

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA INTEGRAL
DE RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA LA
URBANIZACIÓN CANTA CLARO, UBICADA EN EL SECTOR
VÍA HP, MUNICIPIO ANACO, ESTADO ANZOÁTEGUI**

**TRABAJO FINAL DE
GRADO PRESENTADO
POR LOS BACHILLERES
DIMAS T. LUIS F. Y
LUNA M. EDGAR J.
PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO
CIVIL**

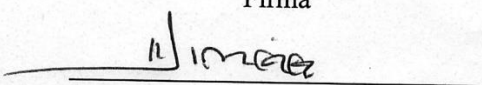
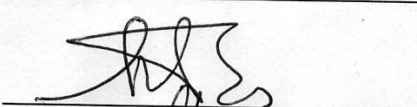
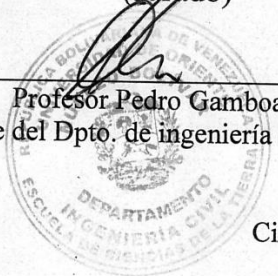
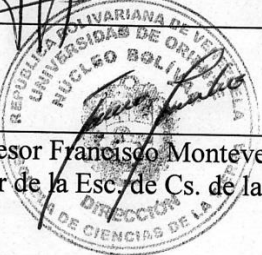
CIUDAD BOLÍVAR, ENERO DE 2019



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

ACTA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado, intitulado **PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA INTEGRAL DE RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA LA URBANIZACIÓN CANTA CLARO, UBICADA EN EL SECTOR VÍA HP, MUNICIPIO ANACO, ESTADO ANZOÁTEGUI** presentado por los bachilleres **EDGAR LUNA C.I. 25.849.395** y **LUIS DIMAS C.I. 25.324.219**, ha sido **APROBADO** de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre	Firma
<u>Profesora Josefina Jiménez</u> (Asesor)	
<u>Profesor Giovanni Grieco</u> (Jurado)	
<u>Profesor Edgard Márquez</u> (Jurado)	
 <u>Profesor Pedro Gamboa</u> Jefe del Dpto. de ingeniería civil	 <u>Profesor Francisco Monteverde</u> Director de la Esc. de Cs. de la tierra

Ciudad Bolívar, diciembre de 2018

DEDICATORIA

Este trabajo de grado que forma parte de mi proyecto de vida está dedicado plenamente a nuestro señor Jesucristo porque todo lo que sea realizado en su nombre y de corazón estará bien y será salvo. En el nombre de Jesús, Gracias Dios.

También quiero dedicarle este proyecto a quienes han sido los pilares fundamentales en mi vida, mis padres... a mi papá Evencio José Luna Palma; quién me ha enseñado a ser un hombre de bien, a mi mamá Mireya De Jesús Muñoz Lanz; quién siempre me inspira confianza y deseos de luchar por mis sueños, y a mi tía Dilia Del Valle Muñoz Lanz; quién me ha demostrado que no hace falta dar a luz para ser y sentirse una madre. Los amo papá, mamá y tía, son mi tesoro más grande.

Br. Edgar Luna

DEDICATORIA

Dedicado ante todo a Dios, quien nos da todas las herramientas posibles para lograr todas nuestras metas, haciéndolas alcanzables en todo momento.

A mis padres, hermanos y demás miembros de mi familia, quienes siempre han estado atentos a lo largo de la carrera, apoyándome incondicionalmente en todo momento.

A mi abuela Alicia, quien ya no está en este mundo, pero que seguramente está sumamente orgullosa de este logro.

Br. Luis Dimas

AGRADECIMIENTOS

Ante todo, agradecerle a Dios por siempre ser mi luz y guía en todos y cada uno de los pasos que doy.

Gracias mamá, Mireya Muñoz Lanz, por enseñarme el significado del amor incondicional, también por tus consejos y por demostrarme que los sueños si se hacen realidad, que las metas se alcanzan y los objetivos se cumplen. Te amo, mamá.

Gracias papá, Evencio Luna Palma, por todos los consejos y largas charlas sobre la vida que han servido para formarme como hombre de bien y por siempre orientarme y ayudarme a recorrer el camino más seguro. Te amo, papá.

Gracias tía, Dilia Muñoz Lanz, por siempre estar para mí y apoyarme en todo momento, porque también me has enseñado el significado del amor incondicional. Te amo, tía.

Gracias a mi novia, Ana Olivero Marcano, por su comprensión, apoyo y sabios consejos. Le doy gracias a Dios por haberte conocido, eres un tesoro que debo saber cuidar y preservar. Te amo, bene.

Gracias a mis profesores de la Universidad de Oriente que con dedicación me impartieron sus conocimientos, especialmente, a la profesora Josefina Jiménez y los profesores Giovanni Grieco, Rogelio Pérez, Carlos Grus, Carlos Pérez y Carlos Betancourt.

Br. Edgar Luna

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, le doy gracias a Dios por haberme dado unos padres maravillosos que estuvieron conmigo en todo momento, dándome apoyo tanto incondicionalmente como monetariamente por lo cual estoy sumamente agradecido.

A aquellos profesores que hacen vida dentro de la Universidad de Oriente, los cuales todos los días ponen todo su empeño para enseñarnos todo lo que han aprendido a lo largo de su carrera profesional. Especialmente a los profesores Jesús Martínez, Josefina Jiménez, Carlos Pérez, entre otros.

Seguidamente a mis amigos y compañeros de la universidad ya que sin ellos muchos de los logros que hemos obtenido conjuntamente, no hubieran sido posible. Además, les agradezco también por todo su cariño, experiencias y conocimientos compartidos.

Y, finalmente, a todos los directivos de la casa más alta, la Universidad de Oriente ya que a pesar de todos los problemas que han ocurrido a lo largo de toda la carrera, aún mantienen la universidad en pie.

Br. Luis Dimas

RESUMEN

El presente trabajo de grado tiene como objetivo general proponer la construcción de un sistema integral de recolección de aguas residuales para la urbanización Canta Claro, ubicada en el sector Vía HP, Municipio Anaco, Estado Anzoátegui. Este sistema integral de recolección de aguas residuales estará unido a una planta de tratamiento portátil con la finalidad de reducir el impacto ambiental que tienen estas aguas residuales domésticas, y al mismo tiempo eliminar los problemas generados por los pozos sépticos con los que cuentan las viviendas de dicha urbanización, obteniendo como resultado un nuevo sistema integral de recolección de aguas residuales.

La urbanización Canta Claro cuenta con 50 viviendas unifamiliares, siendo esta la población y muestra de la investigación, mientras que el tipo de investigación empleada en este trabajo de grado es del tipo descriptiva, proyectiva y aplicada, con un diseño de investigación de campo, la cual se logró mediante la utilización de técnicas como la observación directa, recopilación documental, consultas académicas, análisis del contenido y equipos computarizados.

Para la elaboración del diseño del sistema integral de recolección de aguas residuales fueron tomadas en cuenta las directrices establecidas por Simón Arocha, autor del libro Cloacas y Drenajes, así como las estipuladas por el Instituto Nacional de Obras Sanitarias (I.N.O.S.), el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (M.S.A.S.) y del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables (M.A.R.N.R.).

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN	vii
CONTENIDO.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE TABLAS.....	xiv
LISTA DE APÉNDICES.....	xv
LISTA DE ANEXOS	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I SITUACIÓN A INVESTIGAR.....	4
1.1 Planteamiento del problema	4
1.2 Objetivos de la investigación	7
1.2.1 Objetivo general.....	7
1.2.2 Objetivos específicos	7
1.3 Justificación de la investigación.....	8
1.4 Alcance de la investigación	8
CAPÍTULO II GENERALIDADES	10
2.1 Ubicación geográfica del área	10

2.2	Acceso al área en la cual se propone construir el sistema de recolección de aguas servidas.....	13
2.3	Características Físico – Naturales	13
2.3.1	Hidrografía.....	13
2.3.2	Geografía	13
2.3.3	Relieve	14
2.3.4	Clima.....	14
2.3.5	Vegetación	14
2.3.6	Geología regional y/o local.....	15
CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO		16
3.1	Antecedentes de la investigación.....	16
3.2	Bases teóricas	17
3.2.1	Efectos de las aguas residuales al medioambiente.....	17
3.2.2	Efectos de las aguas residuales en la salud humana	18
3.2.3	Gestión de las aguas residuales.....	18
3.2.4	Características de las aguas residuales.....	19
3.2.5	Sistemas cloacales.....	22
3.2.6	Clasificación de los sistemas cloacales.....	22
3.2.7	Componentes de un sistema de recolección de aguas residuales separado	24
3.2.8	Estudios preliminares para el diseño de sistemas de recolección de aguas residuales.....	38
3.2.9	Parámetros que se deben tomar en cuenta para el diseño de sistemas de recolección de aguas residuales.....	41

3.2.10 Pasos para el diseño de un sistema de recolección de aguas residuales separado.....	44
3.2.11 Comportamiento hidráulico del sistema	46
3.2.12 Elementos hidráulicos de una sección circular a sección llena....	50
3.2.13 Elementos hidráulicos de una sección circular parcialmente llena	51
3.2.14 Cargas sobre colectores.....	53
3.2.15 Ancho de zanja.....	53
3.2.16 Apoyos usados en colectores	53
3.2.17 Plantas de tratamiento	56
3.3 Definición de Términos Básicos	79
3.4 Bases legales.....	82
CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DE TRABAJO	83
4.1 Tipo de investigación	83
4.2 Diseño de investigación.....	84
4.3 Población de la investigación	84
4.4 Muestra de la investigación.....	85
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	85
4.6 Flujograma del proceso investigativo y su descripción.....	87
4.6.1 Fase 1: fase previa a la investigación.....	87
4.6.2 Fase 2: fase de campo	88
CAPITULO V ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS ..	89
5.1 Memoria descriptiva.....	89

5.2	Memoria de cálculos	90
5.2.1	Diseño del sistema integral de recolección de aguas residuales.	
Tramo E-F		90
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		105
6.1	Conclusiones	105
6.2	Recomendaciones	106
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		108
APÉNDICES		109
ANEXOS.....		116

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 2.1 Mapa Geopolítico de Venezuela.....</i>	10
<i>Figura 2.2 Mapa Político territorial del Estado Anzoátegui</i>	11
<i>Figura 2.3 Mapa Satelital del Área de la Urbanización Canta Claro.....</i>	11
<i>Figura 2.4 Croquis del Área de la Urbanización Canta Claro.....</i>	12
Figura 3.1 Análisis químico sanitario típico, líquidos cloacales (en mg/lts).....	20
Figura 3.2 Tanquilla de empotramiento.....	25
Figura 3.3 Diámetros mínimos de las tuberías de empotramiento y dimensiones mínimas de las tanquillas de empotramiento, según las dotaciones de agua asignadas a las parcelas en lt/día.	28
Figura 3.4 Ramal de empotramiento típico.	28
Figura 3.5 Boca de visita tipo Ia (sección a-a).	30
Figura 3.6 Boca de visita tipo Ia (planta).	30
Figura 3.7 Boca de visita tipo Ib (sección a-a).	31
Figura 3.8 Boca de visita tipo Ib (planta).	32
Figura 3.9 Boca de visita tipo II (sección a-a).....	33
Figura 3.10 Boca de visita tipo II (planta).....	33
Figura 3.11 Boca de visita tipo III (sección a-a).	34
Figura 3.12 Boca de visita tipo III (planta).....	34
Figura 3.13 Boca de visita tipo IVa (sección a-a).	35
Figura 3.14 Boca de visita tipo IVa (planta).....	35
Figura 3.15 Boca de visita tipo IVb (sección a-a).	36
Figura 3.16 Boca de visita tipo IVb (planta).	36
Figura 3.17 Esquema de red de colectores cloacales.....	37
Figura 3.18 Elementos hidráulicos de una sección circular.	50

Figura 3.19 Curva de variación de elementos hidráulicos respecto al tirante de agua o relación de alturas.	52
Figura 3.20 Apoyo para tuberías tipo A.	54
Figura 3.21 Apoyo para tuberías tipo B.....	55
Figura 3.22 Apoyo para tuberías tipo C.....	56
Figura 3.23 Rejillas.....	59
Figura 3.24 Desarenador.....	60
Figura 3.25 Tanque sedimentador metálico.....	63
Figura 3.26 Sistema de flotación de aire disuelto.....	64
Figura 3.27 Sistema combinado flotación-floculación.....	65
Figura 3.28 Laguna de estabilización.	67
Figura 3.29 Discos rotativos.....	68
Figura 3.30 Difusores de aire.....	70
Figura 3.31 Sopladores de aire.	71
Figura 3.32 Bombas.....	72
Figura 3.33 Bombas tornillo.	73
Figura 3.34 Bombas dosificadoras.	75
Figura 3.35 Dosificadores volumétricos.....	76
Figura 3.36 Filtros industriales.	77
Figura 4.1 Flujograma de investigación	87
Figura 5.1 perfil longitudinal correspondiente al colector principal tramo E-F	98

LISTA DE TABLAS

Tabla 5.1 Altura de la tubería del tramo E-F	102
Tabla 5.2 Banqueo tramo E-F.....	102

LISTA DE APÉNDICES

A. Tablas de diseño

Figura 8.1 Curvas I-D-F del Estado Anzoátegui.	111
Figura 8.2 Pendientes de colectores cloacales para tuberías 8”.....	112
Figura 8.3 Porcentajes QDiseñoQC.	113
Figura 8.4 Abaco de tuberías en zanja de tuberías de tuberías.....	114
Figura 8.5 Anchos de zanjas para tuberías.	115

LISTA DE ANEXOS

Anexos 1. Tablas resúmenes

Tabla 9.1 Resumen de los caudales medios de todos los tramos.....	118
Tabla 9.2 Resumen de los caudales de diseño de todos los tramos.....	119
Tabla 9.3 Resumen de las variables hidráulicas de todos los tramos	120
Tabla 9.4 Resumen de los escalonamientos de todos los tramos	121
Tabla 9.5 Resumen de las cargas que actúan sobre los colectores	122

Anexos 2. Perfiles longitudinales de los colectores

Figura 9.1 perfil longitudinal del colector principal sin escalonamientos.....	125
Figura 9.2 perfil longitudinal del colector principal sin escalonamientos.....	126
Figura 9.3 perfil longitudinal correspondiente al colector principal sin escalonamientos.....	127
Figura 9.4 perfil longitudinal correspondiente al colector secundario sin escalonamientos.....	128
Figura 9.5 perfil longitudinal correspondiente al colector secundario sin escalonamientos.....	129
Figura 9.6 perfil longitudinal correspondiente al colector secundario sin escalonamientos.....	130
Figura 9.7 perfil longitudinal correspondiente al colector terciario sin escalonamientos.....	131
Figura 9.8 perfil longitudinal correspondiente al colector secundario sin escalonamientos.....	132

Figura 9.9 perfil longitudinal perteneciente al colector primario con escalonamiento	133
Figura 9.10 perfil longitudinal perteneciente al colector primario con escalonamiento	134
Figura 9.11 perfil longitudinal perteneciente al colector primario con escalonamiento	135
Figura 9.12 perfil longitudinal perteneciente al colector primario con escalonamiento	136
Figura 9.13 perfil longitudinal perteneciente al colector secundario con escalonamiento	137
Figura 9.14 perfil longitudinal perteneciente al colector secundario con escalonamiento	138
Figura 9.15 perfil longitudinal perteneciente al colector secundario con escalonamiento	139
Figura 9.16 perfil longitudinal perteneciente al colector secundario con escalonamiento	140
Figura 9.17 perfil longitudinal perteneciente al colector terciario con escalonamiento	141

Anexos 3. Memoria fotográfica

Figura 9.18 calle principal de la urbanización Canta Claro, lado Este, en la cual se colocaría el colector principal. Tramos F-E-D-C-B. Sentido SE.....	143
Figura 9.19 calle principal de la urbanización Canta Claro, lado Este, en la cual se colocaría el colector principal. Tramos B-C-D-E-F. Sentido NO.....	144
Figura 9.20 calle principal de la urbanización Canta Claro, lado Oeste, en la cual se colocaría parte del colector secundario. Tramos G1-E1-D1-C1-A. Sentido SE.	145

Figura 9.21 calle principal de la urbanización Canta Claro, lado Oeste, en la cual se colocaría parte del colector secundario. Tramos A-C1-D1-E1-G1. Sentido NO.	146
Figura 9.22 primera calle secundaria de la urbanización Canta Claro. Sentido SO.	147
Figura 9.23 primera calle secundaria de la urbanización Canta Claro. Sentido SO.	148
Figura 9.24 primera calle secundaria de la urbanización Canta Claro. Sentido SO.	149
Figura 9.25 cuarta calle secundaria de la urbanización Canta Claro. Sentido SO.	150
Figura 9.26 quinta calle de la urbanización Canta Claro. Sentido SO.	151
Figura 9.27 sistema de pozo séptico de una vivienda de la urbanización Canta Claro.	152
Figura 9.28 instalaciones del pozo séptico de una vivienda de la urbanización Canta Claro.	153
Figura 9.29 fosa séptica de una vivienda de la urbanización Canta Claro.	154
Figura 9.30 tanque de infiltración del sistema de pozo séptico de una vivienda de la urbanización Canta Claro.	155

Anexos 4. Planos

Figura 9.31 Plano de la urbanización Canta Claro	157
--	-----

INTRODUCCIÓN

El progreso de las zonas urbanas esta correlacionado con la dotación de servicios, tales como vialidad, servicios sociales, acueductos, cloacas, drenajes, electrificación, redes telefónicas, entre otros, asimismo, algunos de estos servicios están interrelacionados de tal manera que la existencia de uno es consecuencia de la presencia o mejoramiento de otro. Esta interrelación de servicios se puede observar entre los acueductos y cloacas, debido a que al construirse un acueducto se presenta la necesidad de recoger y dar salida a las aguas residuales a través de redes de cloacas, en un sitio alejado donde no causen efectos perjudiciales ni dañinos, siendo la finalidad de estos servicios mejorar la calidad de vida y las condiciones de saneamiento ambiental de una población.

Contar con un servicio de colectores cloacales es fundamental para mejorar la calidad de vida de una población, es por esta razón que hoy en día el desarrollo de un proyecto de infraestructura sanitaria tal como lo es un sistema de recolección de aguas residuales a través de colectores cloacales no debería ser una opción sino una exigencia. En el caso de prescindir de este servicio de saneamiento ambiental se tendrá como consecuencias directas: contaminación ambiental, infecciones, multiplicidad de insectos, baja calidad de vida, desprestigio del entorno y muchas otras descripciones que se vinculan con la falta de cloacas, provocando un impacto perjudicial sobre la salud y bienestar de los habitantes de alguna comunidad, especialmente en las de bajos recursos y alta vulnerabilidad, de allí su necesidad y extrema utilidad. Es así como desde la aplicación de políticas ambientales y sanitarias se podría dar el primer paso en relación al progreso y desarrollo de pequeñas comunidades hasta grandes poblaciones.

También, está presente otro grave problema, más orientado hacia el impacto ambiental que causan las aguas residuales al ser descargadas, por lo general, en los ríos, lagos, mares, en los suelos a cielo abierto o en el subsuelo, a través de los llamados pozos sépticos o rellenos sanitarios, sin antes recibir un tratamiento previo, provocando la necesidad de contar con plantas de tratamiento que puedan descontaminar estas aguas residuales disminuyendo su impacto ambiental o hasta en algunos casos potabilizándolas en su totalidad, dependiendo esto de los procedimientos utilizados para su purificación. Al no contar con plantas de tratamiento se tendrá como consecuencia directa grandes desechos de aguas contaminadas que por ende producirán mucho daño al medioambiente.

Las aguas residuales deben recibir un tratamiento adecuado para así poder evitar graves inconvenientes de contaminación, dicho tratamiento tiene que ser capaz de modificar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas, para impedir que su disposición cause los problemas antes mencionados. Teniendo en consideración que el grado de tratamiento requerido para las aguas residuales dependerá en cada caso de las condiciones o zonas (domesticas, comerciales, industriales, etc.) de las cuales provenga su vertimiento.

Capítulo I. Situación a investigar: en esta etapa del trabajo de grado se explicará el planteamiento del problema mediante argumentos fundamentados que dan soporte a lo expuesto en él, se desarrolla tanto el objetivo general como los específicos, que fijaron el rumbo para la elaboración del proyecto, por otra parte, también se plantea el alcance y justificación de la investigación.

Capítulo II. Generalidades: en esta etapa se describe la ubicación geografía de la zona en estudio, el acceso del área, características físicas y naturales, la geología regional y/o local.

Capítulo III. Marco teórico: en esta parte del trabajo de grado se contemplan las investigaciones relacionadas con el tema en estudio, sustentando los elementos que requiere la presente investigación, también se exponen una serie de recopilaciones conceptuales referentes a la ingeniería ambiental y sanitaria, sirviendo de base para el desarrollo del proyecto y así poder afianzar los resultados de la investigación.

Capítulo IV. Metodología de trabajo: en esta fase se expresa de manera detallada la forma en que se desarrolla el estudio para obtener las soluciones del problema que se está planteando, inicialmente por el tipo y diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, además, se elabora un flujograma relacionado a los objetivos específicos de la investigación con su descripción correspondiente.

Capítulo V. Análisis e interpretación de los resultados: en este capítulo se encuentra plasmada la elaboración y desarrollo del diseño del sistema integral de recolección de aguas residuales, determinando las características y especificaciones de la red de colectores cloacales, así como también la ubicación de la planta de tratamiento portátil según lo evaluado y planificado.

Conclusiones y recomendaciones: se presentan de manera precisa y detallada los aspectos resultantes de la investigación y del análisis de resultados, demostrando el logro de los objetivos planteados y haciendo las recomendaciones pertinentes con el fin de garantizar el mejor rendimiento del sistema integral de recolección de aguas residuales.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

Uno de los problemas que más se presentan en algunas zonas pobladas es que no cuentan con una red de cloacas, por lo tanto, las aguas residuales son destinadas a pozos sépticos o en algunos casos, liberadas en las calles, suelos o cauces por falta de control. En una población carente de una red de cloacas, las aguas residuales terminan contaminando el suelo, las aguas superficiales y freáticas, y frecuentemente pasan a fluir por los brocales constituyéndose en peligrosos focos de diseminación de una amplia variedad de enfermedades. En el caso de urbanismos en los cuales las viviendas cuentan con pozos sépticos, las aguas residuales se acumulan con deposición de excretas, desechos sólidos como restos de alimentos y desechos líquidos como es el caso de aceites y grasas, causando malos olores y presencia de insectos o roedores. En ocasiones, los desechos que se encuentran en el pozo séptico se adhieren a las paredes de la fosa provocando su impermeabilización e impidiendo su drenaje hacia el subsuelo, provocando con esto su saturación y en algunos casos el desborde o colapso del mismo. De allí la importancia de la ejecución de un proyecto de infraestructura sanitaria tal como un sistema de recolección de aguas residuales mediante redes de cloacas que garanticen la absorción, alejamiento y descarga de estas aguas residuales.

En Venezuela, la descarga de aguas residuales es una de las más grandes e influyentes problemáticas que se presentan a nivel socio-económico por motivo de los altos costos de las instalaciones y ejecución de la obra sanitaria respectiva, así como también a nivel de planificación urbana, debido a la constante expansión demográfica de sus ciudades, muchas veces sin planificación alguna. Es por esta razón que muchas

viviendas que son edificadas sin estar incluidas en la planificación de las ciudades, en su amplia mayoría se encuentran ubicadas lejos de las redes cloacales ya existentes. Estas viviendas por lo general cuentan con pozos sépticos por motivo de la ausencia de dichas redes cloacales, siendo una opción más viable y relativamente de bajo costo para muchas personas, sin embargo, es necesario que las personas puedan contar con un servicio de recolección y descarga de aguas residuales tal como un sistema de cloacas que les garantice un nivel de calidad de vida, salvaguardando siempre su integridad y que no represente un problema de saneamiento ambiental.

La urbanización Canta Claro, ubicada en el sector Vía HP, específicamente en el municipio Anaco, Estado Anzoátegui, fue edificada en el año 2001 y no posee una red de cloacas por motivo de que fue construida, en ese entonces, hacia las afueras de la ciudad, en un sector que no estuvo dentro de la planificación urbanística. La totalidad de las 50 viviendas de la urbanización cuentan con pozos sépticos a los cuales son destinadas las aguas residuales con deposiciones fecales y demás desechos, incluyendo también en ocasiones aguas pluviales que entran en el sistema en momentos de lluvias torrenciales de gran intensidad, provocando la saturación del pozo séptico, problema que también puede ser causado por las demoras de los camiones cisternas, siendo esto un inconveniente para los habitantes de la urbanización, y que además dichos camiones cisternas le generan un costo económico a la comunidad por el trabajo de absorción de las aguas residuales y limpieza de la fosa, no obstante, en algunos casos las aguas provenientes de otras actividades como lavados de ropas, de autos, limpieza del hogar, entre otras, son vertidas al aire libre y fluyen de manera abierta por cauces improvisados y formados por las propias corrientes de estas aguas hasta llegar a los brocales de la urbanización.

Al tomar la iniciativa de incluir una planta de tratamiento portátil a un sistema de recolección de aguas residuales se trasciende a un sistema integral más eficiente y capaz de cumplir con el saneamiento, disminuir el impacto ambiental y al mismo

tiempo, el aprovechamiento de un recurso de vital importancia como lo es el agua. De esta manera se toman en cuenta políticas ambientales y sanitarias que producen efectos muy positivos, ya que el tratamiento de dichas aguas residuales, si se planifica y gestiona de una forma adecuada, produce grandes beneficios tanto para el medioambiente como para los seres vivos.

Una forma de mejorar el nivel de calidad de vida de las personas que habitan la urbanización Santa Clara es construyendo un nuevo sistema integral de recolección de aguas residuales a través de colectores cloacales que reemplace el sistema actual de pozos sépticos y que incluya la implementación de una planta de tratamiento portátil, brindándole a la comunidad un servicio óptimo de recolección de aguas residuales que pueda absorber y alejar estas aguas para ser tratadas y posteriormente aprovechadas o descargadas sin que representen un problema de saneamiento ambiental para la comunidad y de esta forma disminuir el impacto ambiental causado por los efluentes cloacales gracias al tratamiento que recibirán. De esta manera también se podrá solventar los problemas habituales que generan los pozos sépticos como los malos olores y la atracción de insectos y roedores hacia las zonas de las viviendas.

Toda esta problemática conduce a las siguientes interrogantes: ¿Qué tan grave puede ser el problema de recolección de aguas residuales por intermedio de pozos sépticos en la urbanización Santa Clara?, ¿Será posible la optimización del sistema de recolección de aguas residuales de la urbanización Santa Clara a través de la construcción de un sistema integral de recolección de aguas residuales?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Proponer la construcción de un sistema integral de recolección de aguas residuales para la urbanización Canta Claro, ubicada en el sector Vía HP, Municipio Anaco, Estado Anzoátegui.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Diagnosticar la situación actual del sistema de pozos sépticos con el que cuenta la urbanización Canta Claro, ubicada en el sector Vía HP, Municipio Anaco, Estado Anzoátegui.
2. Exponer la utilidad y aplicación de plantas de tratamiento portátiles en sistemas de recolección de aguas residuales domésticas.
3. Determinar variables hidráulicas y no hidráulicas necesarias para la realización del diseño de un sistema integral de recolección de aguas residuales para la urbanización Canta Claro.
4. Diseñar un sistema integral de recolección de aguas residuales para la urbanización Canta Claro, con la finalidad de cumplir con las solicitudes, normas sanitarias y ambientales.
5. Elaborar una propuesta de construcción de un sistema integral de recolección de aguas residuales para la urbanización Canta Claro, que minimice el

impacto ambiental causado por las aguas residuales y permita su aprovechamiento.

1.3 Justificación de la investigación

En la actualidad, las infraestructuras sanitarias son indispensables para toda comunidad civilizada, ya que estas mejoran el nivel de calidad de vida de las personas que se benefician de estos servicios tales como el abastecimiento de aguas claras y del desecho de aguas residuales, también preservando el medioambiente de estas últimas.

Es por esto que los estudios e investigaciones realizadas en pro de la construcción u optimización de estas obras sanitarias están justificados ya que son realizados en función de mejorar la calidad de vida de cualquier comunidad. En el caso de la urbanización Canta Claro, sus habitantes han intentado solventar este problema por medio de las autoridades gubernamentales correspondientes, sin embargo, su petición no ha sido atendida de manera contundente y prioritaria. El problema del sistema de recolección de aguas residuales que afecta a la urbanización Canta Claro dio pie al inicio de este proyecto que tiene como meta final desarrollar una documentación destinada a cualquier organismo público o privado, que pueda ser de utilidad para solventar los problemas sanitarios y ambientales que afectan a la comunidad y de esta manera favorecer a sus habitantes con la ejecución de dicho proyecto.

1.4 Alcance de la investigación

Esta investigación tendrá como objetivo elaborar una propuesta de construcción de un sistema integral de recolección de aguas residuales para la urbanización Canta Claro, es decir, el desarrollo de un proyecto que pueda servir como documentación para algún organismo o institución interesada en su ejecución. Este proyecto tendrá el propósito de optimizar el sistema de recolección de aguas residuales de la comunidad

al reemplazar los actuales pozos sépticos por un nuevo sistema integral de colectores y que a su vez se disminuya el impacto ambiental causado por los efluentes cloacales gracias a la implementación de una planta de tratamiento portátil, y de esta manera mejorar el nivel de calidad de vida de las personas que la habitan. Asimismo, esta investigación tendrá como objetivo adicional desempeñarse como una guía para la elaboración de diseños de redes cloacales utilizando procedimientos técnicos bajo ciertos parámetros y normas.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica del área

El área donde se desea proponer la construcción de un sistema de recolección de aguas servidas se ubica en la parroquia Anaco, al Norte (N) de la ciudad de Anaco, municipio Anaco, Estado Anzoátegui, Venezuela. En las figuras 1 y 2 se aprecia su ubicación exacta.



Figura 2.1 Mapa Geopolítico de Venezuela

Figura 2.3 Mapa Satelital del Área de la Urbanización Santa Clara.

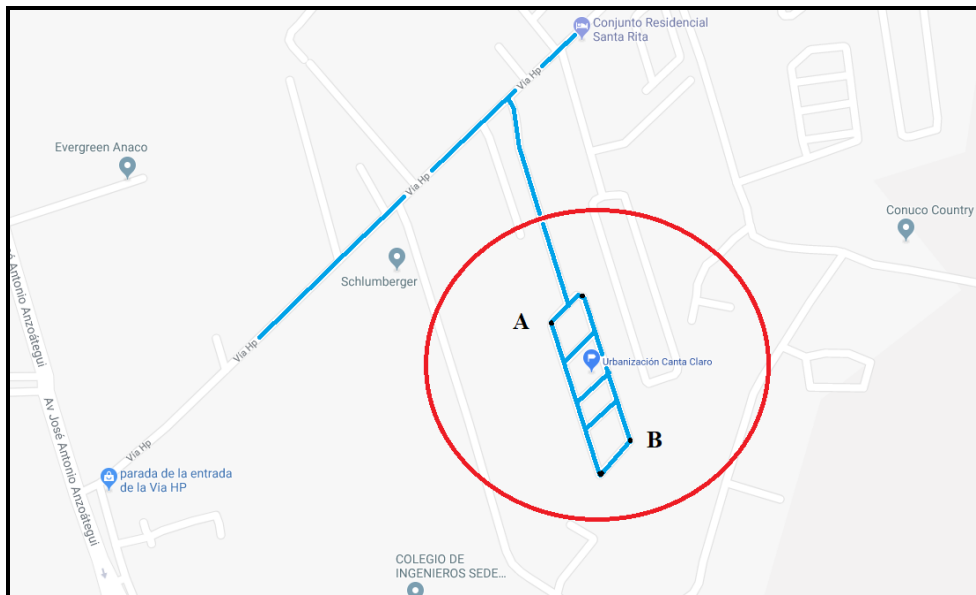


Figura 2.4 Croquis del Área de la Urbanización Santa Clara.

Coordenadas Geográficas que Delimitan el Área de la Urbanización Santa Clara.

	Latitud	Longitud
A	9,451813465206708	-64,46462988853455
B	9,450395315893703	-64,46365356445312

Coordenadas UTM que Delimitan el Área de la Urbanización Santa Clara.

	Este	Norte
A	339204,7261840864 m	1045140,4169888737 m
B	339308,9253550708 m	1044986,6538551612 m

2.2 Acceso al área en la cual se propone construir el sistema de recolección de aguas servidas

El acceso a la urbanización Canta Claro es vía terrestre, a través de la Av. José Antonio Anzoátegui con Vía HP, aunque existen vías secundarias que desembocan en la Vía HP como es el caso de la Av. José Antonio Anzoátegui con Calle El Araguaney y Calle Los Olivos.

2.3 Características Físico – Naturales

2.3.1 Hidrografía

Los ríos y quebradas que surten los alrededores de la ciudad de Anaco vierten sus aguas en la Cuenca Hidrográfica del Caribe; son el Güario, situado al Sur y el Anaco situado al Norte; sus caudales son de escasa importancia y de carácter intermitente. La dirección de drenaje es de Este a Oeste y las Aguas desembocan en el Río Aragua tributario del Güere por cuyo cause caen en el Unare, el cual finalmente desemboca en el Mar Caribe.

2.3.2 Geografía

Anaco está ubicada en la parte céntrica del Estado Anzoátegui, enclavada entre la región Nororiental y las demás regiones del país, formando parte de la región de los Llanos Orientales y sus coordenadas son 9°26'03''N y 64°27'34''O (GMS). Tiene una superficie total de 727,65 km², de los cuales 3.977,18 ha pertenecen al área urbana y 68.807,82 ha pertenecen al área rural.

El Municipio Anaco del Estado Anzoátegui tiene una población de 159.380 habitantes y lo conforman las parroquias de Anaco, San Joaquín y Buena Vista, siendo la ciudad homónima de Anaco su capital. Los límites político territoriales de dicho municipio son los siguientes: al Norte limita con el Municipio Libertad, al Este limita con el Municipio Freites, al Oeste limita con el Municipio Aragua y al Suroeste limita con el Municipio Santa Ana.

2.3.3 Relieve

Anaco está localizada a una altitud aproximada de 200msnm, esto es 180msnm por encima de la altura de Barcelona (20msnm), capital del Estado Anzoátegui, y 2339msnm por debajo del Cerro Tristeza (2539msnm), el punto más elevado del Estado Anzoátegui. La ciudad de Anaco presenta terrenos de superficies planas y semionduladas que van desde 1% hasta 8% de pendiente.

