publicado una serie de tablas para la selección de tuberías de concreto. Para la determinación de las cargas de otro tipo de tubería, tales como P.V.C o hierro fundido dúctil, se deben utilizar los catálogos técnicos que proporcionan los fabricantes, en ellos se encuentran explicados detalladamente la forma a emplear para determinar la carga que actúa en la tubería, la selección del tipo de apoyo y la clase en cada una de ellas.

CAPÍTULO III

3.1 RECOPIACIÓN DE DATOS

Se realizaron entrevistas a los ingenieros y demás personal de Hidrocaribe, investigaciones en diferentes libros, tesis de grado, páginas de internet, diferentes revistas, normas y recorridos a la zona en estudio con el propósito de obtener diversos datos para facilitar el diseño del proyecto.

3.2 TRABAJO DE CAMPO

Actividades realizadas para el diseño de la red de colectores.

3.2.1 Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico se realizó con el fin de obtener de manera más precisa cotas de terreno, distancias y pendientes que nos permitan evaluar con mayor precisión dichos datos obtenidos para así diseñarla la red de colectores.

3.2.2 Materiales y equipos utilizados en el levantamiento topográfico

Equipos:

Trípode. Marca: Will Heerbrugg. Modelo: GTS 20

Estación total. Marca Topcon. Modelo: GTS 230. Apreciación: 1s.

Diana refractaria. Marca: Topcon de 3 prismas, que se puede observar en la figura

Cinta métrica. Marca Foy. Capacidad: 30m apreciación:0,002

Materiales:

Materiales

Clavos de acero

Brochas

Libreta topográfica

Lápices

3.2.3 Procedimiento de campo para la realización del levantamiento topográfico

Se tomaron dos puntos de referencia con coordenadas y cotas conocidas los cuales se ubican en la tabla siguiente:

Tabla: 3.1

Referencia	Norte	Este	Elevación
RCV-2	1122336,16	322203,32	143,322
RCV-3	1122192,678	322338,8366	138,142

Se estacionó el equipo topográfico en uno de ellos.

Se lanzó una visual hacia el punto restante, con la finalidad de calar en cero el equipo.

Se procedió a hacer el levantamiento de los detalles de interés. En las visuales se tomaron los datos tales como: ángulo horizontal, distancia y desnivel.

Se ubicó un punto cambio.

Se repitieron los pasos anteriores hasta tomar los detalles de campo necesarios.

Se vaciaron los datos en las hojas de cálculos, los cuales dan como resultados las coordenadas y cotas de los puntos levantados.

3.2.4 Muestras de cálculo del levantamiento topográfico

Se parte con los datos de Norte, Este y cota del punto donde se ubica la estación preliminarmente, además del valor del azimut de partida, y a partir de allí, tomando el ángulo horizontal, la distancia y el desnivel, se obtiene el azimut del punto y la cota del mismo, con la aplicación de las ecuaciones 2.13, 2.14, 2.15

En el anexo C se muestra las tablas de datos y resultados del levantamiento topográfico.

3.3 Método para la proyección de la población futura

Una vez realizada investigación sobre la zona y tras notar que no existe la información necesaria para realizar la proyección de población, se utilizó el censo realizado por la empresa Wasser de Venezuela con fecha 8 de agosto del 2007 el cual fue considerado como un censo actual.

Debido a la rapidez con la que ha crecido dicha población se utilizó el método geométrico, ya que con la información obtenida es el método más idóneo para la realización del proyecto.

Para la aplicación de este método se tomó un periodo de diseño de 25 años teniendo como año de inicio 2010 y año proyectado 2035, con una tasa de crecimiento de 3.6% tomada del Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

3.3.1 Población futura

Aplicando la ecuación 2.23 y para un periodo de 25 años se obtiene:

$$Pf_{25}=2532(1+3.6/100)^{25}$$

$$Pf_{25}= 6130\text{hab}$$

3.3.2 Población de saturación

La zona de estudio según el plan de desarrollo urbano local MINDUR 1999 presenta una zonificación tipo AR6, que tiene una densidad de 325hab/ha. El área bruta a trabajar es de 261,44ha en donde se ubican viviendas tipo bifamiliar, multifamiliar y unifamiliar, de donde se obtuvo lo siguiente:

$$Psat = 325\text{hab/ha} * 261,44\text{ha}$$

$$Psat = 84968\text{hab}$$

3.4 determinaciÓN del caudal de diseño

Se obtuvo de la suma algebraica de los gastos provenientes de uso: doméstico, comercial, institucional y de infiltración de la zona en estudio.

3.4.1 Gasto de Aguas Servidas Domiciliarias

Estos gastos se determinan en función de los consumos medias del acueducto utilizando la ecuación 2.38 y el número de habitantes censados, para el período de 25 años tenemos:

$$Q_{med} = \frac{250L/hab/d * 6130hab}{86400L/d} \rightarrow Q_{med} = 17,74L/s$$

Para el cálculo del gasto máximo utilizando la ecuación 2.36

$$R = 0,80$$

$$K = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{6,13}} \rightarrow K = 3,16$$

$$Q_{max} = 17,74L/s * 3,16 * 0,80 \rightarrow Q_{max} = 44,87L/s$$

3.4.2 Gasto proveniente de la zona comercial e institucional

Para este cálculo de gasto se utilizaron los datos suministrados por el INE y de allí ubicadas las parcelas con sus respectivos usos, se procedió a calcular el área. De igual manera según el uso de cada parcela se tomó de la tabla 2.2 el coeficiente de diseño correspondiente.

Institucional

Area: 0,50 ha

$$Pe = \frac{0,50ha \cdot 0,73L/s \cdot hab \cdot 36400s/d}{250L/hab/d} \rightarrow Pe = 126hab$$

$$Q_{med} = 0,50ha \cdot 0,73L/s \cdot hab \rightarrow Q_{med} = 0,365L/s$$

$$K = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{0,13}} \rightarrow K = 4,22$$

$$Q_{max} = 0,365L/s \cdot 4,22 \cdot 0,80 \rightarrow Q_{max} = 1,23L/s$$

Comercial

Area: 3,91ha

$$Pe = \frac{3,91ha \cdot 0,15L/s \cdot hab \cdot 36400s/d}{250L/hab/d} \rightarrow Pe = 203hab$$

$$Q_{med} = 3,91ha \cdot 0,15L/s \cdot hab \rightarrow Q_{med} = 0,587L/s$$

$$K = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{0,203}} \rightarrow K = 3,15$$

$$Q_{max} = 0,587L/s \cdot 3,15 \cdot 0,80 \rightarrow Q_{max} = 1,48L/s$$

3.4.3 Gasto por Infiltración

Para el cálculo de este gasto debemos considerar los tramos de colectores que tengan empotramientos cuyo gasto mínimo es de 20000L/d-km con una longitud total de colector de 10546,64m.

Tomando en cuenta la ecuación 2.36

$$Le = 10,546 \cdot \frac{15}{100} \rightarrow Le = 1,58Km$$

$$Q_{inf} = \frac{20000L/d - km \cdot (10,546 + 1,58)}{86400s/d} \rightarrow Q_{inf} = 2,81L/s$$

3.4.4 Gasto unitario de diseño

Partiendo de la ecuación 2.40 se realizó una sumatoria de los gastos obtenidos anteriormente, y estos a su vez multiplicados por un coeficiente en este caso fue tomado de 2 dando como resultado un gasto de diseño inicial. Posteriormente se calculó el gasto unitario del área a servir.

Este gasto unitario se calcula tomando en cuenta en gasto de diseño inicial entre el área bruta de toda la zona en estudio.

$$Q_{dis.inc} = 2 \cdot (44,87 + 1,23 + 1,48 + 2,81) \rightarrow Q_{dis.inc} = 100,77L/s$$

$$Q_{unit} = \frac{100,77L/s}{149,91ha} \rightarrow Q_{unit} = 0,67L/s$$

3.5 DISEÑO DE LA RED DE COLECTORES

3.5.1 Trazado del colector

El trazado de la red de colectores se realizó basándose en los puntos replanteados en el levantamiento topográfico, tomando en cuenta que dicho colector estuviese ubicado por el eje de la vía, colocando bocas de visitas en cada una de las intersecciones de las calles, cambios de pendientes y cambios de dirección y al mismo tiempo, tomando en cuenta que las distancias entre bocas de visitas no superaran los 150m en tramos rectos.

3.5.2 Áreas tributarias

Una vez repartidas las áreas tributarias correspondientes a cada tramo de los colectores proyectados, se procedió al cálculo de las mismas utilizando el software AUTO CAD.

3.6 DISEÑO HIDRÁULICO DEL COLECTOR

3.6.1 Material

El tipo de material utilizado para la realización de esta red de colectores fue concreto con un $RC_{28}=210\text{Kg/cm}^2$, ya que se pudo notar que tanto las velocidades máximas como mínimas se cumplen a cabalidad. Son tuberías con mayor resistencia, tienen un mejor desempeño ante las agresiones ambientales presentes en dicha zona y a su vez puede ser colocada fácil y rápidamente.

3.6.2 Diámetro

Para la selección del diámetro de las tuberías se tomó en cuenta la pendiente de cada tramo, verificando a su vez que las velocidades se encontraran dentro de lo que exige la norma, la velocidad mínima que debe tener un tramo de colector debe ser de 0,60m/s. En esta red de colectores existes tres tipos de diámetro siendo estos 20cm (8”), 25cm (10”) y 30cm (12”) con una rugosidad de 0,015.

3.6.3 Pendiente

Las pendientes generadas por cada uno de los tramos del colector se adaptaron a la topografía del terreno y a su vez se verificó que la velocidad se encontrara dentro de lo establecido en la norma y en aquellos casos en los cuales las pendientes no cumplían con los parámetros establecidos en la norma, se adaptaban a la pendiente y velocidad mínima de cada diámetro utilizado para garantizar un mejor servicio a las parcelas a servir.

3.6.4 Profundidad

Para los colectores se utilizo una profundidad mayor a 1,15 m., colocando los mismos a una profundidad mínima de 1,35 m. Las profundidades existentes en la red varian en un rango medio de 2 m a 3 m.

3.7 MUESTRA DE CÁLCULOS

Tramo del colector G33-G32

El tramo posee un área propia de 0,91Ha, y viene antecedida con un área del tramo H2-3-G33 de 3,44ha.

$$A_{\text{total}} = (3,44 + 0,91) \text{ ha} \rightarrow A_{\text{total}} = 4,35 \text{ ha}$$

Con el valor del gasto unitario y el área total del tramo se obtiene:

$$QG33-G32 = 0,67 \text{ L/s-ha} * 4,35 \text{ ha} \rightarrow QG33-G32 = 2,92 \text{ L/s}$$

La pendiente del tramo se calculó tomando como datos las cotas del terreno natural y la longitud entre boca de visitas medidas desde sus centros.

$$\text{Cota G33} = 141,85$$

$$\text{Cota G32} = 141,30$$

$$i = \frac{(141,85 - 141,30)}{20,05} \rightarrow i = 27,43 \text{ ‰}$$

Trabajando con la tabla 2.2 del libro Fundamentos Para el Cálculo de Alcantarillado, se entra en dicha tabla con la pendiente y el gasto del tramo, encontrándose: el diámetro a utilizar, la capacidad del colector y la velocidad a sección plena, para luego con estos valores calcular la velocidad real del tramo y la profundidad del mismo.

Con una pendiente de 27,43 ‰ y un gasto de 2,92L/s da:

$$\Phi = 20 \text{ cm} \rightarrow 8''$$

$$Q_c = 47,14 \text{ L/s}$$

$$V_c = 1,50 \text{ m/s}$$

Luego con:

$$\frac{Q_r}{Q_c} \rightarrow \frac{2,92 \text{ L/s}}{47,14 \text{ L/s}} \rightarrow 0,06$$

Con el valor de 0,06 se entra en la tabla A.1 del libro Fundamentos Para el Cálculo de alcantarillado y se toma el valor correspondiente a V_r/V_c y H/D . con estos valores se obtiene la velocidad real y la profundidad del tramo.

$$\frac{V_r}{V_c} \rightarrow 0,54 \text{ con este valor y con el } V_c \text{ encontrado despejamos el } V_r$$

$$V_r = 0,54 * 1,50 \text{ m/s} \rightarrow 0,81 \text{ m/s}$$

$$\frac{H}{D} \rightarrow 0,16 \text{ con el valor del diámetro obtenido se despeja } H$$

$$H = 0,16 * 0,20 \text{ m} \rightarrow 0,03 \text{ m}$$

El tipo de régimen que presenta el colector es de tipo acelerado ya que la velocidad de salida es mayor que la velocidad de entrada.

El tramo de colector tiene un ángulo de deflexión (α) de 7° calculado con el software AUTO CAD a partir del trazado realizado en planta, ya obtenida la deflexión se puede calcular el coeficiente de curvatura (K_c). Donde:

$$K_c = 0,25 * \sqrt{\frac{7^\circ}{90^\circ}} \rightarrow K_c = 0,06$$

Para el cálculo de la elevación de la rasante, se hizo uso de la ecuación 2.52

$$h_c = 0,06 * \frac{0,69^2}{2 * 9,81} \rightarrow 0,00$$

$$h_r = (0,04 - 0,032) + (0,1 + 1) * \left(\frac{0,69^2}{2 * 9,81} - \frac{0,81^2}{2 * 9,81} \right) \text{ m} + 0,00 \rightarrow h_r = 0,01 \text{ m}$$

La cota de rasante se calculó de la manera siguiente:

$$\text{Cota } R = 137,96 - (0,00274 * 20,05) = 137,41 \text{ m.s.n.m}$$

El banqueo se calculó considerando las diferencias entre la cota del terreno natural y la cota rasante calculada anteriormente.

Cada uno de los cálculos realizados en el presente proyecto se encuentra plasmado en las tablas del anexo D.

El tipo de apoyo utilizado depende de la profundidad máxima y el diámetro de tubería. Las bocas de visitas escogidas se basaron según lo establece la norma.

3.8 Descarga del colector

La realización de este diseño de red de colectores será conectado al colector principal proyectado en un trabajo previo, las conexiones se realizaron en la BV-78, BV-73, BV-68, BV-64, BV-61, BV-58, BV-53, BV-51 y BV-49, de allí este flujo de agua será transportado a un sitio para su descarga.

CAPÍTULO IV

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este proyecto se basó en la realización de un sistema de aguas servidas, fundamentado bajo las normas establecidas por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Renovables y del Desarrollo Urbano con una proyección realizada para un período de servicio óptimo 25 años realizado bajo el método geométrico.

Esta zona está ubicada al Norte del estado Anzoátegui cuenta con un área bruta de:

$$\text{Área} = 261,44\text{ha}$$

El colector fue diseñado de manera que cada uno de los factores hidráulicos presentes cumplieran con los comportamientos adecuados para prestar el mejor servicio del mismo y así evitar desperfectos.

Las bocas de visitas fueron ubicadas en planta de manera que no sobrepasaran las distancias máximas por tramos de colector de 150m en tramos rectos y 30m en tramos curvos.

El colector principal aquí propuesto cuenta con un total de 1698,30 metros. A su vez los colectores secundarios con 20000 desde la BV-000 hasta la BV-000.

El gasto del colector se calculó en función a las tipos de zonas existentes, una vez identificadas las zonas domésticas, comerciales e institucionales, se determinó la dotación de cada una de ella tomando en cuenta la población y el área que comprendían individualmente. Una vez conocido el gasto generado por ellas se obtuvo el gasto unitario, lo cual dio un valor de:

$$Q_{\text{unit}} = 0,67\text{L/s}$$

Obtenido el gasto unitario y las pendientes de cada tramo basado en las cotas que presenta el terreno natural, se estimó el diámetro de cada tramo del colector, su profundidad y las velocidades tomando en cuenta que se encontraran dentro de las condiciones permisibles para el buen funcionamiento del mismo.

Al mismo tiempo se escogió el tipo y el material de las tuberías a utilizar, tomando en cuenta las especificaciones de la INOS CI-C-65. Las tuberías escogidas son tuberías de concreto $R_c = 210 \text{Kg/cm}^2$, con una rugosidad de $n = 0.015$ y diámetros de 8", 10" y 12" según las condiciones del tramo. Las tuberías son tipo II.

Una vez obtenidas las pérdidas se procedió a la realización de los perfiles con la ayuda del software Auto CAD. Tomando en cuenta las cotas del terreno natural, las rasantes dadas por las pérdidas existentes en los tramos para así calcular el banqueo del mismo. Todos estos cálculos que conllevan al diseño hidráulico del colector, pendientes, diámetros, gastos y los demás mencionados anteriormente se encuentran reflejados en los anexos.

CAPÍTULO V

5.1 Conclusiones

Este diseño sistema de Aguas Servidas presentado se realizó para mejorar la calidad de vida de los habitantes de esta localidad; cuenta con pendientes y velocidades que evitan obstrucciones de sólidos dentro de la red y así tener un buen funcionamiento del mismo, basándose en las recomendaciones establecidas en la Gaceta Oficial N° 5.318.

Esta red de disposición de aguas servidas está diseñada para un área de 149,91Ha, una longitud de colectores de 10.546,64m y proyectada para un período de diseño de 25 años con una población de 6130Hab.

Con las cotas de terreno, dadas por el levantamiento topográfico, se calculó la cota rasante de los tramos y la pendiente de la misma, en algunos casos se adaptaron las pendientes de la rasante según especificaciones de Gaceta Oficial N° 5.318, debido a que el sentido que corren las aguas en algunos colectores esta en contra de la pendientes de terreno.

La Máxima Profundidad encontrada en el sistema de colectores fue de 6,84m.

Los tipos de tuberías utilizadas son de tipo II con diámetros de 8", 10" y 12" dadas por la profundidad de los colectores. Las bocas de visitas escogidas fueron de tipo Ia e Ib para profundidades mayores a los cinco metros, con un apoyo tipo B.

5.2 Recomendaciones

Se debe evitar la incorporación de aguas de lluvia al sistema, para impedir el colapso del mismo.

Antes de la realización del proyecto deben actualizarse cada uno de los datos obtenidos, como por ejemplo la cantidad de habitantes ya que este puede variar de forma significativa debido a las constantes ocupaciones ilegales de los terrenos en la zona en estudio.

Realizar un estudio de suelos de la zona con el fin de saber las características del subsuelo, como el nivel freático para aplicar las medidas pertinentes en el momento de la ejecución del proyecto.

Para tramos cerca de quebradas o el canal de agua, deben colocarse un recubrimiento den granzón y concreto, para proteger la tubería de daños por percolaciones de agua.

Respetar las pendientes proyectadas para cada tramo, ya que el óptimo funcionamiento del sistema depende del respeto de las inclinaciones diseñadas.

