

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



**PROPUESTA DE DESVÍO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS COLECTORES
DE AV. FERNÁNDEZ PADILLA Y AV. JESÚS SUBERO ENTRE
LOS MUNICIPIOS SAN JOSÉ DE GUANIPA Y SIMÓN
RODRÍGUEZ, ESTADO ANZOÁTEGUI**

Realizado por:

Marianny Elena Arriojas Bolívar

Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente

Como requisito parcial para optar al título de:

INGENIERO CIVIL

Cantaura, Julio de 2021

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



**PROPUESTA DE DESVÍO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS COLECTORES
DE AV. FERNÁNDEZ PADILLA Y AV. JESÚS SUBERO ENTRE
LOS MUNICIPIOS SAN JOSÉ DE GUANIPA Y SIMÓN
RODRÍGUEZ, ESTADO ANZOÁTEGUI**

Realizado por:
Marianny Elena Arriojas Bolívar

Prof. Jhonatan Martínez
Asesor Académico

Cantaura, Julio de 2021

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



**PROPUESTA DE DESVÍO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS COLECTORES
DE AV. FERNÁNDEZ PADILLA Y AV. JESÚS SUBERO ENTRE
LOS MUNICIPIOS SAN JOSÉ DE GUANIPA Y SIMÓN
RODRÍGUEZ, ESTADO ANZOÁTEGUI**

JURADO CALIFICADOR

El Jurado hace constar que asignó a esta Tesis la calificación de

APROBADO

Prof. Jhonatan Martínez
Asesor Académico

Prof. Daniel Cabrera
Jurado Principal

Prof. Anabel González
Jurado Principal

Cantaura, Julio de 2021

RESOLUCIÓN

Reglamento de Trabajos de Grado de Pregrado de la Universidad de Oriente
(Resolución CU-N° 034 / 2009):

Capítulo VII, Artículo 41: “Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”.



DEDICATORIA

A Dios primeramente por darme vida y salud, por escuchar mis oraciones cada vez que pedí sabiduría y entendimiento, por guiar mi camino.

A mis padres Miguel Arriojas y María Bolívar por creer en mí y apoyarme en este largo camino, por ser incondicionales e inculcarme buenos valores y costumbres.

A mis hermanos, Johmar Galbán, Marielis Arriojas y Miguel Arriojas por comprenderme y apoyarme, por cada sacrificio que hicieron indirectamente para que pudiese alcanzar este objetivo.

Marianny Arriojas

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a la casa de estudio que me formó, la Universidad De Oriente y a su personal de trabajo.

A mi tutor académico Jonathan Martínez, por su ayuda, apoyo, paciencia y buenos consejos, que fueron fundamentales para la culminación de este proyecto, por creer en mí y hacerme creer en mis capacidades.

A la familia Walton Bolívar, por ser parte fundamental en la culminación de esta meta, por su confianza y buenas intenciones.

A Henry Medina y su familia. Por sus consejos y apoyo que llegaron en un momento oportuno.

A mis tíos y primos por su apoyo y motivación de seguir adelante.

A mis amigos Eber Triana y Junior Calzadilla que de una manera desinteresada fueron parte fundamental de la elaboración y culminación de este trabajo de grado.

A mis compañeros de estudio y amigos que en cada materia en cada semestre fueron piezas fundamentales de motivación. Que entre lágrimas y risas siempre salíamos adelante: Eliannys Castillo, Leidy Figuera, Andrelys Fuentes, Humberto Shaik, Andrés Yépez, Matías Mata, Gilvanny Nolasco, Isabela Hernández, Manuela Bastardo y otros.