2.3.4 Clima

La zona de Anaco y sus alrededores presentan un clima tropical semiárido e isotermo de sabana con una precipitación promedio anual que varía entre los 600mm y 800mm, con una temperatura entre 23°C y 29°C.

2.3.5 Vegetación

El área de Anaco presenta una cobertura muy variada pero generalmente es considerada como una zona de bosque muy seco tropical. Las diferentes formaciones de vida encontradas son: bosque medio denso, bosque ralo bajo, bosque de galería y sabanas; con un predominio de sabanas arboladas en asociación con la actividad agropecuaria de bosques bajos densos compuestos por especies arbustivas xerófilas.

Por otra parte, como asociación edáfica, se encuentran reductos de bosque de galería, los cuales han sido fuertemente intervenidos.

2.3.6 Geología regional y/o local

2.3.6.1 Geología

Los Llanos Orientales se caracterizan por mesas extensas y planas que cubren aproximadamente un 60% del Estado Monagas y un 30% del Estado Anzoátegui. Estas mesas están circundadas por escarpados o farallones de pendiente abruptas a verticales y alturas de 40 o más metros. Muchos morichales nacen al pie de estos farallones. Las mesas poseen un mal drenaje, tipo dendrítico centrípeto hacia una depresión o laguna central.

Hacia la zona de Anaco se corresponde a una sedimentación del terciario y a la formación mesa del período cuaternario y se caracteriza por una litología limoarenosa, con suelos rojizos, de alto contenido de hierro por procesos de lixiviación. Sus estratos constan de abundante presencia de yacimientos de petróleo y gas.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

Entre algunas de las investigaciones más recientes llevadas a cabo y relacionadas con la construcción y/o diseño de sistemas de recolección de aguas servidas tenemos:

Gabriela Del Valle Millán Navarro (2009), Tesis de Grado de la Universidad de Oriente titulada: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLOACAS PARA LA POBLACIÓN DE LAS HERNÁNDEZ, UBICADA EN EL MUNICIPIO AUTÓNOMO TUBORES, ESTADO NUEVA ESPARTA”**, su principal objetivo fue plantear un diseño de un sistema de cloacas basado en datos reales y tomando en cuenta las condiciones actuales de la población, debido a la problemática que presenta, tal como es, la falta de un sistema de cloacas que trae como consecuencia la proliferación de enfermedades y contaminación ambiental.

Anabell Solano (2012), Tesis de grado del Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño” titulada: **“PROYECTO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS SERVIDAS PARA LOS SECTORES DE LA PORFIA I, II Y III, EL ROSARIO, 19 DE ABRIL, PALO GRANDE Y FRANCISCA DUARTE, UBICADOS EN EL MUNICIPIO AUTONOMO CARONÌ, SAN FELIX, ESTADO BOLIVAR.”**, su principal objetivo fue proponer el diseño de un sistema de cloacas con el propósito de producir el saneamiento ambiental y eliminar el viejo sistema de pozos sépticos, letrinas y disposición de aguas servidas a cielo abierto, lo cual trae como consecuencia, la aparición de distintas enfermedades perjudiciales para la salud de las personas.

Marta Aponte y Wilfredo Weffe (2009), tesis de grado de la Universidad de Oriente titulada: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS EN EL SUR-OESTE DE VIDOÑO Y PUTUCUAL, ENTRE LAS PROGRESIVAS 0+000 Y 1+500, DE LOS MUNICIPIOS BOLÍVAR Y SOTILLO DEL ESTADO ANZOÁTEGUI.”**, su principal objetivo fue presentar el diseño de un sistema de cloacas con el fin de dar solución al problema que presenta la comunidad por igual, el cual es, la carencia de control sanitario en los diferentes pozos sépticos allí encontrados.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Efectos de las aguas residuales al medioambiente

En muchas otras partes del mundo, el vertido de sustancias antropogénicas de agua no tratada o subtratada se ha convertido en el responsable de muchas enfermedades y problemas de salud, debido a que las descargas de aguas residuales generan la contaminación del agua, los peces y otras criaturas marinas mueren, afectando indirectamente a la salud humana.

Es probable que las aguas residuales contengan varias materias orgánicas, compuestos de nitrógeno y fósforo, patógenos, aceites y grasas, metales pesados y muchos otros productos químicos tóxicos dependiendo la fuente que los genere.

Se han realizado muchos estudios para conocer el impacto de las aguas residuales en el medio ambiente, lo que indica que el agua residual que se libera en los océanos o ríos puede ser una gran preocupación para la salud humana y el equilibrio ecológico.

Las aguas residuales que están llenas de sustancias químicas complejas pueden generar disminución en el nivel de oxígeno en las fuentes de agua naturales y, por lo tanto, causar un cambio drástico en la vida acuática.

3.2.2 Efectos de las aguas residuales en la salud humana

Las áreas que carecen de instalaciones adecuadas para la eliminación y el tratamiento de las aguas residuales representan una gran problemática, aumentando las amenazas para la salud humana. Este problema se ha convertido en una grave preocupación por la gran cantidad de contaminación y de enfermedades que pueden provocar debido a los patógenos y otros productos químicos tóxicos presentes en las aguas residuales. Por lo tanto, el tratamiento de aguas residuales es imprescindible para mejorar la salud pública además de evitar otros efectos.

3.2.3 Gestión de las aguas residuales

La gestión de las aguas residuales se ha convertido en un problema a nivel mundial con el crecimiento de la población humana y las actividades industriales, convirtiéndose en una necesidad para la supervivencia el tratamiento de estos efluentes ya sean de fuentes domésticas, comerciales o industriales.

Hoy en día se lleva a cabo una campaña para promover la implementación de plantas de tratamiento que puedan descontaminar y aprovechar estos efluentes mediante el reciclaje de las aguas residuales. Se sabe que las aguas residuales subtratadas aportan un efecto muy positivo como riego para suelos y se suelen utilizar para el cultivo de césped, además de mejorar los rendimientos de las cosechas en los campos. Los desechos biosólidos también pueden ser tratados y reciclados para aprovecharse como fertilizantes.

Las aguas residuales son objeto, en primer lugar, de un pretratamiento encaminado a eliminar las piedras, arena, aceites y grasas mediante procesos mecánicos de filtrado, sedimentación o flotación.

A continuación, tiene lugar el tratamiento primario, que incluye la retirada de los materiales sólidos en suspensión haciendo circular las aguas residuales (añadiendo a veces determinados productos químicos) por depósitos de sedimentación o flotación.

En el tratamiento biológico secundario, el agua recorre otros depósitos en los que determinados microorganismos transforman la contaminación residual en lodos de depuradora. Una instalación de tratamiento correctamente diseñada y manejada, que incorpore el tratamiento secundario, es capaz de reducir las cantidades de materia orgánica en más del 90 % y la presencia de bacterias fecales hasta en un 99 %.

Los tratamientos más avanzados incluyen etapas adicionales, como la eliminación de nutrientes o la desinfección. Nutrientes como los nitratos o los fosfatos pueden eliminarse mediante procesos biológicos (por ejemplo, aplicación de nitrógeno) o añadiendo sustancias químicas (por ejemplo, fósforo). Las técnicas de desinfección pueden consistir en radiaciones ultravioleta o en tratamiento con ozono.

3.2.4 Características de las aguas residuales

Las características de los desechos que constituyen las aguas residuales transforman totalmente la calidad del agua del abastecimiento público, haciéndola nociva y perjudicial. Pero bajo el punto de vista hidráulico altera en muy poco su condición original de fluido líquido. Por esta circunstancia, se considera que las aguas residuales tienen las mismas características hidráulicas de flujo que las del agua, y que las leyes que gobiernan la hidráulica son también aplicables a las aguas residuales.

Las características de las aguas residuales, pueden influir en el material de conducción y en el diseño de ciertas estructuras y estaciones de bombeo, por lo cual algunas consideraciones al respecto se consideran pertinentes.

ANÁLISIS QUÍMICO SANITARIO TÍPICO LÍQUIDOS CLOACALES (En mg/l)	
Contribuyentes	Valores Medios
Sólidos totales	500
Sólidos volátiles.....	350
Sólidos fijos	150
Sólidos suspendidos totales.....	300
Sólidos suspendidos volátiles	300
Sólidos suspendidos fijos	250
Sólidos disueltos totales.....	200
Sólidos disueltos volátiles	100
Sólidos disueltos fijos.....	100
Sólidos sedimentales (ml/l)*	8*
DBO - 5 días, 20° C.....	200
Oxígeno consumido	75
Oxígeno disuelto	0
Nitrógeno total	50
Nitrógeno orgánico.....	20
Nitrógeno amoniacal libre.....	30
Nitrógeno Nitritos (RNO_2).....	0,05
Nitrógeno Nitratos (RNO_3)	0,20
Nitrógeno Cloruros.....	100
Nitrógeno Alcalinidad (CaCO_3).....	100
Nitrógeno Grasas	20

(*) No en mg/l.

Figura 3.1 Análisis químico sanitario típico, líquidos cloacales (en mg/lts)

3.2.4.1 Sólidos totales

Las aguas residuales de uso doméstico consisten principalmente en aguas de lavado de ropa, fregado, aseo personal y usos sanitarios, las cuales suelen contener entre 600 y 800 mg/lit de materias sólidas tales como excrementos, jabones, grasas, restos alimenticios, papeles y trapos.

La conducción de estos sólidos a través del agua reviste gran importancia, por el hecho de la acumulación y sedimentación de los mismos en las tuberías, creando condiciones no favorables, tanto desde el punto de vista técnico como sanitario, lo cual obliga a proyectar hacia velocidades que para la condición real de funcionamiento hagan posible el arrastre del material sedimentable. Debe hacerse hincapié en que esta consideración debe tenerse presente para condiciones reales de flujo y no para situaciones que solo teóricamente cumplirían con una condición de arrastre.

3.2.4.2 Sulfuro de hidrógeno

La producción de sulfuro de hidrógeno es un factor negativo en las redes cloacales por su poder corrosivo y su desagradable olor. Por ello, una consideración importante para el diseño consiste en la prevención de su formación.

La cantidad de sulfuro producido varía con la concentración del líquido cloacal, la temperatura, el diámetro de la tubería y el tiempo de retención. Bajo esta consideración, si el período de retención es menor de 15 minutos, no se desarrollarán concentraciones serías de sulfuro de hidrógeno.

En aguas residuales altamente concentradas, y si la temperatura es relativamente alta, se requerirá aproximadamente de una velocidad de 0,90 m/s a 1,05 m/s en un colector fluyendo libremente, a fin de prevenir la formación de sulfuro de hidrógeno.

Los problemas que puede ocasionar la formación de sulfuro de hidrógeno, generalmente ocurren en los conductos sólo en longitudes grandes, por su acumulación excesiva en la tubería sin oportunidad de ventilación, produciéndose malos olores, corrosión, incremento de la demanda de cloro y mayores dificultades de tratamiento.

Generalmente, el sulfuro de hidrógeno está disuelto en el agua, siendo mayor a bajo pH y puede liberarse en grandes cantidades dentro de bocas de visita con caídas grandes, creando ambientes letales.

Esta condición de peligrosidad debe ser tomada en cuenta en el diseño del sistema de recolección de aguas residuales, a fin de prevenir tal posibilidad, sobre todo en conductos largos, manteniendo velocidades de escurrimiento adecuadas, evitando puntos de alta turbulencia y longitudes de colectores fluyendo a presión o a capacidad plena.

3.2.5 Sistemas cloacales

Los sistemas cloacales o alcantarillados son un conjunto de tuberías subterráneas denominadas cloacas o alcantarillas respectivamente, que conducen las aguas residuales que se recolectan en el interior de las edificaciones a través de las piezas sanitarias y cañerías internas de la construcción, hacia puntos distantes para su tratamiento y/o disposición final.

Estos colectores cloacales reciben aportes de aguas residuales de todo tipo, procedentes tanto de uso doméstico como comercial e industrial.

La recolección de las aguas pluviales puede hacerse en forma separada de las aguas residuales o combinada con ellas.

3.2.6 Clasificación de los sistemas cloacales

Los sistemas cloacales o redes de alcantarillado se clasifican de acuerdo al tipo de agua que conducen:

3.2.6.1 Sistema cloacal separado

Es en el que la recolección de aguas residuales y pluviales es independiente. Se dividen en:

- Sistema cloacal sanitario: es la red de tuberías a través de la cual se recolectan, conducen y descargan de forma rápida y segura las aguas residuales domésticas, comerciales e industriales, hacia una planta de tratamiento y finalmente a un sitio de vertido.
- Sistema cloacal pluvial: es el sistema que capta las aguas provenientes de lluvias para su disposición final, que puede ser: infiltración, almacenamiento o depósito y cauces naturales.

3.2.6.2 Sistema cloacal unitario

Es en el que se recolectan las aguas residuales y pluviales en un mismo colector. Se dividen en:

- Sistema cloacal combinado: es el sistema que capta y conduce simultáneamente el 100% de las aguas residuales y el 100% de las aguas pluviales, pero dada su disposición puede dificultar su tratamiento posterior y causar serios problemas de contaminación al verterse a cauces naturales y debido a las normas sanitarias y ambientales se imposibilita su infiltración.

- Sistema cloacal semi combinado: se denomina al sistema que conduce el 100% de las aguas residuales que produce un área o conjunto de áreas, y un porcentaje menor al 100% de las aguas pluviales captadas en esa(s) zona(s), que se consideran como excedentes y que serían conducidas por este sistema de manera ocasional y serviría como un alivio al sistema de recolección pluvial o de infiltración, para no ocasionar inundaciones en las vialidades o zonas habitacionales.

3.2.7 Componentes de un sistema de recolección de aguas residuales separado

Una red de alcantarillado está constituida por:

3.2.7.1 Tanquilla de empotramiento

La tanquilla de empotramiento normalmente se ubica debajo de la acera, preferiblemente en el punto más bajo del frente de la parcela. Generalmente se construye con tubería de concreto, cuyo diámetro mínimo es de 250 mm, incrementándose éste de acuerdo a la dotación.

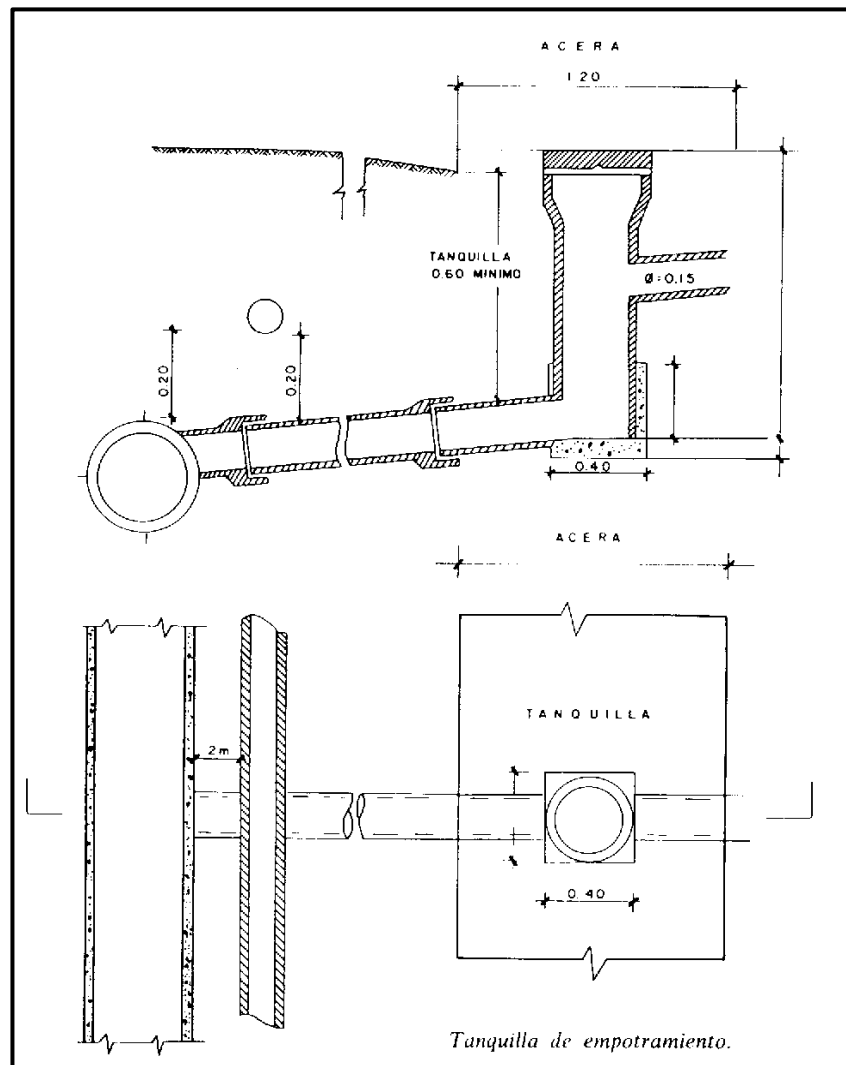


Figura 3.2 Tanquilla de empotramiento.

3.2.7.2 Ramal de empotramiento

Es la tubería que, partiendo de la tanquilla en el borde de la acera, va hasta el colector cloacal que está enterrado en la calle y pasa más cerca de la vivienda.

Este ramal de empotramiento tendrá un diámetro de acuerdo al gasto correspondiente de la edificación que sirve, pero en ningún caso dicho empotramiento debe ser inferior a 150 mm de diámetro, siendo 1% la pendiente mínima aconsejable.

Las cloacas de empotramiento deberán cumplir las especificaciones del artículo 333 de las «Normas sanitarias para proyecto, construcción, reparación y reforma de edificios», Gaceta Oficial número 752, Extraordinaria, que dice:

Art. 333. La acometida a la cloaca pública debe hacerse por medio del cachimbo previsto para tal fin. Si éste no existe, se permitirá hacer el empotramiento directamente en el colector público, siempre que se cumplan los siguientes requisitos:

1. No se efectuarán dos empotramientos en el mismo sitio, aun cuando sea en lados opuestos del colector.
2. Se tratará de que la perforación hecha en el colector con el objeto de empotrar la cloaca del edificio resulte aproximadamente del mismo diámetro del tubo de empotramiento.
3. La junta se hará con mortero de cemento de excelente calidad, de no menos de 8cm de espesor, y en forma que quede completamente estanca.
4. El empotramiento se hará con una Yc en dirección de la corriente cuando el diámetro del colector público sea menor de 45 cm. En caso de ser mayor, podrá hacerse en ángulo de 90°.
5. Cuando por razones de topografía se haga necesario empotrar dos viviendas en un mismo ramal de empotramiento, esto se hará en una tanquilla debajo de la acera.
6. La pendiente del ramal de empotramiento estará comprendida entre 1% y 10%.

7. El empotramiento se hará en forma tal que la cresta del tubo de empotramiento quede 0,20 m más abajo que la parte inferior de la tubería de agua potable.
8. La profundidad del tubo de empotramiento en la acera estará comprendida entre 0,80 m y 2,00 m.
9. Al efectuar el empotramiento se evitará que caigan dentro del colector, mortero, escombros, tierra u otros materiales que puedan obstruirlo.
10. El tubo empotrado nunca deberá sobresalir dentro del colector al cual se empotrará.
11. El diámetro mínimo del empotramiento será de 15 cm.

Para cada parcela deberá instalarse una tubería de empotramiento, cuyo diámetro mínimo estará de acuerdo a la dotación de agua correspondiente. A tales efectos, las «Normas del Ministerio de Sanidad» recomiendan los diámetros mínimos señalados a continuación:

**DIÁMETROS MÍNIMOS DE LAS TUBERÍAS DE
EMPOTRAMIENTO Y DIMENSIONES MÍNIMAS DE
LAS TANQUILLAS DE EMPOTRAMIENTO, SEGUN LAS
DOTACIONES DE AGUA ASIGNADAS A LAS
PARCELAS EN LT/DÍA**

Dotación asignada a la parcela o lote en lt/día	Diámetro mínimo de la tubería de empotramiento		Dimensiones mínimas de la tanquilla de empotramiento	
	mm	Pulgadas	mm	Pulgadas
Hasta 15.000.....	150	6	250	10
De 15.001- 45.000 ..	200	8	300	12
De 45.001-100.000 ..	250	10	380	15
De 100.001-200.000 ..	300	12	457	18
De 200.001-400.000 ..	380	15	610	24

Figura 3.3 Diámetros mínimos de las tuberías de empotramiento y dimensiones mínimas de las tanquillas de empotramiento, según las dotaciones de agua asignadas a las parcelas en lt/día.

Diámetros mínimos de las tuberías de empotramiento y dimensiones mínimas de las tanquillas de empotramiento, según las dotaciones de agua asignadas a las parcelas en lt/día.

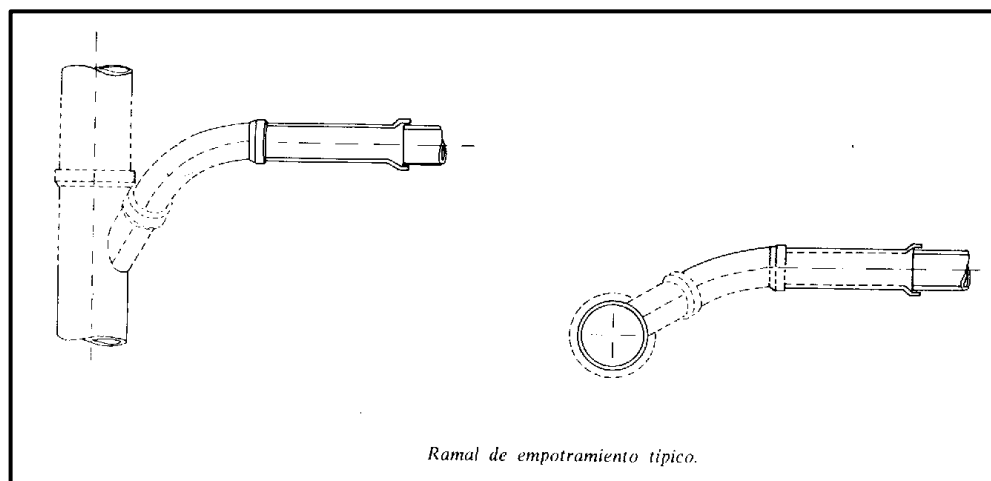


Figura 3.4 Ramal de empotramiento típico.

3.2.7.3 Bocas de visita

Son estructuras generalmente compuestas de un cono excéntrico, cilindro y base que permiten el acceso a los colectores cloacales y cuya ubicación, tipo y características están señaladas en el art. 336 de las «Normas e instructivos para el proyecto de alcantarillado», del Instituto Nacional de Obras Sanitarias.

De acuerdo al artículo señalado, deberán proyectarse bocas de visita:

1. En toda intersección de colectores del sistema.
 2. En el comienzo de todo colector.
 3. En los tramos rectos de los colectores, a una distancia entre ellas de 120 m, para colectores hasta Ø 0,30 m (Ø 12'') y 150 m para colectores mayores de Ø 0,30 m (Ø 12'').
 4. En todo cambio de dirección, pendiente, diámetro y material empleado en los colectores.
 5. En los colectores alineados en curva, al comienzo y fin de la misma y en la curva a una distancia de 30 m entre ellas, cuando corresponda.
- Tipo Ia: se utiliza para profundidades mayores de 1,15 m, con respecto al lomo del colector más enterrado y hasta la profundidad de 5 m, con respecto a la rasante del colector más profundo.

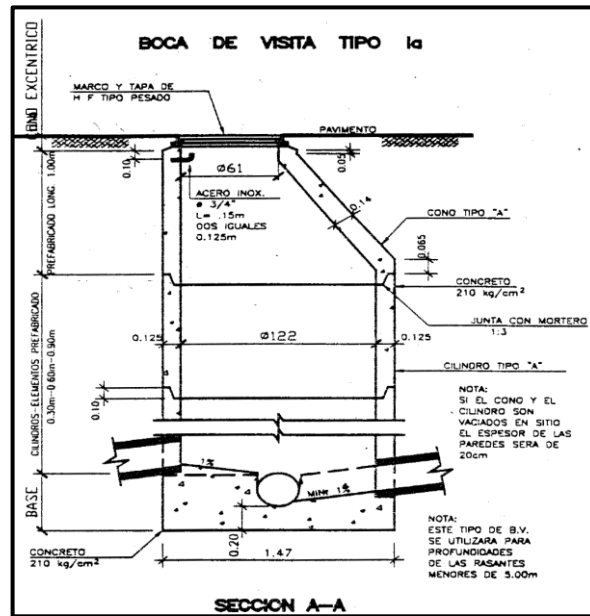


Figura 3.5 Boca de visita tipo Ia (sección a-a).

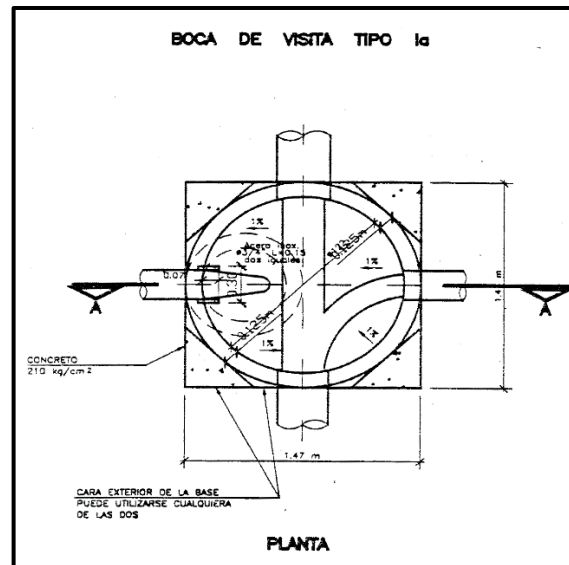


Figura 3.6 Boca de visita tipo Ia (planta).

Tipo Ib: Se utiliza para profundidades mayores de 5 m con respecto a la rasante del colector más profundo.

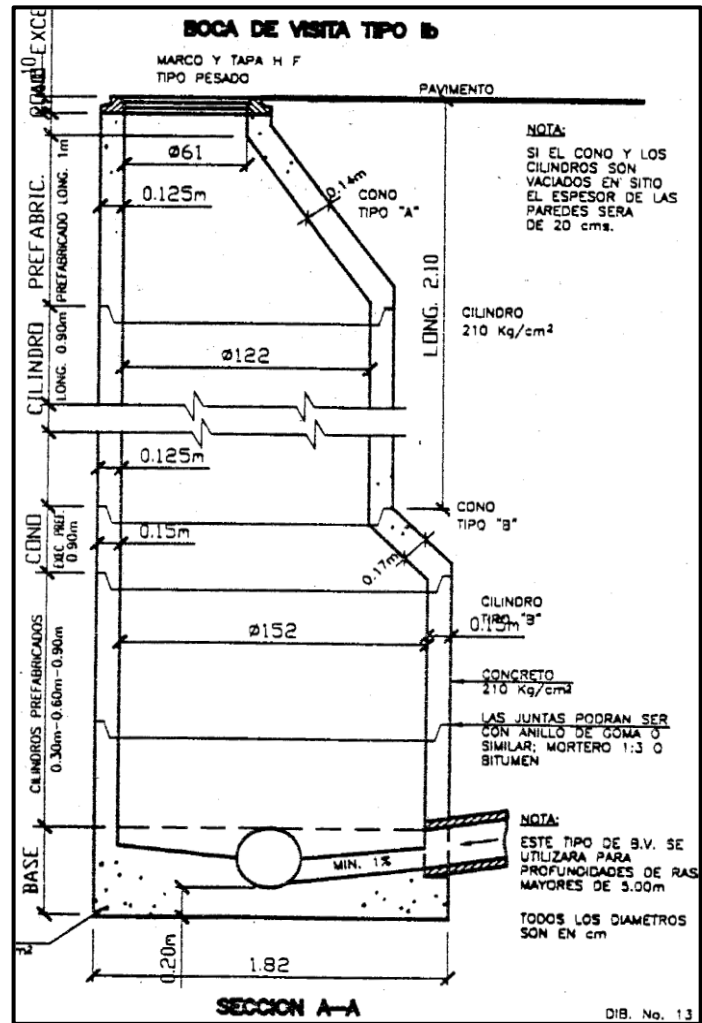


Figura 3.7 Boca de visita tipo Ib (sección a-a).

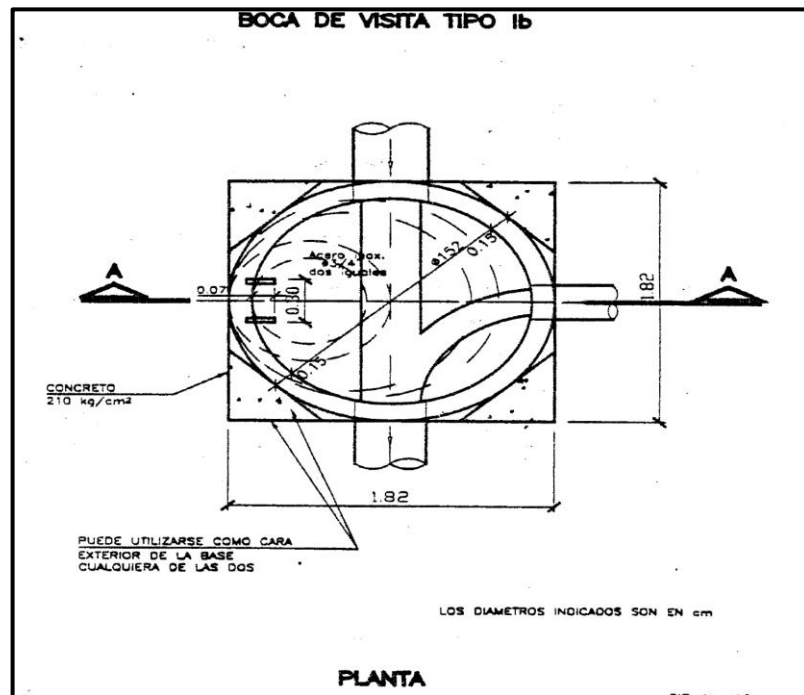


Figura 3.8 Boca de visita tipo Ib (planta).

- Tipo Ic: Se usa en los casos en que la diferencia de cotas entre la rasante del colector al llegar y la rasante del colector al salir sea mayor a 0,75 m, para diámetro de 0,20 m.
- Tipo II: Se utilizan en los casos en que el lomo de la tubería menos enterrada este a una profundidad igual o menor de 1,15 m, para colectores hasta 0,45 m de diámetro.

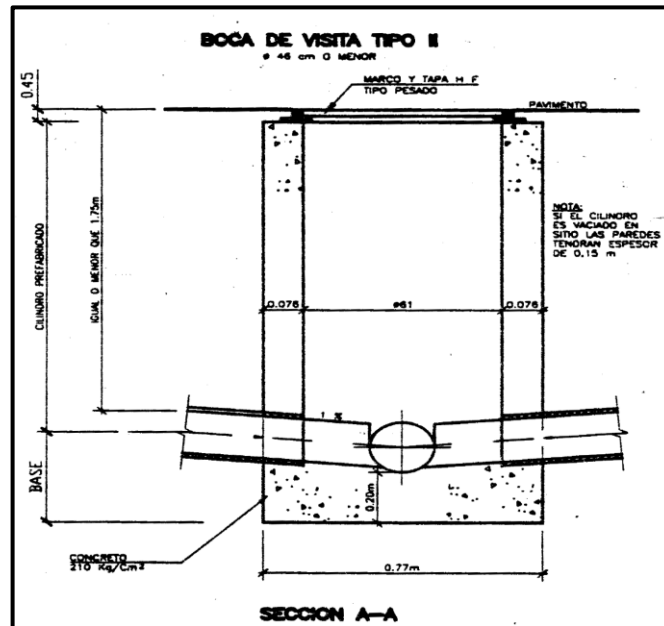


Figura 3.9 Boca de visita tipo II (sección a-a).

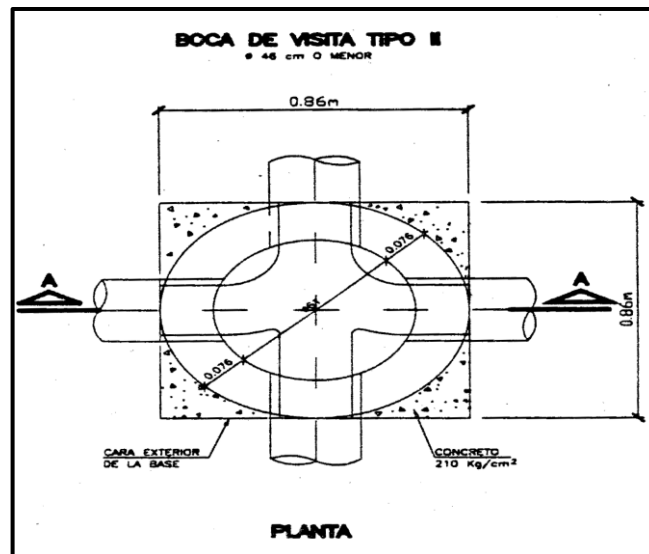


Figura 3.10 Boca de visita tipo II (planta)

Tipo III: Se utilizan en iguales casos que el anterior, pero para colectores de 0,53 m a 1,07 m de diámetro.

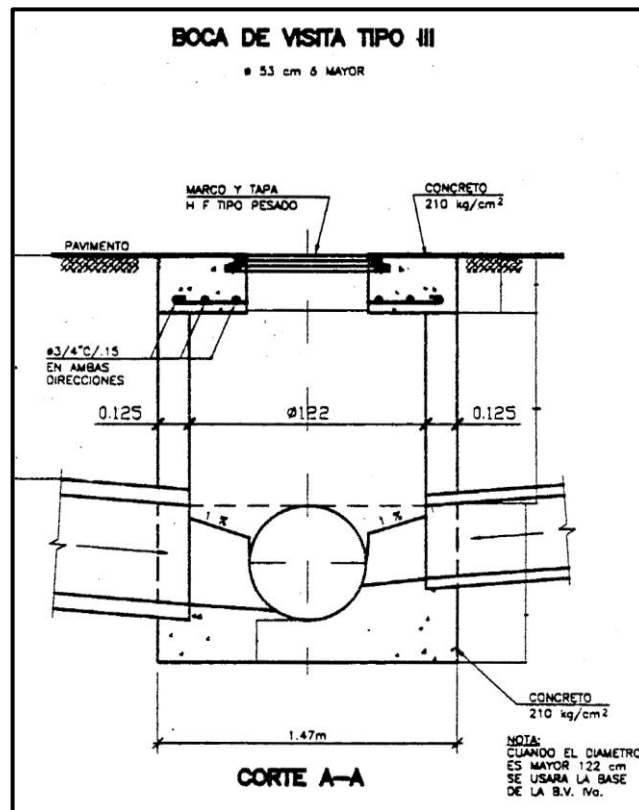


Figura 3.11 Boca de visita tipo III (sección a-a).