Es de gran importancia la realización de este proyecto para mejorar la calidad de vida de los habitantes de los sectores involucrados y velar por el equilibrio del medio ambiente de la región

BIBLIOGRAFIA

Fermín M. y Sánchez C., “Estudio preliminar para el sistema de aguas servidas en la zona de Vidoño y Putucual, en los municipios Bolívar y Sotillo del Estado Anzoátegui.”, Tesis de Grado de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad de Oriente, Barcelona 2008.

León E. Y Salazar F., “Proyección del Sistema de Colectores de Aguas Residuales y de la Ampliación de la Red de Distribución de Agua Potable de las Poblaciones de Santa Inés y San Francisco de Macanao, Municipio Península de Macanao, Estado Nueva Esparta”. Tesis de Grado de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad de Oriente, Barcelona 2005.

Ghanem A., “Fundamentos para el cálculo del Alcantarillado”, Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui, Puerto la Cruz, Venezuela (1.996)

M.S.A.S., “**Normas Generales para el Proyecto de Alcantarillado**”. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.318, Caracas (1.999)

Metcalf & Eddy, “Ingeniería de Aguas Residuales. Redes de Alcantarillado y Bombeo. Volúmen 1” Mc – Graw Hill, Tercera Edición, España (1.995)

Gonzales L., “Curso de Hidráulica de Canales Abiertos”, Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar a la categoría de profesor titular, Universidad de Oriente, Puerto la Cruz (1997)

González, L., “**Metodología para Diseñar y Evaluar Redes de Distribución de Agua Potable**” Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui, Puerto La Cruz, Venezuela (2.000).

M.S.A.S., “**Normas Sanitarias para el Proyecto, Construcción, Ampliación, Reforma y Mantenimiento de las Instalaciones Sanitarias para Desarrollos Urbanísticos**”. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4.103, Caracas (1.988)

Arocha S., “Cloacas y Drenajes-Teoría y Diseño” Ediciones Vega S.R.L., Primera Edición, Caracas, Venezuela (1.983).

Metcalf & Eddy, “Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido y Reutilización. Volumen 1” Mc – Graw Hill, Tercera Edición, España (1.995)

Rivas G., “**Tratamiento de Aguas Residuales**” Ediciones Vega. Segunda Edición, 1978.

“Normas e Instructivos para el Proyecto de Alcantarillado”, INOS, Venezuela (1.975)

ANEXOS

ANEXOS A. FOTOGRAFIAS

Equipos utilizados en el levantamiento topográfico y Zona en estudio





ANEXOS B. TABLA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

ESTACION	PTO. VISAD	< HORZ			< AZIMUT			DISTANCIA (MTS)	+ O - DESNIVEL	COORDENADAS		COTAS ELEVA.
		G°	M'	S"	G°	M'	S"			NORTE	ESTE	
	R.C.V-2	0	0	0	146	53	13	174,267	2,994			
R.C.V-3										1122336,16	322203,32	143,322
	P.W-1	169	44	54				197,362	-5,18	1122192,678	322338,8366	138,142
	D-2	333	7	6				45,86	1,07	1122359,094	322163,6062	144,392
	D-4	186	22	14				21,21	-0,57	1122317,219	322212,8641	142,752
	D-5	171	43	41				57,81	-2,2	1122292,786	322241,5391	141,122
	D-6	177	47	22				81,11	-2,55	1122269,982	322250,2173	140,772
										1122336,16	322203,32	143,322
REALIZADO POR:		REFERENCIA DE PARTIDA						OBSERVACIONES:				
TOP. WILDREDO WEFTE								cordenadas regven				
		N°	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN							
FECHA:			1122336,16	322203,32	143,322							
REVISADO POR:			1122192,678	322338,8366	138,142							

ESTACIÓN	PTO. VISADO	< HORZ			< AZIMUT			DISTANCIA (MTS)	+ O -	COORDENADAS		COTAS
		G°	M'	S"	G°	M'	S"		DESNIVEL	NORTE	ESTE	ELEVA.
	R.C.V-3	0	0	0	136	38	7					
P.W-1										1122192,678	322338,8366	138,142
	P.W-2	182	4	16				191,914	-4,52	1122048,486	322465,4841	133,622
	D-8	10	7	31				82,2	2,18	1122261,429	322293,7796	140,322
	D-9	175	50	8				31,96	-1,41	1122171,098	322362,411	136,732
	D-10	183	55	26				133,88	-2,98	1122089,285	322423,8881	135,162
REALIZADO POR:		REFERENCIA DE PARTIDA						OBSERVACIONES:				
TOP. WILDREDO WEFFE												
		N°	NORTE		ESTE		ELEVACIÓN					
FECHA:			1122336,16		322203,32		143,322					
REVISADO POR:			1122192,678		322338,8366		138,142					
INSP.:		F.I. =		HOJA		LIBRETA N°						
		F.T. =										
FECHA:												

ESTACIÓN	PTO. VISAD	< HORZ			< AZIMUT			DISTANCIA (MTS)	+ O -	COORDENADAS		COTAS
		G°	M'	S''	G°	M'	S''		DESNIVE L	NORTE	ESTE	ELEVA .
	P.W-1	0	0	0	138	42	23					
P.W-2										1122048,486	322465,4841	133,622
	D-11	184	48	48				91,68	-2,61	1121974,77	322519,9921	131,012
	D-12	185	59	23				149,82	-3,31	1121926,218	322552,0671	130,312
	D-13	185	10	28				168,84	-3,65	1121912,098	322565,0097	129,972
	PW-3	183	31	48				180,24	-3,92	1121905,998	322575,864	129,702
										1122048,486	322465,4841	133,622
REALIZADO POR:		REFERENCIA DE PARTIDA						OBSERVACIONES:				
TOP. WILDREDO WEFFE												
		N°	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN							
FECHA:			1122336,16	322203,32	143,322							
REVISADO POR:			1122192,678	322338,8366	138,142							

ESTACIÓN	PTO. VISAD	< HORZ			< AZIMUT			DISTANCIA (MTS)	+ O - DESNIVEL	COORDENADAS		COTAS ELEVA.
		G°	M'	S"	G°	M'	S"			NORTE	ESTE	
	P.W-1	0	0	0	13 8	42	23					
P.W-2										1122048,486	322465,4841	133,622
	D-11	184	48	48				91,68	-2,61	1121974,77	322519,9921	131,012
	D-12	185	59	23				149,82	-3,31	1121926,218	322552,0671	130,312
	D-13	185	10	28				168,84	-3,65	1121912,098	322565,0097	129,972
	PW-3	183	31	48				180,24	-3,92	1121905,998	322575,864	129,702
REALIZADO POR:		REFERENCIA DE PARTIDA						OBSERVACIONES:				
TOP. WILDREDO WEFTE												
		N°	NORTE		ESTE		ELEVACIÓN					
FECHA:			1122336,16		322203,32		143,322					
REVISADO POR:			1122192,678		322338,8366		138,142					
INSP.:		F.I. =			HOJA		LIBRETA N°					

ESTACIÓN	PTO. VISAD	< HORZ			< AZIMUT			DISTANCIA (MTS)	+ O - DESNIVEL	COORDENADAS		COTAS ELEVA.
		G°	M'	S''	G°	M'	S''			NORTE	ESTE	
	PW-3				13 1	13	33					
PW-4										1121706,075	322804,0265	123,752
	D-19	358	6	56				127,31	-0,95	1121786,782	322705,5672	122,802
	D-20	356	33	42				85,38	-1,08	1121758,391	322736,5516	122,672
	PW-5	191	12	20				245,36	-4,13	1121511,597	322953,6252	119,622
										1121706,075	322804,0265	123,752
REALIZADO POR:		REFERENCIA DE PARTIDA						OBSERVACIONES:				
TOP. WILDREDO WEFFE												
		N°	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN							
FECHA:			1122336,16	322203,32	143,322							
REVISADO POR:			1122192,678	322338,8366	138,142							

ESTACIÓN	PTO. VISAD	< HORZ			< AZIMUT			DISTANCIA (MTS)	+ O - DESNIVEL	COORDENADAS		COTAS ELEVA.
		G°	M'	S''	G°	M'	S''			NORTE	ESTE	
	PW-4				14 2	25	53					
PW-5										1121511,597	322953,6252	119,622
	D-26	359	36	13				7,72	-0,27	1121517,684	322948,876	119,352
	D-27	172	19	40				84,34	-1,1	1121452,211	323013,5127	118,522
	D-29	162	16	43				136,23	-2,51	1121434,025	323065,6123	117,112
	D-30	163	35	8				223,29	-3,91	1121380,297	323134,2318	115,712
	PW-6	163	18	8				123,31	-1,97	1121439,582	323053,721	117,652
	PW-7	163	13	52				335,08	-6,48	1121316,242	323225,8661	113,142
REALIZADO POR:		REFERENCIA DE PARTIDA						OBSERVACIONES:				
TOP. WILDREDO WEFTE												
		N °	NORTE		ESTE		ELEVACIÓ N					
FECHA:			1122336,16		322203,32		143,322					
REVISADO POR:			1122192,678		322338,8366		138,142					

ESTACIÓN	PTO. VISAD	< HORZ			< AZIMUT			DISTANCIA (MTS)	+ O - DESNIVEL	COORDENADAS		COTAS ELEVA.
		G°	M'	S''	G°	M'	S''			NORTE	ESTE	
	PW-5				12 5	39	45					
PW-7										1121316,242	323225,8661	113,142
	D-31	0	29	34				58,96	1,59	1121351,027	323178,2605	114,732
	D-32	357	17	31				8,05	-0,03	1121320,621	323219,1113	113,112
	D-33	354	51	54				5,09	-0,09	1121318,828	323221,4816	113,052
	D-34	44	16	26				12,45	0,07	1121328,501	323223,6905	113,212
	D-35	178	13	54				19,63	-0,56	1121305,296	323242,1603	112,582
	PW-8	183	21	40				64,09	-0,14	1121275,889	323275,6567	113,002
										1121316,242	323225,8661	113,142
REALIZADO POR:		REFERENCIA DE PARTIDA						OBSERVACIONES:				
TOP. WILDREDO WEFFE												
		N °	NORTE		ESTE		ELEVACIÓ N					
FECHA:			1122336,16		322203,32		143,322					
REVISADO POR:			1122192,678		322338,8366		138,142					

ESTACIÓN	PTO. VISAD	< HORZ			< AZIMUT			DISTANCIA (MTS)	+ O - DESNIVEL	COORDENADAS		COTAS ELEVA.
		G°	M'	S''	G°	M'	S''			NORTE	ESTE	
	PW-7				12 9	1	25					
PW-8										1121275,889	323275,6567	113,002
	D-36	354	35	58				21,64	-0,68	1121287,871	323257,6371	112,322
	D-37	291	3	5				11,97	-0,55	1121269,917	323265,2826	112,452
	D-38	228	36	42				29,95	-0,3	1121245,964	323276,8925	112,702
	PW-9	216	48	35				136,04	-2,33	1121143,986	323308,9516	110,672
	D-39	19	51	5				23,72	-0,2	1121296,194	323263,3957	112,802
REALIZADO POR:		REFERENCIA DE PARTIDA						OBSERVACIONES:				
TOP. WILDREDO WEFFE												
		N°	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN							
FECHA:			1122336,16	322203,32	143,322							
REVISADO POR:			1122192,678	322338,8366	138,142							
INSP.:		F.I. =		HOJA	LIBRETA N°							
		F.T. =										
FECHA:												

ESTACIÓN	PTO. VISAD	< HORZ			< AZIMUT			DISTANCIA (MTS)	+ O - DESNIVEL	COORDENADAS		COTAS ELEVA.
		G°	M'	S''	G°	M'	S''			NORTE	ESTE	
	PW-8				16 5	50	0					
PW-9										1121143,986	323308,9516	110,672
	D-40	7	57	36				33,23	0,65	1121177,021	323305,3589	111,322
	D-41	111	40	49				11,66	-0,42	1121142,461	323320,5115	110,252
	D-42	147	26	41				39,8	-1	1121116,702	323337,9274	109,672
	D-43	149	19	27				141,8	-1,99	1121043,443	323408,9433	108,682
	PW-10	152	20	1				217,01	-3,49	1120982,294	323453,6891	107,182
REALIZADO POR:		REFERENCIA DE PARTIDA						OBSERVACIONES:				
TOP. WILDREDO WEFFE												
		N °	NORTE		ESTE		ELEVACIÓN					
FECHA:			1122336,16		322203,32		143,322					
REVISADO POR:			1122192,678		322338,8366		138,142					
INSP.:		F.I. =		HOJA		LIBRETA N°						
		F.T. =										
FECHA:												

ESTACIÓ N	PTO. VISAD	< HORZ			< AZIMUT			DISTANCIA (MTS)	+ O - DESNIVEL	COORDENADAS		COTAS ELEVA.
		G°	M'	S''	G°	M'	S''			NORTE	ESTE	
	PW-9				13 8	10	1					
PW-10										1120982,294	323453,6891	107,182
	D-44	15	58	28				20,41	0,3	1121000,66	323444,7873	107,482
	D-45	359	55	46				21	0,03	1120997,923	323439,6637	107,212
	D-46	210	5	41				26,27	-0,73	1120956,573	323459,0336	106,452
	D-47	213	36	54				84,11	-1,64	1120899,047	323465,7119	105,542
	PW-11	216	4	42				125,12	-1,9	1120857,804	323466,2349	105,282
										1120982,294	323453,6891	107,182
REALIZADO POR:		REFERENCIA DE PARTIDA						OBSERVACIONES:				
TOP. WILDREDO WEFFE												
		N °	NORTE		ESTE		ELEVACIÓ N					
FECHA:			1122336,16		322203,32		143,322					
REVISADO POR:			1122192,678		322338,8366		138,142					

ANEXOS C. CALCULO HIDRAULICO DEL COLECTOR.

TABLA D.1 CÁLCULO DEL CAUDAL REAL Y PENDIENTE DEL TERRENO

TRAMO BOCA DE VISITA		AREAS TRIBUTARIAS Ha			GASTO		LONG	PEN	COTAS DE PROYECTO			
ARRIB	ABAJO	AR	AB	TOT	MAX	MIN	(M)	%	ARRIBA		ABAJO	
									RAS	TER	RAS	TER
H-2-3	G-33	0,00	3,44	3.44	2,31	0,00	87,40	20,02	139,71	143,60	137,96	141,85
G-33	G-32	3,44	0,91	4.35	2,92	2,92	20,05	27,43	137,96	141,85	137,41	141,30
G-32	G-31	4,35	2,14	6.49	4,35	2,92	53,16	38,56	137,41	141,30	135,36	139,25
G-31	G-30	6,49	2,50	8.99	6,02	4,35	65,21	29,44	135,36	139,25	133,44	137,33
G-30	G-29	8,99	1,77	10.76	7,21	6,02	58,59	25,26	133,44	137,33	131,96	135,85
G-29	G-28	10,76	0,72	11.48	7,69	7,21	39,39	19,29	131,96	135,85	131,20	135,09
G-28	G-27	11,48	0,63	12.11	8,11	7,69	49,48	5,25	131,20	135,09	130,95	134,83
G24-1-2	G-27-2	0,00	0,75	0.75	0,50	0,00	32,49	31,83	136,68	138,03	135,65	137,00
G-27-2	G-27-1	0,75	1,01	1.76	1,18	0,50	14,61	53,39	135,65	137,00	134,87	136,22
G-27-1	G-27	1,76	0,18	1.94	1,30	1,18	11,46	121,29	134,87	136,22	133,48	134,83
G-27	G-26	14,05	0,46	14,51	9,72	1,30	30,97	83,63	130,69	134,83	128,10	132,24
G-26	G-25	14,51	0,20	14,71	9,86	9,72	65,02	12,15	128,10	132,24	127,31	131,45
G-25	G-24	14,71	0,34	15,05	10,08	9,86	76,72	16,16	127,31	131,45	126,07	130,21
G24-1-2	G24-1-1	0,00	1,36	1.36	0,91	0,00	28,86	18,50	136,68	138,03	136,15	137,50
G24-1-1	G-24	1,36	0,55	1.91	1,28	0,91	85,01	67,50	136,15	137,50	130,42	131,76
G24-15	G24-14	0,00	1,73	1.73	1,16	0,00	40,50	171,36	171,04	172,22	164,10	165,28
G24-14	G24-13	1,73	1,25	2.98	2,00	1,16	52,22	187,28	163,94	165,28	154,16	155,50
G24-13	G24-12	2,98	0,91	3.89	2,61	2,00	27,73	198,34	154,16	155,50	148,81	150,00
G24-12	G24-11	3,89	0,71	4.6	3,08	2,61	41,26	199,95	148,81	150,00	140,55	141,75
G24-11	G24-10	4,60	1,99	6.59	4,42	3,08	32,68	15,30	140,40	141,75	139,90	141,25
G24-10	G24-9	6,59	1,36	7.95	5,33	4,42	56,56	48,62	139,90	141,25	137,15	138,50
G24-9	G24-8	7,95	1,20	9.15	6,13	5,33	66,59	46,70	137,15	138,50	134,04	135,39
G24-8	G24-7	9,15	0,60	9.75	6,53	6,13	30,48	74,48	131,77	135,39	129,60	133,12