Marianny Arriojas

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



**PROPUESTA DE DESVÍO DE AGUAS SERVIDAS DE LOS COLECTORES
DE AV. FERNÁNDEZ PADILLA Y AV. JESÚS SUBERO ENTRE
LOS MUNICIPIOS SAN JOSÉ DE GUANIPA Y SIMÓN
RODRÍGUEZ, ESTADO ANZOÁTEGUI**

Autor: Arriojas, Marianny
Asesor Académico: Prof. Jhonatan Martínez
Año: 2021

RESUMEN

En ocasiones, la necesidad de servicios sanitarios puede convertirse en un problema de importancia cuando no se maneja de forma adecuada, tal es el caso de las redes sanitarias de la intersección entre la Av. Jesús Subero y la Av. Fernández Padilla, las cuales han presentado graves problemas ocasionando malestar a sus habitantes, es por ello, que en este proyecto se propone una solución que evite, de manera viable y eficiente, estas molestias en la comunidad. La investigación es de campo, con un nivel descriptivo; destaca la ejecución de actividades en campo y elaboración de cómputos métricos, presupuestos y representaciones gráficas pertinentes. Para el sustento de los cálculos en este estudio se emplearon los criterios de las normas sanitarias venezolanas y programas como Autodesk AutoCAD y DataLaing Maprex. Finalmente se muestran las conclusiones y resultados obtenidos de esta investigación.

Palabras clave: Análisis, Cálculo, Alcantarillado, Propuesta, Hidráulica

ÍNDICE GENERAL

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ABREVIATURAS	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I.....	18
EL PROBLEMA	18
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.2. Objetivos de la investigación	21
1.2.1. General	21
1.2.2. Específicos.....	21
CAPÍTULO II	22
MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Antecedentes de la investigación.....	22
2.2. Bases teóricas	23
2.2.1. Determinación de los Caudales de Diseño.	23
2.2.2. Aguas Residuales	27
2.2.3. Sistemas de recolección de aguas servidas.....	28
2.2.4. Componentes del sistema cloacal.....	29
2.2.5. Coeficiente de rugosidad de los colectores	38
2.2.6. Diámetro mínimo en colectores.....	39
2.2.7. Anchos de zanja.....	39
2.2.8. Colectores marginales de aguas servidas	40
2.2.9. Período de diseño	42
2.2.10. Hidráulica de colectores	43

2.2.11.	Ubicación y profundidad de los colectores de aguas servidas	46
2.2.12.	Aporte de infiltración de aguas de lluvia al colector.....	49
2.2.13.	Aguas de lluvia empotradas clandestinamente al colector de aguas servidas	50
2.2.14.	Área tributaria.....	51
CAPITULO III	.....	52
MARCO METODOLÓGICO	.....	52
3.1.	Tipo de investigación	52
3.2.	Nivel de investigación	52
3.3.	Técnicas utilizadas	53
3.3.1.	Técnicas de Recolección de Información.....	53
3.3.2.	Herramientas y Equipos	54
3.4.	Etapas del proyecto	54
CAPITULO IV	.....	55
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	.....	55
4.1.	Levantamiento planialtimétrico de los colectores de Av. Fernández Padilla y Av. Jesús Subero	55
4.1.1.	Levantamiento de la red existente	57
4.2.	Condiciones hidráulicas de los colectores, para los caudales según los diferentes criterios de diseño.....	60
4.2.1.	Cálculo de los caudales en los sistemas.	60
4.3.	Análisis hidráulico.....	62
4.3.1.	Propuesta de desvío de caudal.....	64
4.4.	Realización los planos de ingeniería de detalle.....	66
4.5.	Presentación de los cómputos métricos, análisis de precios unitarios (A.P.U.) y presupuesto.....	68
4.5.1.	Cómputos métricos.....	68
4.5.2.	Análisis de Precios Unitarios (A.P.U.).....	69
4.5.3.	Presupuesto de obra.....	70
CAPITULO V	.....	71
5.1.	CONCLUSIONES.....	71
5.2.	RECOMENDACIONES	72