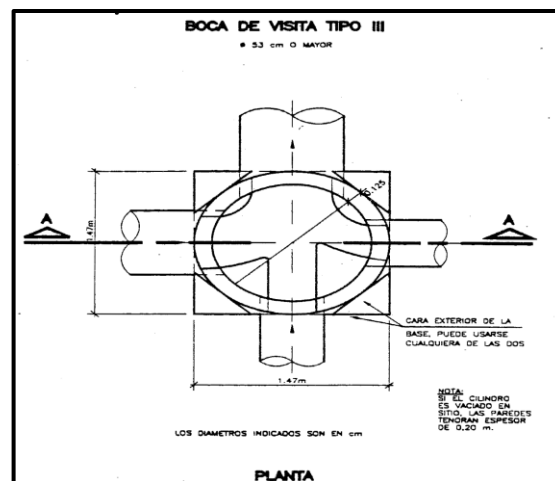


Figura 3.12 Boca de visita tipo III (planta).

- Tipo IVa: Se emplean para colectores de diámetro igual o mayor de 1,20 m (48") y profundidades hasta 5 m.

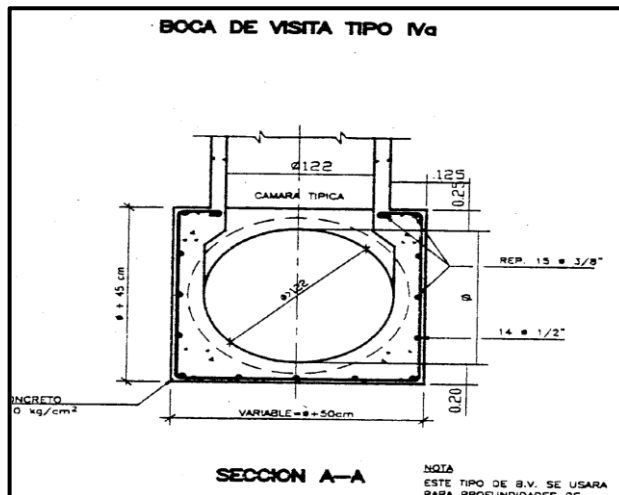


Figura 3.13 Boca de visita tipo IVa (sección a-a).

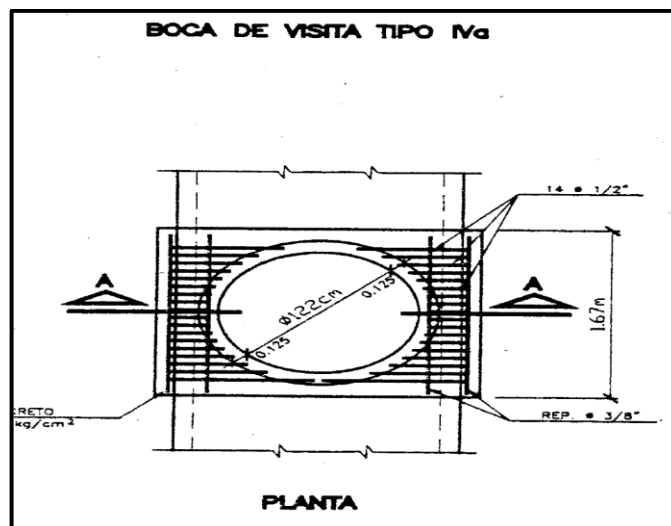


Figura 3.14 Boca de visita tipo IVa (planta).

- Tipo IVb: Se emplean para colectores de diámetro igual o mayor de 1,20 m (48") y profundidades mayores a 5 metros.

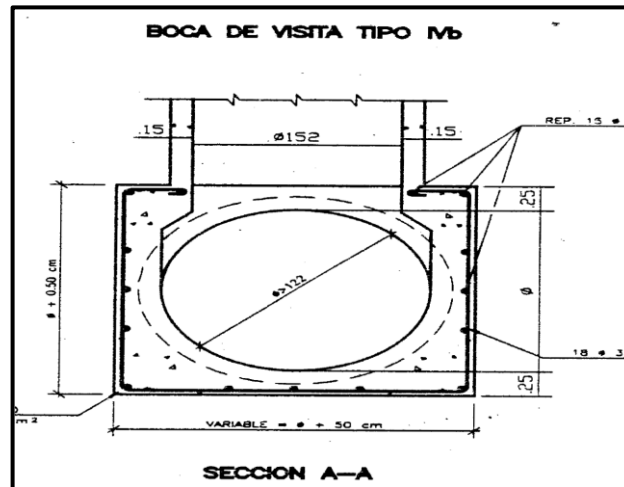


Figura 3.15 Boca de visita tipo IVb (sección a-a).

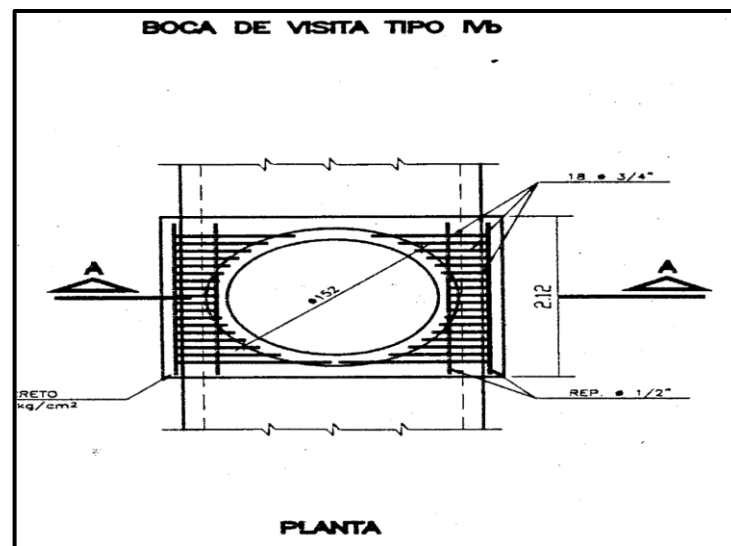


Figura 3.16 Boca de visita tipo IVb (planta).

3.2.7.4 Tramos

Se denomina tramo a 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.

3.2.7.5 Red de colectores

La red está 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 a 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 aportes de aguas residuales, hasta el sitio de descarga en la planta de tratamiento o en un curso superficial. Mientras que, los colectores secundarios son denominados aquellos colectores que reciben los aportes de aguas residuales de pequeñas áreas, pudiendo recibir las aguas residuales de varios tramos laterales y descargando en el colector principal.

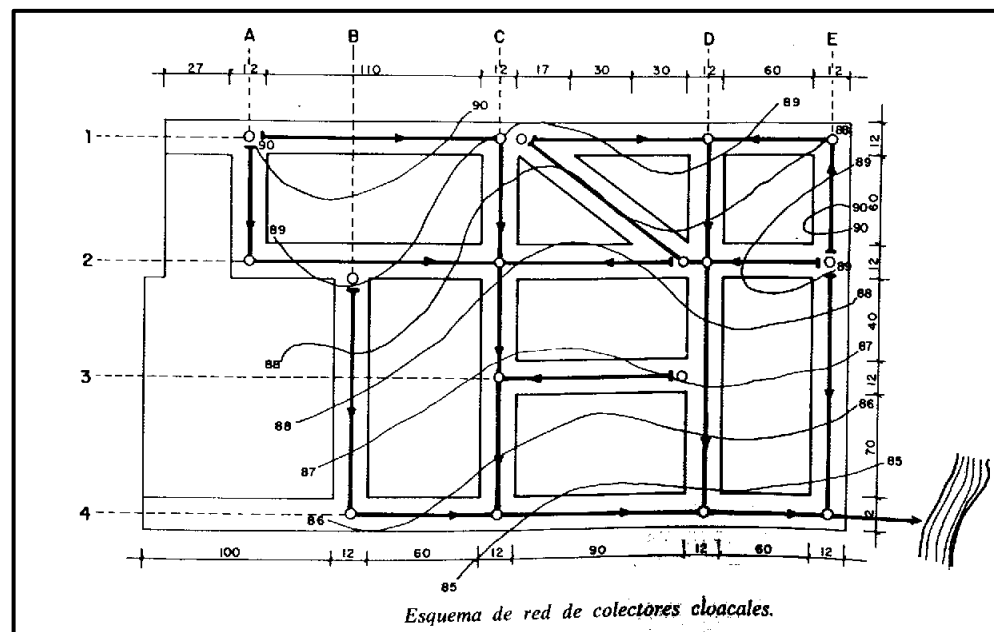


Figura 3.17 Esquema de red de colectores cloacales.

- Material utilizado para las tuberías: los materiales a emplear en los colectores, basándose en las normas son:
 1. Concreto armado o sin armar.
 2. Arcilla vitrificada.
 3. Hierro Galvanizado.
 4. Hierro fundido.
 5. Hierro fundido dúctil.
 6. Acero.
 7. P.V.C. (Policloruro de vinilo).
 8. Fiberglass (fibra de vidrio).
 9. P.E.A.D. (Polietileno de alta densidad).

3.2.8 Estudios preliminares para el diseño de sistemas de recolección de aguas residuales

Cuando se han de diseñar sistemas de recolección de aguas residuales, es necesario proceder con un reconocimiento en sitio de todas las condiciones que puedan significar aporte de datos para un diseño equilibrado, suficientemente económico y capaz de cubrir las necesidades básicas de la obra que se desea construir. Estas investigaciones previas en sitio se pueden agrupar dentro de los apartados siguientes:

3.2.8.1 Estudios demográficos

Estos estudios son realizados con el fin de poder conocer las densidades y clasificaciones de las zonas edificadas (zonas comerciales, zonas residenciales, zonas industriales, etc.) en las cuales se localizará la red cloacal. Estas características

demográficas nos definirán las dotaciones de agua necesarias y los coeficientes de escorrentía necesarios para el diseño del sistema de cloacas.

3.2.8.2 Estudios topográficos

El disponer de un buen levantamiento topográfico es de primordial importancia para el diseño y construcción de cualquier obra civil, ya que este es la base fundamental sobre la cual se determina la topografía modificada, procurando que el movimiento de tierra a realizar sea lo más balanceado posible y no haya problemas de servicio.

Si el levantamiento topográfico no refleja en los planos de una manera fiel las características del terreno, el proyecto en cuestión está fallando por su base y pueden presentarse a la hora de la construcción problemas muy graves, que traen como consecuencia modificaciones del proyecto en sitio, atraso en la obra y costos adicionales. Por eso la importancia de disponer de un buen levantamiento topográfico del terreno.

En lo posible, se deberá fijar aproximadamente, en el terreno, el paso más adecuado para un colector de descarga y levantar con todos los detalles sus elevaciones, situaciones y extensiones.

En los datos de investigación de obras existentes deben incluirse datos topográficos que puedan privar en el diseño; cursos de agua existentes y su recorrido urbano, tuberías y colectores enterrados, puentes y alcantarillas, líneas de ferrocarriles, zonas de aeropuerto, etc.

3.2.8.3 Estudios sanitarios

Debe llevarse a cabo un reconocimiento sanitario del lugar, con inclusión de las cuencas hidrográficas de los cursos de agua incluidos entre los preseleccionados para recibir las descargas cloacales.

Este reconocimiento comprende: tipo de disposición de excretas, sistemas de aguas cloacales que descargan en la cuenca hidrográfica, localización de pueblos, con su número de habitantes, que se encuentren aledaños a dicha cuenca, si las aguas residuales tienen o no tratamiento y su alcance, población de animales, presencia de industrias que puedan contaminar el agua, indicando sus distancias del sitio elegible como lugar de captación.

3.2.8.4 Estudios geológicos

Estos estudios comprenderán básicamente la recolección de información acerca de la geología de las capas superficiales del suelo donde se piensa construir el sistema de cloacas, con el objetivo de conocer la resistencia y estabilidad del suelo, además de permitir la estimación de costos de excavaciones.

3.2.8.5 Estudios variados

Estos comprenden la recolección de datos complementarios a los ya obtenidos en la investigación de cada uno de los apartados ya considerados. Estos datos comprenderán esencialmente:

- Climatología: su influencia en los consumos de agua del lugar.

- Economía: posibilidades de desarrollo por influencias no ocurridas hasta el momento de estos estudios.
- Corrientes migratorias: estadísticas sobre emigración e inmigración en la región y su influencia sobre la población futura.
- Estadísticas vitales: índice de mortalidad e índice de natalidad y su incidencia en la población.

3.2.8.6 Estudio de obras existentes

En aquellos sitios donde existe un sistema de abastecimiento o de alcantarillado se deberán investigar todas sus características y funcionamiento. Esos datos podrán determinar si pueden aprovecharse en su totalidad o parcialmente esas obras.

Deberán a su vez, tomarse en cuenta las características de todos los otros servicios públicos existentes o de inmediata realización en la zona, que puedan inferir en el diseño del proyecto o en la ejecución del mismo.

3.2.9 Parámetros que se deben tomar en cuenta para el diseño de sistemas de recolección de aguas residuales

Toda construcción de alcantarillados correctamente proyectada debe de cumplir con los siguientes requisitos:

1. Localización adecuada.
2. Seguridad en la descarga de aguas residuales.
3. Capacidad suficiente.

4. Resistencia adecuada.
5. Profundidad de instalación adecuada.
6. Facilidad para la inspección y limpieza.

3.2.9.1 Localización adecuada

Los colectores de una red de cloacas deben de instalarse coincidiendo con los ejes de las calles. La red deberá estar constituida por tramos rectos que encaucen las corrientes por el camino más corto hacia el lugar de vertido o descarga, evitando la formación de contracorrientes.

3.2.9.2 Seguridad en la descarga de aguas residuales

La descarga de aguas residuales se debe de hacer de manera rápida y sin causar molestias y peligros a la comunidad, para lo cual se deben de cuidar los siguientes aspectos:

1. Las pendientes de escurrimiento del agua dentro de las tuberías deben ser tales que, en condiciones de velocidad mínima, no permitan que se depositen las materias que llevan las aguas negras y en condiciones de velocidad máxima, no se produzca la erosión de las tuberías ni la dislocación de las mismas por desgaste de sus juntas.
2. Los conductos deben estar fabricados con el material más apropiado y compatible con las condiciones económicas de la localidad, además de ser impermeables para evitar contaminaciones por filtraciones o fugas.

3. Adecuada ventilación para evitar acumulación de gases. Las bocas de visita de la red sirven a este propósito, por lo tanto, su localización y número deben decidirse con acierto para que el escape de los gases sea el más apropiado.
4. Utilizar conductos cerrados para evitar que aparezcan a la vista las aguas negras, y para resguardar al usuario de los malos olores, producto de la putrefacción de las materias en ellas contenidas. La conducción en despoblado puede realizarse utilizando canales abiertos, pero tan pronto como los límites de la zona urbana se extiendan hacia el sitio de descarga, dichos conductos deben cerrarse.

3.2.9.3 Capacidad suficiente

La red de cloacas debe proyectarse con suficiente capacidad para conducir con seguridad el volumen máximo del caudal por descargar, a fin de que el alejamiento sea rápido y no se provoquen estancamientos, así como depósitos indeseables y/o daños.

3.2.9.4 Resistencia adecuada

Los colectores deben ser capaces de resistir los esfuerzos a los que están sujetos, tanto interior como exteriormente, procurando que los materiales utilizados en su construcción sean lo suficientemente impermeables para evitar fugas perjudiciales de aguas negras; además, deben resistir lo mejor posible el ataque corrosivo de los gases emanados por estas.

3.2.9.5 Profundidad apropiada

La profundidad de los colectores de la red debe ser suficiente para evitar rupturas ocasionadas por el efecto de las cargas vivas, además de asegurar la correcta conexión de las descargas domiciliarias y garantizar un buen funcionamiento hidráulico.

3.2.9.6 Facilidad para la inspección y limpieza

Es imposible que una red de cloacas se conserve limpia por sí sola, ya que las materias en suspensión tienden a sedimentarse y a adherirse a las paredes de las tuberías, aun cuando la velocidad sea superior a los límites mínimos, por lo tanto, es necesario inspeccionarla y desazolvarla periódicamente para conservar los conductos en las mejores condiciones de funcionamiento hidráulico.

3.2.10 Pasos para el diseño de un sistema de recolección de aguas residuales separado

1. Definir el sitio de descarga, pudiendo este ser una planta de tratamiento, un curso superficial previa aprobación de las autoridades sanitarias o un colector existente en la zona. En cualquier caso, debe indicarse cota de terreno en el punto de descarga y cota de llegada del emisario, este último como cota máxima, cota mínima o cota obligada de la descarga.
2. Hacer un esbozo del trazado de colectores sobre el plano de planta, procurando evitar colectores en contra pendiente y procurando dar servicio a todas las parcelas, por la calle de mayor facilidad para los empotramientos.

3. Determinar el gasto total de la zona, mediante la aplicación de criterios y selección de normas que se correspondan con la ciudad o área de estudio. Se calculará el gasto unitario expresado en Lps/Ha, para toda la zona o por sectores cuando se estime conveniente.
4. Definir ejes para dar una nomenclatura a las bocas de visita, que permitan su fácil ubicación y la denominación de los tramos.
5. Definir el colector principal y los colectores secundarios.
6. Determinar las áreas correspondientes a cada tramo y a cada colector.
7. Determinar el gasto de diseño correspondiente a cada tramo (gasto unitario multiplicado por su área).
8. Siendo la topografía y los costos de excavación (profundidades) factores predominantes en el diseño, se trata de seleccionar la pendiente del colector similar a la del terreno. Sin embargo, es aconsejable verificar la pendiente promedio disponible, o la diferencia de elevación entre el punto de descarga y el punto más alto. Esto debe verificarse con mayor cuidado para el colector principal, el cual constituye la columna vertebral del sistema.
9. Verificar similarmente la pendiente promedio de los colectores secundarios respecto al punto más alto y el punto obligado en el colector de descarga.
10. Proceder al diseño, tramo por tramo, de los colectores secundarios, comenzando por el que sirve a la zona más alta. Se asume pendiente y se determina diámetro, capacidad y velocidad de escurrimiento.

11. Verificar la velocidad de arrastre y la altura del tirante de agua.
12. Determinar las caídas en las bocas de visita, a fin de tratar de mantener la condición de régimen permanente y uniforme.
13. Determinar las profundidades mínimas en cada tramo, tomando en consideración la separación vertical que debe existir con las tuberías de acueductos.
14. Verificar intersecciones con otros colectores o conductos, tales como drenajes. En caso tal, habría que rediseñar, modificando la pendiente.
15. Determinar las cargas sobre los colectores y seleccionar la clase de tubería y el tipo de apoyo más conveniente para la condición de carga que corresponde.
16. Indicar los tipos de bocas de visita que se corresponden para cada caso.
17. Elaborar el cuadro conteniendo toda la información relativa a cada colector que en forma tabulada presente los datos de todos los tramos que lo constituyen.
18. Elaborar los perfiles para cada colector, con las indicaciones correspondientes a cada tramo.

3.2.11 Comportamiento hidráulico del sistema

Las aguas negras, constituidas principalmente por aguas y un pequeño porcentaje de sólidos, tienen un comportamiento, bajo el punto de vista hidráulico, similar al de

las aguas puras, de modo que sobre esa premisa se desarrollan los cálculos hidráulicos en los colectores cloacales.

Esta consideración nos conduce a conclusiones similares a las determinadas para flujo en canales abiertos, y a la aplicación de las leyes que rigen para esta condición, ya que la mayoría de los colectores se diseñarán como canales. Excepciones a esta condición se tendrá:

1. Cuando los colectores trabajen sobrecargados.
2. Cuando se trate de colectores en zonas bajas que precisen de un bombeo.
3. En el caso particular de sifones invertidos.

En tales casos el diseño se considerará como conductos a presión.

En términos generales, se puede decir entonces que, la superficie del agua cloacal será igual a la que tomaría si fuera agua pura.

Asimismo, para efectos de diseño el régimen se considera permanente, lo cual se mantiene cuando la descarga es constante y uniforme. Esto requiere que la velocidad media sea constante en secciones sucesivas a lo largo de un tramo.

3.2.11.1 Velocidad de flujo y velocidad de arrastre

La velocidad de flujo se refiere a la velocidad media para un caudal que fluye bajo condición de canal. Esta velocidad reviste especial importancia, toda vez que debe producir el arrastre o acarreo de los sólidos, es decir, no debe producirse la sedimentación de sólidos a lo largo de los colectores. Por esto es conveniente mantener

una velocidad mínima en el colector, a fin de que produzca el arrastre de los sólidos presentes.

Las normas del INOS establecen la velocidad mínima en 0,60 m/sg, para colectores de aguas negras trabajando a sección plena, así:

«Art. 3.23. Velocidad mínima: La velocidad mínima a sección plena, en colectores de alcantarillado de aguas servidas, será de 0,60 m/sg. La velocidad mínima a sección plena, en colectores de alcantarillado de aguas pluviales y único, será de 0,75 m/seg».

Sin embargo, al no establecer condición para la del gasto real de flujo, pudieran presentarse situaciones de colectores que, satisfaciendo una condición teórica a sección llena, no provoquen velocidades de arrastre para el gasto real de funcionamiento o viceversa. Por ello, es conveniente determinar la velocidad de flujo para el caudal de diseño y el valor del tirante de agua para el mismo caudal.

Admitida esta condición para el diseño, será conveniente determinar la velocidad correspondiente y verificar si es igual o superior que la de arrastre, con lo cual tendremos un colector atendiendo a criterios más que a una normativa que, aunque satisfecha, no cumple el objetivo para la cual fue concebida.

3.2.11.2 Pendiente de los colectores

La selección de la pendiente de los colectores cloacales es principalmente función de la topografía de la zona a desarrollar, procurando el menor costo en la excavación. Esto conduce a tratar de lograr diseños que se adapten en lo posible a la

superficie del terreno, manteniendo pendientes aproximadamente similares a la de las vías bajo las cuales se les coloque.

Sin embargo, condiciones de velocidad mínima que permitan el arrastre de sedimentos obliga, en ocasiones, a considerar pendientes mayores a las del terreno. En otras condiciones, pueden resultar inconveniencias, en razón de altas velocidades que ocasionen erosión en los conductos.

En este caso, dos son los factores primordiales que privan en la selección de una pendiente de un colector cloacal; por una parte, razones de economía en la excavación, y por la otra, la velocidad de flujo por limitaciones tanto inferior como superior.

3.2.11.3 Tirante o altura de la lámina de agua

La variación del gasto en los colectores es una condición inevitable, ya que por una parte el colector es diseñado para un determinado período, al principio del cual el colector sólo recibe una porción pequeña del gasto de diseño, y por otra, existen variaciones horarias en las descargas que también alteran la condición de flujo en el conducto. Por razones de facilidades de limpieza y de mantenimiento que impidan obstrucción de colectores, se ha fijado un diámetro mínimo permisible, lo cual también hace que en la mayoría de los casos éstos no trabajen a sección plena, sino que normalmente fluyan parcialmente llenos.

Debemos entonces distinguir dos elementos; unos, los que se refieren a la sección geométrica del conducto, y otros, los que se refieren al caudal que fluye por él. Por razones prácticas, generalmente se determinan las características hidráulicas para el colector trabajando a sección llena y se establecen posteriormente relaciones de los mismos elementos hidráulicos para diferentes alturas de agua en el colector. Estas

relaciones se han denominado relación de elementos hidráulicos y se refieren al caudal, perímetro mojado, área mojada, radio hidráulico, rugosidad, velocidad y tirantes de agua.

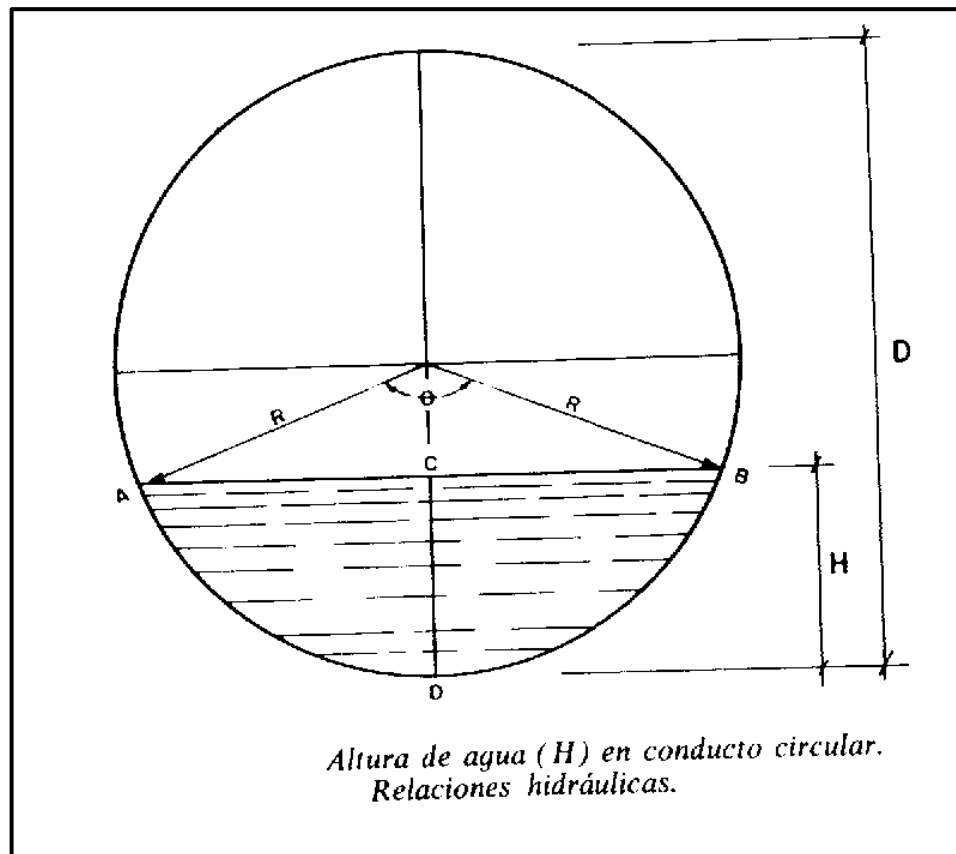


Figura 3.18 Elementos hidráulicos de una sección circular.

3.2.12 Elementos hidráulicos de una sección circular a sección llena

1. Tirante de agua (H): (H) será igual al diámetro del colector, $H = D$.
(3.1)
2. Perímetro mojado (P): será igual a $\Pi \times D$.
(3.2)

$$3. \quad \text{Área mojada (A): será igual a } \frac{\pi \times D^2}{4}. \quad (3.3)$$

$$4. \quad \text{Radio Hidráulico (Rh): será igual a } \frac{\pi \times D^{2/4}}{\pi \times D} = \frac{D}{4}. \quad (3.4) \quad (3.5)$$

$$5. \quad \text{Velocidad (V): será igual a } \frac{1}{N} \times R h^{2/3} \times S^{1/2}. \quad (3.6)$$

$$6. \quad \text{Gasto o caudal (Q): } Q = V \times A \text{ o } Q = \frac{\pi}{N} \times R^{4/3} \times S^{1/2} \quad (3.7) \quad (3.8)$$

Donde:

Q: caudal o gasto de la tubería (m³/s).

H: tirante o altura del agua (cm).

D: diámetro de la tubería (cm).

Rh: radio hidráulico de la tubería (m).

N: coeficiente de rugosidad.

V: velocidad media (m/s).

S: pendiente hidráulica.

3.2.13 Elementos hidráulicos de una sección circular parcialmente llena

Para precisar los elementos hidráulicos de una sección circular parcialmente llena, en primer lugar, se deben determinar las relaciones entre los elementos hidráulicos a sección llena y parcialmente llena. Al poseer todos los valores de los elementos de una sección llena y de haber determinado previamente el caudal de diseño con el cual trabajará la tubería (caudal de la sección circular parcialmente llena), se estima la relación entre caudales a sección llena y parcialmente llena, con el resultado de dicha relación se procederá a entrar en la siguiente gráfica:

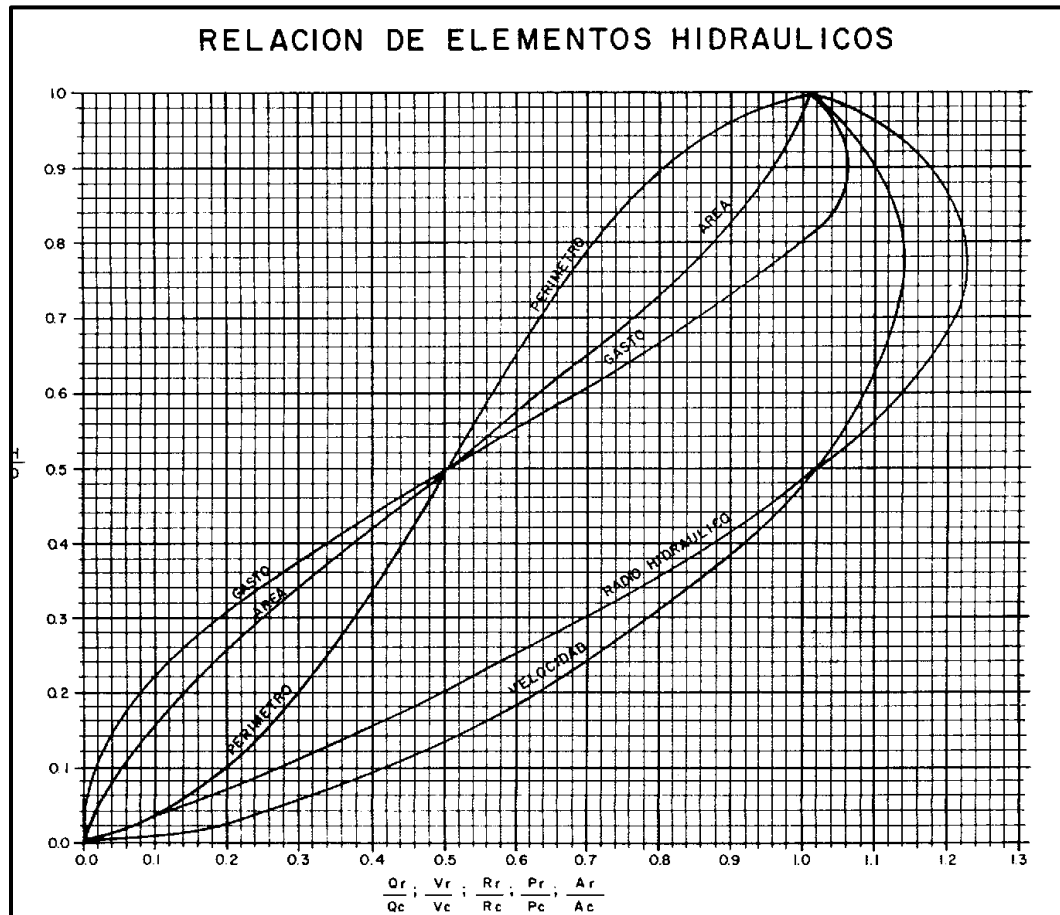


Figura 3.19 Curva de variación de elementos hidráulicos respecto al tirante de agua o relación de alturas.

Seguidamente, desde el eje de las abscisas, proyectando el valor de la relación entre caudales hasta interceptar la curva de gasto; luego se proyecta horizontalmente y se lee en el eje de ordenadas la relación de alturas. A partir de allí, se intercepta horizontalmente la curva de relación de áreas, perímetros, velocidades, y radio hidráulico, leyendo en el eje de las abscisas. De esta manera se obtienen los elementos hidráulicos de una tubería de sección circular parcialmente llena.

3.2.14 Cargas sobre colectores

Los colectores de aguas servidas tendrán que soportar esfuerzos exteriores a los cuales estarán sometidos. Estos esfuerzos o cargas son principalmente de dos tipos:

1. La fuerza de gravedad del terraplén o carga muerta.
2. Las cargas móviles ocasionadas por el tráfico de vehículos sobre las vías o carga viva.

3.2.15 Ancho de zanja

El ancho máximo de zanja admisible se debe mantener hasta 30cm por encima del lomo de la tubería. En algunos casos donde el terreno es inestable o desmoronable, la profundidad de la zanja puede provocar derrumbes en las paredes laterales, por lo tanto, resulta conveniente colocar entibado.

3.2.16 Apoyos usados en colectores

Los tres tipos de apoyo que establecen las normas vigentes y que son mayormente utilizados, se denominan: apoyo tipo A, B y C.

3.2.16.1 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 20cm. El relleno sobre el lecho hasta 30cm sobre la cresta del tubo debe compactarse cuidadosamente

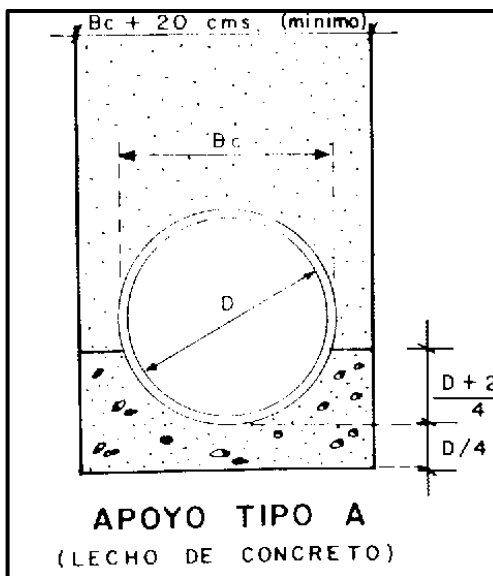


Figura 3.20 Apoyo para tuberías tipo A.

3.2.16.2 Apoyo tipo B

Es un apoyo conformado con relleno compactado (material granular fino). 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 6/10 del diámetro exterior del tubo se apoyen en el relleno no 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 30cm sobre la cresta del mismo.