TABLA D.2 CÁLCULO DEL CAUDAL Y PENDIENTE DEL TERRENO

TRAMO BOCA DE VISITA		AREAS TRIBUTARIAS Ha			GASTO		LONG	PEN	COTAS DE PROYECTO			
ARRIB	ABAJO	AR	AB	TOT	MAX	MIN	(M)	%	ARRIBA		ABAJO	
									RAS	TER	RAS	TER
G24-7	G24-6	9,75	0,59	10.34	6,93	6,53	29,48	73,27	129,60	133,12	128,87	130,96
G24-6	G24-5	10,34	0,48	10.82	7,25	6,93	46,23	20,33	128,39	130,96	128,23	130,02
G24-5	G24-4	10,82	0,34	11.16	7,48	7,25	34,49	4,40	128,23	130,02	128,07	130,29
G24-4	G24-3	11,16	0,37	11.53	7,73	7,48	36,73	4,40	128,07	130,29	127,87	130,66
G24-3	G24-2	11,53	0,84	12.37	8,29	7,73	45,29	4,40	127,87	130,66	127,62	131,25
G24-2	G24-1	12,37	0,96	13.33	8,93	8,29	56,97	4,40	127,62	131,25	126,09	131,76
G24-1	G24	13,33	0,29	13,62	9,13	8,93	57,83	26,80	127,62	131,76	126,09	130,21
G24	G23	30,58	0,27	30.85	20,67	9,13	41,51	21,44	125,75	130,21	124,86	129,32
G23	G22	30,85	0,36	31.21	20,91	20,67	39,57	25,27	124,86	129,32	123,86	128,32
G22	G21	31,21	0,38	31.59	21,17	20,91	47,40	22,15	123,86	128,32	122,81	127,27
G20-6	G21	0,00	0,11	0.11	0,07	0,00	43,30	24,48	126,98	128,33	125,92	127,27
G21	G20	31,70	0,44	32.14	21,53	0,07	50,00	8,80	122,81	127,27	122,37	126,83
G20-7	G20-6	0,00	0,35	0.35	0,24	0,00	61,59	20,46	128,24	129,59	126,98	128,33
G20-6	G20-5	0,35	0,052	0.40	0,27	0,24	18,21	4,40	126,98	128,33	126,90	128,78
G20-5	G20-4	0,40	0,16	0.56	0,38	0,27	25,91	16,21	126,90	128,78	126,48	128,36
G20-4	G20-3	0,56	0,54	1.1	0,74	0,38	23,06	17,35	126,48	128,36	126,08	127,96
G20-3	G20-2	1,10	0,09	1.19	0,80	0,74	12,48	8,01	126,08	127,96	125,98	127,86
G20-2	G20-1	1,19	0,48	1.67	1,12	0,80	30,17	11,93	125,98	127,86	125,62	127,50
G20-1	G20	1,67	0,16	1.83	1,23	1,12	43,13	15,53	125,62	127,50	124,95	126,83
G20	G19	33,97	0,29	34.26	22,95	1,23	47,40	6,12	122,37	126,83	122,08	126,54
G19	G18	34,26	0,20	34.46	23,09	22,95	27,14	9,21	122,08	126,54	121,83	126,29
G18-15	G18-14	0,00	0,19	0.19	0,13	0,00	12,43	29,77	134,85	136,20	134,48	135,83

TABLA D.3 CÁLCULO DEL CAUDAL Y PENDIENTE DEL TERRENO

TRAMO BOCA DE VISITA		AREAS TRIBUTARIAS Ha			GASTO		LON G	PEN	COTAS DE PROYECTO			
ARRIB	ABAJO	AR	AB	TOT	MAX	MIN	(M)	%	ARRIBA		ABAJO	
									RAS	TER	RAS	TER
G18-14	G18-13	0,19	0.84	1.03	0,69	0,13	47,23	32,82	134,48	135,83	132,93	134,28
G18-13	G18-12	1,03	1.27	2.30	1,54	0,69	47,21	34,74	132,79	134,28	131,15	132,64
G18-12	G18-11	2,30	0.97	3.27	2,19	1,54	62,00	14,84	131,15	132,64	130,28	131,72
G18-11-5	G18-11-4	0,00	2.15	2.15	1,44	0,00	116,07	24,12	140,15	141,50	137,35	138,70
G18-11-4	G18-11-3	2,15	1.50	3.65	2,45	1,44	73,24	23,21	137,35	138,70	135,65	137,00
G18-11-3	G18-112	3,65	0.21	3.86	2,59	2,45	93,84	27,71	135,65	137,00	133,05	134,40
G18-15	G18-11-2-1	0,00	1.47	1,47	0,99	0,00	68,70	17,51	134,85	136,20	133,65	135,00
G18-11-2-1	G18-11-2	1,47	0.29	1,76	3,77	0,99	39,64	15,14	133,65	135,00	133,05	134,40
G18-11-2	G18-11-1	5,62	0.30	5.92	3,97	3,77	65,94	28,81	133,05	134,40	131,15	132,50
G18-11-1	G18-11	5,92	0.14	6.06	4,06	3,97	28,83	27,06	131,15	132,50	130,37	131,72
G18-11	G18-10	9,33	0.52	9.85	6,60	4,06	27,30	13,92	129,90	131,72	129,52	131,34
G18-10	G18-9	9,85	0.91	10.76	7,21	6,60	51,22	6,25	129,37	131,34	129,05	131,02
G18-7-2-2	G18-9-2	0,00	0.17	0.17	0,11	0,00	51,15	23,26	134,34	135,69	133,15	134,50
G18-9-2	G18-9-1	0,17	0.27	0.44	0,30	0,11	79,13	25,27	133,15	134,50	131,15	132,50
G18-9-1	G18-9	0,44	0.17	0.61	0,41	0,30	55,11	26,86	131,15	132,50	129,67	131,02
G18-9	G18-8	11,37	1.25	12.62	8,46	0,41	67,94	4,40	128,85	131,02	128,55	130,76
G18-7-2-1	G18-8-1	0,00	0.31	0.31	0,21	0,00	85,64	17,52	132,65	134,00	131,15	132,50
G18-8-1	G18-8	0,31	0.36	0.67	0,45	0,21	100,52	17,31	131,15	132,50	129,41	130,76
G18-8	G18-7	13,29	1.11	14.4	9,65	0,45	70,26	31,17	128,55	130,76	126,36	128,57
G18-11-5	G18-7-5	0,00	3.26	3.26	2,18	0,00	108,76	26,20	140,15	141,50	137,30	138,65
G18-7-5	G18-7-4	3,26	2.35	5.61	3,76	2,18	108,04	43,32	137,30	138,65	132,62	133,97
G18-7-4	G18-7-3	5,61	2.27	7.88	5,28	3,76	76,90	10,79	132,41	133,97	131,58	133,14

TABLA D.4 CÁLCULO DEL CAUDAL Y PENDIENTE DEL TERRENO

TRAMO BOCA DE VISITA		AREAS TRIBUTARIAS Ha			GASTO		LONG	PEN	COTAS DE PROYECTO			
ARRIB	ABAJO	AR	AB	TOT	MAX	MIN	(M)	%	ARRIBA		ABAJO	
									RAS	TER	RAS	TER
G18-11-3	G18-7-2-3	0,00	0.34	0.34	0,23	0,00	36,66	17,35	135,65	137,00	135,00	136,36
G18-7-2-3	G18-7-2-2	0,34	0.41	0.75	0,50	0,23	43,44	15,42	135,00	136,36	134,34	135,69
G18-7-2-2	G18-7-2-1	0,75	0.58	1.33	0,89	0,50	70,50	24,16	134,34	135,69	132,64	133,99
G18-7-2-1	G18-7-2	1,33	0.56	1.89	1,27	0,89	66,67	36,67	132,64	133,99	130,19	131,54
G18-7-2	G18-7-1	12,14	0.94	13.08	8,76	1,27	98,89	14,97	129,98	131,54	128,50	130,06
G18-7-1	G18-7	13,08	0.84	13.92	9,33	8,76	88,27	16,88	128,00	130,06	126,51	128,57
G18-7	G18-6	28,32	1.29	29.61	19,84	9,33	46,62	33,68	126,06	128,57	124,49	127,00
G18-6	G18-5	29,61	0.37	29.98	20,09	19,84	18,07	43,70	124,27	127,00	123,49	126,79
G18-5	G18-4	29,98	0.77	30.75	20,60	20,09	51,17	3,30	123,05	126,79	122,88	126,93
G18-4	G18-3	30,75	0.35	31.10	20,84	20,60	23,24	3,30	122,88	126,93	122,80	126,91
G18-3	G18-2	31,10	0.53	31.63	21,19	20,84	31,61	4,00	122,80	126,91	122,68	128,83
G18-2	G18-1	31,63	0.15	31.78	21,29	21,19	45,78	8,69	122,68	126,83	122,28	126,43
G18-1-1	G18-1	0,00	0.99	0.99	0,66	0,00	135,50	11,59	126,65	128,00	125,08	126,43
G18-1	G18	32,77	0.058	32.83	22,00	0,66	13,80	10,14	122,28	126,43	122,14	126,29
G18	G17	69,29	1.24	70,53	47,26	22,00	79,32	7,44	121,83	126,29	121,10	125,70
G17	G16	70,53	1.38	71,91	48,18	47,26	68,74	7,13	121,10	125,70	120,46	125,21
G16	G15	71,91	0.30	72,21	48,38	48,18	17,61	4,00	120,46	125,21	120,39	125,20
G15	G14	72,21	2.02	74,23	49,73	48,38	31,64	22,12	120,39	125,20	119,69	124,50
G14	G13	74,23	2.09	76,32	51,13	49,73	36,49	13,70	119,69	124,50	119,19	124,00
G13	G12	76,32	1.75	78,07	52,31	51,13	36,73	13,61	119,19	124,00	118,69	123,50
G12	G11	78,07	0.99	79,06	52,97	52,31	20,12	15,90	118,69	123,50	118,37	123,18
G11-4	G11-3	0,00	0.36	0.36	0,24	0,00	47,55	7,15	122,40	123,75	122,06	123,41

TABLA D.5 CÁLCULO DEL CAUDAL Y PENDIENTE DEL TERRENO

TRAMO BOCA DE VISITA		AREAS TRIBUTARIAS Ha			GASTO		LONG	PEN	COTAS DE PROYECTO			
ARRIB	ABAJO	AR	AB	TOT	MAX	MIN	(M)	%	ARRIBA		ABAJO	
									RAS	TER	RAS	TER
G11-1	G11	0,76	0.086	0.85	0,57	0,51	38,09	4,40	121,71	123,21	121,54	123,18
G11	G10	79,91	0.43	80,34	53,83	0,57	33,46	20,32	118,37	123,18	117,69	122,50
G10	G9	80,34	1.11	81,45	54,57	53,83	45,87	21,80	117,69	122,50	117,19	121,50
G9	G8	81,45	0.75	82,20	55,07	54,57	22,92	21,82	117,19	121,50	116,69	121,00
G8	G7	82,20	1.13	83,33	55,83	55,07	25,50	19,61	116,69	121,00	116,19	120,50
G7	G6	83,33	3.43	86,76	58,13	55,83	76,63	15,66	115,49	120,50	114,24	119,30
G6	G5	86,76	2.73	89,49	59,96	58,13	73,68	6,00	114,24	119,30	113,80	118,24
G53-7	G5-2	0,00	0.49	0,49	0,33	0,00	72,46	4,40	117,05	118,24	116,73	118,25
G5-2	G5-1	0,49	0.25	0,74	0,50	0,33	29,11	4,40	116,73	118,25	116,61	118,18
G5-1	G5	0,74	0.15	0,89	0,60	0,50	23,78	4,40	116,61	118,18	116,50	118,24
G5	G4	90,38	1,55	91,93	61,59	0,60	24,93	7,00	113,80	118,24	113,63	118,24
G4	G3	91,93	1,72	93,65	62,75	61,59	62,13	13,84	113,63	118,24	112,61	117,38
G3	G2	93,65	1,41	95,06	63,69	62,75	89,10	13,58	112,61	117,38	111,40	116,17
G2	G1	95,06	0,39	95,45	63,95	63,69	52,83	18,93	111,40	116,17	110,40	115,17
G1	A49	95,45	0,45	95,90	64,25	63,95	101,04	19,40	110,40	115,17	108,44	113,21

TABLA D.6 CÁLCULO DEL CAUDAL Y PENDIENTE DEL TERRENO

TRAMO BOCA DE VISITA		AREAS TRIBUTARIAS Ha			GASTO		LONG	PEN	COTAS DE PROYECTO			
ARRIB	ABAJO	AR	AB	TOT	MAX	MIN	(M)	%	ARRIBA		ABAJO	
									RAS	TER	RAS	TER
A61-4	A64-5	0,00	0,35	0,35	0,24	0,00	31,78	4,40	127,61	128,96	127,47	129,56
A64-5	A64-4	0,35	0,59	0,94	0,63	0,24	58,64	4,40	127,47	129,56	127,28	129,35
A64-4	A64-3	0,94	0,30	1,24	0,83	0,63	58,86	4,40	127,28	129,35	127,05	129,12
A68	A64-3-9	0,00	0,23	0,23	0,15	0,00	16,20	4,40	131,95	133,31	131,88	133,50
A64-3-9	A64-3-8	0,23	1,24	1,47	0,99	0,15	41,81	4,40	131,88	133,50	131,70	133,86
A64-3-8	A64-3-7	1,47	0,04	1,51	1,01	0,99	9,98	4,40	131,70	133,86	131,46	133,91
A64-3-7	A64-3-6	1,51	0,14	1,65	1,11	1,01	10,01	5,00	131,46	133,91	131,42	133,86
A64-3-6	A64-3-5	1,65	0,51	2,16	1,45	1,11	36,51	8,49	131,42	133,86	131,37	133,55
A64-3-5	A64-3-4	2,16	0,55	2,71	1,82	1,45	33,83	11,23	131,37	133,55	131,06	133,17
A64-3-4	A64-3-3	2,71	0,49	3,20	2,14	1,82	24,16	9,52	131,06	133,17	130,68	132,94
A64-3-3	A64-3-2	3,20	0,36	3,56	2,38	2,14	16,59	5,42	130,68	132,94	130,45	132,85
A64-3-2-3	A64-3-2-2	0,00	0,41	0,41	0,28	0,00	37,12	4,40	131,17	132,52	131,01	132,86
A64-3-2-2	A64-3-2-1	0,41	0,09	0,50	0,34	0,28	10,63	13,17	132,52	132,86	130,87	132,72
A64-3-2-1	A64-3-2	0,50	0,45	0,95	0,64	0,34	37,38	3,48	132,86	132,85	130,74	132,72
A64-3-2	A64-3-1	4,51	0,55	5,06	3,38	0,64	91,73	22,02	130,36	132,72	128,34	130,70
A64-3-1	A64-3	5,06	0,21	5,27	3,52	3,38	40,02	39,48	128,34	130,70	126,76	129,12
A64-3	A64-2	6,51	0,07	6,58	4,40	3,52	11,98	6,68	127,05	129,12	126,97	129,04
A64-2	A64-1	6,58	0,12	6,70	4,48	4,40	30,79	14,29	126,97	129,04	126,53	128,60
A64-1	A64	6,70	0,11	6,81	4,56	4,48	24,05	10,40	126,53	128,60	126,28	128,35

TABLA D.7 CÁLCULO DEL CAUDAL Y PENDIENTE DEL TERRENO

TRAMO BOCA DE VISITA		AREAS TRIBUTARIAS Ha			GASTO		LONG	PEN	COTAS DE PROYECTO			
ARRIB	ABAJO	AR	AB	TOT	MAX	MIN	(M)	%	ARRIBA		ABAJO	
									RAS	TER	RAS	TER
A51-3	A51-2	0,00	0,27	0,27	0,18	0,00	17,80	22,47	114,34	115,69	113,94	115,29
A51-2	A51-1	0,27	0,29	0,56	0,38	0,18	39,05	5,89	113,94	115,29	113,71	115,06
A51-1	A51	0,56	0,24	0,80	0,54	0,38	55,75	5,92	113,71	115,06	113,38	114,73

TABLA D.8 CÁLCULO DEL CAUDAL Y PENDIENTE DEL TERRENO

TRAMO BOCA DE VISITA		AREAS TRIBUTARIAS Ha			GASTO		LONG	PEN	COTAS DE PROYECTO			
ARRIB	ABAJO	AR	AB	TOT	MAX	MIN	(M)	%	ARRIBA		ABAJO	
									RAS	TER	RAS	TER
H-7	H-6	0,00	0,48	0,48	0,32	0,00	33,63	30,33	187,90	189,25	186,88	188,23
H-6	H-5	0,48	0,99	1,47	0,99	0,32	94,01	334,01	186,88	188,23	155,48	156,83
H-5	H-4	1,47	0,68	2,15	1,44	0,99	71,42	51,53	155,48	156,83	151,80	153,15
H-4	H-3	2,15	0,53	2,68	1,80	1,44	71,02	50,55	151,80	153,15	148,21	149,56
H-3	H-2	2,68	0,16	2,84	1,90	1,80	44,81	49,99	148,21	149,56	145,97	147,32
H2-3	H2-2	0,00	5,16	5,16	3,46	0,00	137,22	4,40	142,25	143,60	141,65	146,39
H2-2	H2-1	5,16	1,52	6,68	4,48	3,46	44,66	4,40	141,65	146,39	141,45	146,76
H2-1	H-2	6,68	0,14	6,82	4,57	4,48	29,09	4,40	141,45	146,76	141,32	147,32
H-2	H-1	9,66	0,14	9,80	6,57	4,57	39,70	4,40	141,32	147,32	141,15	148,00
F-2	F-1	0,00	1,17	1,17	0,78	0,00	60,12	2,50	147,79	149,14	147,51	148,99
F-1	H-1	1,17	1,60	2,77	1,86	0,78	64,31	15,39	147,51	148,99	147,25	148,00
H-1	H	12,57	0,49	13,06	8,75	1,86	47,24	38,95	141,15	148,00	139,31	146,16
H-1	BV-78	13,06	0,61	13,67	9,16	8,75	61,52	35,11	139,31	146,14	137,15	143,98

TABLA D.9 CÁLCULO DEL CAUDAL Y PENDIENTE DEL TERRENO

TRAMO BOCA DE VISITA		AREAS TRIBUTARIAS Ha			GASTO		LONG	PEN	COTAS DE PROYECTO			
ARRIB	ABAJO	AR	AB	TOT	MAX	MIN	(M)	%	ARRIBA		ABAJO	
									RAS	TER	RAS	TER
H-2-2	BV-73	0,00	0,77	0,77	0,52	0,00	131,51	46,23	145,04	146,39	138,96	140,31

TABLA D.10 CÁLCULO DEL CAUDAL Y PENDIENTE DEL TERRENO

TRAMO BOCA DE VISITA		AREAS TRIBUTARIAS Ha			GASTO		LONG	PEN	COTAS DE PROYECTO			
ARRIB	ABAJO	AR	AB	TOT	MAX	MIN	(M)	%	ARRIBA		ABAJO	
									RAS	TER	RAS	TER
A53-1-7	A58-5	0	0,22	0,22	0,15	0,00	18,35	4,4	121,61	122,96	121,42	123,22
A58-5	A58-4	0,22	0,23	0,45	0,3	0,15	36,77	4,4	121,42	123,22	121,28	123,33
A58-4	A58-3	0,45	0,15	0,6	0,4	0,30	19,68	4,4	121,10	123,33	121,04	123,29
A58-3	A58-2	0,6	0,13	0,73	0,49	0,40	14,66	4,4	121,04	123,29	120,95	123,48
A58-2	A58-1	0,73	0,4	1,13	0,76	0,49	46,37	4,4	120,95	123,48	120,79	123,41
A58-1	A58	1,13	0,29	1,42	0,95	0,76	43,62	4,4	120,79	123,41	120,71	123,39