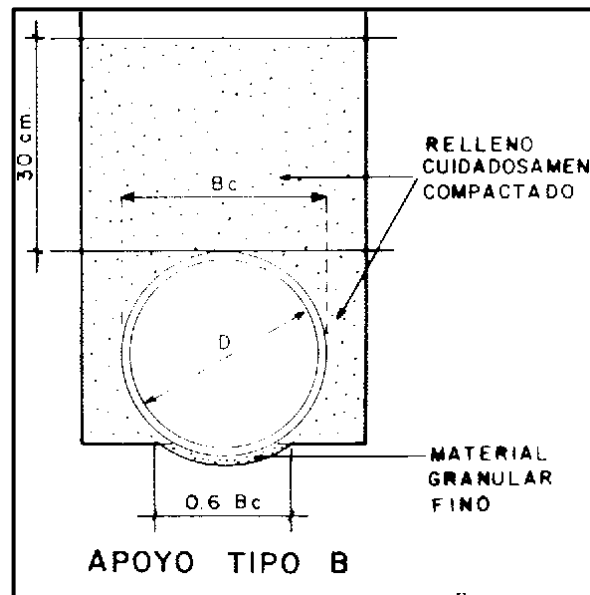


Figura 3.21 Apoyo para tuberías tipo B.

3.2.16.3 Apoyo tipo C

En esta ocasión, la tubería estará apoyada sobre el terreno natural, 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% del diámetro exterior del tubo. Los laterales y el área sobre el tubo hasta una profundidad de 15cm, sobre la cresta del mismo se rellena con material ligeramente compactado.

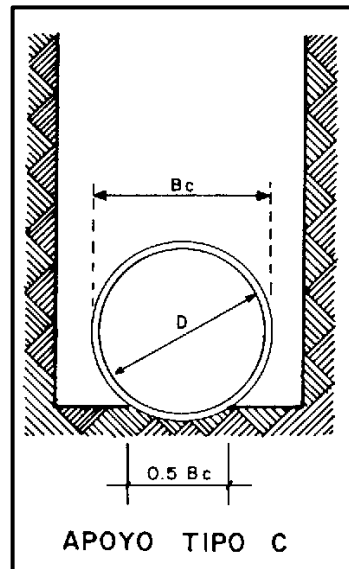


Figura 3.22 Apoyo para tuberías tipo C.

3.2.17 Plantas de tratamiento

Las Plantas de Tratamiento son un conjunto de operaciones y procesos unitarios de origen físico-químico o biológico, o combinación de ellos que están envueltos por fenómenos de transporte y manejo de fluidos.

3.2.17.1 Objetivos del tratamiento de las aguas residuales

El tratamiento de las aguas residuales tiene como finalidad preservar la salud del medio que nos rodea y para lograrlo es necesario:

1. La eliminación de las bacterias patógenas que contienen las aguas residuales.
2. La estabilización de la materia orgánica presente en las aguas residuales.

3. Evitar la contaminación de los cuerpos receptores favoreciendo así la flora y la fauna.

3.2.17.2 Etapas del tratamiento de las aguas residuales

- Tratamiento preliminar: Es el tratamiento donde se remueven los sólidos de gran tamaño y las arenas presentes en las aguas negras. Se conoce también como el proceso de eliminación de los constituyentes de las aguas residuales que pueden provocar daños al funcionamiento de los equipos involucrados en los diferentes procesos y operaciones que conforman el sistema de tratamiento.
- Tratamiento primario: Es el tratamiento donde se remueve una fracción los sólidos sedimentables y en suspensión por medios físicos y/o químicos. El Efluente del tratamiento primario suele tener una cantidad alta de materia orgánica y una DBO alta.
- Tratamiento secundario: Es el tratamiento donde se transforma la materia orgánica biodegradable por la acción biológica en materia estable. Está principalmente diseñado a la eliminación de los sólidos en suspensión y de los compuestos orgánicos, en algunos casos se incluye desinfección en esta etapa.
- Tratamiento terciario o avanzado: Son tratamientos adicionales, que siguen a los tratamientos secundarios convencionales, para la eliminación de nutrientes, compuestos tóxicos y excesos de materia orgánica o de sólidos en suspensión.

3.2.17.3 Tratamiento preliminar

Son las medidas que se utilizan para preparar las aguas residuales para el inicio del tratamiento, con ellas se logra la remoción de sólidos y arenas para proteger las bombas y otros equipos que forman parte del sistema de tratamiento, así como mejorar el aspecto estético de las aguas. Se conoce este tratamiento como desbaste.

El desbaste es una operación unitaria física utilizada para remover sólidos de gran tamaño, que puedan perturbar el funcionamiento normal de las unidades posteriores, o ya sea que se deseen utilizar como unidades recuperadoras de subproductos.

En esta etapa del tratamiento se pueden utilizar los siguientes accesorios o equipos:

- Rejas gruesas: barras con separación de $d=5\text{cm}$, con una inclinación de las barras de un ángulo con la horizontal de 30° .
- Rejas medianas: barras con separación de $d=2$ a 5 cm , con una inclinación de las barras de un ángulo con la horizontal de 45° .
- Rejillas: barras con separación de $d=1$ a 2 cm , con una inclinación de las barras de un ángulo con la horizontal de 70° .



Figura 3.23 Rejillas.

- Cedazos finos: Son rejillas con separación del orden de $1/4''$ a $1/32''$ (6mm a 1mm de separación) y también del orden de $3/16''$ a $3/32''$ (5mm a 2.5mm de abertura).
- Desarenadores: Son tanques de flujo continuo utilizados para separar arenas, y otros sólidos discretos de densidad superior a la del líquido cloacal, que por su naturaleza interfieren en la operación y mantenimiento de las unidades que siguen en el tratamiento, evitan la paralización del sistema por fallas en las bombas. Estos tanques deben ser diseñados de tal manera que se separen las arenas del líquido residual, pero sin remover los sólidos orgánicos que están suspendidos en el agua. El parámetro principal para el diseño de los tanques desarenadores es la velocidad horizontal del flujo a través de la unidad que debe estar entre 0.15 y 0.3 [m/s] independientemente de las variaciones de gastos, para garantizar su funcionamiento adecuado.



Figura 3.24 Desarenador

- Trituradores: se colocan después de los desarenadores, cuando se espera un volumen apreciable de sólidos duros con el fin de desmenuzarlos para la protección de las estaciones de bombeo u otras unidades de la planta de tratamiento que requieran dicha protección. Consisten en cilindros giratorios ranurados a través de los cuales pasa el líquido cloacal, donde los sólidos son cortados por engranajes dentados, disminuyendo su tamaño.
- Microfiltros: son planillas giratorias plásticas o de acero por las cuales circula el agua y recogen los desechos y las basuras en su interior, los microfiltros tienen sistemas de lavado para que así puedan mantener las mallas limpias. Dependiendo de la aplicación que tengan se selecciona el tamaño de las mallas.

La operación de limpieza de estas unidades de desbastes puede ser manual o mecánica.

3.2.17.4 Tratamiento primario

Tiene como objeto la eliminación de los sólidos orgánicos suspendidos y coloidales, de los sólidos sedimentables por medio de la floculación, y de los sólidos y líquidos flotantes que previamente no fueron removidos, además de la remoción de los mismos en forma de lodos o espumas.

- **Sedimentación:** es la etapa en que el agua residual se pasa a través de grandes tanques circulares o rectangulares. Estos tanques son comúnmente llamados clarificadores primarios o tanques de sedimentación primarios. Los tanques son lo suficientemente grandes, tal que los sólidos fecales pueden depositarse y el material flotante como la grasa y plásticos pueden elevarse hacia la superficie y allí desnatarse. El propósito principal de la etapa primaria es producir un líquido homogéneo capaz de ser tratado biológicamente y unos fangos o lodos que pueden ser tratados separadamente. Los tanques primarios de asentamiento se equipan generalmente con raspadores conducidos mecánicamente que llevan continuamente los fangos recogidos hacia una tolva en la base del tanque donde, mediante una bomba, se pueden llevar hacia otras etapas del tratamiento.
- **Flotación:** es una operación unitaria física que facilita la separación de los sólidos en un líquido a través de la presencia de burbujas de aire introducida en la fase líquida. En el ascenso de tales burbujas por adherencia, se hace flotar el particulado que se desea separar del líquido. Los tanques desnatadores, son estructuras alargadas y estrechas, con periodos de retención

de 2 a 3 min, y con sistemas de inyección de aire para ayudar y acelerar el proceso de flotación.

- **Coagulación:** consiste en la desestabilización de los coloides logrando su ruptura (partículas cuyo tamaño está comprendido entre 1 a 400 μ m, no pueden ser separadas por centrifugación convencional ni sedimentadas en forma apreciable). este proceso de coagulación se asocia a mezclas rápidas.
- **Floculación:** es el proceso que sigue a la coagulación, (atracción de partículas pequeñas para formar el floculo), este proceso de formación del floculo se asocia a mezcla lenta para que se forme y se vaya al fondo mediante la sedimentación.

Algunos equipos utilizados en el tratamiento primario son:

- **Tanques sedimentadores metálicos:** los tanques sedimentadores metálicos son estructuras fabricadas en láminas de hierro, en forma de cono truncado para lograr la sedimentación de los lodos, soportadas en bases fabricadas en vigas estructurales, ancladas al piso con pernos metálicos, fijados previamente a las fundaciones vaciadas en concreto armado. Los tanques cuentan con escalerillas metálicas adosadas a un lado para permitir al operador realizar las actividades necesarias, en el interior se les construyen vertederos perimetrales, baffles perimetrales, y cuentan además con agitadores para mezclar el efluente con los productos químicos que se les adicionen (mezcla rápida y mezcla lenta).



Figura 3.25 Tanque sedimentador metálico.

- Sistemas de flotación de aire disuelto: es un equipo utilizado en los sistemas de tratamiento para eliminar los materiales suspendidos que contenga el efluente. Están constituidos por un clarificador, un sistema para el manejo y control del aire a disolver para la flotación, un mecanismo separador de sólidos flotantes, un mecanismo colector de sólidos sedimentados, un equipo para dosificación de productos químicos, un compresor de aire, un tablero de control eléctrico, dos bombas de presurización, y un tanque de solubilización.



Figura 3.26 Sistema de flotación de aire disuelto.

- Sistema combinado flotación-floculación: es un equipo utilizado para separar del agua las partículas sólidas y/ o fluidas (aceites), mediante la gravedad. Esta separación se hace mediante la adherencia de burbujas de aire micronizadas a las partículas sólidas, lo cual da como resultado una diferencia en densidad suficiente para provocar una rápida flotación y eficaz separación. En este equipo la mezcla y reacción de los aditivos químicos con las partículas contaminantes, tiene lugar en una tubería, el aire necesario para la flotación es disuelto en un caudal reciclado de agua tratada, usando una bomba especial de fase múltiple que es parte del equipo, al producirse cierta descompresión, con válvulas diseñadas especialmente, se forman burbujas microscópicas de aire, las cuales al mezclarse con el agua sucia se adhieren a las partículas sólidas. Las partículas sedimentadas son descargadas por el fondo del equipo y regresadas al sistema de tratamiento.



Figura 3.27 Sistema combinado flotación-floculación.

3.2.17.5 Tratamiento secundario

Todo tratamiento secundario supone la aplicación previa de otros tratamientos denominados primarios de tipo físicos donde se produce la separación de sólidos suspendidos mediante la sedimentación, flotación de partículas, o de acción físico químico donde se produce la separación de partículas con la ayuda de la coagulación-floculación de sólidos presentes en estado coloidal. Cuando los líquidos previamente tratados en un proceso primario son sometidos a tratamiento en donde interfieren los organismos vivos para transformar la materia orgánica biodegradable en materia estable, que permita su disposición final sin causar daño al ambiente se dice que el tratamiento es secundario.

Entre los tratamientos secundarios se tienen:

- Lodos activos: En este proceso secundario de oxidación biológica el efluente de un tratamiento primario es puesto en contacto con un lodo activado de alta

concentración microbiana. El lodo activado se desarrolla inicialmente por una aireación prolongada bajo ciertas condiciones que favorecen el crecimiento de organismos que tienen la capacidad de oxidar la materia orgánica. Como primera etapa del proceso de lodos activados ya el desecho crudo ha recibido un tratamiento preliminar donde se eliminaron arenas, arcilla, sólidos gruesos grasas y aceites, entre otros. Luego, tendrá que pasar por dos distintas unidades de tratamiento: el tanque de aireación o reactor y el sedimentador secundario. En la entrada del tanque de aireación se mezclan las aguas del proceso con lodos activados extraídos del sedimentador secundario para formar lo que se conoce como licor mezclado. En este reactor se produce la acción bioquímica en presencia de un adecuado suministro de aire, de tal forma que la mezcla sea homogénea y bien acondicionada para la separación siguiente, puesto que este líquido sigue a un sedimentador secundario donde el lodo y el líquido se separan. Este líquido se podrá disponer si está estable.

- **Lagunas de estabilización:** Pueden ser considerados como uno de los principales procesos de tratamiento de aguas residuales. Las lagunas aeróbicas son aquellas donde la descomposición de la materia orgánica la realizan las bacterias aeróbicas y anaeróbicas facultativas, que obtienen el oxígeno disuelto de las mismas aguas, de la atmósfera, y el producido por la fotosíntesis de las algas existentes en las lagunas. Son estanques o reservorios, de poca profundidad, excavados en la tierra y rodeados de terraplenes, allí se vierten los líquidos cloacales crudos o los provenientes de un tratamiento primario para ser retenidos por cierto tiempo. El proceso depende del aprovechamiento de la degradación de la materia orgánica (por efecto de las bacterias, y el suministro de oxígeno por las algas).



Figura 3.28 Laguna de estabilización.

Entre las consideraciones que se deben tomar en cuenta para su diseño, están:

- Deben ubicarse en sitios donde no ocasionen problemas, ni a la población, ni al ambiente.
- Forma y tamaño: se sugiere hacer el menor movimiento de tierra, pueden ser circulares, cuadradas o rectangulares, pero deben tratar de redondearse las esquinas para evitar zonas muertas. Si se construyen rectangulares el largo no debe superar a 3 veces el ancho. Las lagunas deben rodearse de diques de altura de 0.60 a 1 mts sobre el nivel máximo de las aguas con la laguna en operación.

- Biodiscos o discos rotativos: este sistema consiste en una serie de discos con diámetros entre 1mt y 3.5 mts montados sobre una flecha o eje horizontal que gira mientras que aproximadamente el 40% del área superficial de los discos se encuentra sumergida en el agua de desecho. Cuando el proceso inicia su operación los microorganismos del agua residual se adhieren a la superficie del material plástico y se desarrollan hasta que toda la superficie queda cubierta con una película microbiana. Al girar, los discos y la película biológica entran en contacto, de forma alternada, con el líquido residual que se encuentra en el tanque y con el oxígeno atmosférico. Los discos arrastran sobre la superficie de la película biológica, una película de agua residual hacia la zona aireada permitiendo la oxigenación del agua y de los microorganismos. Los microorganismos utilizan el oxígeno molecular disuelto para llevar a cabo la degradación aeróbica de la materia orgánica. Cada vez que la biomasa pasa por el agua residual absorbe materia orgánica que es utilizada como fuente de nutrientes, los microorganismos desprendidos se mantienen en suspensión en el líquido y salen del tanque con el agua tratada a continuar el tratamiento.



Figura 3.29 Discos rotativos.

- Filtros intermitentes de arena: estos requieren grandes extensiones de terreno y su uso es limitado a pequeñas localidades o instalaciones privadas. Ofrecen un tratamiento sencillo que genera efluentes claros y estables. Son lechos de arena con granulometría entre 0.20 mm y 0.5mm y colocadas en capas de 0.75 a 1.20 mts sobre cuya superficie se descarga el efluente del tratamiento primario cubriendo el área solo hasta una altura de 5 a 8 cm. Las aguas que atravesarán el lecho filtrante serán recogidas por tuberías perforadas con pendiente adecuadas, las cuales están colocadas en los fondos recubiertos por una capa de grava. Los sólidos en suspensión se separan por filtración y la materia orgánica coloidal y en solución conjuntamente con las bacterias queda retenida por adsorción. Se usan en forma intermitente, cada dosis descargada debe desaparecer de la superficie del lecho en no más de 30 minutos. Cuando ya no es posible la filtración y ocurre la inundación y se mantiene por largo tiempo es necesario rastrillar la superficie del lecho para remover el exceso, periódicamente debe añadirse la arena que se vaya perdiendo debido a estas limpiezas.

Algunos de los equipos utilizados en el tratamiento secundario son:

- Difusores de aire: los difusores de aire son el medio de aireación más usado en los sistemas de difusión de aire, se utilizan para lograr una transferencia eficiente de oxígeno en los sistemas de tratamiento de efluentes residuales donde se usan. Están diseñados de modo tal que producen burbujas finas, medias o relativamente gruesas y se pueden adaptar a todas las necesidades de aireación. Con el uso de difusores de aire podemos asegurar una excelente mezcla completa y suspensión de los sólidos, eliminando así los residuos acumulados en el fondo de los tanques.



Figura 3.30 Difusores de aire.

- **Sopladores de aire:** Son equipos utilizados en el tratamiento de efluentes residuales para el suministro de oxígeno para poder mantener vivas las bacterias encargadas de degradar la materia orgánica en los procesos de lodos activados. El funcionamiento es muy simple, están formados por dos rotores iguales montados sobre ejes paralelos y alojados en una carcasa que gira en direcciones opuestas; al girar los rotores, el aire es aspirado hacia el espacio entre rotores y carcasa, donde queda retenido cuando un extremo del rotor pasa por la boca de aspiración. Al continuar la rotación, el extremo opuesto del rotor pasa hacia la boca de impulsión y este aire retenido es impulsado.



Figura 3.31 Sopladores de aire.

- **Bombas:** Son equipos mecánicos destinados a transportar un fluido desde un nivel de energía bajo a uno generalmente más alto. Las bombas más utilizadas en los sistemas de tratamientos de efluentes son las de tipo sumergible que tienen el motor y la bomba integrada, de diseño compacto y robusto que ocupa muy poco espacio y son fáciles de manejar. Están diseñadas para bombear líquidos con impurezas sólidas. La selección de la bomba a usar en las plantas de tratamiento depende de la cantidad y variación del caudal a tratar.

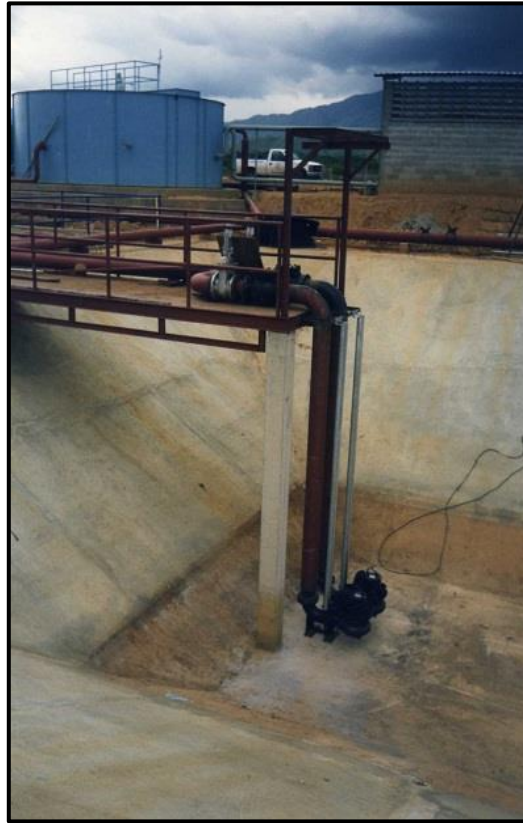


Figura 3.32 Bombas.

- Bombas tornillo: Las bombas tipo tornillo de canal tubular se usan para transportar efluentes de un sitio a otro mediante el uso de un tornillo que permite manejar grandes caudales de agua con sólidos de gran tamaño sin peligro de bloquearse, la capacidad de la bomba se ajustará automáticamente al volumen de agua recibido en el canal de entrada, son equipos que operan a baja velocidad, evitando con esto el desgaste y aumentando la vida útil de la bomba. La bomba consiste en un tubo de acero central que normalmente tiene dos o tres mantos helicoidales soldados continuamente a ambos lados. La soldadura continua evita cualquier posibilidad de corrosión entre el tubo del torque y los alabes.



Figura 3.33 Bombas tornillo.

- **Barrelos:** Son equipos usados para separar los sólidos suspendidos en los efluentes residuales, esta separación se logra por medio de la sedimentación. En estos equipos el agua residual es conducida hasta el centro del depósito por una tubería suspendida en el puente, en el centro del tanque el agua penetra en un tanque circular destinado a distribuir el caudal por igual en todas direcciones. El mecanismo de extracción gira lentamente y puede tener dos o cuatro brazos equipados con gomas, los brazos tienen unas cuchillas en la superficie para la recolección de la espuma.

3.2.17.6 Tratamiento terciario

En ocasiones particulares se hace necesario mejorar las características del efluente obtenido después de un tratamiento preliminar, primario y secundario, ya sea para adaptarlas a otro uso, o cuando por problemas particulares existe en un efluente

organismos o sustancias que originen situaciones indeseables que provoquen la necesidad de la remoción con procesos adicionales de pulimiento antes de su disposición final. En este caso estaremos hablando de tratamientos terciarios, son de particular interés el tratamiento terciario para:

- La desinfección: el efluente proveniente de una planta de tratamiento contiene muchas bacterias lo que lo convierte en potencialmente peligroso siendo necesaria su desinfección. Una serie de compuestos se han venido utilizando para este fin en particular: el cloro y sus compuestos (cloro libre y cloro combinado).
- Remoción de huevos y larvas de *schistosoma mansoni*: son parásitos que infectan al hombre, producen la esquistosomiasis. Estos parásitos no se remueven con los tratamientos anteriores del líquido residual. Hay que prestar atención para la remoción de estos parásitos, que permanecen aun aplicando tratamientos, se recomienda el uso de cloro combinado, para periodos de contacto mínimo de 30 minutos.
- Eliminación de compuestos orgánicos: son los compuestos elaborados por el hombre para su utilización como herbicidas, pesticidas (DDT, BHC, PARATION, DIELDRIN) y otros. Son productos muy tóxicos que se pueden eliminar con carbón activado y con procesos de coagulación y filtración para ayudar a su remoción.
- Eliminación de algas: cuando las algas están presentes en los efluentes de las lagunas de estabilización, pueden ocasionar muchos problemas en los cuerpos receptores, se pueden remover con alumbre y cal, la destrucción total se logra con sulfato de cobre.

Entre los equipos utilizados en tratamiento terciario, están:

- Bombas dosificadoras: son equipos utilizados para la dosificación de productos químicos que forman parte del proceso. Son equipos sencillos que no poseen motor, ni engranajes, ni necesitan lubricación, y pueden manejar ácidos, álcalis, solventes, soluciones viscosas entre otros, su tamaño depende del volumen a dosificar.



Figura 3.34 Bombas dosificadoras.

- Auto-flush: son accesorios utilizados en los sistemas de dosificación de productos químicos para el lavado automático de las bombas dosificadoras, sobre todo cuando se usan para dosificar mezclas que contienen cal que tiende a secarse y dañar los diafragmas de la misma. Al terminarse el bombeo del producto químico, el equipo automáticamente se limpia con agua por una señal del auto-flush prolongando la vida de las bombas dosificadoras.
- Dosificadores volumétricos tipo tolvas: son equipos utilizados para lograr dosificaciones en cantidades exactas de polvos, escamas y granos en forma continua. Los dosificadores volumétricos se ajustan a diferentes velocidades de alimentación y logran dosificar con gran exactitud.



Figura 3.35 Dosificadores volumétricos.

- Filtros industriales: Son equipos utilizados en los sistemas de tratamiento para la retención de sólidos, y eliminar la turbidez. Los más utilizados son los de arena y carbón activado.



Figura 3.36 Filtros industriales.

3.2.17.7 Acondicionamiento y disposición final de los sub productos de las plantas de tratamiento

Durante las etapas preliminares, primarias y secundarias, se considera la separación de sólidos en rejillas y rejillas, de arenas en desarenadores, de espumas y natas de la superficie y, de los lodos del fondo de los sedimentadores primarios y secundarios.

Todos estos lodos crudos requieren ser tratados porque poseen características altamente ofensivas para los suelos o receptores en donde se dispongan. Estos lodos están constituidos por sólidos orgánicos muy inestables y están asociados con un alto contenido de humedad (90 al 99%) por ello las acciones dirigidas hacia la disminución de su potencial ofensivo. Un proceso universalmente adoptado en las plantas de tratamiento para reducir su potencial ofensivo y su grado de humedad es someterlo a un proceso denominado digestión.

- Digestión o fermentación anaeróbica: este proceso consiste en la descomposición en ausencia de oxígeno de la materia orgánica hasta obtener finalmente materia inerte estable o muy cercana a la estabilización. Este proceso se lleva a cabo en tanques de concreto, denominados digestores, son de forma cilíndrica y con fondo en forma de cono invertido con diámetros entre 5 y 30m con altura de 5 a 7 m preferiblemente techados.
- Espesamiento de lodos: el objetivo de esta actividad es disminuir el volumen de los lodos a digerir, para ello se utilizan tanques más pequeños. Los espesadores de lodo son estructuras parecidas a los digestores equipados con agitadores de acción lenta que los coagulan y concentran en el fondo, en donde este líquido espeso es extraído y enviado a los digestores. El líquido más claro, sobrenadante, es devuelto a las aguas negras a tratar.
- Secamiento de lodos y disposición final: el volumen de los lodos después de haber sido digeridos ha disminuido del 25 al 40%, pero aún contienen humedad entonces es necesario terminar de secarlos para su disposición final. Lo más común es usar lechos de secado, consiste en colocar una tubería perforada por encima de capas de grava de 45 a 50cm, y encima capas de arena de 30 a 4cm de espesor el líquido que se drena regresa a las plantas de tratamiento. Este secado es de aproximadamente 15 días por la acción solar el lodo se convierte en una masa seca y esponjosa llamada torta que se desprende con facilidad de la arena, y pudiéndose disponer finalmente sin mayores inconvenientes ya sea incinerándolos o puede ser enterrados o haciéndoles análisis para verificar si pueden utilizarse como relleno. Los lechos de secado deben estar techados para evitar que al llover se mojen los lodos y haya que esperar nuevamente el tiempo de secado. Otro equipo utilizado para el secado de los lodos son los filtros prensa, son equipos

utilizados para extraerle la humedad a los lodos provenientes del tratamiento. Están formados por bandas donde pasa el lodo y se recogen los sólidos regresando el líquido al sistema de tratamiento, estos sólidos forman una “torta” que se dispone finalmente según sea el tipo de lodo (químico o biológico).

3.3 Definición de Términos Básicos

Aguas freáticas: agua subterránea que se encuentra a una profundidad relativamente pequeña bajo el nivel del suelo.

Aguas pluviales: aguas provenientes de las lluvias que escurren superficialmente por cunetas o por alcantarillas.

Aguas residuales: Las aguas residuales son cualquier tipo de agua cuya calidad se vio afectada negativamente por influencia de factores antropogénicos.

Datum: punto de nivel o banda de nivel con coordenadas y cotas conocidas donde a partir de él se puede iniciar o culminar una nivelación.

Bombeo: es la inclinación transversal de la superficie de rodamiento en las tangentes de una obra vial, se le asigna un valor norma de 2 %.

Canal: cauce artificial por el que se conduce el agua para darle salida o para diversos menesteres.

Caudal: volumen de agua por unidad de tiempo que escurre por un cauce.

Cloaca: también llamado colector, es una tubería por la cual fluyen aguas residuales.

Cota: elevación o altura de algún punto medido con respecto al nivel del mar u otro plano de nivel y también indica la diferencia entre los niveles en los puntos topográficos

Dotación: unidad de consumo medio.

Factores antropogénicos: son los efectos, resultados o procesos que son consecuencia de acciones humanas.

Fluido: sistema de partículas que, a diferencia de los sólidos, no están unidas rígidamente y pueden moverse con una cierta libertad unas respecto de las otras.

Levantamiento Topográfico: son mediciones y recopilaciones de datos efectuados en el terreno para luego dibujar en un plano una figura semejante.

Nivelación Topográfica: proceso de medición de elevaciones o altitudes de puntos sobre la superficie de la Tierra.

Pozo Séptico: cámara cerrada que sirve para facilitar la descomposición y separación de la materia orgánica contenida en las aguas de alcantarilla, utilizando el trabajo de las bacterias existentes en las mismas aguas.

Presión: la presión es una magnitud física que mide la fuerza por unidad de superficie, y sirve para caracterizar como se aplica una determinada fuerza resultante sobre una superficie.

Rasante: línea de una calle camino o carretera considerada en su inclinación o paralelismo respecto del plano horizontal. Es decir, es la cota definitiva del eje de la vía.

Rugosidad: característica interna que presenta la tubería y que es determinada por el tipo de material del cual están hecho.

Sumidero: orificio, conducto o canal por donde se sumen las aguas de lluvia o residuales.

Terreno natural: en obras de tierra y drenaje de la vía, es la línea que limita la superficie donde termina el terreno una vez desprovisto de capa vegetal.

Terraplén: suelo adherido al terreno usualmente generado por algún corte realizado anteriormente.

Topografía: ciencia que tiene como objeto medir extensiones de tierras, tomando los datos necesarios para poder representar sobre un plano a escala su forma y accidente.

Tratamiento de aguas residuales: cualquier proceso artificial o natural al cual se sujetan las aguas negras para remover o alterar los constituyentes objetables convirtiéndolas en menos ofensivas o peligrosas.

Tubería: conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos

Zanja: excavación larga y estrecha que se hace en la tierra con diversos fines, como echar los cimientos de un edificio, colocar tuberías, permitir que corra el agua, entre otros.

Entibado: también llamado apuntalamiento, es una pared con soportes (travesaños) que se coloca en una zanja para mantener las paredes de dicha zanja firmes y así protegerla contra derrumbes.

3.4 Bases legales

Esta investigación se encuentra apoyada y sustentada en las siguientes normas:

1. INOS Normas e Instructivo para el Proyecto de Alcantarillados 1986.
2. INOS Especificaciones de Obras de Construcción de Acueductos y Alcantarillados 1976.
3. Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones, publicadas en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4.044 Extraordinario.
4. Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación y Reforma de Edificios, publicadas en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 752 Extraordinario.
5. Normas Generales para el Proyecto de Alcantarillados, publicadas en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.318 Extraordinario.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Tipo de investigación

Según Bernal (2006), “en la investigación descriptiva, se muestran, narran, reseñan o identifican hechos, situaciones, rasgos, características de un objeto de estudio, o se diseñan productos, modelos prototipos, guías, entre otros, pero no se dan explicaciones o razones del porqué de las situaciones, hechos y fenómenos; la investigación descriptiva se guía por las preguntas de investigación que se formula el investigador; se soporta en técnicas como la encuesta, entrevista, observación y revisión documental.” (p.112).

Según Hurtado (2000), “la investigación proyectiva consiste en la elaboración de una propuesta o de un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y las tendencias futuras”. (p.325).

Según Álvarez (2010), “la investigación aplicada es la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos, en la mayoría de los casos, en provecho de la sociedad.” (p.5).

Según Ander-Egg (2011), “las investigaciones aplicadas se tratan de investigaciones encaminadas a la resolución de problemas, que se caracterizan por su interés en la aplicación y utilización de los conocimientos.” (p.42).

Teniendo como referencia lo dicho por los autores antes mencionados y tomando en consideración el problema planteado en el presente proyecto, se emplea una investigación del tipo descriptiva, proyectiva y aplicada, ya que consistirá en la elaboración y desarrollo de una propuesta viable aplicando conocimientos, métodos y técnicas de la ingeniería civil para dar solución a la problemática expuesta.

4.2 Diseño de investigación

Según lo señalado por Sabino (2007), el diseño de la investigación tiene como objeto “proporcionar un modelo de verificación que permita contrastar hechos con teorías, y su forma es la de una estrategia o plan general que determina las operaciones necesarias para hacerlo.” (p.62).

Según Silva (2008), “la investigación de campo se realiza en el medio donde se desarrolla el problema, o en el lugar donde se encuentra el objeto de estudio, el investigador recoge la información directamente de la realidad”. (p.20).

Basándose en lo antes mencionado, esta investigación tiene un diseño de campo ya que las mediciones y datos para su desarrollo serán recopilados en el sitio de la problemática.

4.3 Población de la investigación

Según Arias (2006), el término “población es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.” (p.81).

Según Arias (2006), “la población finita como la agrupación en la que se conoce la cantidad de unidades que la integran y a su vez se tiene un registro documental de dichas unidades.” (p.82).

Dentro del contexto de esta investigación, relacionada con la “Propuesta de construcción de un sistema de recolección de aguas servidas para la urbanización Santa Clara, ubicada en el Municipio Anaco, Estado Anzoátegui”, se establece que la población estará conformada por las viviendas de la Urbanización Santa Clara, siendo esta una población finita ya que se conocen el total de elementos que la componen.

4.4 Muestra de la investigación

Según Arias (2006), “La muestra es un sub-conjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible.” (p.83).

Tomando en cuenta esta definición y el tipo de población, la cual es tomada como una población finita, se efectuará un muestreo intencionado, en donde se tomará como muestra la cantidad de viviendas que conforman la urbanización, que suman un total de 50 viviendas unifamiliares.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Arias (2006), “se entenderá por técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información.” (p.67).

La ejecución de este proyecto requiere del cumplimiento de ciertas técnicas y uso de instrumentos para la recolección de datos necesarios, los cuales permitirán dar una solución acertada a los objetivos propuestos. Entre las técnicas e instrumentos a utilizar, se indican los siguientes:

1. Observación directa: se observará atentamente, y en el sitio, la problemática planteada, con el fin de recabar información y registrarla para su posterior análisis.
2. Recopilación documental: se recopilará información de libros, normas, tesis, guías, manuales, artículos en internet, para así manejar una amplia base de datos confiables que sirvan en la resolución de la problemática.
3. Consultas académicas: se solicitará la orientación de profesores y tutores especializados en la materia con el fin de lograr resultados ideales y precisos.
4. Análisis del contenido: análisis elaborados tanto cualitativa como cuantitativamente, los cuales permitirán dar respuestas a los objetivos propuestos.
5. Equipos computarizados: serán utilizados para la creación de una base de datos necesaria, la cual suministrará información necesaria en el momento requerido.