TABLA D.11 CÁLCULO DEL CAUDAL Y PENDIENTE DEL TERRENO

TRAMO BOCA DE VISITA		AREAS TRIBUTARIAS Ha			GASTO		LONG	PEN	COTAS DE PROYECTO			
ARRIB	ABAJO	AR	AB	TOT	MA X	MIN	(M)	%	ARRIBA		ABAJO	
									RAS	TER	RAS	TER
G-26	A61-14	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	16,00	36,25	130,89	132,24	130,31	131,66
A61-14	A61-13	0,01	0,06	0,08	0,05	0,01	30,39	35,21	130,31	131,66	129,24	130,59
A61-13-2	A61-13-1	0,00	0,20	0,20	0,13	0,05	22,23	4,40	129,94	131,29	129,84	131,69
A61-13-1	A61-13	0,20	0,08	0,28	0,19	0,13	31,70	34,70	129,84	131,69	128,74	130,59
A61-13	A61-12	0,36	0,11	0,47	0,32	0,19	52,18	13,80	129,24	130,59	128,52	129,87
A61-12-2	A61-12-1	0,00	0,36	0,36	0,24	0,00	51,92	4,40	127,81	129,16	127,64	129,75
A61-12-1	A61-12	0,36	0,32	0,68	0,46	0,24	38,39	4,40	127,64	129,75	127,41	129,87
A61-12	A61-11	1,15	0,11	1,26	0,84	0,46	19,88	21,13	128,52	129,87	128,09	129,45
A61-11	A61-10	1,26	0,46	1,72	1,15	0,84	48,02	14,99	128,09	129,45	127,37	128,73
A61-10-3	A61-10-2	0,00	0,31	0,31	0,21	0,00	44,27	4,40	124,98	126,33	124,79	126,70
A61-10-2-1	A61-10-2	0,00	0,33	0,33	0,43	0,00	63,07	4,40	124,79	125,91	124,70	126,70
A61-10-2	A61-10-1	0,64	0,09	0,73	0,49	0,43	21,23	4,40	124,70	126,70	124,05	126,91
A61-10-1-1	A61-10-1	0,00	0,40	0,40	0,76	0,00	60,34	4,40	124,79	126,14	124,53	126,91
A61-10	A61-9	1,13	0,82	1,95	1,31	0,76	147,86	4,40	127,37	126,91	126,89	128,73
A61-9-1	A61-9	3,67	0,06	3,73	2,50	1,31	34,14	14,06	126,16	128,73	126,02	128,25
A61-9	A61-8	0,00	0,06	0,06	0,04	0,00	31,17	4,40	126,76	127,51	126,59	128,25
A61-8-1	A61-8	3,79	0,01	3,80	2,55	0,04	13,31	12,77	126,09	128,25	125,96	128,08
A61-8	A61-7	0,00	0,03	0,03	0,02	0,00	29,70	4,40	126,59	127,44	126,46	128,08
A61-8	A61-7	3,83	0,19	4,02	2,69	0,02	29,75	0,67	126,26	128,08	126,17	128,06
A61-7	A61-6	4,02	0,19	4,21	2,82	2,69	20,47	4,40	126,17	128,06	126,09	128,15
A61-6	A61-5	4,21	0,21	4,42	2,96	2,82	18,02	4,40	126,09	128,15	125,95	128,40
A61-5	A61-4	4,42	0,38	4,80	3,22	2,96	31,39	4,40	125,95	128,40	124,78	128,96

TABLA D.12 CÁLCULO DEL CAUDAL Y PENDIENTE DEL TERRENO

TRAMO BOCA DE VISITA		AREAS TRIBUTARIAS Ha			GASTO		LONG	PEN	COTAS DE PROYECTO			
ARRIB	ABAJO	AR	AB	TOT	MAX	MIN	(M)	%	ARRIBA		ABAJO	
									RAS	TER	RAS	TER
A61-3	A61-2	5,09	0,37	5,46	3,66	3,41	49,09	25,37	124,78	127,79	123,56	126,57
A61-2	A61-1	5,46	0,38	5,84	3,91	3,66	49,03	22,64	123,56	126,57	122,45	125,46
A61-1	A61	5,84	0,62	6,46	4,33	3,91	71,47	41,70	122,45	125,46	119,47	122,48

TABLA D.13 CÁLCULO DEL CAUDAL Y PENDIENTE DEL TERRENO

TRAMO BOCA DE VISITA		AREAS TRIBUTARIAS Ha			GASTO		LONG	PEN	COTAS DE PROYECTO			
ARRIB	ABAJO	AR	AB	TOT	MAX	MIN	(M)	%	ARRIBA		ABAJO	
									RAS	TER	RAS	TER
A61-8	A53-1-12	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	19,50	23,59	125,10	128,08	124,64	127,62
A53-1-12	A53-1-11	0,01	0,43	0,44	0,30	0,01	56,87	20,57	124,64	127,62	123,47	126,45
A53-1-11	A53-1-10	0,44	0,18	0,62	0,42	0,30	55,86	20,95	123,47	126,45	122,30	125,28
A53-1-10-6	A53-1-10-5	0,00	0,39	0,39	0,26	0,00	35,95	4,40	122,92	124,27	122,76	125,03
A53-1-10-5	A53-1-10-4	0,39	0,19	0,58	0,39	0,26	18,02	4,40	122,76	125,03	122,68	125,37
A53-1-10-4	A53-1-10-3	0,58	0,19	0,77	0,52	0,39	13,59	4,40	122,68	125,37	122,62	125,64
A53-1-10-3	A53-1-10-2	0,77	0,26	1,03	0,17	0,52	45,89	5,23	122,62	125,64	122,38	125,40
A61-7	A53-1-10-2-2	0,00	0,25	0,25	0,34	0,00	57,52	21,56		128,06		126,82
A53-1-10-2-2	A53-1-10-2-1	0,25	0,31	0,56	1,07	0,34	68,23	20,81	126,71	126,82	125,29	125,40
A53-1-10-2-1	A53-1-10-2	1,59	0,07	1,66	1,13	1,07	4,10	7,32	125,29	125,40	124,05	125,37
A53-1-10-2	A53-1-10-1	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	33,74	4,40	122,38	124,70	122,35	125,37

TABLA D.14 CÁLCULO DEL CAUDAL Y PENDIENTE DEL TERRENO

TRAMO BOCA DE VISITA		AREAS TRIBUTARIAS Ha			GASTO		LONG	PEN	COTAS DE PROYECTO			
ARRIB	ABAJO	AR	AB	TOT	MAX	MIN	(M)	%	ARRIBA		ABAJO	
									RAS	TER	RAS	TER
A53-1-10-1	A53-1-10	1,68	0,03	1,71	1,15	0,01	23,97	3,75	122,18	125,37	122,09	125,28
A53-1-10	A53-1-9	3,37	0,07	3,44	2,31	1,15	10,36	20,27	122,08	125,28	121,87	125,07
A53-1-9-5	A53-1-9-4	0,00	0,62	0,62	0,46	0,00	48,81	-3,07	121,15	122,50	120,94	122,65
A53-1-9-4	A53-1-9-3	0,62	0,65	1,27	0,85	0,46	52,60	-6,65	120,94	122,65	120,74	123,00
A53-1-9-3	A53-1-9-2	1,27	1,19	2,46	1,65	0,85	74,68	-16,74	120,58	123,00	120,26	124,25
A53-1-9-2	A53-1-9-1	2,46	1,07	3,53	2,37	1,65	64,40	0,00	120,26	124,25	119,97	124,25
A53-1-9-1	A53-1-9	3,53	1,60	5,13	3,44	2,37	88,78	-9,24	119,85	124,25	119,46	125,07
A53-1-9	A53-1-8	8,57	0,15	8,72	5,84	3,44	47,18	26,92	121,68	125,07	120,41	123,80
A53-1-8	A53-1-7	8,72	0,10	8,82	5,91	5,84	32,51	25,84	120,41	123,80	119,57	122,96
A53-1-9-2	A53-1-7-4	0,00	0,69	0,69	0,46	0,00	66,54	22,09	122,90	124,25	121,31	122,78
A53-1-7-4	A53-1-7-3	0,69	0,10	0,79	0,53	0,46	11,50	7,83	121,31	122,78	121,21	122,69
A53-1-7-3	A53-1-7-2	0,79	0,65	1,44	0,97	0,53	64,38	4,40	121,21	122,69	120,93	122,91
A53-1-7-2	A53-1-7-1	1,44	0,22	1,66	1,11	0,97	27,60	0,00	120,93	122,91	120,81	122,91
A53-1-7-1	A53-1-7	1,66	0,16	1,82	1,22	1,11	27,53	4,40	120,81	122,91	120,69	122,96
A53-1-7	A53-1-6	10,64	0,15	10,79	7,23	1,22	29,06	29,94	119,57	122,96	118,70	122,09
A53-1-6	A53-1-5	10,79	0,26	11,05	7,40	7,23	72,87	31,29	118,70	122,09	116,42	119,81
A53-1-5	A53-1-4	11,05	0,42	11,47	7,69	7,40	37,80	32,28	116,42	119,81	115,20	118,59
A53-1-4-1	A53-1-4	0,00	0,53	0,53	0,36	0,00	66,55	4,40	117,24	118,59	116,95	119,35
A53-1-4	A53-1-3	12,00	0,30	12,30	8,24	0,36	36,00	14,44	115,07	118,59	114,55	118,07
A53-1-3	A53-1-2	12,30	0,38	12,68	8,50	8,24	51,85	1,35	114,34	118,07	114,11	118,00
A53-1-2	A53-1-1	12,68	0,30	12,98	8,70	8,50	44,04	21,12	114,11	118,00	113,18	117,07
A53-1-1	A53-1	12,98	0,23	13,21	8,85	8,70	47,71	19,07	113,18	117,07	112,27	116,16

TABLA D.15 CÁLCULO DEL CAUDAL Y PENDIENTE DEL TERRENO

TRAMO BOCA DE VISITA		AREAS TRIBUTARIAS Ha			GASTO		LONG	PEN	COTAS DE PROYECTO			
ARRIB	ABAJO	AR	AB	TOT	MAX	MIN	(M)	%	ARRIBA		ABAJO	
									RAS	TER	RAS	TER
A53-10	A53-9	0,00	0,93	0,93	0,62	0,00	61,65	11,03	117,18	119,96	116,50	119,28
A53-9-1	A53-9	0,00	0,25	0,25	0,17	0,00	53,78	1,30	118,00	119,35	117,65	119,28
A53-9	A53-8	1,18	0,78	1,96	1,31	0,17	59,48	8,57	116,50	119,28	115,99	118,77
A53-8-1	A53-8	0,00	0,11	0,11	0,07	0,00	38,22	1,57	117,37	118,77	117,20	118,71
A53-8	A53-7	2,07	0,13	2,20	1,47	0,07	40,29	7,69	115,99	118,71	115,62	118,40
A53-7	A53-6	2,20	0,29	2,49	1,67	1,47	49,27	4,40	115,62	118,40	115,40	118,45
A53-6-1	A53-6	0,00	0,36	0,36	0,24	0,00	45,32	10,15	117,56	118,91	117,10	118,45
A53-6	A53-5	2,85	0,03	2,88	1,93	0,24	12,42	10,47	115,40	118,45	115,27	118,32
A53-5	A53-4	2,88	0,05	2,93	1,96	1,93	17,85	13,45	115,27	118,32	115,03	118,08
A53-4	A53-3	2,93	0,16	3,09	2,07	1,96	42,50	24,71	115,03	118,08	113,98	117,03
A53-3	A53-2	3,09	0,14	3,23	2,16	2,07	18,21	20,87	113,98	117,03	113,60	116,65
A53-1-3	A53-1	0,00	0,41	0,41	0,27	0,00	18,94	4,40	116,72	118,07	112,49	118,55
A53-2-6	A53-2-5	0,41	0,11	0,52	0,35	0,27	26,14	1,91	116,64	118,55	116,52	118,50
A53-2-5	A53-2-4	0,52	0,08	0,60	0,40	0,35	21,22	11,31	116,52	118,50	116,28	118,26
A53-2-4	A53-2-3	0,60	0,09	0,69	0,46	0,40	15,86	11,98	116,28	118,26	116,09	118,07
A53-2-3	A53-2-2	0,69	0,10	0,79	0,53	0,46	24,40	23,36	116,09	118,07	115,52	117,50
A53-2-2	A53-2-1	0,79	0,07	0,86	0,58	0,53	16,74	25,69	115,52	117,50	115,09	117,07
A53-2-1	A53-2	0,86	0,04	0,90	0,60	0,58	21,57	19,47	115,09	117,07	114,68	116,65
A53-2	A53-1	17,34	0,25	17,59	11,79	0,60	46,77	10,48	112,98	116,65	112,49	116,16
A53-1	A53	17,59	0,33	17,92	12,01	11,79	76,30	4,40	112,27	116,16	111,93	117,65

TABLA D.16 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA		PEND. RASANTE	DIAMETRO		SECC. PLENA		VEL. GAST O MAX.	Qr/Qc	Vr/Vc	Vr	H/D	H
ARRIBA	ABAJO		%	Cm	Pulgadas	Qc						
					L/s	m/s	m/s					m
H-2-3	G-33	20,02	20,00	8"	40,20	1,28	0,69	0,06	0,54	0,69	0,16	0,32
G-33	G-32	27,43	20,00	8"	47,14	1,50	0,81	0,06	0,54	0,81	0,16	0,32
G-32	G-31	38,56	20,00	8"	55,77	1,78	1,10	0,08	0,62	1,10	0,2	0,40
G-31	G-30	29,44	20,00	8"	48,82	1,55	1,05	0,12	0,68	1,05	0,24	0,48
G-30	G-29	25,26	20,00	8"	45,39	1,44	1,08	0,16	0,75	1,08	0,28	0,56
G-29	G-28	19,29	20,00	8"	39,18	1,25	0,98	0,20	0,78	0,98	0,3	0,60
G-28	G-27	49,48	20,00	8"	20,10	0,64	0,60	0,40	0,94	0,60	0,44	0,88
G24-1-2	G-27-2	31,70	20,00	8"	50,45	1,61	0,35	0,01	0,22	0,35	0,32	0,80
G-27-2	G-27-1	53,39	20,00	8"	66,05	2,10	0,84	0,02	0,40	0,84	0,28	0,20
G-27-1	G-27	121,29	20,00	8"	98,47	3,13	1,10	0,01	0,35	1,10	0,24	0,16
G-27	G-26	83,63	20,00	8"	82,38	2,62	1,78	0,12	0,68	1,78	0,34	0,48
G-26	G-25	12,15	20,00	8"	31,14	0,99	0,79	0,32	0,80	0,79	0,58	0,76
G-25	G-24	16,16	20,00	8"	35,96	1,14	0,98	0,28	0,86	0,98	0,54	0,72
G24-1-2	G24-1-1	18,37	20,00	8"	39,18	1,25	0,50	0,02	0,40	0,50	0,52	0,20
G24-1-1	G-24	67,40	20,00	8"	73,85	2,35	0,94	0,02	0,40	0,94	0,52	0,20
G24-15	G24-14	171,36	20,00	8"	117,20	3,73	1,08	0,01	0,29	1,08	0,06	0,12
G24-14	G24-13	187,28	20,00	8"	123,90	3,94	1,58	0,02	0,40	1,58	0,1	0,20
G24-13	G24-12	198,34	20,00	8"	127,12	4,05	1,62	0,02	0,40	1,62	0,1	0,20
G24-12	G24-11	199,95	20,00	8"	127,12	4,05	1,62	0,02	0,40	1,62	0,1	0,20
G24-11	G24-10	15,30	20,00	8"	35,39	1,13	0,77	0,12	0,68	0,77	0,24	0,48
G24-10	G24-9	48,62	20,00	8"	62,60	1,99	1,23	0,09	0,62	1,23	0,2	0,40

TABLA D.17 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA		PEND. RASANTE	DIAMETRO		SECC. PLENA		VEL. GAST MAX.	Qr/Qc	Vr/Vc	Vr	H/D	H
ARRIBA	ABAJO		%	Cm	Pulgadas	Qc						
					L/s	m/s	m/s					m
G24-9	G24-8	46,70	20,00	8"	61,30	1,95	1,27	0,10	0,65	1,27	0,22	0,44
G24-8	G24-7	74,48	20,00	8"	77,59	2,47	1,43	0,08	0,58	1,43	0,18	0,36
G24-7	G24-6	73,27	20,00	8"	77,06	2,45	1,52	0,09	0,62	1,52	0,2	0,40
G24-6	G24-5	3,46	20,00	8"	40,70	1,30	0,98	0,18	0,75	0,98	0,28	0,56
G24-5	G24-4	4,64	20,00	8"	18,86	0,60	0,56	0,40	0,94	0,56	0,44	0,88
G24-4	G24-3	5,45	20,00	8"	18,86	0,60	0,56	0,41	0,93	0,56	0,44	0,88
G24-3	G24-2	5,52	20,00	8"	18,85	0,60	0,58	0,44	0,97	0,58	0,46	0,92
G24-2	G24-1	26,86	20,00	8"	18,86	0,60	0,59	0,47	0,98	0,59	0,48	0,96
G24-1	G24	26,46	20,00	8"	46,71	1,49	1,16	0,20	0,78	1,16	0,04	0,60
G24	G23	21,44	20,00	8"	41,68	1,33	1,33	0,50	1,00	1,33	0,5	1,00
G23	G22	25,27	20,00	8"	44,94	1,43	1,40	0,47	0,98	1,40	0,48	0,96
G22	G21	22,15	20,00	8"	42,16	1,34	1,34	0,50	1,00	1,34	0,5	1,00
G20-6	G21	24,48	20,00	8"	44,49	1,42	0,31	0,00	0,22	0,31	0,04	0,08
G21	G20	8,8	25,00	8"	48,89	1,00	0,96	0,44	0,96	0,96	0,46	0,92
G20-7	G20-6	20,46	20,00	8"	40,70	1,30	0,29	0,01	0,22	0,29	0,04	0,08
G20-6	G20-5	4,39	20,00	8"	18,86	0,60	0,18	0,01	0,30	0,18	0,06	0,12
G20-5	G20-4	16,21	20,00	8"	35,96	1,14	0,40	0,01	0,35	0,40	0,08	0,16
G20-4	G20-3	17,35	20,00	8"	37,60	1,20	0,48	0,02	0,40	0,48	0,1	0,20
G20-3	G20-2	8,01	20,00	8"	25,42	0,81	0,37	0,03	0,46	0,37	0,12	0,24
G20-2	G20-1	11,93	20,00	8"	31,14	0,99	0,50	0,04	0,51	0,50	0,14	0,28
G20-1	G20	15,53	20,00	8"	35,39	1,13	0,57	0,03	0,50	0,57	0,14	0,28

TABLA D.18 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA		PEND RASANTE	DIAMETRO		SECC. PLENA		VEL. GAST MAX.	Qr/Qc	Vr/Vc	Vr	H/D	H
					Qc	Vc						
ARRIBA	ABAJO	%	Cm	Pulgadas	L/s	m/s	m/s					m
G20	G19	6,12	25,00	10"	41,55	0,85	1,27	0,55	1,04	0,88	0,54	1,08
G19	G18	9,21	25,00	10"	48,89	1,00	1,43	0,47	0,98	0,98	0,48	0,96
G18-15	G18-14	29,77	20,00	8"	49,23	1,57	1,52	0,00	0,22	0,34	0,04	0,08
G18-14	G18-13	32,82	20,00	8"	51,64	1,64	0,98	0,01	0,29	0,48	0,06	0,12
G18-13	G18-12	34,74	20,00	8"	53,18	1,69	0,56	0,03	0,45	0,76	0,12	0,24
G18-12	G18-11	14,03	20,00	8"	34,81	1,11	0,56	0,06	0,54	0,60	0,12	0,24
G18-11-5	G18-11-4	24,12	20,00	8"	44,04	1,40	0,58	0,03	0,45	0,63	0,4	0,24
G18-11-4	G18-11-3	23,21	20,00	8"	43,11	1,37	0,59	0,06	0,54	0,74	0,16	0,32
G18-11-3	G18-11-2	27,71	20,00	8"	47,56	1,51	1,16	0,05	0,54	0,82	0,16	0,32
G18-15	G18-11-2-1	17,47	20,00	8"	37,60	1,18	1,33	0,03	0,27	0,32	0,16	0,96
G18-11-2-1	G18-11-2	15,14	20,00	8"	34,81	1,11	1,40	0,11	0,65	0,72	0,22	0,44
G18-11-2	G18-11-1	28,81	20,00	8"	48,41	1,54	1,34	0,08	0,62	0,95	0,2	0,40
G18-11-1	G18-11	27,06	20,00	8"	46,71	1,49	0,31	0,09	0,62	0,92	0,2	0,40
G18-11	G18-10	13,92	20,00	8"	33,63	1,07	0,96	0,20	0,79	0,84	0,3	0,60
G18-10	G18-9	6,25	20,00	8"	22,92	0,73	0,29	0,31	0,88	0,64	0,38	0,76
G18-7-2-2	G18-9-2	23,26	20,00	8"	44,04	1,40	0,18	0,00	0,22	0,31	0,04	0,08
G18-9-2	G18-9-1	25,27	20,00	8"	45,39	1,44	0,40	0,01	0,22	0,32	0,04	0,08
G18-9-1	G18-9	26,86	20,00	8"	46,71	1,49	0,48	0,01	0,22	0,33	0,04	0,08

TABLA D.19 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA		PEND. RASANTE	DIAMETRO		SECC. PLENA		VEL GAST MAX.	Qr/Qc	Vr/Vc	Vr	H/D	H
ARRIBA	ABAJO		%	Cm	Pulgadas	Qc						
					L/s	m/s	m/s					m
G18-9	G18-8	4,42	20,00	8"	18,86	0,60	0,59	0,45	0,98	0,59	0,48	0,96
G18-7-2-1	G18-8-1	17,52	20,00	8"	37,60	1,20	0,35	0,01	0,29	0,35	0,04	0,12
G18-8-1	G18-8	17,31	20,00	8"	37,60	1,20	0,42	0,01	0,35	0,42	0,22	0,16
G18-8	G18-7	31,17	20,00	8"	50,45	1,61	1,26	0,19	0,78	1,26	0,3	0,60
G18-11-5	G18-7-5	26,20	20,00	8"	45,83	1,46	0,79	0,05	0,54	0,79	0,16	0,32
G18-7-5	G18-7-4	43,32	20,00	8"	59,29	1,89	1,02	0,06	0,54	1,02	0,16	0,32
G18-7-4	G18-7-3	10,79	20,00	8"	29,81	0,95	0,71	0,18	0,75	0,71	0,28	0,56
G18-7-3	G18-7-2	14,67	20,00	8"	34,23	1,09	0,85	0,20	0,78	0,85	0,3	0,60
G18-11-3	G18-7-2-3	17,73	20,00	8"	37,60	1,20	0,26	0,01	0,22	0,26	0,04	0,08
G18-7-2-3	G18-7-2-2	15,19	20,00	8"	35,39	1,13	0,81	0,01	0,72	0,81	0,26	0,52
G18-7-2-2	G18-7-2-1	24,11	20,00	8"	44,04	1,40	0,56	0,02	0,40	0,56	0,16	0,20
G18-7-2-1	G18-7-2	36,75	20,00	8"	54,31	1,73	0,69	0,02	0,40	0,69	0,08	0,16
G18-7-2	G18-7-1	14,97	20,00	8"	34,81	1,11	0,92	0,25	0,83	0,92	0,34	0,20
G18-7-1	G18-7	16,88	20,00	8"	37,06	1,18	0,98	0,25	0,83	0,98	0,34	0,68
G18-7	G18-6	33,68	20,00	8"	52,03	1,66	1,53	0,38	0,92	1,53	0,42	0,84
G18-6	G18-5	43,17	20,00	8"	59,29	1,89	1,85	0,34	0,98	1,70	0,48	0,96
G18-5	G18-4	3,32	25,00	10"	29,61	0,60	0,65	0,70	1,08	0,65	0,475	1,55

TABLA D.20 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA		PEND. RASANTE	DIAMETRO		SECC. PLENA		VEL. GAS TOMA X.	Qr/Qc	Vr/Vc	Vr	H/D	H
ARRIBA	ABAJO		%	Cm	Pulgadas	Qc						
					L/s	m/s	m/s					m
G18-4	G18-3	3,44	25,00	10"	29,61	0,60	0,65	0,70	1,08	0,65	0,775	1,55
G18-3	G18-2	3,80	25,00	10"	32,60	0,66	0,70	0,65	1,06	0,70	0,725	1,45
G18-2	G18-1	8,74	25,00	10"	47,52	0,97	0,95	0,45	0,98	0,95	0,35	1,15
G18-1-1	G18-1	11,59	25,00	10"	55,27	1,13	0,77	0,01	0,68	0,77	0,3	0,60
G18-1	G18	10,14	25,00	10"	51,54	1,05	1,01	0,43	0,96	1,01	0,575	1,15
G18	G17	9,20	30,00	12"	72,58	1,03	1,09	0,65	1,06	1,09	0,87	1,74
G17	G16	9,31	30,00	12"	70,12	0,99	1,06	0,69	1,07	1,06	0,9	1,80
G16	G15	3,98	30,00	12"	53,00	0,75	1,51	0,91	2,01	1,51	1,11	2,22
G15	G14	22,12	30,00	12"	124,31	1,76	1,65	0,40	0,94	1,65	0,66	1,32
G14	G13	13,70	30,00	12"	99,16	1,40	1,43	0,52	1,02	1,43	0,78	1,56
G13	G12	13,61	30,00	12"	97,38	1,38	1,41	0,54	1,02	1,41	0,78	1,56
G12	G11	15,90	30,00	12"	106,01	1,50	1,50	0,50	1,00	1,50	0,75	1,50
G11-4	G11-3	7,15	20,00	8"	23,78	0,76	0,27	0,01	0,36	0,27	0,08	0,16
G11-3	G11-2	4,29	20,00	8"	18,86	0,60	0,24	0,02	0,40	0,24	0,1	0,20
G11-2	G11-1	4,38	20,00	8"	18,86	0,60	0,27	0,03	0,45	0,27	0,12	0,24
G11-1	G11	4,46	20,00	8"	18,86	0,60	0,30	0,03	0,50	0,30	0,14	0,28
G11	G10	20,32	30,00	12"	119,99	1,70	1,63	0,45	0,96	1,63	0,69	1,38
G10	G9	10,90	30,00	12"	124,31	1,76	1,69	0,44	0,96	1,69	0,69	1,38
G9	G8	21,82	30,00	12"	124,31	1,76	1,69	0,44	0,96	1,69	0,69	1,38
G8	G7	19,61	30,00	12"	118,52	1,68	1,65	0,47	0,98	1,65	0,72	1,44

TABLA D.21 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA		PEND. RASANTE	DIAMETRO		SECC. PLENA		VEL. GASTO MAX.	Qr/Qc	Vr/Vc	Vr	H/D	H
ARRIBA	ABAJO		Qc	Vc	L/s	m/s						
		%	Cm	Pulgadas								m
G6	G5	5,97	30,00	12"	64,92	0,92	1,05	0,92	1,14	1,05	1,14	2,28
G53-7	G5-2	4,42	20,00	8"	18,86	0,60	0,24	0,02	0,40	0,24	0,1	0,20
G5-2	G5-1	4,12	20,00	8"	18,86	0,60	0,27	0,03	0,45	0,27	0,12	0,24
G5-1	G5	4,63	20,00	8"	18,86	0,60	0,27	0,03	0,45	0,27	0,12	0,24
G5	G4	6,82	30,00	12"	70,12	0,99	1,12	0,88	1,13	1,12	1,08	2,16
G4	G3	16,42	30,00	12"	99,16	1,40	1,48	0,63	1,06	1,48	0,87	1,74
G3	G2	13,58	30,00	12"	97,38	1,38	1,46	0,65	1,06	1,46	0,87	1,74
G2	G1	18,93	30,00	12"	115,52	1,63	1,66	0,55	1,02	1,66	0,78	1,56
G1	A49	19,40	30,00	12"	117,03	1,66	1,69	0,55	1,02	1,69	0,78	1,56

TABLA D.22 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA		PEND. RASANTE	DIAMETRO		SECC. PLENA		VEL. GASTO MAX.	Qr/Qc	Vr/Vc	Vr	H/D	H
ARRIBA	ABAJO		Qc	Vc	L/s	m/s						
		%	Cm	Pulgadas								m
A61-4	A64-5	4,41	20,00	8"	18,86	0,60	0,21	0,01	0,35	0,21	0,12	0,16
A64-5	A64-4	3,24	20,00	8"	18,86	0,60	0,27	0,03	0,45	0,27	0,14	0,24
A64-4	A64-3	3,91	20,00	8"	18,86	0,60	0,30	0,04	0,50	0,30	0,04	0,28
A68	A64-3-9	4,32	20,00	8"	18,86	0,60	0,13	0,01	0,22	0,13	0,16	0,08
A64-3-9	A64-3-8	4,31	20,00	8"	18,86	0,60	0,32	0,05	0,53	0,32	0,16	0,32
A64-3-8	A64-3-7	24,05	20,00	8"	18,86	0,60	0,32	0,05	0,53	0,32	0,16	0,32

TABLA D.23 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA		PEND. RASANTE	DIAMETRO		SECC. PLENA		VEL. GASTO MAX.	Qr/Qc	Vr/Vc	Vr	H/D	H
ARRIBA	ABAJO		%	Cm	Pulgadas	Qc						
					L/s	m/s	m/s					m
A64-3-7	A64-3-6	4,00	20,00	8"	20,10	0,64	0,34	0,06	0,53	0,34	0,16	0,32
A64-3-6	A64-3-5	1,37	20,00	8"	26,21	0,83	0,45	0,06	0,54	0,45	0,16	0,32
A64-3-5	A64-3-4	9,16	20,00	8"	29,81	0,95	0,51	0,06	0,54	0,51	0,18	0,32
A64-3-4	A64-3-3	15,73	20,00	8"	27,71	0,88	0,51	0,08	0,58	0,51	0,22	0,36
A64-3-3	A64-3-2	13,86	20,00	8"	21,08	0,67	0,44	0,11	0,66	0,44	0,12	0,44
A64-3-2-3	A64-3-2-2	4,31	20,00	8"	26,97	0,60	0,21	0,01	0,35	0,21	0,08	0,24
A64-3-2-2	A64-3-2-1	155,22	20,00	8"	32,41	1,03	0,36	0,01	0,35	0,36	0,14	0,16
A64-3-2-1	A64-3-2	56,71	20,00	8"	18,86	0,60	0,30	0,03	0,50	0,30	0,16	0,28
A64-3-2	A64-3-1	22,02	20,00	8"	43,58	1,39	0,86	0,08	0,62	0,86	0,16	0,00
A64-3-1	A64-3	39,48	20,00	8"	56,49	1,80	0,97	0,06	0,54	0,97	0,28	0,32
A64-3	A64-2	6,68	20,00	8"	23,78	0,76	0,57	0,19	0,75	0,57	0,24	0,56
A64-2	A64-1	14,29	20,00	8"	33,63	1,07	0,73	0,13	0,68	0,73	0,26	0,48
A64-1	A64	10,40	20,00	8"	29,13	0,93	0,66	0,16	0,71	0,66	0,00	0,52

TABLA D.24 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA		PEND. RASANTE	DIAMETRO		SECC. PLENA		VEL. GASTO MAX.	Qr/Qc	Vr/Vc	Vr	H/D	H
ARRIBA	ABAJO		Qc	Vc								
		%	Cm	Pulgadas	L/s	m/s	m/s					m
A51-3	A51-2	22,47	20,00	8"	42,64	1,36	0,30	0,00	0,22	0,30	0,08	0,08
A51-2	A51-1	5,89	20,00	8"	22,02	0,70	0,25	0,02	0,36	0,25	0,1	0,16
A51-1	A51	5,92	20,00	8"	22,02	0,70	0,28	0,02	0,40	0,28	0	0,20

TABLA D.25 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA		PEND. RASANTE	DIAMETRO		SECC. PLENA		VEL. GASTO MAX.	Qr/Qc	Vr/Vc	Vr	H/D	H
ARRIBA	ABAJO		Qc	Vc								
		%	Cm	Pulgadas	L/s	m/s	m/s					m
H-7	H-6	30,33	20,00	8"	49,64	1,58	0,35	0,01	0,22	0,35	0,04	0,08
H-6	H-5	334,01	20,00	8"	156,98	5,00	1,10	0,01	0,22	1,10	0,1	0,08
H-5	H-4	51,53	20,00	8"	64,51	2,05	0,82	0,02	0,40	0,82	0,12	0,20
H-4	H-3	50,55	20,00	8"	63,88	2,03	0,91	0,03	0,45	0,91	0,12	0,24
H-3	H-2	49,99	20,00	8"	63,56	2,02	0,91	0,03	0,45	0,91	0,3	0,24
H2-3	H2-2	4,37	20,00	8"	40,70	1,30	0,47	0,09	0,36	0,47	0,32	0,60
H2-2	H2-1	4,48	20,00	8"	26,21	0,83	0,48	0,17	0,58	0,48	0,34	0,64
H2-1	H-2	4,47	20,00	8"	39,69	1,26	0,50	0,12	0,40	0,50	0,4	0,68
H-2	H-1	4,28	20,00	8"	37,06	1,18	0,54	0,18	0,46	0,54	0,14	0,80

F-2	F-1	4,66	20,00	8"	18,86	0,60	0,30	0,04	0,50	0,30	0,16	0,28
F-1	H-1	4,05	20,00	8"	35,39	1,13	0,61	0,05	0,54	0,61	0,28	0,32
H-1	H	38,95	20,00	8"	56,14	1,79	1,34	0,16	0,75	0,59	0,28	0,56

TABLA D.26 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA		PEND. RASANTE	DIAMETRO		SECC. PLENA		VEL. GASTO MAX.	Qr/Qc	Vr/Vc	Vr	H/D	H
ARRIBA	ABAJO	%	Cm	Pulgadas	Qc	Vc	m/s					m
H-1	BV-73	35,11	20,00	8"	53,18	1,69	1,27	0,17	0,75	0,60	0,00	0,10

TABLA D.27 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA		PEND. RASANTE	DIAMETRO		SECC. PLENA		VEL. GASTO MAX.	Qr/Qc	Vr/Vc	Vr	H/D	H
ARRIBA	ABAJO	%	Cm	Pulgadas	Qc	Vc	m/s					m
H-2-2	BV-73	46,23	20,00	8"	0,00	0,00	0,56	0,00	0,00	0,56	0,00	0,01

TABLA D.28 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA		PEND. RASANTE	DIAMETRO		SECC. PLENA		VEL. GASTO MAX.	Qr/Qc	Vr/Vc	Vr	H/D	H
ARRIBA	ABAJO		%	Cm	Pulgadas	L/s						
A53-1-7	A58-5	10,35	20,00	8"	18,86	0,60	0,13	0,01	0,22	0,13	0,40	0,08
A58-5	A58-4	3,81	20,00	8"	18,86	0,60	0,24	0,02	0,40	0,24	1,00	0,20
A58-4	A58-3	3,05	20,00	8"	18,86	0,60	0,24	0,02	0,40	0,24	1,00	0,20
A58-3	A58-2	6,14	20,00	8"	18,86	0,60	0,27	0,03	0,45	0,27	1,2	0,24

TABLA D.29 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA		PEND. RASANTE	DIAMETRO		SECC. PLENA		VEL. GASTO MAX.	Qr/Qc	Vr/Vc	Vr	H/D	H
ARRIBA	ABAJO		%	Cm	Pulgadas	L/s						
A58-2	A58-1	3,45	20,00	8"	18,86	0,60	0,3	0,04	0,50	0,3	1,40	0,28
A58-1	A58	1,83	20,00	8"	18,86	0,60	0,32	0,05	0,53	0,32	1,60	0,32

TABLA D.30 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA	PEN D. RAS ANT	DIAMETRO		SECC. PLENA		VEL. GASTO MAX.	Qr/Qc	Vr/Vc	Vr	H/D	H
		Cm	Pulgadas	L/s	m/s						

		E										
ARRIBA	ABAJO	%o	Cm	Pulgadas	L/s	m/s	m/s					m
G-26	A61-14	36,25	20,00	8"	54,31	1,73	0,38	0,00	0,22		0,04	0,08
A61-14	A61-13	35,21	20,00	8"	53,18	1,69	0,37	0,00	0,22		0,04	0,08
A61-13-2	A61-13-1	4,50	20,00	8"	38,14	1,21	0,21	0,00	0,17		0,08	0,16
A61-13-1	A61-13	34,70	20,00	8"	52,80	1,68	0,37	0,00	0,22		0,04	0,08
A61-13	A61-12	13,80	20,00	8"	33,63	1,07	0,31	0,01	0,29		0,06	0,12
A61-12-2	A61-12-1	3,27	20,00	8"	30,48	0,97	0,21	0,01	0,22		0,08	0,16
A61-12-1	A61-12	5,99	20,00	8"	18,86	0,60	0,24	0,02	0,40		0,1	0,20
A61-12	A61-11	21,63	20,00	8"	41,19	1,31	0,52	0,02	0,40		0,1	0,20
A61-11	A61-10	15,62	20,00	8"	34,81	1,11	0,50	0,03	0,45		0,12	0,24