4.6 Flujograma del proceso investigativo y su descripción

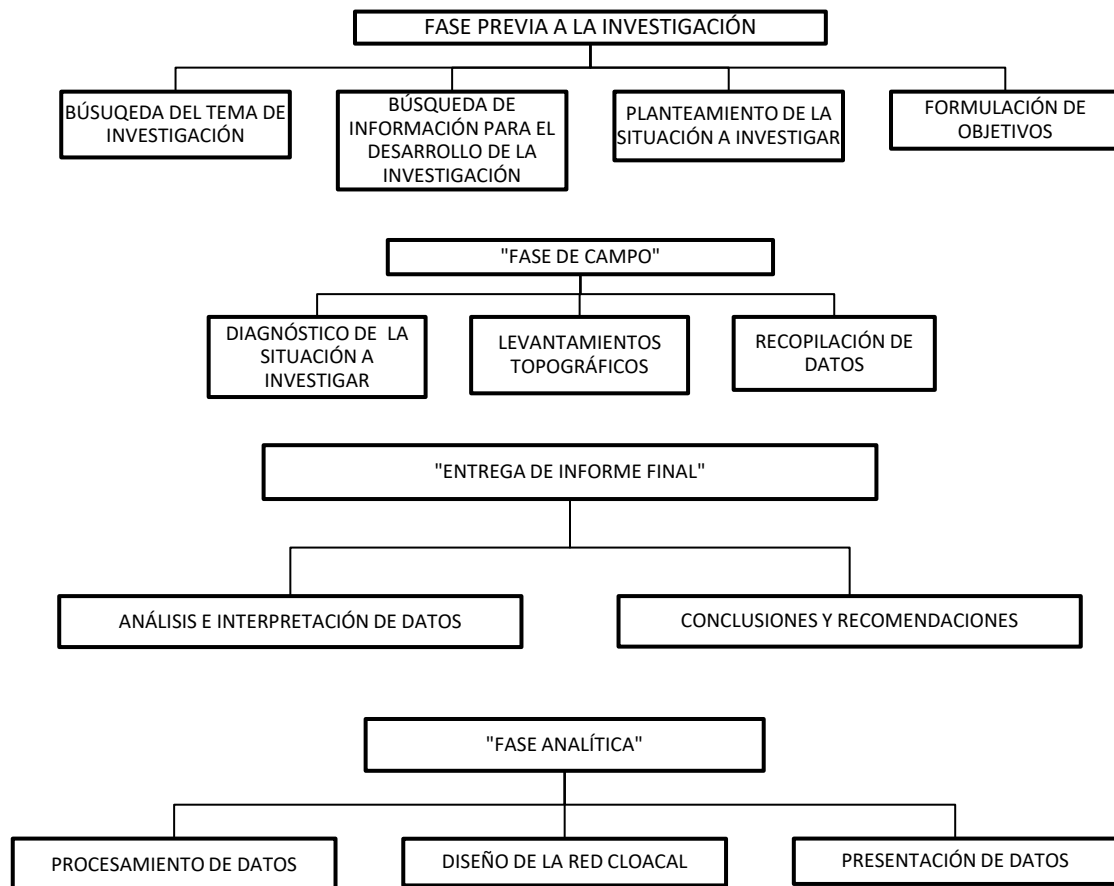


Figura 4.1 Flujograma de investigación

4.6.1 Fase 1: fase previa a la investigación

Búsqueda de tema de investigación: se realizó una búsqueda de los posibles temas que pudieran ser investigados hasta elegir el definitivo.

Búsqueda de información para el desarrollo de la investigación: posteriormente a la elección del tema, se efectuó la búsqueda de información dentro de las referencias bibliográficas posibles para el desarrollo del tema.

Planteamiento de la situación a investigar: una vez recabada la información necesaria, se identificaron todos los elementos posibles que causan el problema dentro del tema a desarrollar.

Formulación de objetivos: por último, se trazaron objetivos con el fin de establecer los pasos para lograr una solución a la problemática.

4.6.2 Fase 2: fase de campo

Formulación de objetivos: por último, se trazaron objetivos con el fin de establecer los pasos para lograr una solución a la problemática.

Levantamientos topográficos: luego de haber definido los puntos, se procedió a ejecutar levantamientos topográficos con el fin de obtener las cotas y pendientes necesarias.

Recopilación de datos: por último, se anotaron los datos necesarios para proseguir con el diseño de la red cloacal.

CAPITULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Memoria descriptiva

Al iniciar el desarrollo del presente trabajo de grado, uno de los primeros pasos dados para su ejecución fue el de acudir al sitio de estudio; localizado en la urbanización Canta Claro, Sector Vía HP, Municipio Anaco, Estado Anzoátegui, en el cual se realizó un diagnóstico de la situación actual, permitiendo evaluar el sistema de recolección de aguas residuales a través de pozos sépticos con el que cuenta cada una de las 50 viviendas de la urbanización. Mediante el diagnóstico y entrevistas realizadas a algunos de los habitantes de la urbanización Canta Claro se pudieron evidenciar los problemas que estos pozos sépticos producen a su entorno; problemas como la saturación de los pozos sépticos debido a demoras de los camiones cisternas encargados del vaciado y limpieza de las fosas, o en algunos casos por la intensidad de lluvias torrenciales, generando malos olores y presencia de insectos o roedores, además, la necesidad de verter en las calles o suelos las aguas residuales provenientes de lavados de ropas, de autos, limpieza del hogar, entre otras, es causante de daños al pavimento, así como también de daños a la salud, debido a que estas aguas contaminadas crean charcos en los suelos o se estancan en los brocales, convirtiéndose en focos de propagación de enfermedades.

Seguidamente, se llevó a cabo la gestión de solicitud de documentos ante la alcaldía del Municipio Anaco, específicamente a la oficina de Catastro, quienes facilitaron los planos de la urbanización Canta Claro, con su respectiva base de datos. Gracias a esta documentación se pudo contar con los datos necesarios para realizar el diseño del sistema integral de recolección de aguas residuales a través de colectores

cloacales, que en conjunto a una planta de tratamiento portátil se encargarán de la absorción, alejamiento y descarga de las aguas residuales de manera eficiente, al mismo tiempo que reducirán su impacto ambiental.

5.2 Memoria de cálculos

A continuación, se realizará el diseño del sistema integral de recolección de aguas residuales para la urbanización Santa Clara, tomando como ejemplo el procedimiento realizado para el desarrollo del tramo E-F del colector principal.

Algunos de los datos necesarios para la realización de los distintos cálculos llevados a cabo, se encuentran reflejados en el plano de la urbanización, el cual se puede apreciar en los apéndices.

5.2.1 Diseño del sistema integral de recolección de aguas residuales.

Tramo E-F

5.2.1.1 Estimación de la pendiente

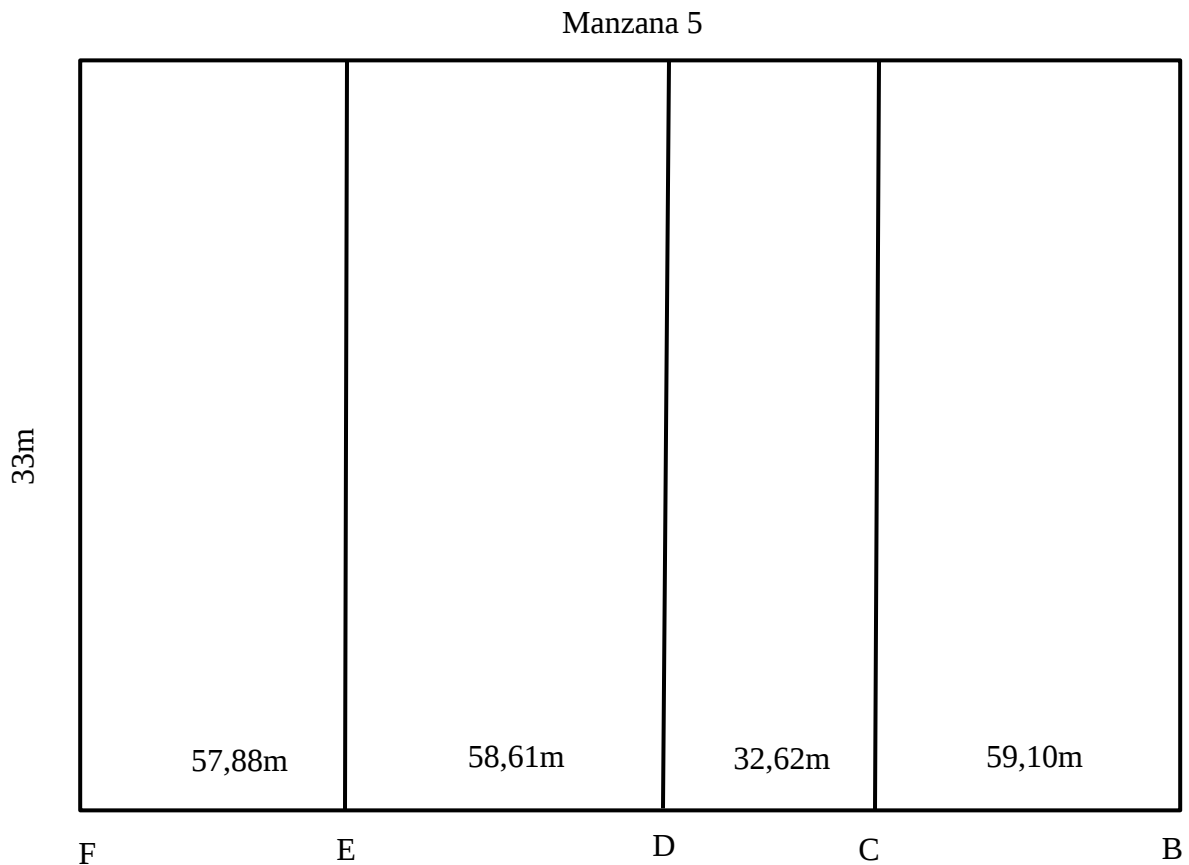
$$\% Sl_{terreno} = \frac{cota\ mayor - cota\ menor}{longitud\ del\ tramo} \times 100 \quad (5.1)$$

$$\% Sl_{terreno} = \frac{193,62m - 191,72m}{57,88m} \times 100 = 3,28\%$$

5.2.1.2 Cálculo del caudal de diseño ($Q_{diseño}$)

$$Q_{tramo\ E-F} = Q_{ac} + Q_{inf} + Q_{me} \quad (5.2)$$

Primeramente, se estima el área tributaria correspondiente a la manzana en la cual se encuentre el tramo que se esté diseñando, seguidamente se establece el porcentaje de área correspondiente a dicho tramo.



$$A_{m5} = 33m \times (57,88m + 58,61m + 32,62m + 59,10m) = 6.900m^2 = 0,69ha$$

$$\%A_{tramo\ E-F} = \frac{A_{m5}}{A_{t_{tramo\ E-F}}} \quad (5.3)$$

$$\%A_{tramo\ E-F} = \frac{0,69ha}{33m \times 57,88m} \times 100 = \frac{0,69ha}{1886,94m} \times 100 = \frac{0,69ha}{0,19ha} \times 100 = 28\%$$

El tramo E-F del colector principal pertenece a la manzana 5, la cual está conformada por 15 viviendas unifamiliares con parcelas de $350m^2$ para cada una. Según la gaceta oficial de la república de Venezuela N° 4044 extraordinario, la dotación respectiva para las viviendas unifamiliares con parcelas comprendidas entre los $301m^2$ y $400m^2$ es de $1900 L/días$.

$$Dot_{m5} = Dot \times N^{\circ} \text{ viviendas} \quad (5.4)$$

$$Dot_{m5} = 1900 \text{ L/días} \times 15 \text{ viviendas} = 28.500 \text{ L/días} = 0,33 \text{ L/seg}$$

Una vez determinados estos valores se procede a determinar el caudal del acueducto (Q_{ac}), el caudal de infiltración (Q_{inf}) y el caudal de malos empotramientos (Q_{Me}).

- Cálculo del caudal del acueducto (Q_{ac})

$$Q_{ac} = K \times Q_m \times R \quad (5.5)$$

K es un valor que está relacionado con la población futura de la zona en estudio, por lo tanto, en este caso se debe determinar el crecimiento exponencial de la población de Anaco.

Como datos esenciales para llevar a cabo este cálculo se requiere tener el conocimiento de la población en años anteriores a través de censos; el Instituto Nacional de Estadística (INE) es el encargado de realizar dichos censos. Los censos llevados a cabo por el INE en los años 2001 y 2011 para la población de Anaco durante el XIV Censo Nacional de Población y Vivienda, arrojaron los resultados de 101.172

hab y 122.634 hab respectivamente. Con esta información se procede a estimar la población futura de la zona para el año deseado, teniendo en cuenta que para las obras sanitarias correspondientes a redes de distribución es necesario contemplar un periodo de diseño mínimo de 30 años.

$$P_{fut} = P_{pre}(1 + r)^{\Delta t} \quad (5.6)$$

$$r = \sqrt[\Delta t]{\frac{P_{fut}}{P_{pre}}} - 1 \quad (5.7)$$

$$r_{2011-2001} = \sqrt[2011-2001]{\frac{122.634 \text{ hab}}{101.172 \text{ hab}}} - 1 = \sqrt[10]{1,21} - 1 = 0,019$$

$$\begin{aligned} P_{2048} &= P_{2011}(1 + r)^{\Delta t} \\ P_{2048} &= 122.634 \text{ hab} (1 + 0,019)^{2048-2011} = 122.364 \text{ hab} (1 + 0,019)^{37} \\ P_{2048} &= 245.527 \text{ hab} \end{aligned}$$

Según el libro “Cloacas y Drenajes” del autor Simón Arocha, para poblaciones futuras comprendidas entre 200.001 hab hasta 500.000 hab se utiliza un coeficiente K con valor de 1,6.

Para el cálculo del Q_{ac} se debe tomar en cuenta el Q_m aportado por las manzanas tanto izquierda como derecha al tramo.

$$Q_{m \text{ izquierda}} = \%A \times Dot_{m5} \quad (5.8)$$

$$Q_{m \text{ izquierda}} = 28\% \times 0,33 \text{ L/seg} = 0,09 \text{ L/seg}$$

$$Q_{m \text{ derecha}} = 0,03 \text{ L/seg}$$

$$Q_{m \text{ tramo E-F}} = Q_{m \text{ izquierda}} + Q_{m \text{ derecha}} \quad (5.9)$$

$$Q_{m \text{ tramo E-F}} = 0,09 \text{ L/seg} + 0,03 \text{ L/seg} = 0,12 \text{ L/seg}$$

Según el libro “Cloacas y Drenajes” del autor Simón Arocha el coeficiente o gasto de reingreso (R) tiene un valor de 0,80.

$$R = 0,80$$

$$Q_{ac} = 1,6 \times 0,12 \text{ L/seg} \times 0,80 = 0,15 \text{ L/seg}$$

- Cálculo del caudal de infiltración (Q_{inf})

$$Q_{inf} = 20.000 \text{ Lts/Km/días} \times (L_{tramo} + N^{\circ} emp \times L_{emp}) \quad (5.10)$$

Donde L_{tramo} y L_{emp} es en km.

$$Q_{inf} = 20.000 \text{ L/Km/días} \times 0,058 \text{ km} + 3 \times 0,005 \text{ km} = 1160,01 \text{ L/días}$$

$$Q_{inf} = 0,02 \text{ L/seg}$$

- Cálculo del caudal de malos empotramientos (Q_{me})

$$Q_{me} = C \times I \times \sum A_t \times \%Me \quad (5.11)$$

El coeficiente de escorrentía (C) tiene un valor promedio de 0,50. Para el valor del coeficiente de intensidad de lluvia (I), se usa la gráfica de curvas IDF para el estado Anzoátegui, ubicada en el libro “Cloacas y Drenajes” del autor Simón Arocha; esta se puede apreciar en los apéndices y se toman en cuenta valores de duración de lluvias (D) de 15 minutos y una frecuencia (F) de 2 años dando como resultado una I de 310Lts/seg/ha . El porcentaje de malos empotramientos depende del área total de las manzanas correspondiente al tramo; en este caso al contar con un área total menor a 10 ha el porcentaje de malos empotramientos respectivo es de 3%.

$$Q_{me} = 0,50 \times 310 \text{ Lts/seg/ha} \times 0,27\text{ha} \times 3\% = 1,26 \text{ Lts/seg}$$

$$Q_{tramo\ E-F} = 0,15 \text{ L/seg} + 0,02 \text{ L/seg} + 1,26 \text{ L/seg} = 1,43 \text{ Lts/seg}$$

$$Q_{diseño} = Q_{tramo} + Q_{tramos\ anteriores} \quad (5.12)$$

$$Q_{diseño\ E-F} = 1,43 \text{ Lts/seg} + 5,35 \text{ Lts/seg} = 6,78 \text{ Lts/seg}$$

5.2.1.3 Determinación de las variables hidráulicas

Para la determinación de las variables hidráulicas se debe tomar en cuenta, principalmente, la pendiente del colector, respetando también la altura mínima hasta el lomo del colector. Esta debe garantizar la no sedimentación de los sólidos y es, normalmente, igual a la pendiente del terreno o sino, una pendiente máxima que permita el flujo continuo de los mismos. Es por esto que es necesario realizar la siguiente verificación:

$$V_{ARRASTRE} = 0,766 \times Rh^{1/6} \leq V_{REAL} \quad (5.13)$$

Las pendientes máximas anteriormente mencionadas, pueden encontrarse en el libro “Cloacas y Drenajes” del autor Simón Arocha. Dependiendo de la pendiente que se usará, existen distintos valores a sección plena los cuales servirán para determinar los valores reales que circularán dentro de la tubería.

Una vez escogida la pendiente a utilizar, se utilizará la relación:

$$\frac{Q_{diseño}}{Q_c}$$

Para luego obtener los porcentajes correspondientes de las variables hidráulicas requeridas. Estos porcentajes pueden encontrarse en la Tabla 7.2.

En el cálculo de los elementos hidráulicos se van a considerar las siguientes formulas:

1. Tirante de agua (H): será igual al diámetro del colector;

$$H = D \quad (5.14)$$

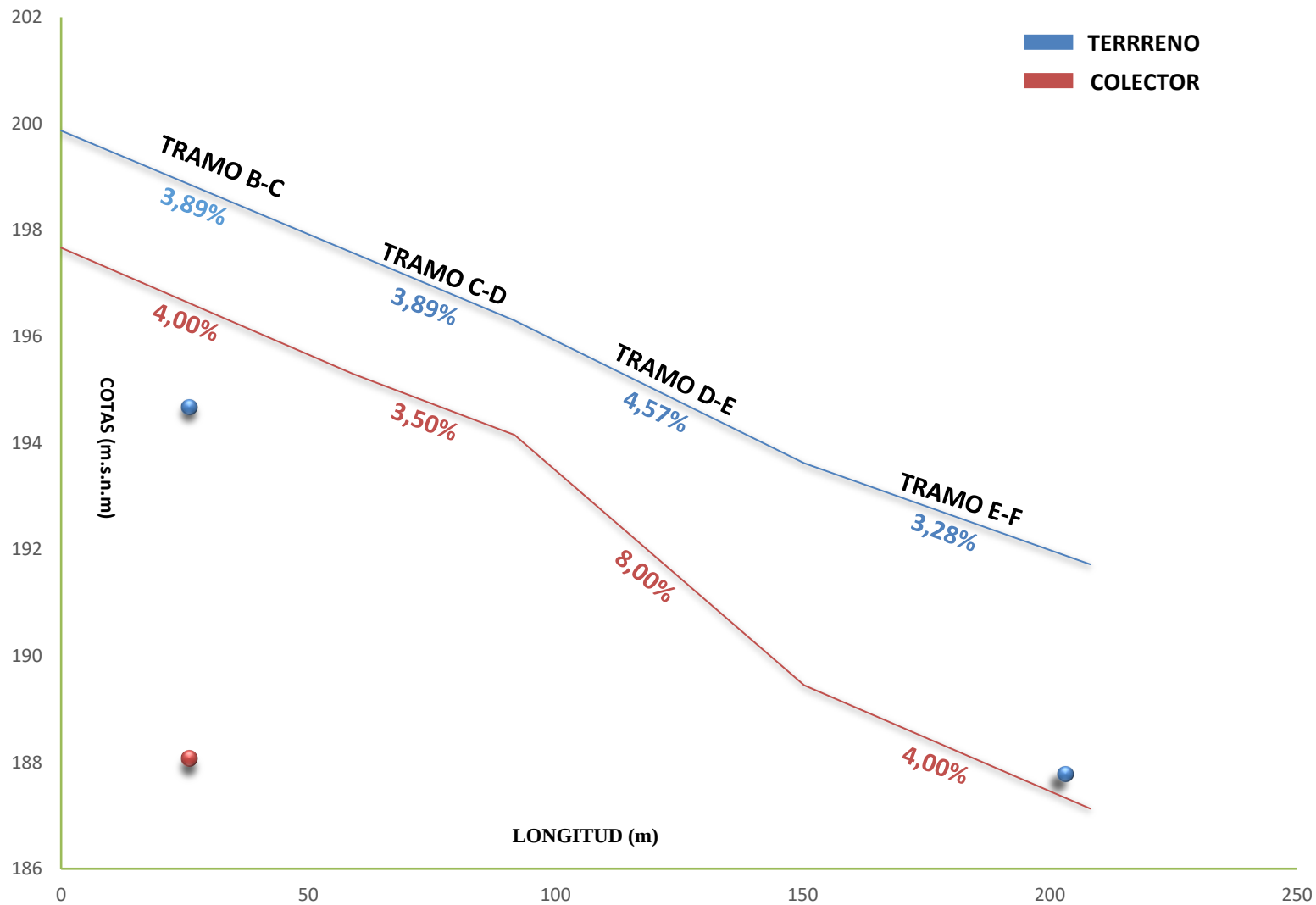
2. Radio hidraulico (R);

$$R = \frac{D}{4} \quad (5.15)$$

- Selección de la pendiente del colector ($Sl_{colector}$)

Para $Sl_{TERRENO} = 3,28\%$, se tomará como pendiente del colector $Sl_{COLECOTR} = 4,00$

Figura 5.1 perfil longitudinal correspondiente al colector principal tramo E-F



- Cálculo de las variables hidráulicas

Según el libro “Cloacas y Drenajes” del autor Simón Arocha, para $Sl_{COLECOTR} = 4,00\%$, se tienen los siguientes valores a sección plena para una tubería de 8”:

$$1. Q_C = 59,40 \text{ l/seg}$$

$$2. V_C = 1,83 \text{ m/seg}$$

Si;

$$\frac{Q_{diseño}}{Q_C} = \frac{6,78 \text{ l/seg}}{59,40 \text{ l/seg}} = 0,114$$

Entonces;

$$1. \frac{V_R}{V_C} = 0,53 \rightarrow V_R = 0,53 \times V_C \rightarrow V_R = 0,53 \times 1,83 \text{ m/seg} = 1,15 \text{ m/seg}$$

$$2. \frac{Rh_R}{Rh_C} = 0,52 \rightarrow Rh_R = 0,52 \times Rh_C \rightarrow Rh_R = 0,52 \times \left(\frac{D}{4}\right)$$

$$Rh_R = 0,52 \times \left(\frac{0,20 \text{ m}}{4}\right) = 0,026 \text{ m}$$

$$3. \frac{H_R}{H_C} = 0,22 \rightarrow H_R = 0,22 \times H_C \rightarrow H_R = 0,22 \times 0,20 \text{ m} = 0,044 \text{ m}$$

- Verificación de la velocidad de arrastre

$$V_{ARRASTRE} = 0,766 \times Rh^{1/6} \leq V_{REAL}$$

$$V_{ARRASTRE} = 0,766 \times (0,026 \text{ m})^{1/6} \leq 1,15 \text{ m/seg}$$

$$V_{ARRASTRE} = 0,417 \text{ m/seg} \leq 1,15 \text{ m/seg}$$

Al haberse cumplido la relación, se entiende que la pendiente escogida para el tramo es la correcta para evitar la sedimentación de los sólidos.

- Caídas en la boca de visita (Escalonamiento)

El escalonamiento se determina con el fin de mantener el régimen permanente y uniforme dentro de la tubería. Este se determina por 3 razones:

Por cambios de velocidad y tirantes (H_R):

$$H_R = (H_2 - H_1) + K_1 \times \left(\frac{V_2^2}{2 \times g} - \frac{V_1^2}{2 \times g} \right) \quad (5.16)$$

En donde:

1. H_1 y H_2 : tirante del tramo en estudio y el tramo siguiente respectivamente.
2. V_1 y V_2 : velocidad del tramo en estudio y el tramo siguiente respectivamente.
3. g : gravedad (m/seg^2).
4. K_1 : factor que depende de la variación del régimen del agua

$V_1 > V_2$; régimen retardado, por lo tanto $K_1 = 0,2$

$V_1 < V_2$; régimen acelerado, por lo tanto $K_1 = 0,1$

$$H_{R_{E-F}} = (0,044 \text{ m} - 0,028 \text{ m}) + 0,2 \times \left(\frac{(1,15 \text{ m/seg})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/seg}^2} - \frac{(1,15 \text{ m/seg})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/seg}^2} \right)$$

$$H_{R_{E-F}} = 0,02 \text{ m}$$

Por cambios de dirección (H_C):

$$H_C = K_C \times \left(\frac{V_M^2}{2 \times g} \right); \text{ en donde:} \quad (5.17)$$

K_C : coeficiente dependiente del ángulo de curvatura.

$$K_C = 0,25 \times \sqrt{\frac{\alpha}{90^\circ}}; \text{ en donde:} \quad (5.18)$$

α : ángulo formado entre el tramo en estudio y el tramo siguiente.

V_M : velocidad mayor entre el tramo en estudio y el tramo siguiente.

$$H_{C_{E-F}} = \left(0,25 \times \sqrt{\frac{0^\circ}{90^\circ}} \right) \times \left(\frac{(1,15 \text{ m/seg})^2}{2 \times 9,81} \right)$$

$$H_{C_{E-F}} = 0,00 \text{ m}$$

Por cambios de diámetro ($\Delta\emptyset$):

$\Delta\emptyset$: diferencia de diámetro entre el tramo en estudio y el tramo siguiente.

$$\Delta\emptyset_{E-F} = 0,00 \text{ m}$$

Luego de haber calculado lo anterior, se tiene entonces que:

$$H_T = H_C + H_R + \Delta\emptyset \quad (5.19)$$

$$H_{T_{E-F}} = 0,02 \text{ m} + 0,00 \text{ m} + 0,00 \text{ m} = 0,02 \text{ m} \simeq 0,00 \text{ m}$$

Por facilidad, en las obras se suelen usar valores de H_T en múltiplos de $0,05 \text{ m}$, entre intervalos de $0,025 \text{ m}$.

- Cargas sobre colectores

Las cargas sobre colectores se determinan a través del cálculo de la altura de relleno sobre el lomo de la tubería. Por norma, debe haber una altura mínima de $1,15 \text{ m}$ la cual debe ser respetada.

Utilizando la Figura 7.2, encontrada en el libro “Cloacas y Drenajes” del autor Simón Arocha, se puede determinar la carga que soportará la tubería sabiendo la altura hasta el lomo y las condiciones de colocación de la tubería. También, se podrán conocer otras características tales como: la clase de tubería y el tipo de apoyo sobre el cual descansará.

Tabla 5.1 Altura de la tubería del tramo E-F

H “hasta el lomo”	
Arriba	Abajo
4,17	4,59

Sabiendo que la tubería está colocada en zanja y tiene una altura máxima hasta el lomo de **4,59 m**, se obtiene:

1. Carga sobre **Tramo E – F: 4900 toneladas métricas/ml**
2. Clase de la tubería: **C – 2**
3. Apoyo: Tipo B
 - Banqueo

$$\text{Bancoeo} = \text{Cota Terreno} - \text{Cota Rasante Tramo Colector} \quad (5.20)$$

$$\text{Cota}_{ras} = \text{Cota}_{ter} - H \text{ “lomo”} - 2 \times \text{espesor} - \text{escalonom} \quad (5.21)$$

Tabla 5.2 Banqueo tramo E-F

Bancoeo	
Arriba	Abajo
<i>Cota Terreno = 193,62 m. s. n. m</i>	<i>Cota Terreno = 193,62</i>
<i>Cota Rasante = 193,62 – 4,17 – 2 × 0,022 – 0,20 – 0,10</i>	<i>Cota Rasante = 191,72 – 4,59 – 2 × 0,022 – 0,20 – 0,10</i>
<i>Cota Rasante = 189,11 m. s. n. m</i>	<i>Cota Rasante = 186,79 m. s. n. m</i>
<i>Bancoeo = 193,62 – 189,11 = 4,51 m</i>	<i>Bancoeo = 193,62 – 186,79 = 4,93 m</i>

- Ancho de zanja y tipo de boca de visita

Según lo especificado en el libro “Cloacas y Drenajes” del autor Simón Arocha, se tiene que:

Ancho de zanja: Primeramente, debe tomarse en cuenta que para alturas de banqueo mayores a 3,00 m se utilizó apuntalamiento en los costados de la excavación por medidas de seguridad. Sabiéndose esto, para tuberías de 8” con apuntalamiento, el ancho de zanja es igual a 1,00 m.

Tipo de Boca de visita: Se utilizaron tanto en la cota de arriba como en la cota de abajo, bocas de visita Tipo IA, debido a que no sobrepasan una altura de relleno de 5,00 m.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. Llevado a cabo el reconocimiento del área de estudio se pudo constatar los distintos problemas sanitarios y ambientales que se generan por causa de la utilización de pozos sépticos, tales como: la saturación de los pozos sépticos, el vertimiento de algunas aguas residuales en los suelos y calles de la urbanización Canta Claro, provocando daños al pavimento, así como también la propagación de enfermedades debido al estancamiento de dichas aguas, entre otros problemas, siendo evidente que esta problemática representa un riesgo de saneamiento ambiental para los habitantes de la urbanización, por lo que su solución debe convertirse en una prioridad.
2. Partiendo de la necesidad de dar solución a los problemas antes mencionados, se comprueba la conveniencia de implementar un sistema integral de recolección de aguas residuales conformado por colectores cloacales que trabajarán en conjunto con una planta de tratamiento portátil, siendo esta la manera más eficiente de solventar la problemática y de mejorar las condiciones de saneamiento ambiental. Esta solución acabará con los típicos problemas causados por los pozos sépticos, mientras que por otra parte reducirá el impacto ambiental que provocan las aguas residuales, otorgándole grandes beneficios al medio ambiente y a los habitantes de la urbanización Canta Claro, siendo claramente una opción viable y que permitirá el aprovechamiento de las aguas residuales a través de su reciclaje.

3. Aunque el sistema de pozos sépticos puede ser para algunas personas la opción más económica en lo que respecta al servicio de descarga de aguas residuales, no es el sistema más eficiente, en realidad termina por ser el causante de graves problemas de saneamiento ambiental. Los sistemas conformados por colectores cloacales son evidentemente la mejor opción gracias a su gran eficiencia brindando un servicio completo de absorción, alejamiento y descarga, sin causar problemas a su entorno, incluso, al adicionarle una planta de tratamiento portátil a los colectores cloacales, se incrementa aún más su nivel de eficiencia, minimizando el impacto ambiental que provocan las aguas residuales al ser descargadas, por lo general, en lagos, ríos, mares u océanos, al mismo tiempo que se cumplen con las normas de saneamiento ambiental.

6.2 Recomendaciones

1. La ejecución de este proyecto debe llevarse a cabo tan pronto sea posible con la finalidad de acabar con rapidez los problemas causados por los pozos sépticos que afectan a la urbanización Santa Clara y sus habitantes.
2. Motivar a los habitantes de la urbanización Santa Clara a organizar y conformar comisiones que se encarguen de diligenciar ante los entes competentes públicos o privados, el desarrollo del presente proyecto.
3. Aunque estos sistemas integrales de recolección de aguas residuales son de gran eficiencia, es necesario que reciban mantenimiento cada cierto tiempo para que se mantengan en óptimas condiciones y con buen funcionamiento.
4. Incentivar la construcción de sistemas integrales de recolección de aguas residuales conformados por colectores cloacales y plantas de tratamientos

portátiles que trabajen en conjunto, ya que esta alternativa aporta grandes beneficios a los seres vivos y al medioambiente por encima de otros sistemas.

5. Promover la implementación de mallas en los extremos de salida de los colectores de aguas residuales con el objetivo de impedir el curso de plásticos, vidrios, entre otros materiales no biodegradables, y que estos sean descargados en lagos, ríos, mares u océanos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arocha S. (1983). Cloacas y Drenajes. Venezuela: Ediciones Vega.

Normas Generales para el Proyecto de Alcantarillados. (1999). Gaceta N° 5.318.

Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones. (1988). Gaceta N° 4.044.

INOS (1989). Normas e Instructivos para el Proyecto de Alcantarillados.

Metcalf & Eddy (1998). Ingeniería de Aguas Residuales - Tratamiento, Vertido y Reutilización. McGraw-Hill.