TABLA D.31 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA		PEN D. RAS	DIAMETRO		SECC. PLENA		VEL. GASTO MAX.	Qr/Qc	Vr/Vc	Vr	H/D	H
ARRIBA	ABAJO	%o	Cm	Pulgadas	L/s	m/s	m/s					m
A61-10-3	A61-10-2	6,33	20,00	8"	26,21	0,83	0,21	0,01	0,25		0,08	0,16
A61-10-2-1	A61-10-2	1,43	20,00	8"	31,78	1,01	0,24	0,01	0,24		0,1	0,20
A61-10-2	A61-10-1	30,62	20,00	8"	28,43	0,90	0,27	0,02	0,30		0,12	0,24
A61-10-1-1	A61-10-1	4,31	20,00	8"	32,41	1,03	0,30	0,02	0,29		0,14	0,28
A61-10	A61-9	3,25	20,00	8"	31,78	1,01	0,35	0,04	0,34		0,18	0,36
A61-9-1	A61-9	4,10	20,00	8"	33,63	1,07	0,62	0,07	0,58		0,18	0,36
A61-9	A61-8	5,45	20,00	8"	44,04	1,40	0,17	0,00	0,12		0,06	0,12
A61-8-1	A61-8	9,77	20,00	8"	58,60	1,87	0,94	0,04	0,50		0,14	0,28
A61-8	A61-7	4,38	20,00	8"	41,68	1,33	0,17	0,00	0,13		0,06	0,12

A61-7	A61-6	3,03	20,00	8"	18,86	0,60	0,43	0,14	0,72		0,26	0,52
A61-6	A61-5	3,91	20,00	8"	18,86	0,60	0,43	0,15	0,72		0,26	0,52
A61-5	A61-4	7,77	20,00	8"	33,63	1,07	0,45	0,09	0,42		0,28	0,56
A61-4	A61-3	37,27	20,00	8"	38,14	1,21	0,45	0,08	0,37		0,28	0,56
A61-3	A61-2	25,33	20,00	8"	44,49	1,42	0,88	0,08	0,62		0,2	0,40
A61-2	A61-1	25,33	20,00	8"	45,39	1,44	0,89	0,08	0,62		0,2	0,40
A61-2	A61-1	22,64	20,00	8"	42,64	1,36	0,84	0,09	0,62		0,2	0,40
A61-1	A61	41,70	20,00	8"	57,91	1,84	1,07	0,07	0,58		0,18	0,36

TABLA D.32 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA		PEND RAS	DIAMETR O		SECC. PLENA		VEL. GASTO MAX.	Qr/ Qc	Vr/ Vc	Vr	H/D	H
ARRIBA	ABAJO	%	Cm	Pulg ad as	L/s	m/s	m/s					m
A61-8	A53-1-12	23,59	20,00	8"	43,58	1,39	0,31	0,00	0,22		0,04	0,08
A53-1-12	A53-1-11	20,57	20,00	8"	40,70	1,30	0,38	0,01	0,29		0,06	0,12
A53-1-11	A53-1-10	20,95	20,00	8"	41,19	1,31	0,38	0,01	0,29		0,06	0,12
A53-1-10-6	A53-1-10-5	4,45	20,00	8"	41,19	1,31	0,21	0,01	0,16		0,08	0,16
A53-1-10-5	A53-1-10-4	4,44	20,00	8"	39,18	1,25	0,24	0,01	0,19		0,1	0,20
A53-1-10-4	A53-1-10-3	4,42	20,00	8"	40,20	1,28	0,27	0,01	0,21		0,12	0,24

A53-1-10-3	A53-1-10-2	5,23	20,00	8"	21,08	0,67	0,19	0,01	0,29		0,06	0,12
A61-7	A53-1-10-2-2	24,68	20,00	8"	41,68	1,33	0,47	0,01	0,35		0,08	0,16
A53-1-10-2-2	A53-1-10-2-1	20,81	20,00	8"	41,19	1,31	0,59	0,03	0,45		0,12	0,24
A53-1-10-2-1	A53-1-10-2	302,44	20,00	8"	24,62	0,78	0,39	0,05	0,50		0,14	0,28
A53-1-10-2	A53-1-10-1	0,89	20,00	8"	40,20	1,28	0,13	0,00	0,10		0,04	0,08
A53-1-10-1	A53-1-10	3,75	20,00	8"	18,86	0,60	0,32	0,06	0,54		0,16	0,32
A53-1-10	A53-1-9	20,27	20,00	8"	40,20	1,28	0,69	0,06	0,54		0,16	0,32
A53-1-9-5	A53-1-9-4	4,30	20,00	8"	18,86	0,60	2,40	0,02	4,00		0,1	0,20
A53-1-9-4	A53-1-9-3	3,80	20,00	8"	22,92	0,73	0,30	0,04	0,41		0,14	0,28
A53-1-9-3	A53-1-9-2	4,29	20,00	8"	37,07	1,18	0,37	0,04	0,32		0,2	0,40
A53-1-9-2	A53-1-9-1	4,50	20,00	8"	18,86	0,60	0,41	0,13	0,68		0,24	0,48
A53-1-9-1	A53-1-9	4,50	20,00	8"	26,97	0,86	0,47	0,13	0,54		0,3	0,60

TABLA D.33 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA		PEND. RASA N	DIAMETRO		SECC. PLENA		VEL. GASTO MAX.	Qr/Qc	Vr/Vc	Vr	H/D	H
ARRIBA	ABAJO		%	Cm	Pulgadas	Qc						
					L/s	m/s	m/s					m
A53-1-9	A53-1-8	26,92	20,00	8"	46,71	1,49	1,01	0,13	0,68		0,24	0,48
A53-1-8	A53-1-7	25,84	20,00	8"	45,83	1,46	0,99	0,13	0,68		0,24	0,48
A53-1-9-2	A53-1-7-4	23,90	20,00	8"	42,16	1,34	0,47	0,01	0,35		0,08	0,16
A53-1-7-4	A53-1-7-3	8,70	20,00	8"	25,42	0,81	0,32	0,02	0,40		0,1	0,20
A53-1-7-3	A53-1-7-2	4,35	20,00	8"	18,86	0,60	0,32	0,05	0,54		0,16	0,32
A53-1-7-2	A53-1-7-1	4,35	20,00	8"	18,86	0,60	0,32	0,06	0,54		0,16	0,32

A53-1-7-1	A53-1-7	4,36	20,00	8"	18,86	0,60	0,35	0,06	0,58		0,18	0,36
A53-1-7	A53-1-6	29,94	20,00	8"	49,23	1,57	1,13	0,15	0,72		0,26	0,52
A53-1-6	A53-1-5	31,29	20,00	8"	50,45	1,61	1,16	0,15	0,72		0,26	0,52
A53-1-5	A53-1-4	32,28	20,00	8"	51,24	1,63	1,17	0,15	0,72		0,26	0,52
A53-1-4-1	A53-1-4	4,35	20,00	8"	25,42	0,81	0,24	0,01	0,30		0,1	0,20
A53-1-4	A53-1-3	14,44	20,00	8"	34,23	1,09	0,90	0,24	0,83		0,34	0,68
A53-1-3	A53-1-2	4,44	20,00	8"	18,86	0,60	0,59	0,45	0,98		0,48	0,92
A53-1-2	A53-1-1	21,12	20,00	8"	41,19	1,31	1,02	0,21	0,78		0,3	0,60
A53-1-1	A53-1	19,07	20,00	8"	39,18	1,25	1,00	0,23	0,80		0,32	0,64
A53-10	A53-9	11,03	20,00	8"	29,81	0,95	0,38	0,02	0,40		0,1	0,20

TABLA D.34 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS COLECTORES, TIRANTE Y VELOCIDAD REAL.

TRAMO BOCA DE VISITA		PEND. RASAN	DIAMETRO		SECC. PLENA		VEL. GAST MAX.	Qr/Qc	Vr/Vc	Vr	H/D	H
ARRIBA	ABAJO		%	Cm	Pulg.	Qc						
					L/s	m/s	m/s					m
A53-9-1	A53-9	6,51	20,00	8"	18,86	0,60	1,01	0,01	0,35		0,08	0,16
A53-9	A53-8	8,57	20,00	8"	26,21	0,83	0,99	0,05	0,50		0,14	0,28
A53-8-1	A53-8	4,45	20,00	8"	18,86	0,60	0,47	0,00	0,22		0,04	0,08
A53-8	A53-7	9,18	20,00	8"	24,62	0,78	0,32	0,06	0,54		0,16	0,32
A53-7	A53-6	4,47	20,00	8"	18,86	0,60	0,32	0,09	0,62		0,2	0,40
A53-6-1	A53-6	10,15	20,00	8"	28,43	0,90	0,32	0,01	0,62		0,2	0,40
A53-6	A53-5	10,47	20,00	8"	29,13	0,93	0,35	0,07	0,58		0,18	0,36
A53-5	A53-4	13,45	20,00	8"	33,03	1,05	1,13	0,06	0,54		0,16	0,32
A53-4	A53-3	24,71	20,00	8"	44,94	1,43	1,16	0,05	0,50		0,14	0,28
A53-3	A53-2	20,87	20,00	8"	41,19	1,31	1,17	0,05	0,54		0,16	0,32
A53-1-3	A53-1	223,34	20,00	8"	18,86	0,60	0,24	0,01	0,35		0,1	0,16
A53-2-6	A53-2-5	4,59	20,00	8"	18,86	0,60	0,90	0,02	0,40		0,1	0,20
A53-2-5	A53-2-4	11,31	20,00	8"	30,48	0,97	0,59	0,01	0,35		0,08	0,16
A53-2-4	A53-2-3	11,98	20,00	8"	31,14	0,99	1,02	0,01	0,40		0,1	0,20
A53-2-3	A53-2-2	23,36	20,00	8"	43,58	1,39	1,00	0,01	0,35		0,08	0,16
A53-2-2	A53-2-1	25,69	20,00	8"	45,63	1,46	0,38	0,01	0,35		0,08	0,16
A53-2-1	A53-2	19,01	20,00	8"	39,69	1,26	1,01	0,02	0,40		0,1	0,20
A53-2	A53-1	10,48	20,00	8"	29,13	0,93	0,99	0,40	0,96		0,46	0,92
A53-1	A53	4,46	20,00	8"	18,86	0,60	0,47	0,64	1,06		0,58	1,16

TABLA D.35 CÁLCULO DE LOS TIPO DE APOYO Y BOCAS DE VISITA, ESCALONES DE LOS COLECTORES Y CLASES DE TUBERIAS.

TRAMO DE BOCA DE VISITA		Vr1	Vr2	H1	H2	α	Vm	hr	K	TIPO DE APOYO	TIPO DE BV	CLASE DE TUB	PROF. MAX DE BV
H-2-3	G-33	0,69	0,69	0,32	0,32	0,00	0,69	0,01	0,00	B	Ia	II	3,89
G-33	G-32	0,69	0,81	0,32	0,32	6,00	0,81	0,12	0,10	B	Ia	II	3,89
G-32	G-31	0,81	1,10	0,32	0,40	11,0	1,10	0,08	0,20	B	Ia	II	4,14
G-31	G-30	1,10	1,05	0,40	0,48	4,00	1,10	0,09	0,10	B	Ia	II	3,89
G-30	G-29	1,05	1,08	0,48	0,56	9,00	1,08	0,03	0,20	B	Ia	II	3,89
G-29	G-28	1,08	0,98	0,56	0,60	8,00	1,08	0,25	0,20	B	Ia	II	3,89
G-28	G-27	0,98	0,60	0,60	0,88	30,00	0,98	0,00	0,20	B	Ia	II	3,89
G24-1-2	G-27-2	0,35	0,35	0,80	0,80	0,00	0,35	-0,56	0,00	B	Ia	II	1,35
G-27-2	G-27-1	0,35	0,84	0,80	0,20	18,00	0,84	0,00	0,10	B	Ia	II	1,35
G-27-1	G-27	0,84	1,10	0,20	0,16	69,00	1,10	-0,22	0,10	B	Ia	II	1,35
G-27	G-26	1,78	1,78	0,48	0,48	18,00	1,78	0,13	0,10	B	Ia	II	4,13
G-26	G-25	1,78	0,79	0,48	0,76	5,00	1,78	-0,02	0,20	B	Ia	II	4,14
G-25	G-24	0,79	0,98	0,76	0,72	12,00	0,98	0,00	0,00	B	Ia	II	4,14
G24-1-2	G24-1-1	0,50	0,50	0,20	0,20	0,00	0,50	0,04	0,00	B	Ia	II	1,35
G24-1-1	G-24	0,50	0,94	0,20	0,20	6,00	0,94	0,00	0,20	B	Ia	II	1,18
G24-15	G24-14	1,08	1,08	0,12	0,12	0,00	1,08	0,16	0,00	B	Ia	II	1,18
G24-14	G24-13	1,08	1,58	0,12	0,20	6,00	1,58	0,01	0,10	B	Ia	II	1,34
G24-13	G24-12	1,58	1,62	0,20	0,20	3,00	1,62	0,00	0,10	B	Ia	II	1,20

TABLA D.36 CÁLCULO DE LOS TIPO DE APOYO Y BOCAS DE VISITA, ESCALONES DE LOS COLECTORES Y CLASES DE TUBERIAS.

TRAMO DE BOCA DE VISITA		Vr1	Vr2	H1	H2	α	Vm	hr	K	TIPO DE APOYO	TIPO DE BV	CLASE DE TUBERIA	PROF. MAX DE BV
G24-12	G24-11	1,62	1,62	0,20	0,20	72,00	1,62	0,03	0,10	B	Ia	II	1,22
G24-11	G24-10	1,62	0,77	0,20	0,48	6,00	1,62	0,16	0,20	B	Ia	II	1,36
G24-10	G24-9	0,77	1,23	0,48	0,40	2,00	1,23	-0,03	0,10	B	Ia	II	1,36
G24-9	G24-8	1,23	1,27	0,40	0,44	5,00	1,27	0,05	0,10	B	Ia	II	1,36
G24-8	G24-7	1,27	1,43	0,44	0,36	5,00	1,43	-0,05	0,10	B	Ia	II	1,36
G24-7	G24-6	1,43	1,52	0,36	0,40	15,00	1,52	0,07	0,10	B	Ia	II	1,35
G24-6	G24-5	1,52	0,98	0,40	0,56	16,00	1,52	0,08	0,20	B	Ia	II	1,35
G24-5	G24-4	0,98	0,56	0,56	0,88	5,00	0,98	0,28	0,20	B	Ia	II	1,63
G24-4	G24-3	0,56	0,56	0,88	0,88	5,00	0,56	0,00	0,10	B	Ia	II	2,59
G24-3	G24-2	0,56	0,58	0,88	0,92	4,00	0,58	0,04	0,10	B	Ia	II	3,38
G24-2	G24-1	0,58	0,59	0,92	0,96	15,00	0,59	0,04	0,10	B	Ia	II	4,14
G24-1	G24	1,16	1,16	0,96	0,60	76,00	1,16	-0,28	0,20	B	Ia	II	4,46
G24	G23	1,33	1,33	1,00	1,00	0,00	1,33	0,32	0,20	B	Ia	II	4,16
G23	G22	1,33	1,40	1,00	0,96	6,00	1,40	-0,02	0,10	B	Ia	II	4,45

TABLA D.37 CÁLCULO DE LOS TIPO DE APOYO Y BOCAS DE VISITA, ESCALONES DE LOS COLECTORES Y CLASES DE TUBERIAS.

TRAMO DE BOCA DE VISITA		Vr1	Vr2	H1	H2	α	Vm	hr	K	TIPO DE APOYO	TIPO DE BV	CLASE DE TUBERIA	PROF. MAX DE BV
G22	G21	1,40	1,34	1,00	1,00	2,00	1,40	0,04	0,20	B	Ia	II	4,45
G20-6	G21	0,31	0,31	0,08	0,08	97,00	0,31		0,20	B	Ia	II	1,35
G21	G20	0,96	0,96	1,00	0,92	1,00	0,96	-0,12	0,10	B	Ia	II	4,46
G20-7	G20-6	0,29	0,29	0,08	0,08	85,00	0,29		0,10	B	Ia	II	1,35
G20-6	G20-5	0,29	0,18	0,08	0,12	10,00	0,29	0,04	0,10	B	Ia	II	1,87
G20-5	G20-4	0,18	0,40	0,12	0,16	6,00	0,40	0,05	0,10	B	Ia	II	1,88
G20-4	G20-3	0,40	0,48	0,16	0,20	13,00	0,48	0,04	0,20	B	Ia	II	1,88
G20-3	G20-2	0,48	0,37	0,20	0,24	3,00	0,48	0,03	0,20	B	Ia	II	1,88
G20-2	G20-1	0,37	0,50	0,24	0,28	6,00	0,50	0,05	0,10	B	Ia	II	1,88
G20-1	G20	0,50	0,57	0,28	0,28	85,00	0,57	0,01	0,10	B	Ia	II	1,88
G20	G19	1,27	1,27	1,00	1,08	18,00	1,27	0,16	0,10	B	Ia	II	4,46
G19	G18	1,27	1,43	1,08	0,96	14,00	1,43	-0,10	0,10	B	Ia	II	4,46
G18-15	G18-14	1,52	1,52	0,08	0,08	22,00	1,52	0,00	0,10	B	Ia	II	1,35
G18-14	G18-13	1,52	0,98	0,08	0,12	1,00	1,52	0,05	0,10	B	Ia	II	1,35
G18-13	G18-12	0,98	0,56	0,12	0,24	65,00	0,98	0,14	0,20	B	Ia	II	1,49
G18-12	G18-11	0,56	0,56	0,24	0,24	4,00	0,56	-0,01	0,20	B	Ia	II	1,49

TABLA D.38 CÁLCULO DE LOS TIPO DE APOYO Y BOCAS DE VISITA, ESCALONES DE LOS COLECTORES Y CLASES DE TUBERIAS.