Glinn J. Henry, Heinke W. Gary, Escalona y García Héctor Javier (1999). Ingeniería Ambiental. Pearson

APÉNDICES

APÉNDICE A
TABLAS DE DISEÑO

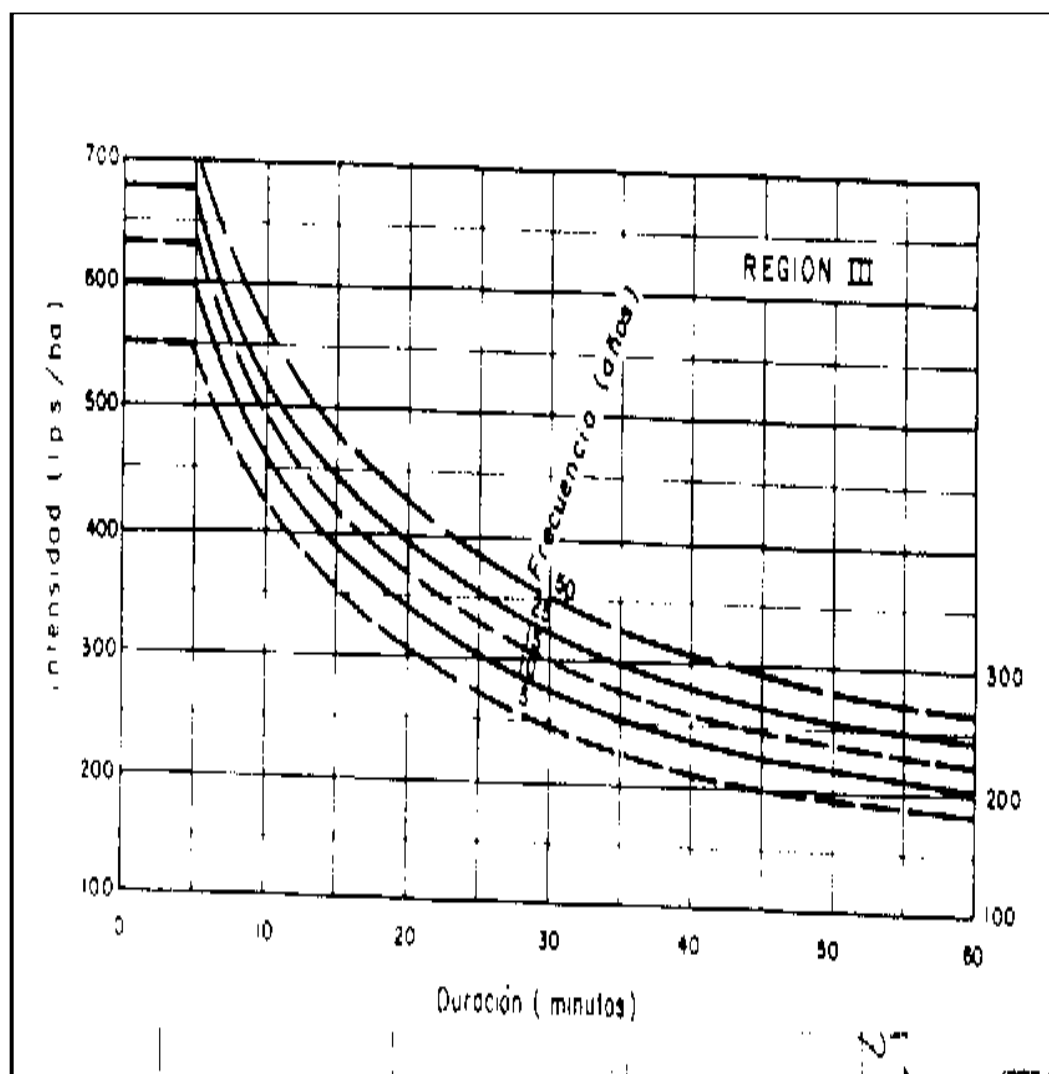


Figura 8.1 Curvas I-D-F del Estado Anzoátegui.

CUADRO V-1									
DIVISION DE INGENIERIA SANITARIA									
TABLAS PARA LA REVISION DE COLECTORES CLOCALES									
Diámetro nominal del tubo: 20 cm (8")									
Sección llena			d = 5 cm		Sección llena			d = 5 cm	
Pendiente ‰	Gasto l/s	Velocidad m/s	Gasto l/s	Velocidad m/s	Pendiente ‰	Gasto l/s	Velocidad m/s	Gasto l/s	Velocidad m/s
4	18,8	0,58	2,5	0,40	125	105,1	3,24	14,0	2,25
4,5	19,8	0,61	2,7	0,43	130	107,1	3,30	14,3	2,30
5	21,1	0,65	2,8	0,45	135	109,0	3,36	14,5	2,34
5,5	22,1	0,68	2,9	0,47	140	111,3	3,43	14,8	2,38
6	23,0	0,71	3,0	0,49	145	113,2	3,49	15,1	2,43
6,5	24,0	0,74	3,2	0,51	150	115,2	3,55	15,3	2,47
7	25,0	0,77	3,3	0,53	155	117,1	3,61	15,6	2,51
7,5	25,6	0,79	3,4	0,55	160	118,7	3,66	15,8	2,55
8	26,6	0,82	3,5	0,57	165	120,7	3,72	16,1	2,59
9	28,2	0,87	3,7	0,60	170	122,6	3,78	16,3	2,63
10	29,8	0,92	4,0	0,64	175	124,2	3,83	16,6	2,67
12	32,4	1,00	4,3	0,70	180	126,2	3,89	16,7	2,70
14	35,0	1,08	4,7	0,75	185	127,8	3,94	17,0	2,74
16	37,6	1,16	5,0	0,81	190	129,4	3,99	17,2	2,78
18	39,9	1,23	5,3	0,86	195	131,1	4,04	17,4	2,81
20	41,8	1,29	5,6	0,90	200	133,0	4,10	17,7	2,85
25	47,0	1,45	6,3	1,01	205	134,6	4,15	17,9	2,89
30	51,6	1,59	6,8	1,10	210	136,2	4,20	18,1	2,92
35	55,5	1,71	7,4	1,19	215	137,9	4,25	18,4	2,96
40	59,4	1,83	7,9	1,27	220	139,2	4,29	18,5	2,99
48	62,9	1,94	8,4	1,35	225	140,8	4,34	18,7	3,02
50	66,5	2,05	8,9	1,43	230	142,4	4,39	19,0	3,06
55	69,7	2,15	9,2	1,49	235	144,0	4,44	19,2	3,09
60	72,7	2,24	9,7	1,56	240	145,7	4,49	19,3	3,12
65	75,9	2,34	10,1	1,63	245	147,0	4,53	19,5	3,15
70	78,5	2,42	10,5	1,69	250	148,6	4,58	19,8	3,19
75	81,4	2,51	10,9	1,75	255	149,9	4,62	20,0	3,22
80	84,0	2,59	11,2	1,80	260	151,5	4,67	20,2	3,25
85	86,6	2,67	11,5	1,86	265	152,8	4,71	20,3	3,28
90	89,2	2,75	11,8	1,91	270	154,4	4,76	20,5	3,31
95	91,5	2,82	12,2	1,96	275	155,7	4,80	20,7	3,34
100	94,1	2,90	12,5	2,02	280	157,3	4,85	20,9	3,37
105	96,3	2,97	12,8	2,06	285	158,6	4,89	21,1	3,40
110	98,6	3,04	13,1	2,11	290	159,9	4,93	21,3	3,43
115	100,9	3,11	13,4	2,16	295	161,2	4,97	21,5	3,46
120	102,8	3,17	13,7	2,21	300	162,8	5,02	21,6	3,49

Figura 8.2 Pendientes de colectores cloacales para tuberías 8".

ALTURA	ANGULO	SENO	PERIMET	AREA	RADIO	VELOC.	GASTO
H/D	θ	θ	Per/Dc	Ar/Dc	R/Dc	Vr/Vc	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	0.03	0.14	0.00
0.04	45.15	0.72	0.13	0.01	0.10	0.22	0.00
0.06	65.72	0.64	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	0.66	0.20	0.05	0.25	0.40	0.02
0.12	61.07	0.99	0.23	0.07	0.30	0.45	0.03
0.14	87.69	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	0.93	0.26	0.12	0.44	0.53	0.07
0.20	106.26	0.69	0.20	0.14	0.48	0.57	0.09
0.22	111.83	0.63	0.31	0.16	0.52	0.55	0.11
0.24	117.34	0.39	0.33	0.18	0.57	0.63	0.13
0.26	122.63	0.24	0.34	0.21	0.61	0.72	0.15
0.28	127.70	0.76	0.35	0.23	0.65	0.76	0.17
0.30	132.84	0.73	0.37	0.25	0.68	0.76	0.20
0.32	137.80	0.67	0.39	0.28	0.72	0.80	0.22
0.34	142.67	0.61	0.40	0.30	0.78	0.83	0.25
0.36	147.48	0.54	0.41	0.32	0.79	0.85	0.28
0.38	152.23	0.47	0.42	0.35	0.82	0.89	0.31
0.40	156.93	0.39	0.44	0.37	0.88	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	170.62	0.16	0.47	0.45	0.95	0.96	0.43
0.48	175.42	0.08	0.49	0.47	0.97	0.99	0.47
0.50	180.00	0.00	0.50	0.50	1.00	1.00	0.50
0.52	184.53	-0.03	0.51	0.53	1.02	1.02	0.53
0.54	189.16	-0.18	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	1.05	0.64
0.60	203.07	-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	242.60	-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	0.88	1.22	1.14	0.98
0.82	259.56	-0.99	0.72	0.89	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	-1.00	0.76	0.91	1.21	1.14	1.04
0.88	278.93	-0.99	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	0.96	1.18	1.10	1.06
0.96	313.65	-0.72	0.87	0.99	1.13	1.09	1.07
0.98	327.48	-0.54	0.91	1.00	1.09	1.08	1.08
1.00	360.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Figura 8.3 Porcentajes $\frac{Q_{Diseño}}{Q_c}$.

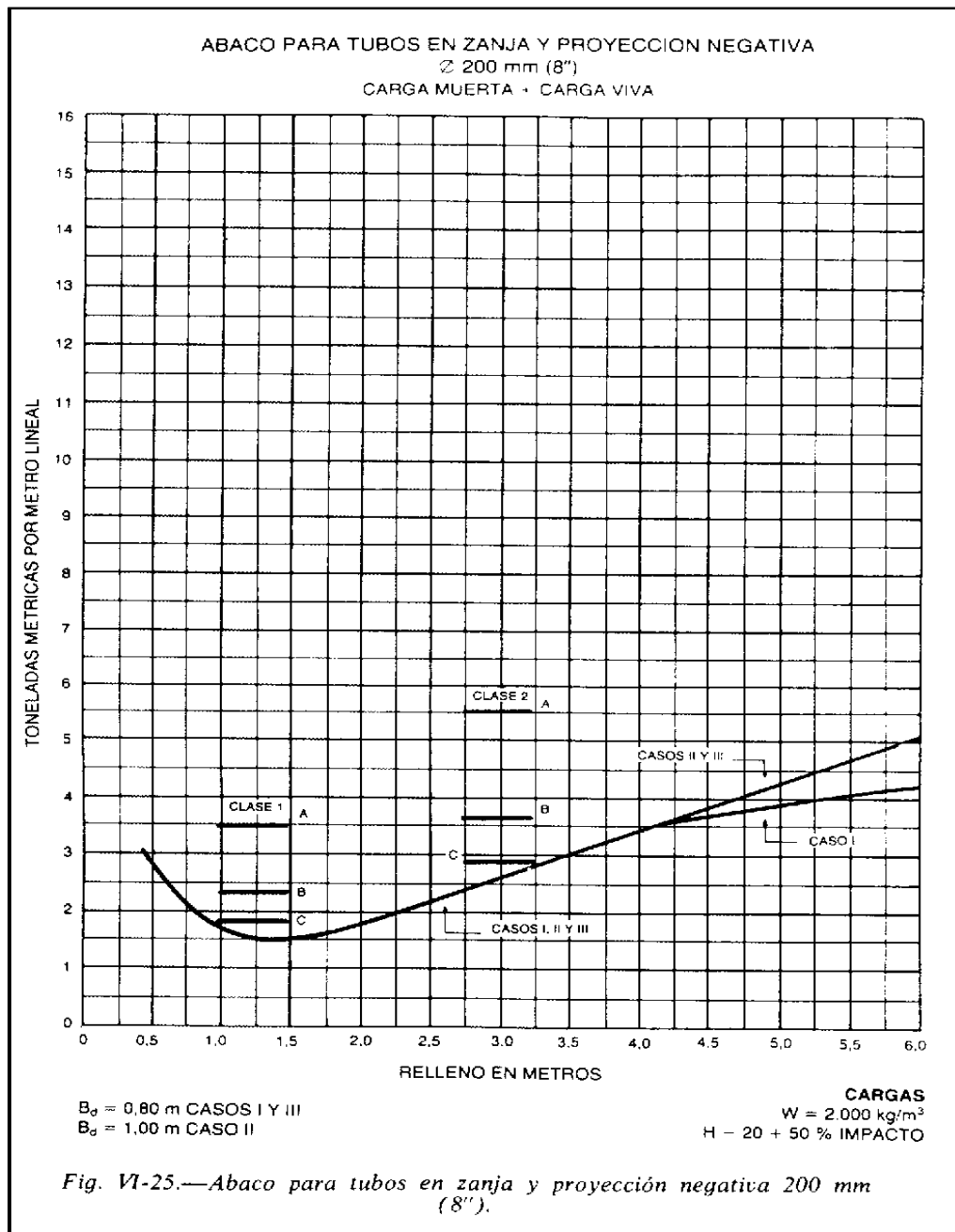


Figura 8.4 Abaco de tuberías en zanja de tuberías de tuberías.

CUADRO VI-3			
ANCHO MAXIMO DE LAS ZANJAS			
Diámetro nominal		Ancho de la zanja sin entibado (cm)	Ancho de la zanja con entibado (cm)
mm	Pulg.		
100	4	60	100
150	6	60	100
200	8	80	100
250	10	80	100
300	12	80	100
350	—	100	120
380	15	100	120
400	—	100	120
450	18	100	120
500	21	110	130
600	24	120	140
700	27	130	150
750	30	140	160
800	33	150	170
900	36	170	190
1.050	42	190	210
1.200	48	210	230
1.350	54	230	250
1.500	60	250	270
1.650	66	260	280
1.800	72	280	300
1.950	78	300	320
2.100	84	320	340
2.250	90	330	350
2.400	96	350	370
2.550	102	360	380
2.700	108	380	400

(*) Tomada del capítulo I de «Instrucciones para Instalaciones Sanitarias de Edificios». M.O.P., 1965.

Figura 8.5 Anchos de zanjas para tuberías.

ANEXOS

ANEXOS 1
TABLAS RESÚMENES

Tabla 9.1 resumen de los caudales medios de todos los tramos

Caudal medio						
MANZANA	DOTACIÓN (LPS)	ÁREA (Ha)	COLECTOR	ÁREA TRIBUTARIA (Ha)	% ÁREA	QM (LPS)
M-1	0,13	0,36	A - B	0,08	0,22	0,03
			B -C	0,1	0,28	0,04
			A - C1	0,1	0,28	0,04
			C1 - C	0,08	0,22	0,03
M-2	0,04	0,2	C1 - C	0,07	0,35	0,01
			C - D	0,03	0,15	0,01
			C1 - D1	0,07	0,35	0,01
			D1- D	0,03	0,15	0,01
M-3	0,13	0,34	D1- D	0,08	0,24	0,03
			D - E	0,09	0,26	0,03
			D1 - E1	0,09	0,26	0,03
			E1 - E	0,08	0,24	0,03
M-4	0,13	0,32	E1 - E	0,08	0,25	0,03
			E - F	0,08	0,25	0,03
			F - G	0,02	0,06	0,01
			E1 - G1	0,08	0,25	0,03
			G1 - G	0,06	0,19	0,02
M-5	0,33	0,69	B- C	0,2	0,29	0,10
			C - D	0,11	0,16	0,05
			D - E	0,19	0,28	0,09
			E - F	0,19	0,28	0,09
M-6	0,35	0,69	A - C1	0,2	0,29	0,10
			C1 - D1	0,12	0,17	0,06
			D1 - E1	0,19	0,28	0,10
			E1 - G1	0,18	0,26	0,09

Tabla 9.2 resumen de los caudales de diseño de todos los tramos

CAUDAL DE DISEÑO (QD)													
TRAMOS	LONG (M)	QM (LPS)	QAC (LPS)	Nº DE EMPOTRAMIENTOS	QINF (LPS)	ΣAT	I	C	%ME	QME	QTRAMO	QANT	QD
A - B	57,51	0,03	0,04	3,00	0,02	0,08	310	0,5	0,03	0,37	0,43	0,00	0,43
B - C	59,10	0,14	0,18	5,00	0,02	0,30				1,40	1,60	0,43	2,03
C1 - C	56,46	0,04	0,05	3,00	0,02	0,04				0,20	0,27	0,00	0,27
C - D	32,62	0,06	0,08	3,00	0,01	0,14				0,65	0,74	2,30	3,04
D - E	58,61	0,12	0,15	5,00	0,02	0,28				1,30	1,47	3,04	4,51
E1 - E	55,91	0,06	0,08	6,00	0,02	0,16				0,74	0,84	0,00	0,84
E - F	57,88	0,12	0,15	3,00	0,02	0,27				1,26	1,43	5,35	6,78
F - G	21,53	0,01	0,01	1,00	0,01	0,02				0,09	0,11	6,78	6,89
A - C1	61,84	0,14	0,18	5,00	0,02	0,30				1,40	1,60	0,00	1,60
C1 - D1	36,12	0,07	0,09	4,00	0,01	0,19				0,88	0,98	1,60	2,58
D - D1	55,18	0,04	0,05	3,00	0,02	0,11				0,51	0,58	0,00	0,58
D1 - E1	57,05	0,13	0,17	4,00	0,02	0,28				1,30	1,49	3,16	4,65
E1 - G1	55,25	0,12	0,15	4,00	0,02	0,26				1,21	1,38	4,65	6,03
G1 - G	28,56	0,02	0,03	2,00	0,01	0,06				0,28	0,32	6,03	6,35
G - H	12,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	13,24	13,24
H - I	60,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	13,24	13,24

Tabla 9.3: resumen de las variables hidráulicas de todos los tramos

VARIABLES HIDRÁULICAS													
TRAMOS	L (m)	QD	ST ‰	SC ‰	Ø	QC (m/s)	QD/QC	VC (m/s)	H (CM)	RHR (M)	VR (m/s)	VARRASTRE (m/s)	VR ≥ VARRASTRE
A - B	57,51	0,43	1,7	20	0,2	41,8	0,0103	1,29	0,012	0,008	0,36	0,343	BUENO
B - C	59,1	2,03	38,9	40	0,2	59,4	0,0342	1,83	0,024	0,015	0,82	0,380	BUENO
C - D	32,62	3,04	38,9	35	0,2	55,5	0,0548	1,71	0,028	0,018	0,86	0,392	BUENO
D - E	58,61	4,51	45,7	80	0,2	84	0,0537	2,29	0,028	0,018	1,15	0,392	BUENO
E - F	57,88	6,78	32,8	40	0,2	59,4	0,1141	1,83	0,044	0,026	1,15	0,417	BUENO
F - G	21,53	6,89	3,3	10	0,2	29,8	0,2312	0,92	0,064	0,036	0,74	0,440	BUENO
G - H	12,23	13,24	40,9	20	0,2	41,8	0,3167	1,29	0,076	0,041	1,14	0,450	BUENO
H - I	60,77	13,24	26,3	20	0,2	41,8	0,3167	1,29	0,076	0,041	1,14	0,450	BUENO
A - C1	61,84	1,6	34,9	35	0,2	55,5	0,0288	1,71	0,02	0,013	0,68	0,371	BUENO
C1 - D1	36,12	2,58	43,7	94	0,2	91,2	0,0283	2,72	0,02	0,013	1,09	0,371	BUENO
D1 - E1	57,05	4,65	35,2	55	0,2	69,7	0,0667	2,15	0,032	0,018	1,16	0,392	BUENO
E1 - G1	55,25	6,03	34,4	30	0,2	51,6	0,1169	1,59	0,044	0,026	0,84	0,417	BUENO
G1 - G	28,56	6,35	23,5	54,6	0,2	69,7	0,0911	2,15	0,04	0,024	1,33	0,411	BUENO
C1 - C	56,46	0,27	4,3	24	0,2	45	0,0060	1,44	0,008	0,005	0,32	0,317	BUENO
D - D1	55,18	0,58	1,3	16	0,2	37,6	0,0154	1,16	0,016	0,011	0,41	0,361	BUENO
E1 - E	55,91	0,84	10,7	12	0,2	32,4	0,0259	1	0,02	0,013	0,4	0,371	BUENO

Tabla 9.4: resumen de los escalonamientos de todos los tramos

ESCALONAMIENTO														
TRAMO	H1 (m)	V1 (m/s)	TRAMO SIGUIENTE	H2 (m)	V2 (m/s)	K	HR	α	KC	VM	HC	HRC	$\Delta\emptyset$ (m)	HT (m)
A - B	0,012	0,36	B - C	0,024	0,82	0,1	0,01	90	0,25	0,82	0,01	0,02	0	0
B - C	0,024	0,82	C - D	0,028	0,86	0,1	0,00	0	0,00	0,86	0,00	0	0	0
C1 - C	0,008	0,32	C - D	0,028	0,86	0,1	0,02	90	0,25	0,86	0,01	0,03	0	0,05
C - D	0,028	0,86	D - E	0,028	1,15	0,1	0,00	0	0,00	1,15	0,00	0	0	0
D - E	0,028	1,15	E - F	0,044	1,15	0,2	0,02	0	0,00	1,15	0,00	0,02	0	0
E1 - E	0,02	0,4	E - F	0,044	1,15	0,1	0,03	90	0,25	1,15	0,02	0,05	0	0,05
E - F	0,044	1,15	F - G	0,064	0,74	0,2	0,01	90	0,25	1,15	0,02	0,03	0	0,05
F - G	0,064	0,74	G - H	0,076	1,14	0,1	0,02	90	0,25	1,14	0,02	0,04	0	0,05
A - C1	0,02	0,68	C1 - D1	0,02	1,09	0,1	0,00	0	0,00	1,09	0,00	0,01	0	0
C1 - D1	0,02	1,09	D1 - E1	0,032	1,16	0,1	0,01	0	0,00	1,16	0,00	0,01	0	0
D - D1	0,016	0,41	D1 - E1	0,032	1,16	0,1	0,02	90	0,25	1,16	0,02	0,04	0	0,05
D1 - E1	0,032	1,16	E1 - G1	0,044	0,84	0,2	0,01	0	0,00	1,16	0,00	0,01	0	0
E1 - G1	0,044	0,84	G1 - G	0,04	1,33	0,1	0,00	90	0,25	1,33	0,02	0,02	0	0
G1 - G	0,04	1,33	G - H	0,076	1,14	0,2	0,03	90	0,25	1,33	0,02	0,05	0	0,05
G - H	0,076	1,14	H - I	0,076	1,14	0,2	0,00	45	0,18	1,14	0,01	0,01	0	0

Tabla 9.5: resumen de las cargas que actúan sobre los colectores

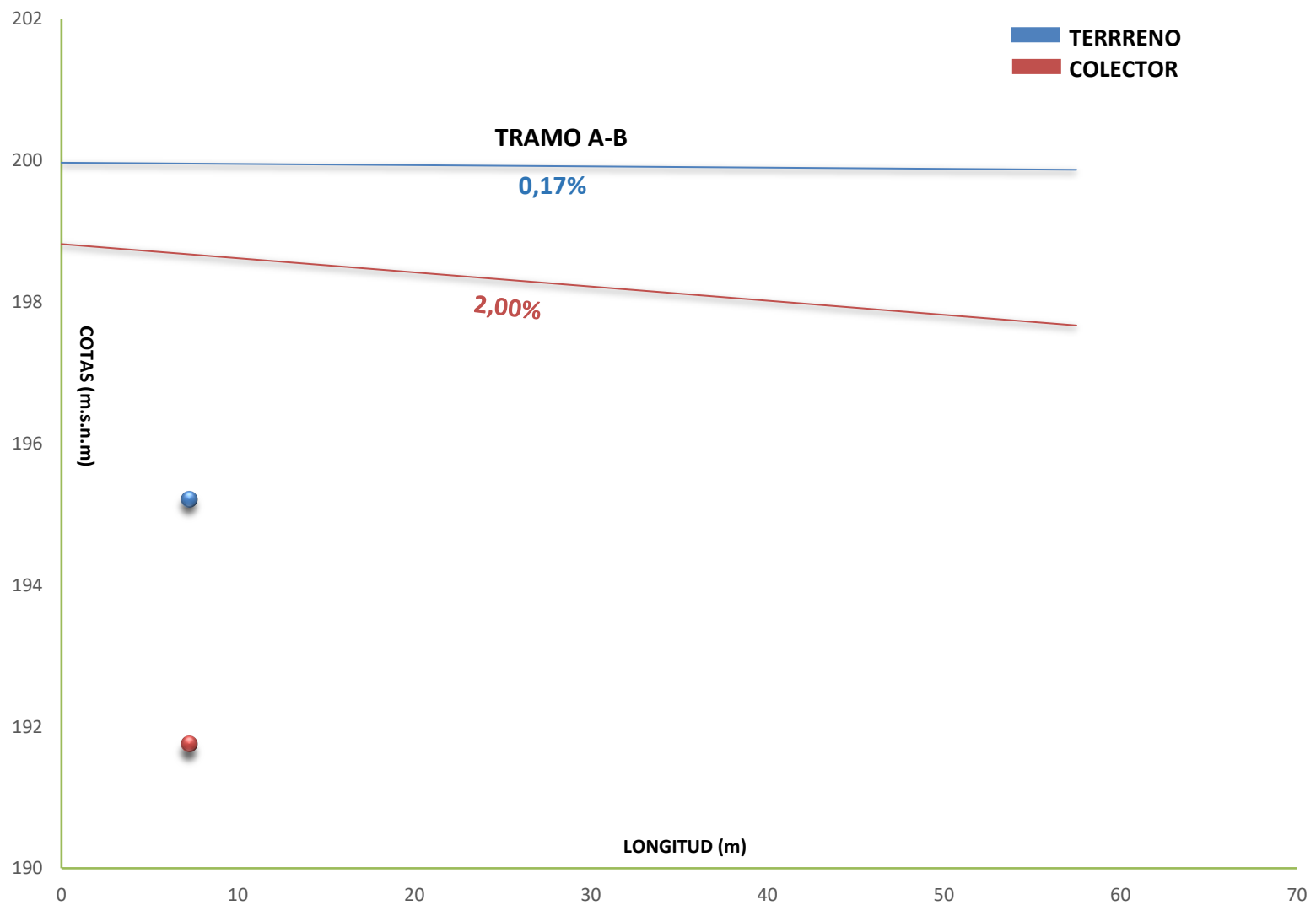
CARGA SOBRE COLECTORES									
TRAMO	L (M)	ST %	COTAS DEL TERRENO		HT (m)	SCOLECTOR %	H (m) "hasta el lomo"		CASO
			ARRIBA	ABAJO			ARRIBA	ABAJO	
A - B	57,51	0,17	199,97	199,87	0	2,00	1,15	2,2	CASO I
B - C	59,1	3,89	199,87	197,57	0	4,00	2,2	2,27	CASO I
C - D	32,62	3,89	197,57	196,3	0,05	3,50	2,27	2,15	CASO I
D - E	58,61	4,57	196,3	193,62	0	8,00	2,15	4,17	CASO II
E - F	57,88	3,28	193,62	191,72	0,05	4,00	4,17	4,59	CASO II
F - G	21,53	0,33	191,72	191,65	0,05	1,00	4,59	4,74	CASO II
G - H	12,23	4,09	191,65	191,15	0,1	2,00	4,74	4,48	CASO II
H - I	60,77	2,63	191,15	189,55	0	2,00	4,48	4,09	CASO II
A - C1	61,84	3,49	199,97	197,81	0	3,50	1,15	1,15	CASO I
C1 - D1	36,12	4,37	197,81	196,23	0	9,40	1,15	2,96	CASO I
D1 - E1	57,05	3,52	196,23	194,22	0,05	5,00	2,96	3,99	CASO II
E1 - G1	55,25	3,44	194,22	192,32	0	3,00	3,99	3,85	CASO II
G1 - G	28,56	2,35	192,32	191,65	0	5,46	3,85	4,74	CASO II
C1 - C	56,46	0,43	197,81	197,57	0	2,40	1,15	2,27	CASO I
D - D1	55,18	0,13	196,3	196,23	0	1,60	2,15	2,96	CASO I
E1 - E	55,91	1,07	194,22	193,62	0	1,20	4,09	4,17	CASO II

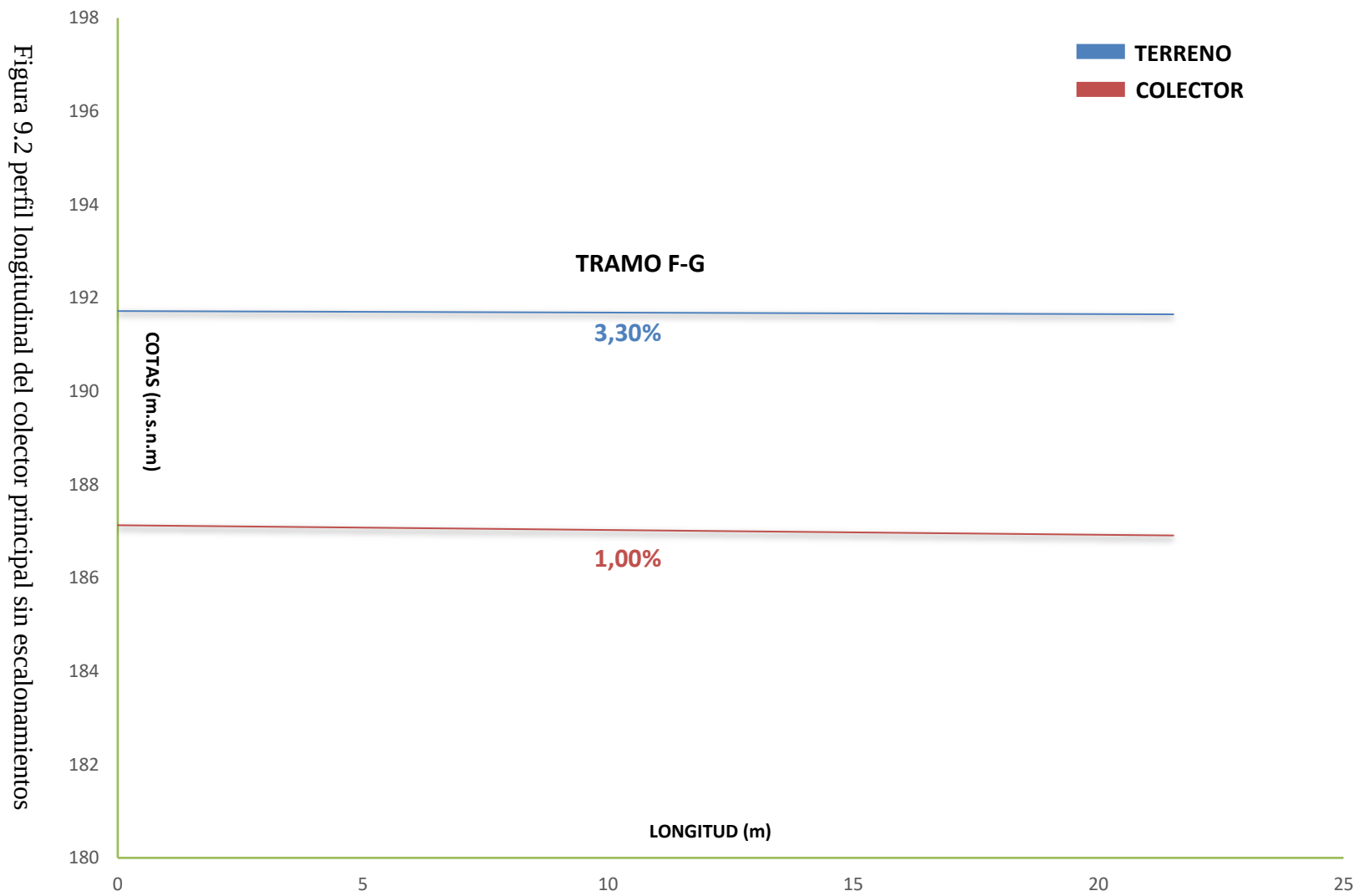
Continuación tabla 9.5: resumen de las cargas que actúan sobre los colectores

CARGA SOBRE COLECTORES										
CLASE	APOYO	e (m)	Ø	COTAS DE RASANTE		ALTURA DE RELLENO		BOCA VISITA		ANCHO DE ZANJA (cm)
				ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	
C - 1	C	0,022	0,2	198,58	197,43	1,39	2,44	IA	IA	80
C - 1	C	0,022	0,2	197,43	195,06	2,44	2,51	IA	IA	80
C - 1	C	0,022	0,2	195,01	193,86	2,56	2,44	IA	IA	80
C - 2	B	0,022	0,2	193,86	189,16	2,44	4,46	IA	IA	100
C - 2	B	0,022	0,2	189,11	186,79	4,51	4,93	IA	IA	100
C - 2	B	0,022	0,2	186,74	186,52	4,98	5,13	IA	IB	100
C - 2	B	0,022	0,2	186,42	186,18	5,23	4,97	IB	IA	100
C - 2	B	0,022	0,2	186,18	184,97	4,97	4,58	IA	IA	100
C - 1	C	0,022	0,2	198,58	196,42	1,39	1,39	IA	IA	80
C - 2	C	0,022	0,2	196,42	193,03	1,39	3,20	IA	IA	80
C - 2	B	0,022	0,2	192,98	189,94	3,25	4,28	IA	IA	100
C - 2	B	0,022	0,2	189,94	188,18	4,28	4,14	IA	IA	100
C - 2	B	0,022	0,2	188,18	186,62	4,14	5,03	IA	IB	100
C - 1	C	0,022	0,2	196,42	195,06	1,39	2,51	IA	IA	80
C - 2	C	0,022	0,2	193,91	193,03	2,39	3,20	IA	IA	80
C - 2	B	0,022	0,2	189,89	189,21	4,33	4,41	IA	IA	100

ANEXOS 2
PERFILES LONGITUDINALES DE LOS COLECTORES

Figura 9.1 perfil longitudinal del colector principal.