TRAMO DE BOCA DE VISITA		Vr1	Vr2	H1	H2	α	Vm	hr	K	TIPO DE APOYO	TIPO DE BV	CLASE DE TUBERIA	PROF. MAX DE BV
G18-11-5	G18-11-4	0,58	0,58	0,24	0,24	1,00	0,58	0,00	0,20	B	Ia	II	1,35
G18-11-4	G18-11-3	0,58	0,59	0,24	0,32	1,00	1,16	0,09	0,10	B	Ia	II	1,35
G18-11-3	G18-11-2	0,59	1,16	0,32	0,32	1,00	1,16	0,01	0,10	B	Ia	II	1,35
G18-15	G18-11-2-1	1,33	1,33	0,96	0,96	0,00	1,33	0,00	0,20	B	Ia	II	1,35
G18-11-2-1	G18-11-2	1,33	1,40	0,96	0,44	4,00	1,40	-0,50	0,20	B	Ia	II	1,35
G18-11-2	G18-11-1	1,40	1,34	0,44	0,40	2,00	1,40	0,09	0,10	B	Ia	II	1,35
G18-11-1	G18-11	1,34	0,31	0,40	0,40	1,00	1,34	0,00	0,10	B	Ia	II	1,35
G18-11	G18-10	0,96	0,96	0,24	0,60	4,00	0,96	0,38	0,20	B	Ia	II	1,82
G18-10	G18-9	0,96	0,29	0,60	0,76	1,00	0,96	0,15	0,20	B	Ia	II	1,97
G18-7-2-2	G18-9-2	0,18	0,18	0,08	0,08	0,00	0,18	0,00	0,20	B	Ia	II	1,35
G18-9-2	G18-9-1	0,18	0,40	0,08	0,08	2,00	0,40	0,00	0,20	B	Ia	II	1,35
G18-9-1	G18-9	0,40	0,48	0,08	0,08	1,00	0,48	0,00	0,10	B	Ia	II	1,35
G18-9	G18-8	0,59	0,59	0,60	0,96	1,00	0,59	0,20	0,10	B	Ia	II	2,21
G18-7-2-1	G18-8-1	0,35	0,35	0,12	0,12	1,00	0,35	0,00	0,20	B	Ia	II	1,35
G18-8-1	G18-8	0,42	0,42	0,12	0,16	0,00	0,42	0,04	0,20	B	Ia	II	1,35

TABLA D.39 CÁLCULO DE LOS TIPO DE APOYO Y BOCAS DE VISITA, ESCALONES DE LOS COLECTORES Y CLASES DE TUBERIAS.

TRAMO DE BOCA DE VISITA		Vr1	Vr2	H1	H2	α	Vm	hr	K	TIP O DE APOYO	TIPO DE BV	CLAS E DE TUBE RIA	PROF. MAX DE BV
G18-8	G18-7	1,26	1,26	0,60	0,60	1,00	1,26	-0,29	0,10	B	Ia	II	2,21
G18-11-5	G18-7-5	0,79	0,79	0,32	0,32	2,00	0,79		0,10	B	Ia	II	1,35
G18-7-5	G18-7-4	0,79	1,02	0,32	0,32	4,00	1,02	0,03	0,10	B	Ia	II	1,35
G18-7-4	G18-7-3	1,02	0,71	0,32	0,56	3,00	1,02	0,21	0,10	B	Ia	II	1,56
G18-7-3	G18-7-2	0,71	0,85	0,56	0,60	2,00	0,85	0,05	0,10	B	Ia	II	1,56
G18-11-3	G18-7-2-3	0,26	0,26	0,08	0,08	2,00	0,26		0,10	B	Ia	II	1,35
G18-7-2-3	G18-7-2-2	0,26	0,81	0,08	0,52	2,00	0,81	0,47	0,10	B	Ia	II	1,35
G18-7-2-2	G18-7-2-1	0,81	0,56	0,52	0,20	0,00	0,81	-0,34	0,10	B	Ia	II	1,35
G18-7-2-1	G18-7-2	0,56	0,69	0,20	0,16	0,00	0,69	-0,03	0,10	B	Ia	II	1,36
G18-7-2	G18-7-1	0,69	0,92	0,16	0,20	0,00	0,92	-0,39	0,10	B	Ia	II	1,56
G18-7-1	G18-7	0,92	0,98	0,20	0,68	4,00	0,98	0,49	0,10	B	Ia	II	2,06
G18-7	G18-6	1,53	1,53	0,60	0,84	58,00	1,53	0,30	0,10	B	Ia	II	2,21
G18-6	G18-5	1,53	1,85	0,84	0,96	41,00	1,85	0,21	0,20	B	Ia	II	2,60
G18-5	G18-4	1,85	0,65	0,96	1,55	11,00	1,85	0,44	0,20	B	Ia	II	3,30
G18-4	G18-3	0,65	0,65	1,55	1,55	2,00	0,65	0,00	0,10	B	Ia	II	4,05

G18-3	G18-2	0,65	0,70	1,55	1,45	12,00	0,70	-0,09	0,10	B	Ia	II	4,10
G18-2	G18-1	0,70	0,95	1,45	1,15	14,00	0,95	-0,27	0,10	B	Ia	II	4,15

TABLA D.40 CÁLCULO DE LOS TIPO DE APOYO Y BOCAS DE VISITA, ESCALONES DE LOS COLECTORES Y CLASES DE TUBERIAS.

TRAMO DE BOCA DE VISITA		Vr1	Vr2	H1	H2	α	Vm	hr	K	TIPO DE APOYO	TIPO DE BV	CLAS E DE TUBE RIA	PROF. MAX DE BV
G18-1-1	G18-1	0,77	0,77	1,15	0,60	6,00	0,77	0,00	0,10	B	Ia	II	1,35
G18-1	G18	0,77	1,01	0,60	1,15	55,00	1,01	0,02	0,10	B	Ia	II	4,15
G18	G17	1,09	1,09	0,96	1,74	1,00	1,09	0,79	0,20	B	Ia	II	4,46
G17	G16	1,09	1,06	1,74	1,80	27,00	1,09	0,06	0,20	B	Ia	II	4,46
G16	G15	1,06	1,51	1,80	2,22	34,00	1,51	0,50	0,10	B	Ia	II	4,52
G15	G14	1,51	1,65	2,22	1,32	0,00	1,65	-0,88	0,10	B	Ia	II	4,75
G14	G13	1,65	1,43	1,32	1,56	4,00	1,65	0,21	0,20	B	Ia	II	4,54
G13	G12	1,43	1,41	1,56	1,56	3,00	1,43	0,00	0,20	B	Ia	II	4,81
G12	G11	1,41	1,50	1,56	1,50	8,00	1,50	-0,04	0,20	B	Ia	II	4,81
G11-4	G11-3	0,27	0,27	0,16	0,16	2,00	0,27	0,00	0,20	B	Ia	II	1,35
G11-3	G11-2	0,27	0,24	0,16	0,20	12,00	0,27	0,04	0,10	B	Ia	II	1,45

G11-2	G11-1	0,24	0,27	0,20	0,24	10,00	0,27	0,04	0,10	B	Ia	II	1,50
G11-1	G11	0,30	0,30	0,24	0,28	3,00	0,30	0,04	0,10	B	Ia	II	1,46
G11	G10	1,63	1,63	1,50	1,38	6,00	1,63	-0,09	0,10	B	Ia	II	4,81
G10	G9	1,63	1,69	1,38	1,38	10,00	1,69	0,02	0,10	B	Ia	II	4,81
G9	G8	1,69	1,69	1,38	1,38	21,00	1,69	0,02	0,10	B	Ia	II	4,81
G8	G7	1,69	1,65	1,38	1,44	10,00	1,69	0,06	0,10	B	Ia	II	4,31

TABLA D.41 CÁLCULO DE LOS TIPO DE APOYO Y BOCAS DE VISITA, ESCALONES DE LOS COLECTORES Y CLASES DE TUBERIAS.

TRAMO DE BOCA DE VISITA		Vr1	Vr2	H1	H2	α	Vm	hr	K	TIP O DE APOYO	TIP O DE BV	CLAS E DE TUBE RIA	PROF. MAX DE BV
G7	G6	1,65	1,48	1,44	2,22	0,00	1,65	0,75	0,20	B	Ib	II	5,01
G6	G5	1,48	1,05	2,22	2,28	7,00	1,48	0,01	0,20	B	Ib	II	5,06
G53-7	G5-2	0,24	0,24	0,20	0,20	6,00	0,24	0,00	0,00	B	Ia	II	1,35
G5-2	G5-1	0,24	0,27	0,20	0,24	8,00	0,27	0,04	0,10	B	Ia	II	1,35
G5-1	G5	0,27	0,27	0,24	0,24	18,00	0,27	0,00	0,10	B	Ia	II	1,35
G5	G4	1,12	1,12	2,22	2,16	7,00	1,12	-0,11	0,10	B	Ia	II	4,44

G4	G3	1,48	1,48	2,16	1,74	11,00	1,48	-0,36	0,10	B	Ia	II	4,77
G3	G2	1,48	1,46	1,74	1,74	35,00	1,48	0,01	0,20	B	Ia	II	4,78
G2	G1	1,46	1,66	1,74	1,56	12,00	1,66	-0,14	0,10	B	Ia	II	478
G1	A49	1,66	1,69	1,56	1,56	72,00	1,66	0,04	0,10	B	Ib	II	5,11

TABLA D.42 CÁLCULO DE LOS TIPO DE APOYO Y BOCAS DE VISITA, ESCALONES DE LOS COLECTORES Y CLASES DE TUBERIAS.

TRAMO DE BOCA DE VISITA		Vr1	Vr2	H1	H2	α	Vm	hr	K	TIPO DE APOYO	TIPO DE BV	CLAS E DE TUBERIA	PROF. MAX DE BV
A61-4	A64-5	1,05	1,05	0,16	0,16	44,00	1,05	0,00	0,10	B	Ia	II	1,35
A64-5	A64-4	1,05	0,24	0,16	0,24	11,00	1,05	0,08	0,10	B	Ia	II	2,49
A64-4	A64-3	0,24	0,27	0,24	0,28	18,00	0,27	0,04	0,20	B	Ia	II	2,07
A68	A64-3-9	0,27	0,27	0,08	0,08	3,00	0,27	0,00	0,00	B	Ia	II	1,35
A64-3-9	A64-3-8	0,27	1,12	0,08	0,32	8,00	1,12	0,24	0,10	B	Ia	II	1,62
A64-3-8	A64-3-7	1,12	1,48	0,32	0,32	20,00	1,48	0,00	0,	B	Ia	II	2,16
A64-3-7	A64-3-6	1,48	1,46	0,32	0,32	8,00	1,48	0,00	0,20	B	Ia	II	2,49

A64-3-6	A64-3-5	1,46	1,66	0,32	0,32	6,00	1,66	0,01	0,10	B	Ia	II	2,49
A64-3-5	A64-3-4	1,66	1,69	0,32	0,32	4,00	1,69	0,00	0,10	B	Ia	II	2,49
A64-3-4	A64-3-3	1,69	0,34	0,32	0,36	11,00	1,69	0,04	0,20	B	Ia	II	2,49
A64-3-3	A64-3-2	0,34	0,45	0,36	0,44	11,00	0,45	0,08	0,20	B	Ia	II	3,36
A64-3-2-3	A64-3-2-2	0,51	0,51	0,24	0,24	46,00	0,51	0,00	0,20	B	Ia	II	1,35
A64-3-2-2	A64-3-2-1	0,51	0,51	0,24	0,16	39,00	0,51	-0,07	0,10	B	Ia	II	1,85
A64-3-2-1	A64-3-2	0,51	0,44	0,16	0,28	18,00	0,51	0,12	0,20	B	Ia	I	1,85
A64-3-2	A64-3-1	0,21	0,21	0,28	0,28	34,00	0,21	-0,40	0,10	B	Ia	II	2,11
A64-3-1	A64-3	0,21	0,36	0,28	0,32	9,00	0,36	0,33	0,10	B	Ia	II	2,36
A64-3	A64-2	0,36	0,30	0,28	0,56	19,00	0,36	0,30	0,20	B	Ia	II	2,07
A64-2	A64-1	0,30	0,86	0,56	0,48	4,00	0,86	-0,07	0,10	B	Ia	II	2,07
A64-1	A64	0,86	0,97	0,48	0,52	2,00	0,97	0,03	0,20	B	Ia	II	2,07

TABLA D.43 CÁLCULO DE LOS TIPO DE APOYO Y BOCAS DE VISITA, ESCALONES DE LOS COLECTORES Y CLASES DE TUBERIAS.

TRAMO DE BOCA DE VISITA		Vr1	Vr2	H1	H2	α	Vm	hr	K	TIPO DE APOYO	TIPO DE BV	CLAS E DE TUBERIA	PROF. MAX DE BV
A51-3	A51-2	0,30	0,30	0,08	0,08	72,00	0,30	0,00	0,00	B	Ia	II	1,35
A51-2	A51-1	0,30	0,25	0,08	0,16	1,00	0,30	0,08	0,20	B	Ia	II	1,35
A51-1	A51	0,25	0,28	0,16	0,20	15,00	0,28	0,04	0,10	B	Ia	II	1,35

TABLA D.44 CÁLCULO DE LOS TIPO DE APOYO Y BOCAS DE VISITA, ESCALONES DE LOS COLECTORES Y CLASES DE TUBERIAS.

TRAMO DE BOCA DE VISITA		Vr1	Vr2	H1	H2	α	Vm	hr	K	TIPO DE APOYO	TIPO DE BV	CLAS E DE TUBE RIA	PROF. MAX DE BV
H-7	H-6	0,35	0,35	0,08	0,08	0,00	0,35	0,00	0,00	B	Ia	II	1,35
H-6	H-5	0,35	1,10	0,08	0,08	8,00	1,10	0,07	0,10	B	Ia	II	1,35
H-5	H-4	1,10	0,82	0,08	0,20	7,00	1,10	0,09	0,20	B	Ia	II	1,35
H-4	H-3	0,82	0,91	0,20	0,24	6,00	0,91	0,05	0,10	B	Ia	II	1,35
H-3	H-2	0,91	0,91	0,24	0,24	26,00	0,91	0,01	0,10	B	Ia	II	1,35
H2-3	H2-2	0,47	0,47	0,60	0,60	3,00	0,47	0,00	0,10	B	Ia	II	1,35

TABLA D.45 CÁLCULO DE LOS TIPO DE APOYO Y BOCAS DE VISITA, ESCALONES DE LOS COLECTORES Y CLASES DE TUBERIAS.

TRAMO DE BOCA DE VISITA		Vr1	Vr2	H1	H2	α	Vm	hr	K	TIPO DE APOYO	TIPO DE BV	CLAS E DE TUBE RIA	PROF. MAX DE BV
H2-2	H2-1	0,47	0,48	0,60	0,64	15,00	0,48	0,04	0,10	B	Ia	II	1,35
H2-1	H-2	0,48	0,50	0,64	0,68	1,00	0,50	0,04	0,10	B	Ia	II	1,35
H-2	H-1	0,50	0,54	0,24	0,80	9,00	0,54	0,53	0,10	B	Ia	II	1,35

F-2	F-1	0,30	0,30	0,28	0,28	10,00	0,30	0,00	0,20	B	Ia	II	1,35
F-1	H-1	0,30	0,61	0,28	0,32	4,00	0,61	0,06	0,10	B	Ia	II	1,48
H-1	H	1,34	1,34	0,24	0,56	7,00	1,34	-0,15	0,10	B	Ib	II	6,85
H-1	BV-73	1,34	1,27	0,56	0,56	6,00	1,34	-0,01	0,20	B	Ib	II	6,85

TABLA D.46 CÁLCULO DE LOS TIPO DE APOYO Y BOCAS DE VISITA, ESCALONES DE LOS COLECTORES Y CLASES DE TUBERIAS

TRAMO DE BOCA DE VISITA		Vr1	Vr2	H1	H2	α	Vm	hr	K	TIPO DE APOYO	TIPO DE BV	CLAS E DE TUBE RIA	PROF. MAX DE BV
H-2-2	BV-73	0,56	0,56	0,00	0,00	0,00	0,56	0,00	0,00	B	Ia	II	1,35

TABLA D. 47 CÁLCULO DE LOS TIPO DE APOYO Y BOCAS DE VISITA, ESCALONES DE LOS COLECTORES Y CLASES DE TUBERIAS.

TRAMO DE BOCA DE VISITA		Vr1	Vr2	H1	H2	α	Vm	hr	K	TIPO DE APOYO	TIPO DE BV	CLAS E DE TUBE RIA	PROF. MAX DE BV
A53-1-7	A58-5	0,13	0,13	0,08	0,08	7,00	0,13	0,08	0,2	B	Ia	II	1,35
A58-5	A58-4	0,13	0,24	0,08	0,20	15,00	0,24	0,12	0,2	B	Ia	II	1,80
A58-4	A58-3	0,24	0,24	0,20	0,20	22,00	0,24	0,00	0,2	B	Ia	II	2,11
A58-3	A58-2	0,24	0,27	0,20	0,24	9,00	0,27	0,04	0,2	B	Ia	II	2,25
A58-2	A58-1	0,27	0,3	0,24	0,28	7,00	0,3	0,04	0,2	B	Ia	II	2,53
A58-1	A58	0,3	0,32	0,28	0,32	14,00	0,32	0,04	0,2	B	Ia	II	2,62

TABLA D.48 CÁLCULO DE LOS TIPO DE APOYO Y BOCAS DE VISITA, ESCALONES DE LOS COLECTORES Y CLASES DE TUBERIAS.