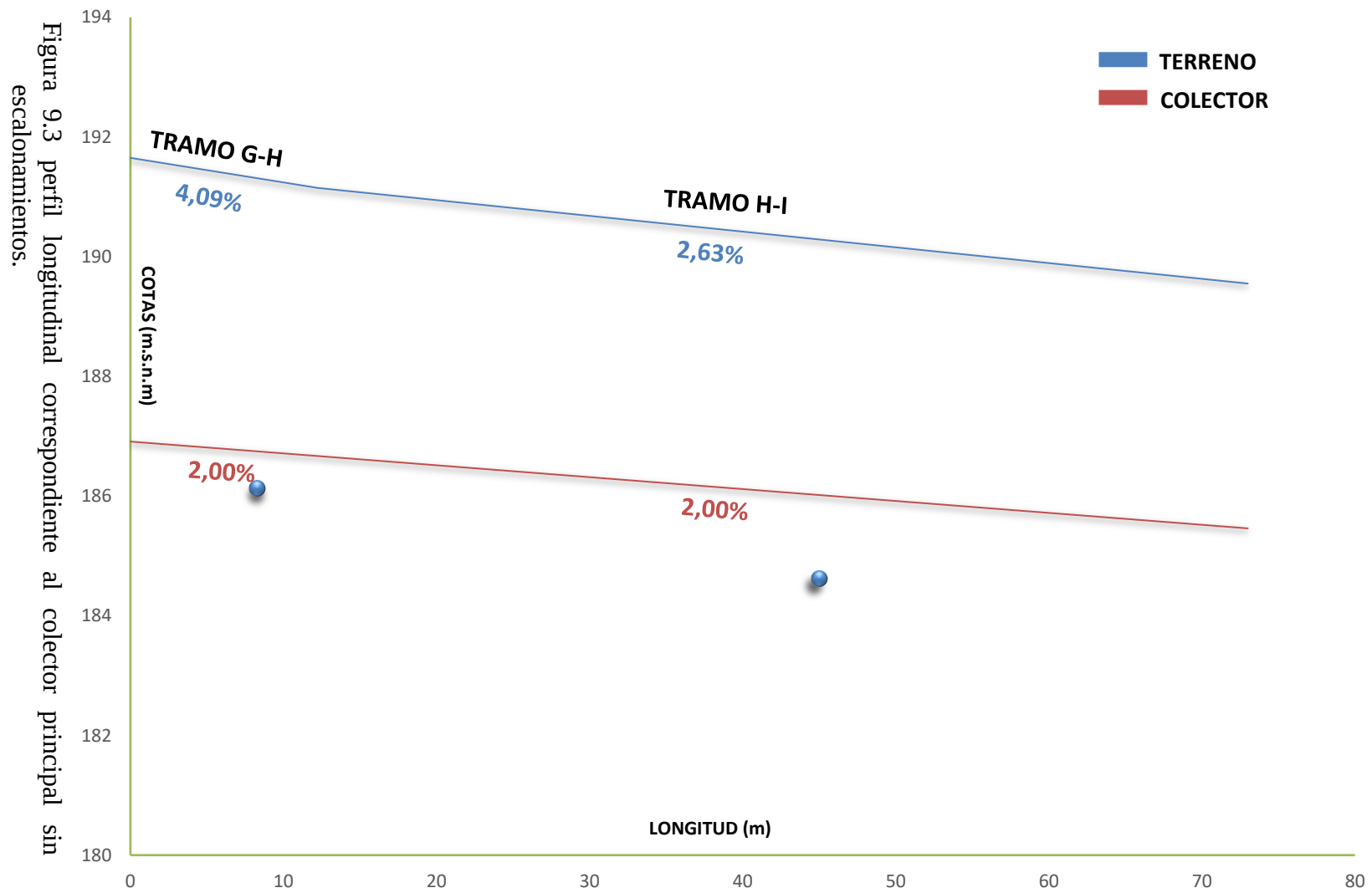
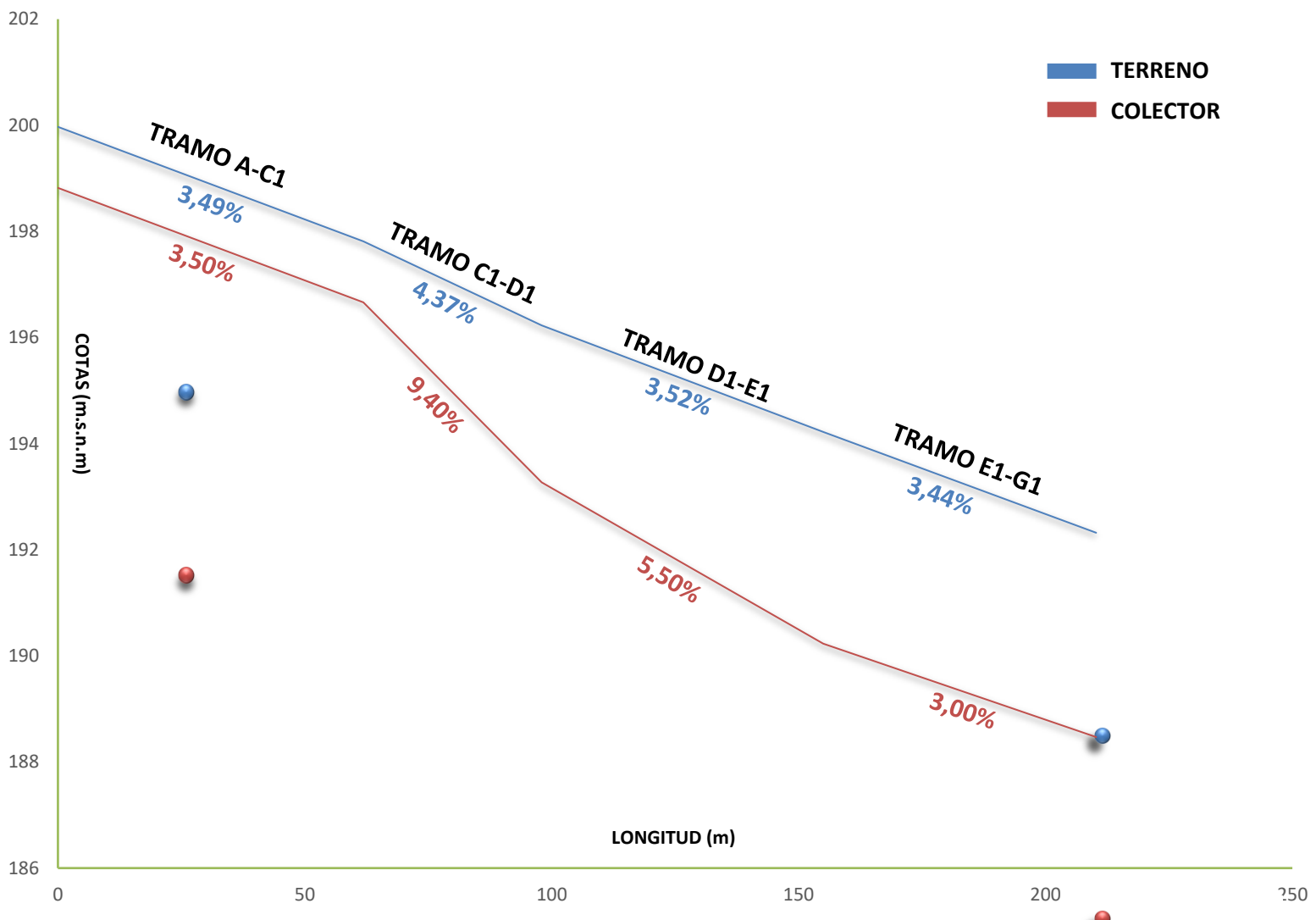
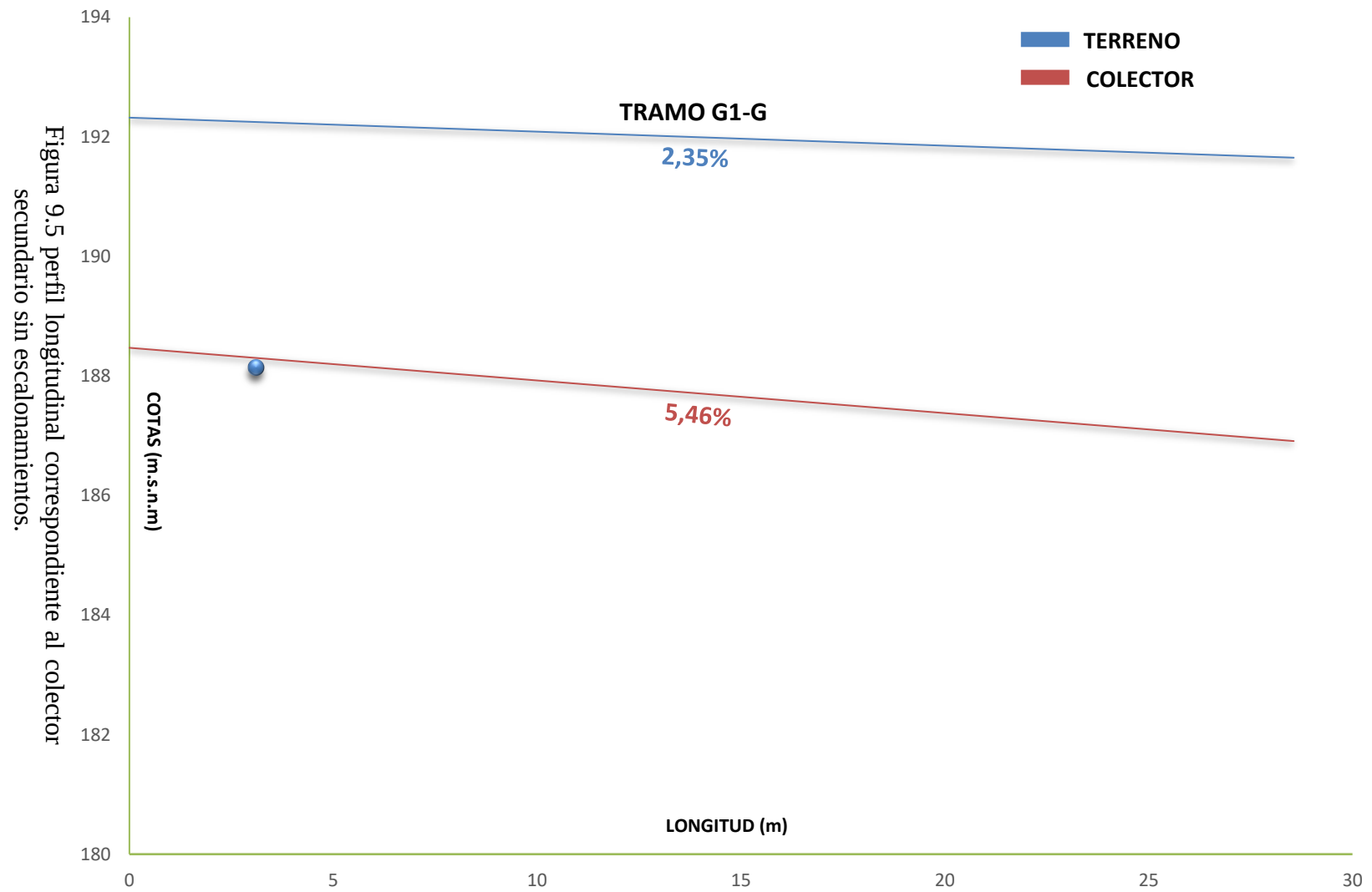
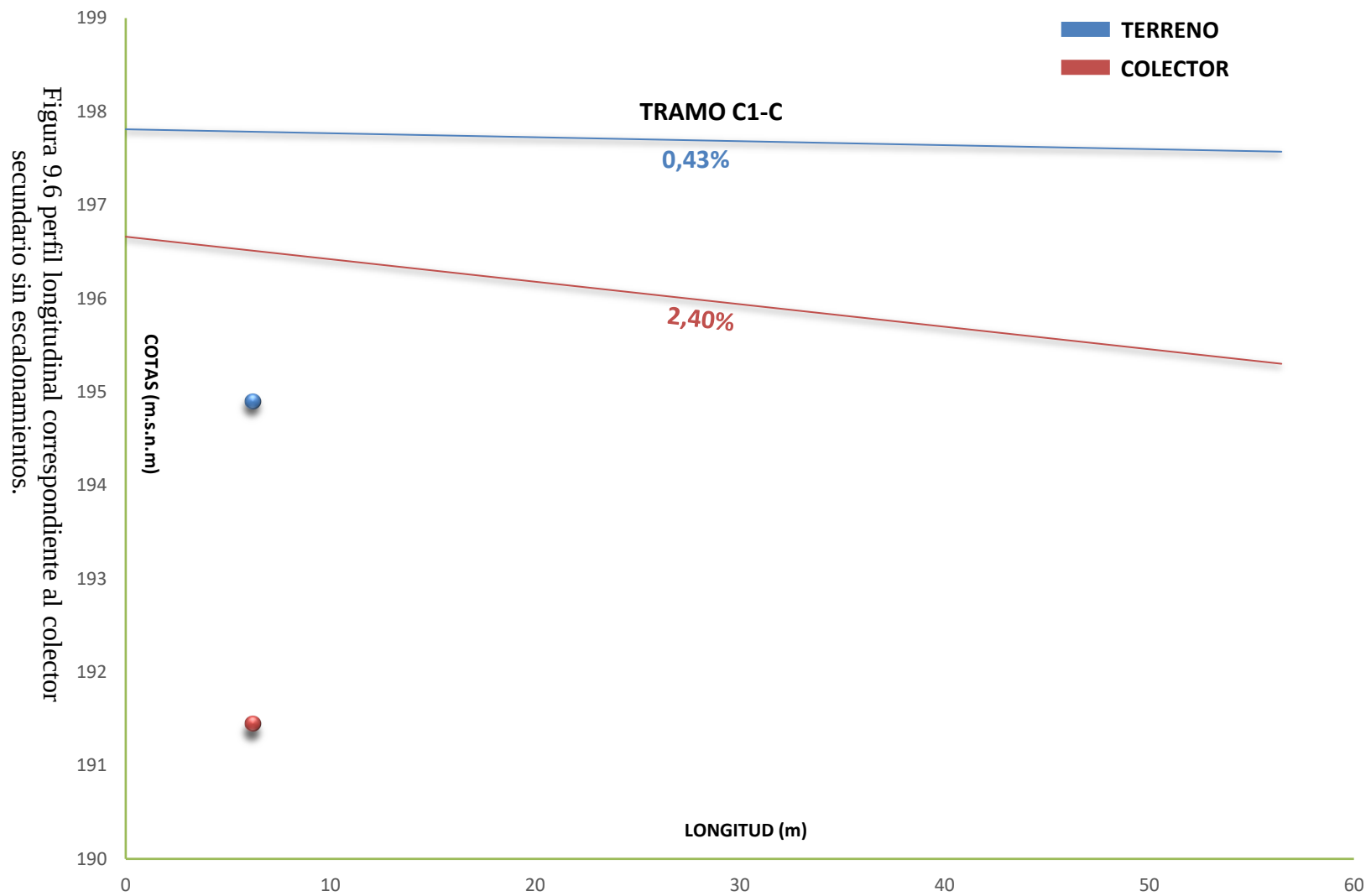
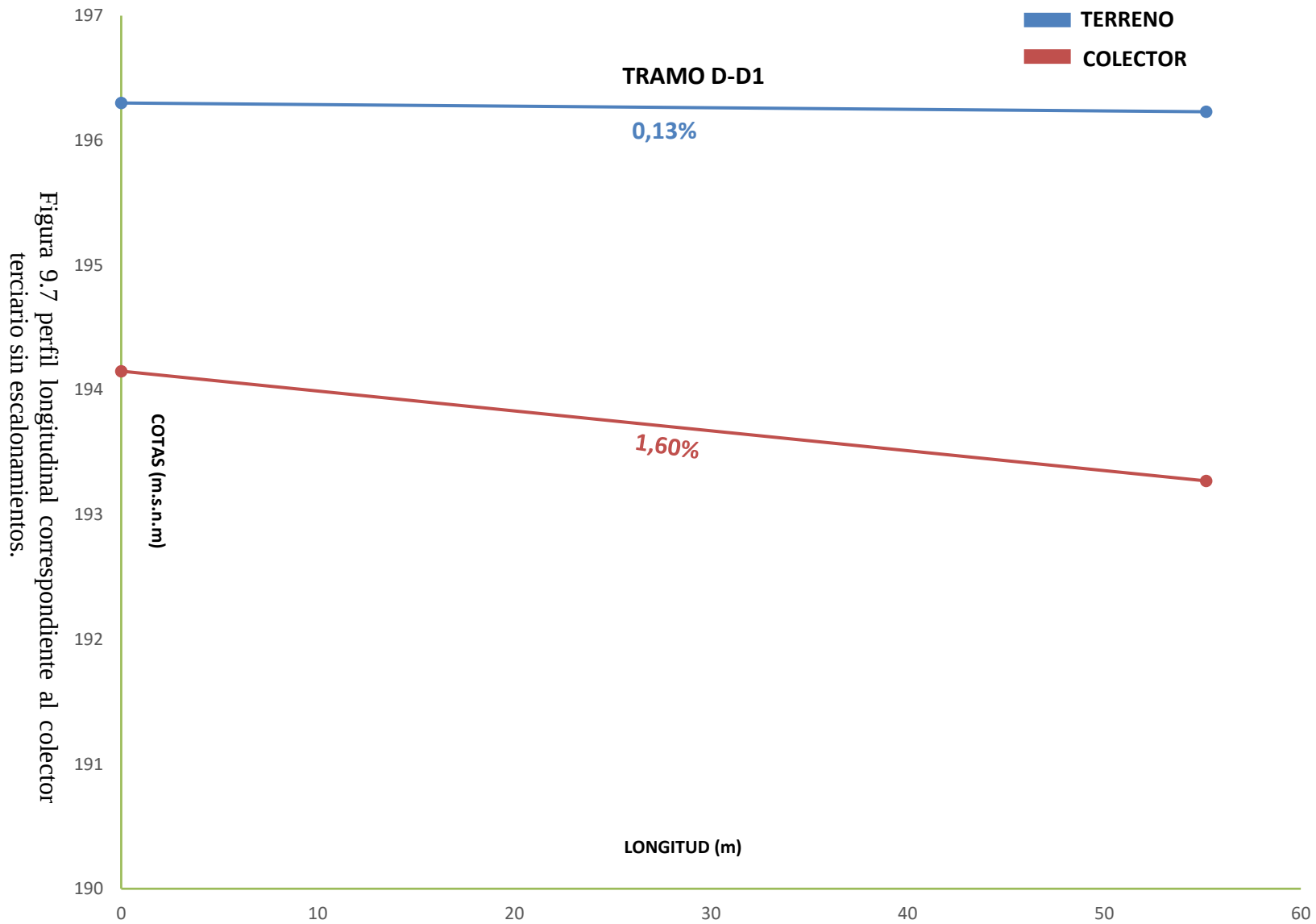


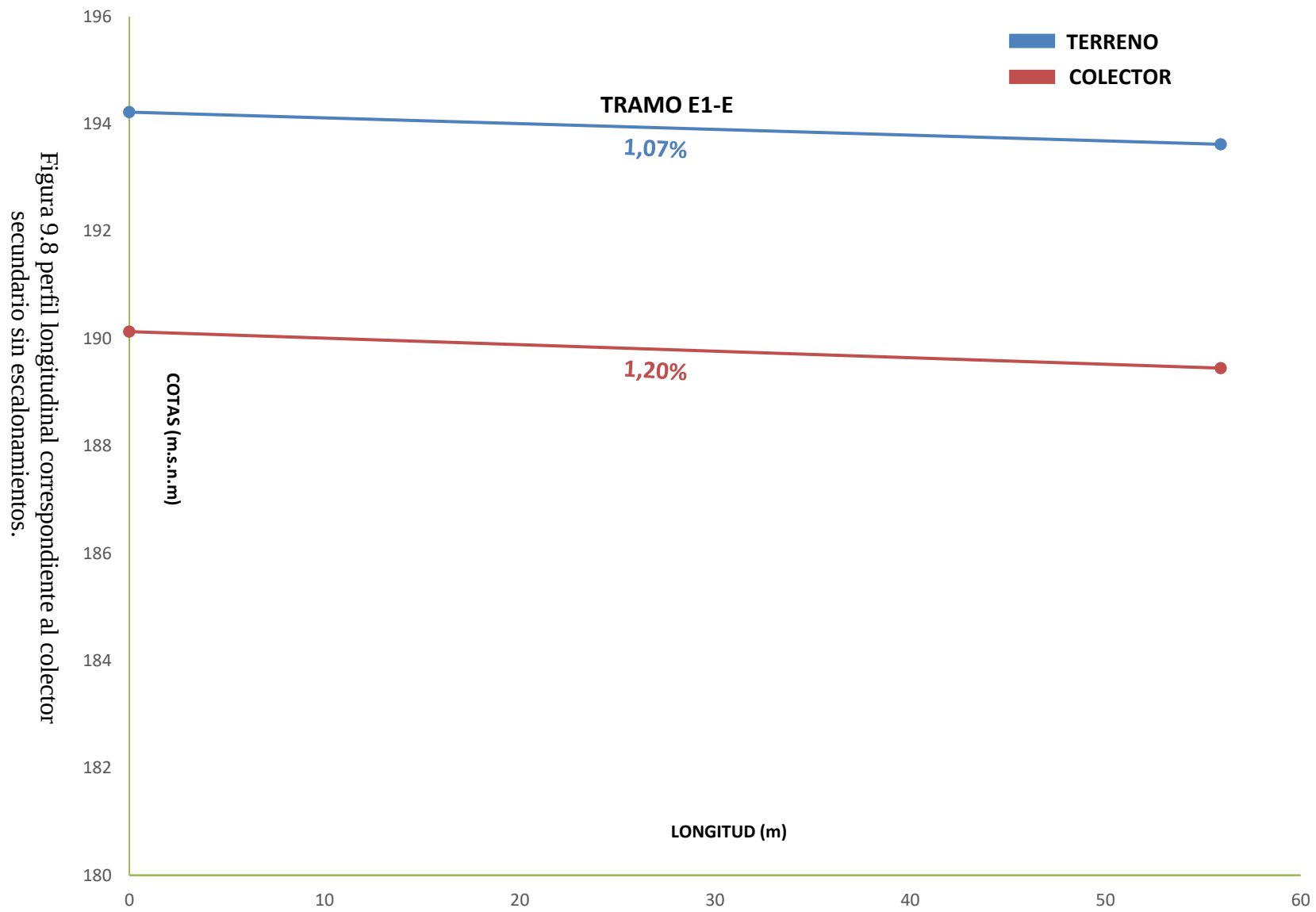
Figura 9.4 perfil longitudinal correspondiente al colector secundario sin escalonamientos.











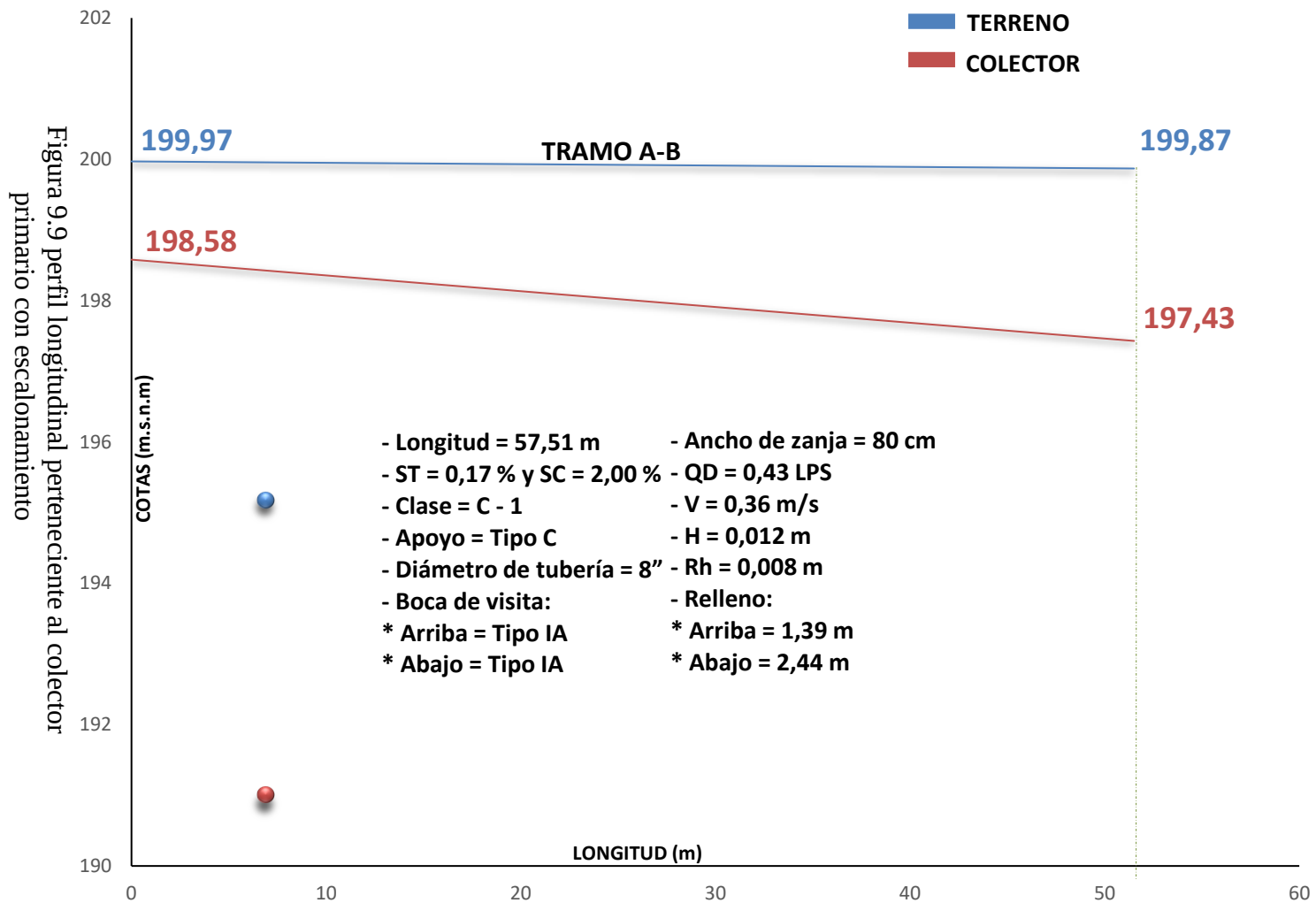


Figura 9.10 perfil longitudinal perteneciente al colector primario con escalonamiento

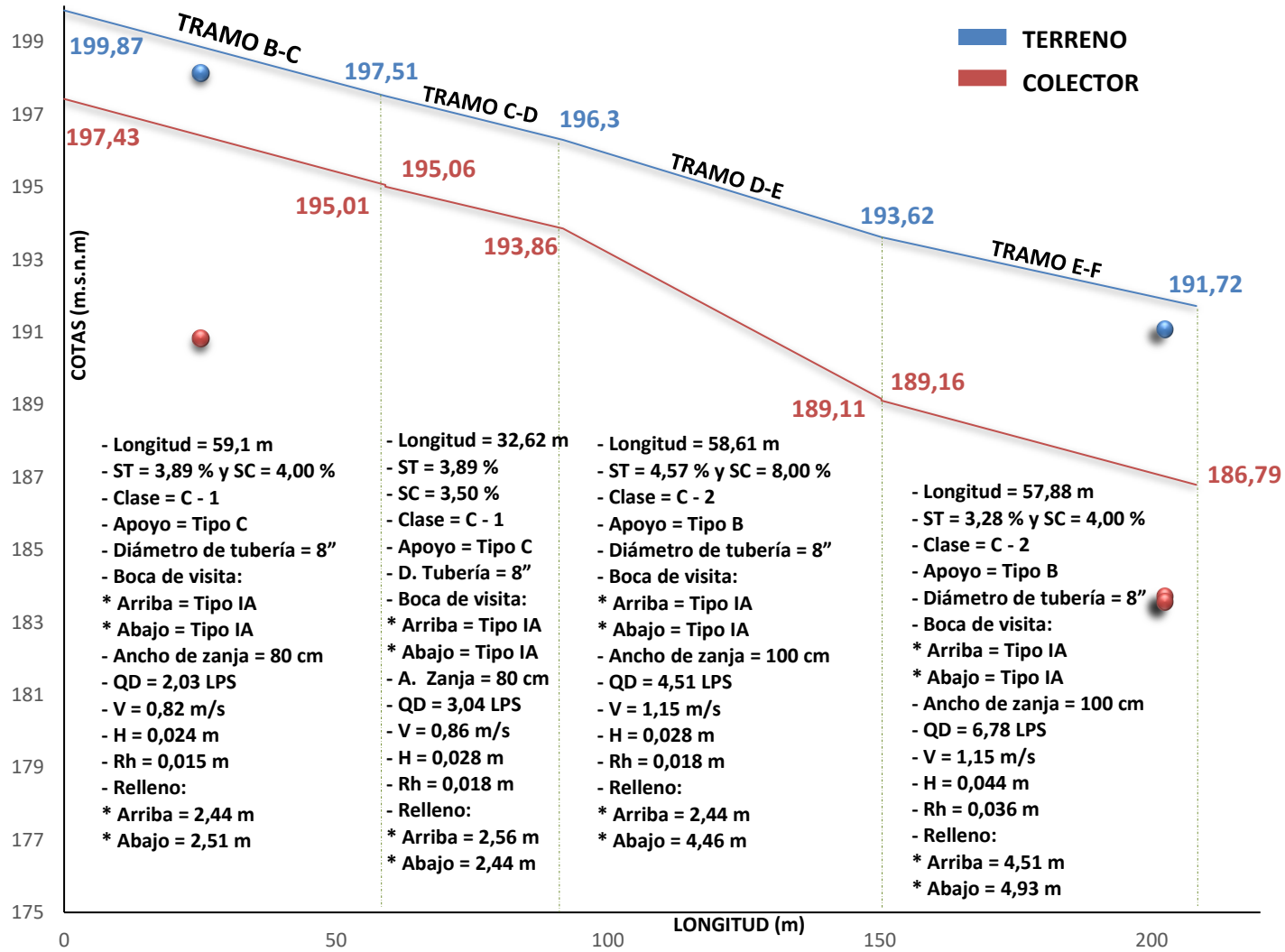


Figura 9.11 perfil longitudinal perteneciente al colector primario con escalonamiento

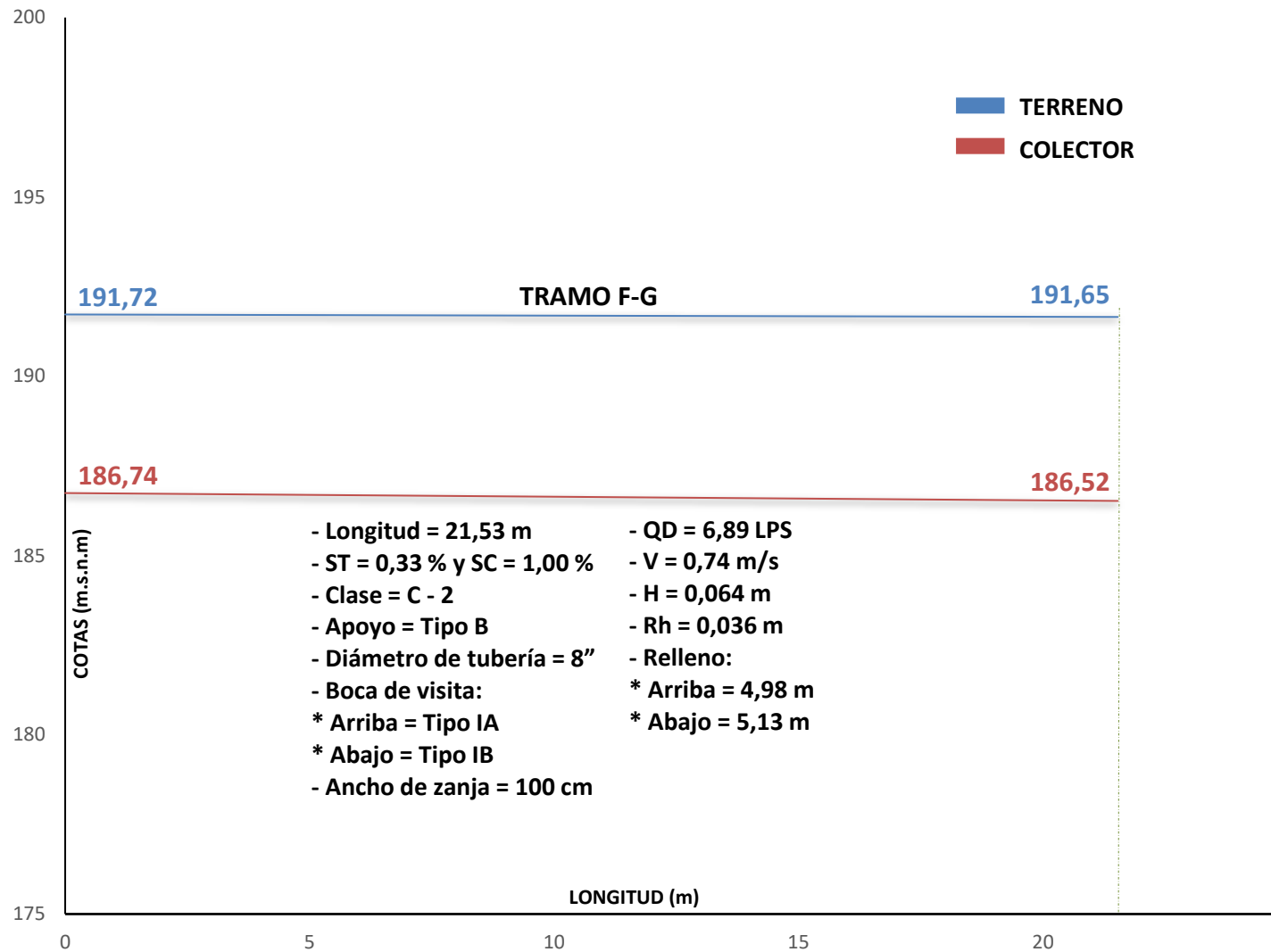


Figura 9.12 perfil longitudinal perteneciente al colector primario con escalonamiento