TRAMO DE BOCA DE VISITA		Vr1	Vr2	H1	H2	α	Vm	hr	K	TIPO DE APOYO	TIPO DE BV	CLASE DE TUBERIA	PROF. MAX DE BV
G-26	A61-14	0,38	0,38	0,08	0,08	9,00	0,38	0,00	0,00	B	Ia	II	1,35
A61-14	A61-13	0,38	0,37	0,08	0,08	7,00	0,38	0,00	0,2	B	Ia	II	1,35
A61-13-2	A61-13-1	0,21	0,21	0,16	0,16	6,00	0,21	0,00	0,00	B	Ia	II	1,35
A61-13-1	A61-13	0,21	0,37	0,16	0,08	1,00	0,37	-0,08	0,2	B	Ia	II	1,85
A61-13	A61-12	0,31	0,31	0,08	0,12	7,00	0,31	0,04	0,1	B	Ia	II	1,35
A61-12-2	A61-12-1	0,21	0,21	0,16	0,16	16,00	0,21	0,00	0,00	B	Ia	II	2,11
A61-12-1	A61-12	0,21	0,24	0,16	0,20	1,00	0,24	0,04	0,1	B	Ia	II	2,46
A61-12	A61-11	0,52	0,52	0,08	0,20	7,00	0,52	0,09	0,1	B	Ia	II	1,36
A61-11	A61-10	0,52	0,50	0,20	0,24	1,00	0,52	0,04	0,2	B	Ia	II	1,35
A61-10-3	A61-10-2	0,21	0,21	0,16	0,16	0,00	0,21	-0,09	0,20	B	Ia	I	1,35
A61-10-2-1	A61-10-2	0,21	0,24	0,20	0,20	7,00	0,24	0,04	0,00	B	Ia	II	2,42
A61-10-2	A61-10-1	0,24	0,27	0,20	0,24	0,00	0,27	0,08	0,00	B	Ia	II	1,91
A61-10-1-1	A61-10-1	0,27	0,30	0,28	0,28	6,00	0,30	0,05	0,00	B	Ia	II	2,38
A61-10	A61-9	0,35	0,35	0,20	0,36	7,00	0,35	0,13	0,10	B	Ia	II	1,49
A61-9-1	A61-9	0,62	0,62	0,36	0,36	39,00	0,62	0,13	0,1	B	Ia	II	2,23
A61-9	A61-8	0,17	0,17	0,36	0,12	18,00	0,17	-0,26	0,10	B	Ia	II	1,49
A61-8-1	A61-8	0,94	0,94	0,28	0,28	27,00	0,94	-0,05	0,1	B	Ia	II	2,12

TABLA D.49 CÁLCULO DE LOS TIPO DE APOYO Y BOCAS DE VISITA, ESCALONES DE LOS COLECTORES Y CLASES DE TUBERIAS

TRAMO DE BOCA DE VISITA		Vr1	Vr2	H1	H2	α	Vm	hr	K	TIPO DE APOYO	TIPO DE BV	CLAS E DE TUBE RIA	PROF. MAX DE BV
A61-8	A61-7	0,17	0,17	0,12	0,12	19,00	0,17	-0,28	0,20	B	Ia	II	1,60
A61-7	A61-6	0,17	0,43	0,12	0,52	5,00	0,43	0,20	0,20	B	Ia	II	1,80
A61-6	A61-5	0,43	0,43	0,52	0,52	23,00	0,43	0,00	0,1	B	Ia	II	1,98
A61-5	A61-4	0,43	0,45	0,52	0,56	11,00	0,45	0,07	0,1	B	Ia	II	2,31
A61-4	A61-3	0,45	0,45	0,56	0,56	10,00	0,45	0,01	0,1	B	Ia	II	3,01
A61-3	A61-2	0,45	0,88	0,56	0,40	0,00	0,88	-0,16	0,1	B	Ia	II	3,01
A61-2	A61-1	0,88	0,89	0,40	0,40	4,00	0,89	0,00	0,1	B	Ia	II	3,01
A61-1	A61	0,84	1,07	0,40	0,40	4,00	1,07	-0,01	0,1	B	Ia	II	3,01

TABLA D.50 CÁLCULO DE LOS TIPO DE APOYO Y BOCAS DE VISITA, ESCALONES DE LOS COLECTORES Y CLASES DE TUBERIAS

TRAMO DE BOCA DE VISITA		Vr1	Vr2	H1	H2	α	Vm	Hr	K	TIP O DE APO YO	TI PO DE BV	CLAS E DE TUBE RIA	PRO F.M AX DE BV
A61-8	A53-1-12	0,31	0,31	0,08	0,08	4,00	0,31	0,00		B	Ib	II	5,20
A53-1-12	A53-1-11	0,31	0,38	0,08	0,12	1,00	0,38	0,04	0,10	B	Ib	II	5,205
A53-1-11	A53-1-10	0,38	0,38	0,12	0,12	1,00	0,38	0,00	0,10	B	Ib	II	5,20
A53-1-10-6	A53-1-10-5	0,21	0,21	0,16	0,16	21,00	0,21	0,00	0,20	B	Ia	II	1,35
A53-1-10-5	A53-1-10-4	0,21	0,24	0,16	0,20	6,00	0,24	0,00	0,10	B	Ia	II	2,69
A53-1-10-4	A53-1-10-3	0,24	0,27	0,20	0,24	10,00	0,27	0,05	0,10	B	Ia	II	3,02
A53-1-10-3	A53-1-10-2	0,27	0,19	0,24	0,12	10,00	0,27	-0,14	0,20	B	Ia	II	3,19
A61-7	A53-1-10-2-2	0,47	0,47	0,16	0,16	16,00	0,47	0,00	0,10	B	Ia	II	1,35
A53-1-10-2-2	A53-1-10-2-1	0,59	0,59	0,16	0,24	64,00	0,59	0,09	0,10	B	Ia	II	1,53
A53-1-10-2-1	A53-1-10-2	0,59	0,39	0,24	0,28	1,00	0,59	0,17	0,20	B	Ia	II	1,35
A53-1-10-2	A53-1-10-1	0,39	0,13	0,28	0,08	8,00	0,39	0,00	0,20	B	Ia	II	1,35
A53-1-10-1	A53-1-10	0,13	0,32	0,08	0,32	4,00	0,32	0,04	0,10	B	Ia	II	1,53
A53-1-10	A53-1-9	0,69	0,69	0,32	0,32	27,00	0,69	0,22	0,10	B	Ib	II	5,41
A53-1-9-5	A53-1-9-4	2,40	2,40	0,20	0,20	1,00	2,40	0,00	0,10	B	Ia	II	1,72
A53-1-9-4	A53-1-9-3	2,40	0,30	0,20	0,28	2,00	2,40	-0,27	0,20	B	Ia	II	2,30
A53-1-9-3	A53-1-9-2	0,30	0,37	0,28	0,40	2,00	0,37	0,12	0,10	B	Ia	II	3,95
A53-1-9-2	A53-1-9-1	0,37	0,41	0,40	0,48	2,00	0,41	0,08	0,10	B	Ia	II	4,69
A53-1-9-1	A53-1-9	0,41	0,47	0,48	0,60	6,00	0,47	0,12	0,10	B	ib	II	5,60

TABLA D.51 CÁLCULO DE LOS TIPO DE APOYO Y BOCAS DE VISITA, ESCALONES DE LOS COLECTORES Y CLASES DE TUBERIAS

TRAMO DE BOCA DE VISITA		Vr1	Vr2	H1	H2	α	Vm	hr	K	TIPO DE APOYO	TIPO DE BV	CLAS E DE TUBE RIA	PROF. MAX DE BV
A53-1-9	A53-1-8	1,01	1,01	0,48	0,48	5,00	1,01	0,19	0,10	B	Ia	II	5,60
A53-1-8	A53-1-7	1,01	0,99	0,48	0,48	4,00	1,01	0,00	0,20	B	Ia	II	5,69
A53-1-9-2	A53-1-7-4	0,47	0,47	0,16	0,16	38,00	0,47	0,00	0,20	B	Ia	II	13,35
A53-1-7-4	A53-1-7-3	0,47	0,32	0,16	0,20	44,00	0,47	0,03	0,20	B	Ia	II	1,47
A53-1-7-3	A53-1-7-2	0,32	0,32	0,20	0,32	1,00	0,32	0,12	0,20	B	Ia	II	1,97
A53-1-7-2	A53-1-7-1	0,32	0,32	0,32	0,32	6,00	0,32	0,00	0,20	B	Ia	II	2,10
A53-1-7-1	A53-1-7	0,32	0,35	0,32	0,36	6,00	0,35	0,04	0,10	B	Ia	II	2,27
A53-1-7	A53-1-6	1,13	1,13	0,36	0,52	1,00	1,13	0,06	0,10	B	Ia	II	5,60
A53-1-6	A53-1-5	1,13	1,16	0,52	0,52	0,00	1,16	0,00	0,10	B	Ia	II	5,60
A53-1-5	A53-1-4	1,16	1,17	0,52	0,52	2,00	1,17	0,00	0,10	B	Ia	II	5,60
A53-1-4-1	A53-1-4	0,24	0,24	0,20	0,20	22,00	0,24	0,00	0,20	B	Ia	II	1,35
A53-1-4	A53-1-3	0,90	0,90	0,20	0,68	0,00	0,90	0,13	0,10	B	Ia	II	5,61
A53-1-3	A53-1-2	0,59	0,59	0,68	0,92	2,00	0,59	0,25	0,20	B	Ia	II	5,74
A53-1-2	A53-1-1	0,59	1,02	0,92	0,60	3,00	1,02	-0,32	0,10	B	Ia	II	6,10
A53-1-1	A53-1	1,02	1,00	0,60	0,64	23,00	1,02	0,04	0,20	B	Ia	II	6,10
A53-10	A53-9	0,38	0,38	0,64	0,20	1,00	0,38	0,00	0,20	B	Ia	II	6,11

TABLA D.52 CÁLCULO DE LOS TIPO DE APOYO Y BOCAS DE VISITA, ESCALONES DE LOS COLECTORES Y CLASES DE TUBERIAS

TRAMO DE BOCA DE VISITA		Vr1	Vr2	H1	H2	α	Vm	hr	K	TIPO DE APOYO	TIPO DE BV	CLAS E DE TUBE RIA	PROF. MAX DE BV
A53-9-1	A53-9	0,21	0,21	0,16	0,16	1,00	0,21	-0,05	0,20	B	Ia	II	1,52
A53-9	A53-8	0,42	0,42	0,28	0,28	0,00	0,42	0,08	0,10	B	Ia	II	5,00
A53-8-1	A53-8	0,13	0,13	0,08	0,08	1,00	0,13	-0,21	0,20	B	Ia	II	1,57
A53-8	A53-7	0,42	0,42	0,32	0,32	1,00	0,42	0,04	0,10	B	Ia	II	5,00
A53-7	A53-6	0,42	0,37	0,32	0,40	9,00	0,42	0,08	0,20	B	Ia	II	5,00
A53-6-1	A53-6	0,56	0,56	0,40	0,40	22,00	0,56	0,01	0,10	B	Ia	II	1,53
A53-6	A53-5	0,54	0,54	0,40	0,36	18,00	0,54	-0,03	0,20	B	Ib	II	5,27
A53-5	A53-4	0,54	0,57	0,36	0,32	25,00	0,57	-0,04	0,10	B	Ib	II	5,27
A53-4	A53-3	0,57	0,72	0,32	0,28	2,00	0,72	-0,03	0,10	B	Ib	II	5,27
A53-3	A53-2	0,72	0,71	0,28	0,32	32,00	0,72	0,04	0,20	B	Ib	II	5,27
A53-1-3	A53-1	0,21	0,21	0,16	0,16	22,00	0,21	0,00	0,20	B	Ia	II	1,90
A53-2-6	A53-2-5	0,24	0,24	0,20	0,20	12,00	0,24	0,00	0,10	B	Ia	II	1,97
A53-2-5	A53-2-4	0,24	0,34	0,20	0,16	33,00	0,34	-0,04	0,10	B	Ia	II	1,97
A53-2-4	A53-2-3	0,34	0,40	0,16	0,20	9,00	0,40	0,04	0,10	B	Ia	II	1,97
A53-2-3	A53-2-2	0,40	0,49	0,20	0,16	15,00	0,49	-0,03	0,10	B	Ia	II	1,97
A53-2-2	A53-2-1	0,49	0,51	0,16	0,16	22,00	0,51	0,00	0,10	B	Ia	II	1,97
A53-2-1	A53-2	0,51	0,50	0,16	0,20	8,00	0,51	0,04	0,20	B	Ia	II	1,97
A53-2	A53-1	0,89	0,89	0,20	0,92	3,00	0,89	0,62	0,10	B	Ib	II	5,89
A53-1	A53	0,89	0,64	0,92	1,16	4,00	0,89	0,22	0,20	B	Ib	II	7,93

ANEXOS E. RELACION DE ELEMENTOS ANGULARES DE UNA SECCION ANGULAR.

RELACION DE ELEMENTOS HIDRAULICOS DE UNA SECCION CIRCULAR

ALTURA H/D	ANGULO □	SENO □	PERIMETRO Pr/Pc	AREA Ar/Ac	RADIO Rr/Rc	VELOCIDAD Vr/Vc	GASTO Qr/Qc
0,54	189,18	-0,16	0,53	0,55	1,05	1,03	0,57
0,56	193,78	-0,24	0,54	0,58	1,07	1,05	0,60
0,58	198,41	-0,32	0,55	0,60	1,09	1,06	0,64
0,60	103,07	-0,39	0,56	0,63	1,11	1,07	0,67
0,62	207,77	-0,47	0,58	0,65	1,13	1,08	0,71
0,64	212,52	-0,54	0,59	0,68	1,14	1,09	0,74
0,66	217,33	-0,61	0,60	0,70	1,16	1,10	0,77
0,68	222,20	-0,67	0,62	0,72	1,17	1,11	0,81
0,70	227,16	-0,73	0,63	0,75	1,18	1,12	0,84
0,72	232,21	-0,79	0,65	0,77	1,19	1,13	0,87
0,74	237,37	-0,84	0,66	0,79	1,20	1,13	0,90
0,76	242,66	-0,89	0,67	0,82	1,21	1,14	0,93
0,78	248,11	-0,93	0,69	0,84	1,21	1,14	0,95
0,80	253,74	-0,96	0,70	0,86	1,22	1,14	0,98
0,82	259,58	-0,98	0,72	0,88	1,22	1,14	1,00
0,84	265,69	-1,00	0,74	0,90	1,22	1,14	1,02
0,86	272,11	-0,99	0,76	0,91	1,21	1,14	1,04
0,88	278,93	-0,96	0,77	0,93	1,20	1,13	1,05
0,90	286,26	-0,96	0,80	0,95	1,19	1,12	1,07
0,92	294,28	-0,91	0,82	0,96	1,18	1,12	1,07
0,94	303,28	-0,84	0,84	0,98	1,16	1,10	1,08
0,96	313,85	-0,72	0,87	0,99	1,13	1,09	1,07
0,98	327,48	-0,54	0,91	1,00	1,09	1,06	1,06
1,00	360,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

RELACION DE ELEMENTOS HIDRAULICOS DE UNA SECCION CIRCULAR

ALTUR A H/D	ANGULO O □	SEN O □	PERIMETR O Pr/Pc	ARE A Ar/A c	RADI O Rr/Rc	VELOCIDA D Vr/Vc	GAST O Qr/Qc
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,02	32,52	0,54	0,09	0,00	0,05	0,14	0,00
0,04	46,15	0,72	0,13	0,01	0,10	0,22	0,00
0,06	56,72	0,84	0,16	0,02	0,16	0,29	0,01
0,08	65,72	0,91	0,18	0,04	0,21	0,35	0,01
0,10	73,74	0,96	0,20	0,05	0,25	0,40	0,02
0,12	81,07	0,99	0,23	0,07	0,30	0,45	0,03
0,14	87,89	1,00	0,24	0,09	0,35	0,50	0,04
0,16	94,31	1,00	0,26	0,10	0,39	0,54	0,06
0,18	100,42	0,98	0,28	0,12	0,44	0,58	0,07
0,20	106,26	0,96	0,30	0,14	0,48	0,62	0,09
0,22	111,89	0,93	0,31	0,16	0,52	0,65	0,11
0,24	117,34	0,89	0,33	0,18	0,57	0,68	0,13
0,26	122,63	0,84	0,34	0,21	0,61	0,72	0,15
0,28	127,79	0,79	0,35	0,23	0,65	0,75	0,17
0,30	132,84	0,73	0,37	0,25	0,68	0,78	0,20
0,32	137,80	0,67	0,38	0,28	0,72	0,80	0,22
0,34	142,67	0,61	0,40	0,30	0,76	0,83	0,25
0,36	147,48	0,54	0,41	0,32	0,79	0,86	0,28
0,38	152,23	0,47	0,42	0,35	0,82	0,88	0,31
0,40	156,93	0,39	0,44	0,37	0,86	0,90	0,34
0,42	161,59	0,32	0,45	0,40	0,89	0,92	0,37
0,44	166,22	0,24	0,46	0,42	0,92	0,94	0,40
0,46	170,82	0,16	0,47	0,45	0,95	0,96	0,43
0,48	175,42	0,08	0,49	0,47	0,97	0,98	0,47

0,50	180,00	0,00	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50
0,52	184,58	-0,08	0,51	0,53	1,02	1,02	0,53
0,54	189,18	-0,16	0,53	0,55	1,05	1,03	0,57
0,56	193,78	-0,24	0,54	0,58	1,07	1,05	0,60
0,58	198,41	-0,32	0,55	0,60	1,09	1,06	0,64

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TÍTULO	Diseño de la red de aguas servidas en la zona del Vidoño y Putucual entre el Sur de las progresivas 1+500 y 3+159,65 ,
SUBTÍTULO	en los municipios Bolívar y Sotillo del estado Anzoátegui

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
Gonzalez, M., Jose A.	CVLAC:14.666.146 E MAIL:activision@hotmail.com
	CVLAC: E MAIL:
Jimeenz, C., Sandra Del Valle.	CVLAC:17.624.920 E MAIL:Sandrita_1802@hotmail.com
	CVLAC: E MAIL:

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

Red de colectores

Aguas servidas

Bocas de visita

Pendientes

Diámetros

Tipos de tuberías

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÁREA	SUBÁREA
Ingeniería y Ciencias Aplicada	
	Ingeniería Civil

RESUMEN (ABSTRACT):

Este proyecto plantea la solución al problema existente, que afecta a la zona del Vidoño y Putucual, en las progresivas 1+500 y 3+159 Noreste, el cual no es mas que la necesidad de un diseño de un Sistemas de Colectores de Aguas Servidas.

La realización de este diseño pondría a fin que los habitantes de la zona descarguen de forma indebida e inadecuada sus aguas servidas que solo causan la proliferación de enfermedades y daños al ambiente.

Basándose en censo realizados a la zona y un levantamiento topográfico, se procedió al diseño del sistema de aguas servidas, siguiendo las Normas establecidas en la República Bolivariana de Venezuela, presenta un periodo de diseño de 25 años.

Todas las aguas servidas de dicho sistema, se verterán a un colector principal proyectado anteriormente en la tesis de grado titulada: “Estudio preliminar para el Sistema de Aguas Servidas en la zona de Vidoño y Putucual, situado en los municipios Bolívar y Sotillo del estado Anzoátegui.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
Sebastiani, Belkis	ROL	CA	AS X	TU	JU
	CVLAC:	4.363.990			
	E_MAIL	belkisebastiani@hotmail.com			
	E_MAIL				
Ghanem, Ana	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:	5.396.725			
	E_MAIL	ana_ghanem@hotmail.com			
	E_MAIL				
Araujo, Francelia	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:	8.026.290			
	E_MAIL	faraujobap@hotmail.com			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2010	04	15
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS.Redcolectores.doc	Application/msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE

ESPACIAL: _____ (OPCIONAL)

TEMPORAL: _____ (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero Civil

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pregrado

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Ingeniería Civil

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente /Núcleo de Anzoátegui

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

” De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajo de grado:

Los trabajos de grado son única y exclusivamente Propiedad de la universidad, y solo podrán ser usados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participa el Consejo Universitario”.

Firma

Gonzalez, M., Jose A.

AUTOR

Firma

Jimenez, C., Sandra Del V.

AUTOR

Firma

Sebastiani, Belkis

TUTOR

Firma

Ghanem, Ana

JURADO

Firma

Araujo, Francelia

JURADO

Firma

Saab, Yasser

POR LA SUBCOMISION DE TESIS