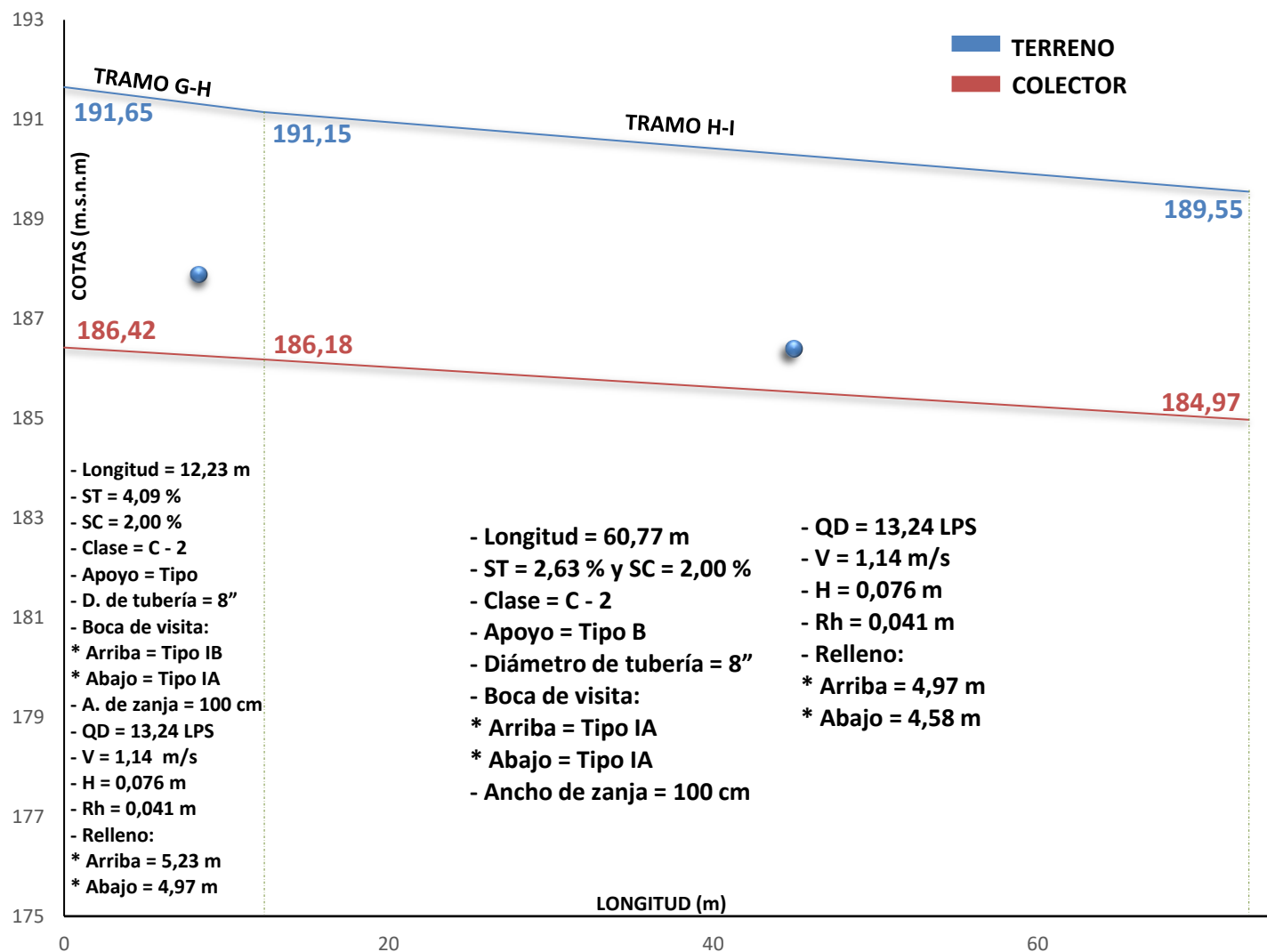


Figura 9.13 perfil longitudinal perteneciente al colector secundario con escalonamiento

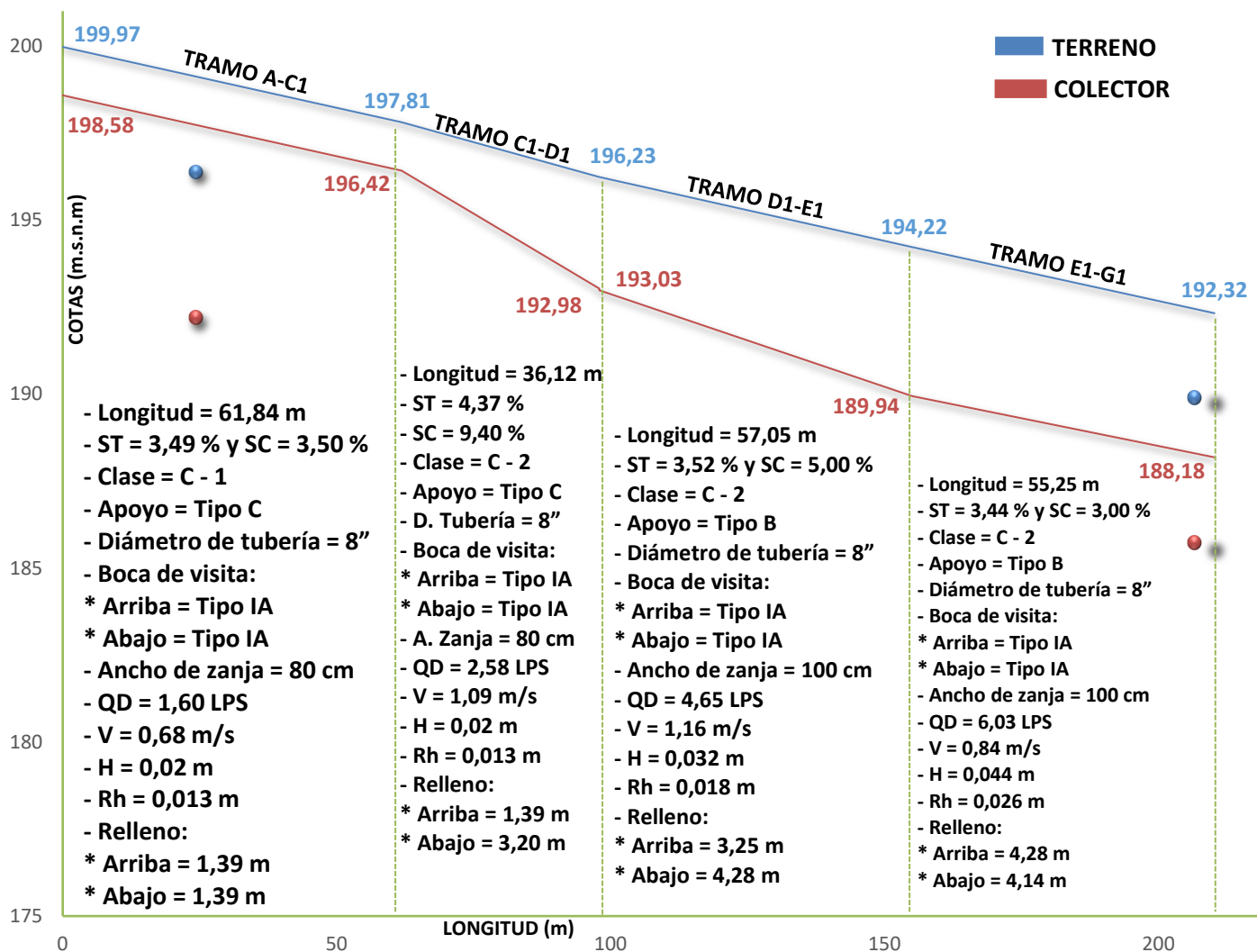


Figura 9.14 perfil longitudinal perteneciente al colector secundario con escalonamiento

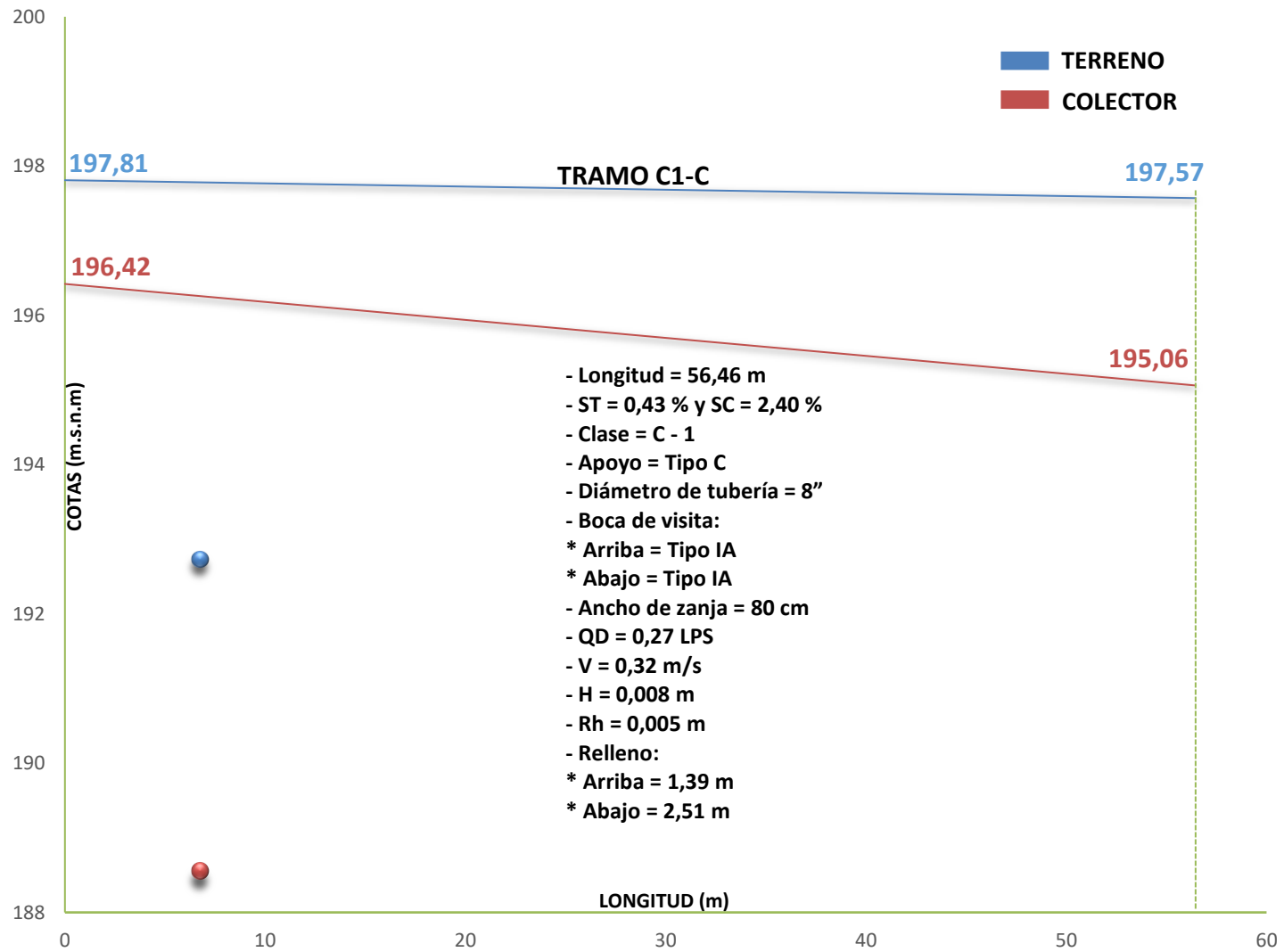


Figura 9.15 perfil longitudinal perteneciente al colector secundario con escalonamiento

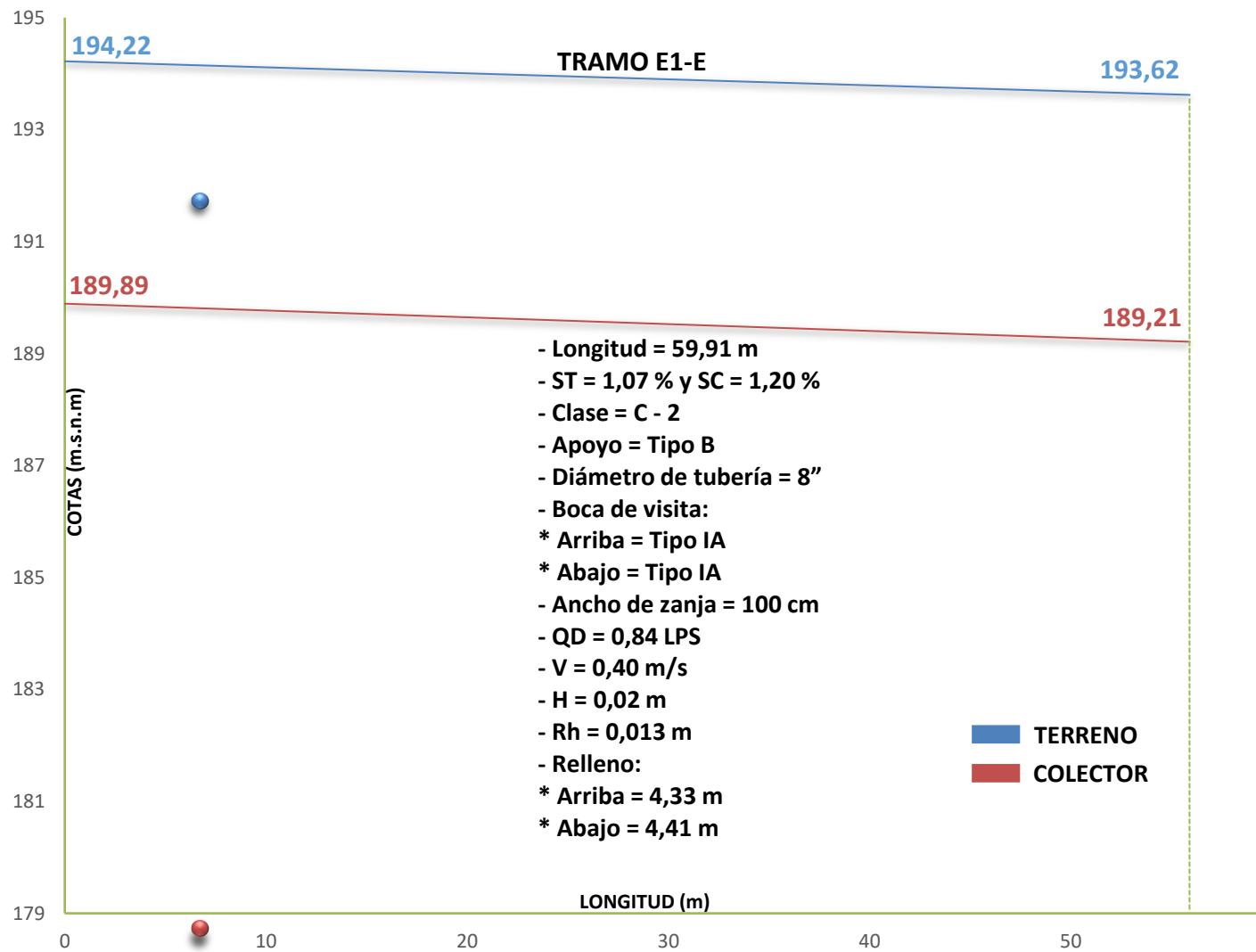


Figura 9.16 perfil longitudinal perteneciente al colector secundario con escalonamiento

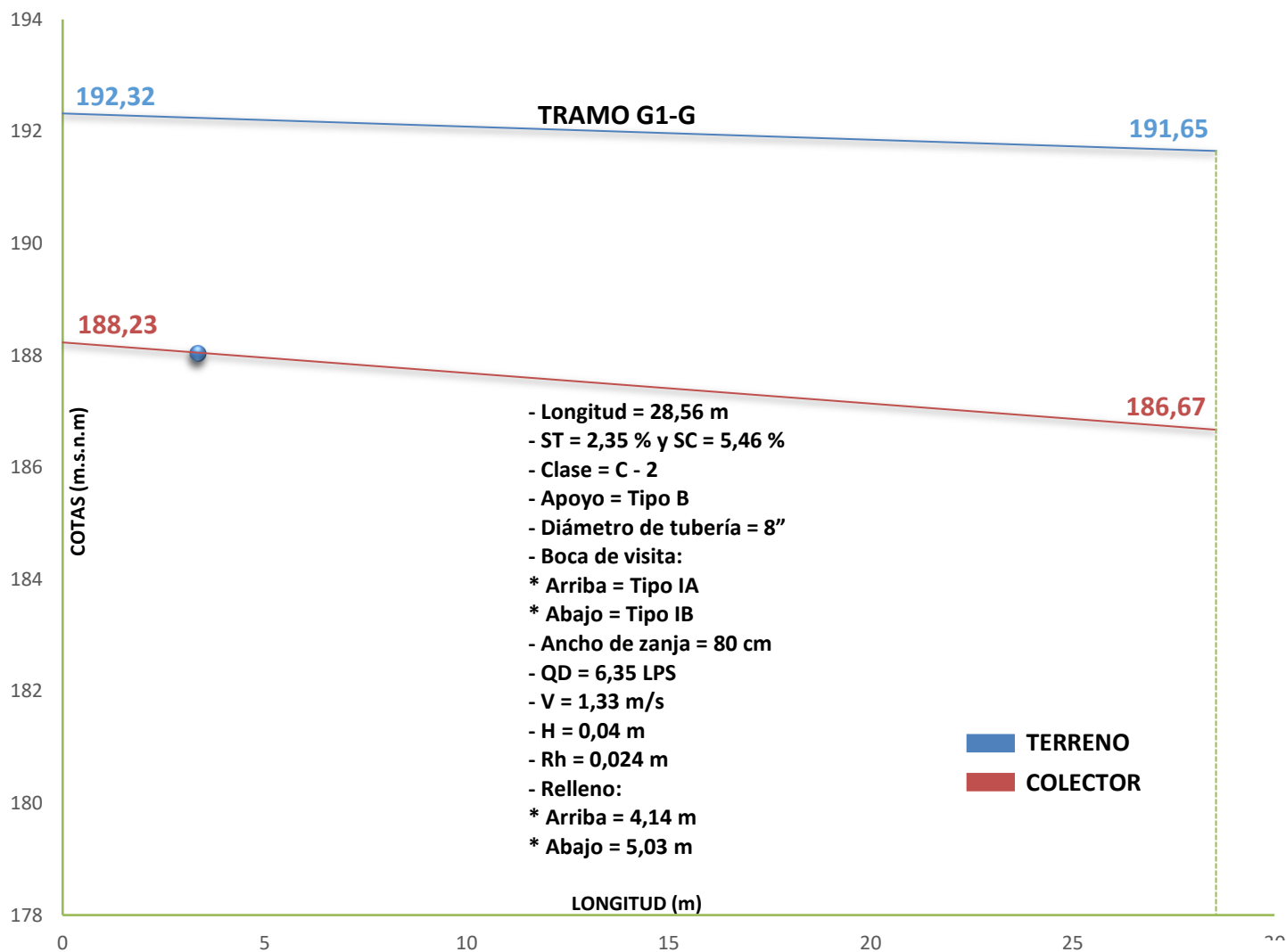
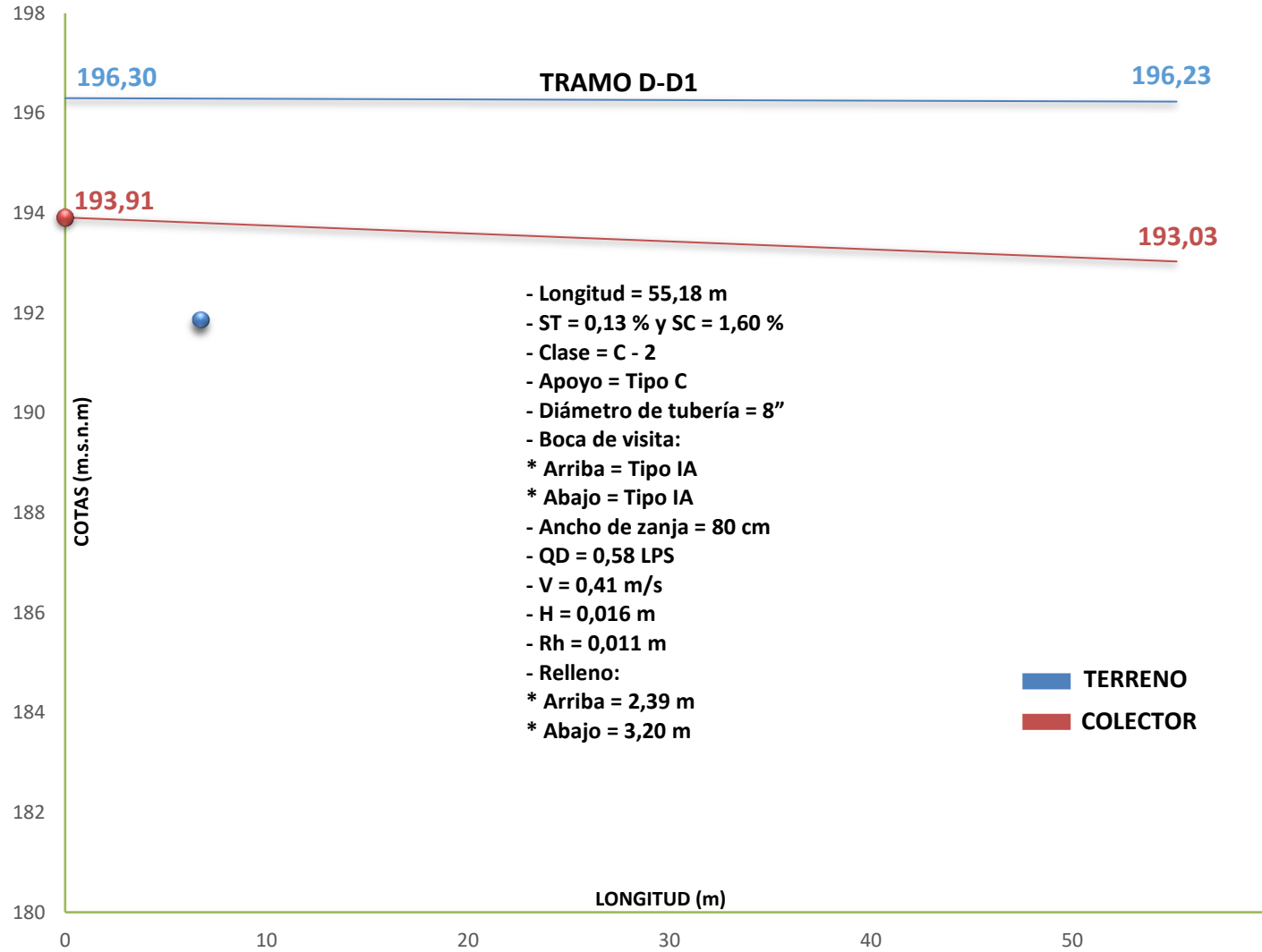


Figura 9.17 perfil longitudinal perteneciente al colector terciario con escalonamiento



ANEXOS 3
MEMORIA FOTOGRÁFICA

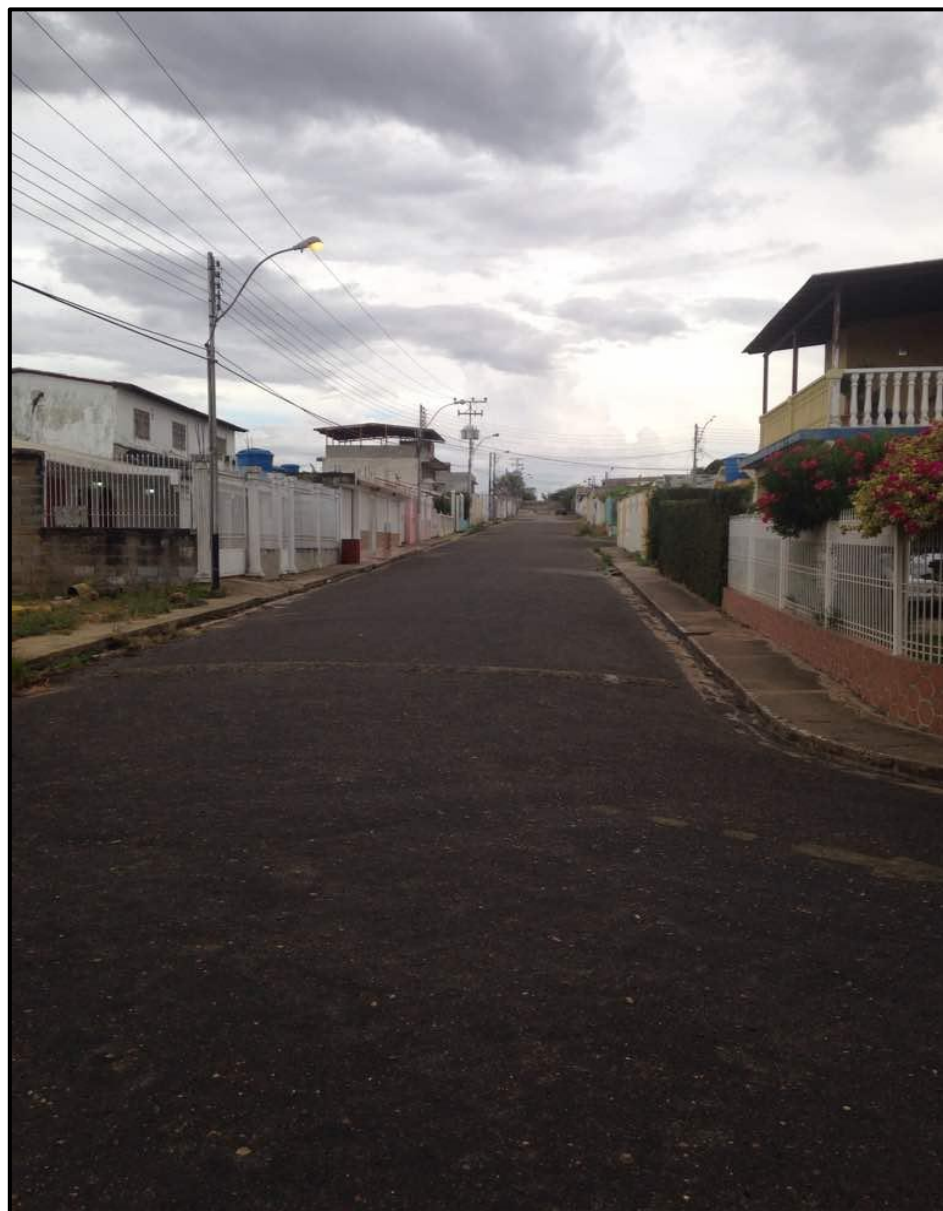


Figura 9.18 calle principal de la urbanización Canta Claro, lado Este, en la cual se colocaría el colector principal. Tramos F-E-D-C-B. Sentido SE.



Figura 9.19 calle principal de la urbanización Canta Claro, lado Este, en la cual se colocaría el colector principal. Tramos B-C-D-E-F. Sentido NO.



Figura 9.20 calle principal de la urbanización Santa Claro, lado Oeste, en la cual se colocaría parte del colector secundario. Tramos G1-E1-D1-C1-A. Sentido SE.



Figura 9.21 calle principal de la urbanización Santa Clara, lado Oeste, en la cual se colocaría parte del colector secundario. Tramos A-C1-D1-E1-G1. Sentido NO.



Figura 9.22 primera calle secundaria de la urbanización Santa Clara. Sentido SO.



Figura 9.23 primera calle secundaria de la urbanización Santa Clara. Sentido SO.



Figura 9.24 primera calle secundaria de la urbanización Santa Clara. Sentido SO.



Figura 9.25 cuarta calle secundaria de la urbanización Santa Clara. Sentido SO.



Figura 9.26 quinta calle de la urbanización Santa Clara. Sentido SO.



Figura 9.27 sistema de pozo séptico de una vivienda de la urbanización Santa Claro.



Figura 9.28 instalaciones del pozo séptico de una vivienda de la urbanización Canta Claro.



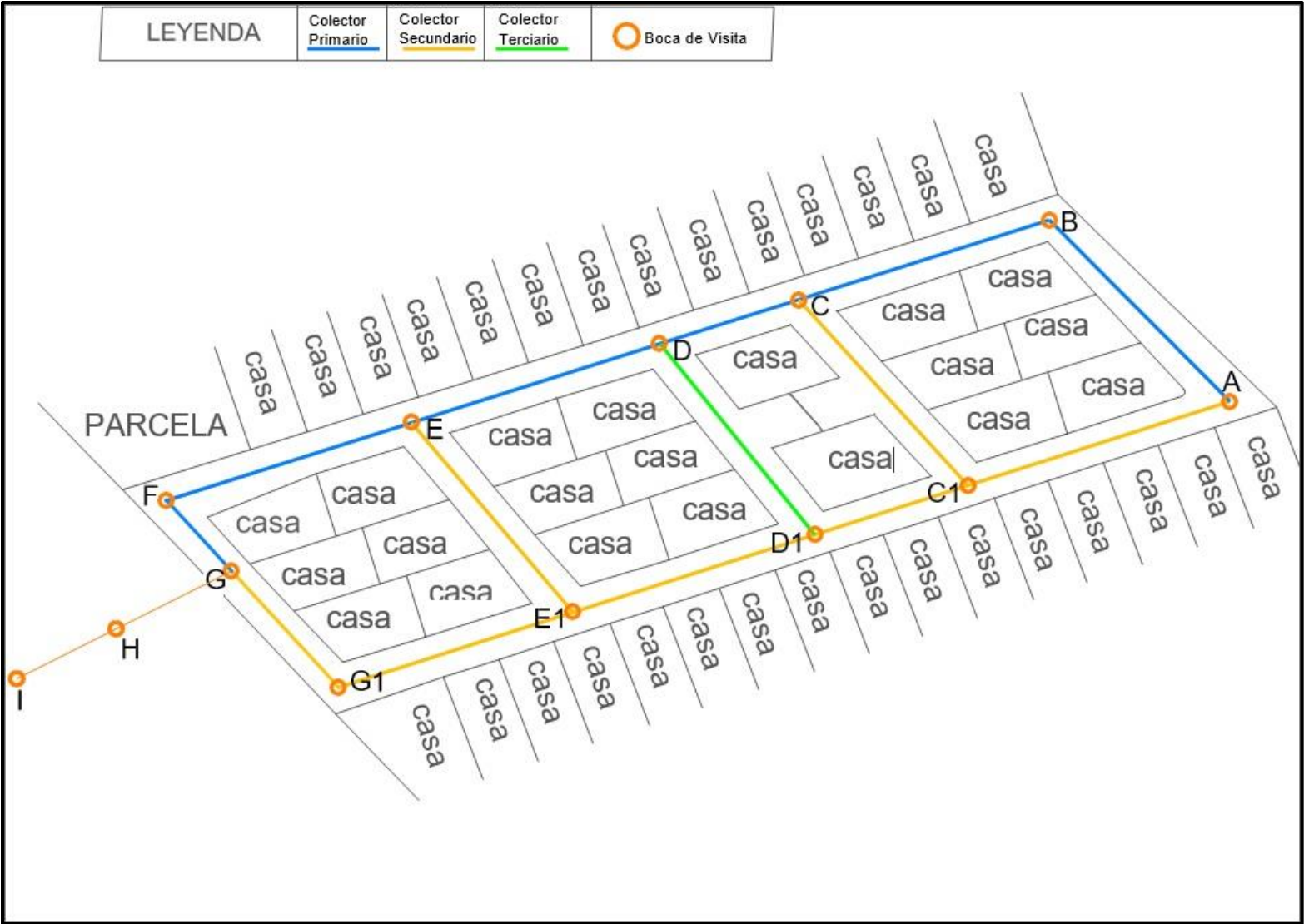
Figura 9.29 fosa séptica de una vivienda de la urbanización Santa Claro.



Figura 9.30 tanque de infiltración del sistema de pozo séptico de una vivienda de la urbanización Canta Claro.

ANEXOS 4
PLANOS

Figura 9.31: Plano de la urbanización Canta Claro



Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRAL DE RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA LA URBANIZACIÓN CANTA CLARO, UBICADA EN EL SECTOR VÍA HP, MUNICIPIO ANACO, ESTADO ANZOÁTEGUI
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
LUNA MUÑOZ EDGAR JOSE	CVLAC	25.849.395
	e-mail	edgarlunam22@gmail.com
	e-mail	
DIMAS TORRES LUIS FELIPE	CVLAC	25.324.219
	e-mail	ldimas196@gmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Diseño de cloacas
Sistema integral de recolección de aguas residuales
Plantas de tratamiento portátiles
Aguas residuales
Pozos sépticos

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ingeniería Sanitaria	Diseño de cloacas
Ingeniería Ambiental	Tratamiento de aguas residuales

Resumen (abstract):

El presente trabajo de grado tiene como objetivo general proponer la construcción de un sistema integral de recolección de aguas residuales para la urbanización Canta Claro, ubicada en el sector Vía HP, Municipio Anaco, Estado Anzoátegui. Este sistema integral de recolección de aguas residuales estará unido a una planta de tratamiento portátil con la finalidad de reducir el impacto ambiental que tienen estas aguas residuales domésticas, y al mismo tiempo eliminar los problemas generados por los pozos sépticos con los que cuentan las viviendas de dicha urbanización, obteniendo como resultado un nuevo sistema integral de recolección de aguas residuales.

La urbanización Canta Claro cuenta con 50 viviendas unifamiliares, siendo esta la población y muestra de la investigación, mientras que el tipo de investigación empleada en este trabajo de grado es del tipo descriptiva, proyectiva y aplicada, con un diseño de investigación de campo, la cual se logró mediante la utilización de técnicas como la observación directa, recopilación documental, consultas académicas, análisis del contenido y equipos computarizados.

Para la elaboración del diseño del sistema integral de recolección de aguas residuales fueron tomadas en cuenta las directrices establecidas por Simón Arocha, autor del libro Cloacas y Drenajes, así como las estipuladas por el Instituto Nacional de Obras Sanitarias (I.N.O.S.), el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (M.S.A.S.) y del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables (M.A.R.N.R.).

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail
Jiménez, Josefina	ROL CA ☐ AS ☐ TU ☒ JU ☐
	CVLAC 8.887.862
	e-mail jjimenez33@hotmail.com
	e-mail
Grieco, Giovanni	ROL CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☒
	CVLAC 8.868.256
	e-mail griecogiov@yahoo.com
	e-mail
Márquez, Edgard	ROL CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☒
	CVLAC 8.030.911
	e-mail edgardmarquez25@gmail.com
	e-mail
	ROL CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☐
	CVLAC
	e-mail
	e-mail

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2018	12	12

Lenguaje Spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo
DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRAL DE RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA LA URBANIZACIÓN CANTA CLARO, UBICADA EN EL SECTOR VÍA HP, MUNICIPIO ANACO, ESTADO ANZOÁTEGUI

Caracteres permitidos 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: _____

Temporal: _____

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero civil

Nivel Asociado con el Trabajo: Pre-Grado

Pregrado

Área de Estudio:

Ingeniería Civil

Otra(s) Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *Mazpuz*
FECHA *5/8/09* HORA *5:30*
Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CURVELO
Secretario

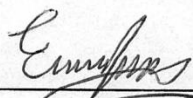


C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

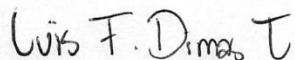
JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

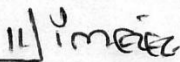
Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): "Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo al Consejo Universitario, para su autorización."



AUTOR
Edgar Luna
C.I.: 25.849.395



AUTOR
Luis Dimas
C.I.: 25.324.219



TUTOR
Profesora Josefina Jiménez
C.I.: 8.887.862