BIBLIOGRAFÍA	73
HOJAS DE METADATOS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tanquilla de empotramiento.....	30
Figura 2. Boca de visita tipo Ia.	31
Figura 3. Boca de visita tipo Ib.	32
Figura 4. Boca de visita tipo II.....	33
Figura 5. Boca de visita tipo III.	33
Figura 6. Boca de visita tipo IVa.	34
Figura 7. Boca de visita tipo IVb.	35
Figura 8. Colectores marginales enterrados adyacentes a canales.....	41
Figura 9. Colectores marginales adosados a canales.	42
Figura 10. Elementos hidráulicos de un conducto de sección circular.	46
Figura 11. Separación mínima entre tuberías de acueductos y cloacas.	47
Figura 12. Distribución de áreas tributarias.	57
Figura 13. Ubicación relativa de las bocas de visita.	58
Figura 14. Colectores que están por sobre su capacidad.....	63
Figura 15. Propuesta de desvío de caudales relativa de las bocas de visita.	65
Figura 16. Plano de planta propuesta de desvío.....	67
Figura 17. Perfiles de alcantarillado para propuesta de desvío.....	67
Figura 18. Cómputos métricos. Tramo BV8-BV7 (Parte 1/5); Error! Marcador no definido.	
Figura 19. Cómputos métricos. Tramo BV8-BV7 (Parte 2/5); Error! Marcador no definido.	
Figura 20. Cómputos métricos. Tramo BV8-BV7 (Parte 3/5); Error! Marcador no definido.	
Figura 21. Cómputos métricos. Tramo BV8-BV7 (Parte 4/5); Error! Marcador no definido.	

- Figura 22. Cómputos métricos. Tramo BV8-BV7 (Parte 5/5);**Error! Marcador no definido.**
- Figura 23. Cómputos métricos. Tramo BV12-BV13 (Parte 1/5);**Error! Marcador no definido.**
- Figura 24. Cómputos métricos. Tramo BV12-BV13 (Parte 2/5);**Error! Marcador no definido.**
- Figura 25. Cómputos métricos. Tramo BV12-BV13 (Parte 3/5);**Error! Marcador no definido.**
- Figura 26. Cómputos métricos. Tramo BV12-BV13 (Parte 4/5);**Error! Marcador no definido.**
- Figura 27. Cómputos métricos. Tramo BV12-BV13 (Parte 5/5);**Error! Marcador no definido.**
- Figura 28. Presupuesto Desvío BV8-BV7;**Error! Marcador no definido.**
- Figura 29. Partida 1. Demolición de pavimentos de asfalto;**Error! Marcador no definido.**
- Figura 30. Partida 2. Excavación de zanja en tierra a máquina;**Error! Marcador no definido.**
- Figura 31. Partida 3. Relleno compactado a máquina. ;**Error! Marcador no definido.**
- Figura 32. Partida 4. Relleno compactado;**Error! Marcador no definido.**
- Figura 33. Partida 5. Construcción de bases de concreto para bocas de visita. . ;**Error! Marcador no definido.**
- Figura 34. Partida 6. Bote de material de desecho.....;**Error! Marcador no definido.**
- Figura 35. Partida 7. Colocación de conos.....;**Error! Marcador no definido.**
- Figura 36. Partida 8. Suministro, transporte y colocación de cilindros para BV.;**Error! Marcador no definido.**
- Figura 37. Partida 9. Suministro, transporte y colocación de tapas para BV..... ;**Error! Marcador no definido.**
- Figura 38. Partida 10. Bacheo con equipo liviano.;**Error! Marcador no definido.**
- Figura 39. Presupuesto Desvío BV12-BV13;**Error! Marcador no definido.**

- Figura 40. Partida 1. Demolición de pavimentos de asfalto;**Error! Marcador no definido.**
- Figura 41. Partida 2. Excavación de zanja en tierra a maquina;**Error! Marcador no definido.**
- Figura 42. Partida 3. Relleno compactado a máquina. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 43. Partida 4. Relleno compactado**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 44. Partida 5. Construcción de bases de concreto para bocas de visita. . **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 45. Partida 6. Bote de material de desecho.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 46. Partida 7. Colocación de conos.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 47. Partida 8. Suministro, transporte y colocación de cilindros para BV.
.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 48. Partida 9. Suministro, transporte y colocación de tapas para BV..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 49. Partida 10. Bacheo con equipo liviano.**¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de variación de consumo K.	24
Tabla 2. Medidas a utilizar en las caídas de bocas de visita	36
Tabla 3. Coeficientes de rugosidad según el material.	39
Tabla 4. Anchos de zanja para tuberías según el diámetro	40
Tabla 5. Velocidades máximas según el tipo de material	45
Tabla 6. Profundidades de construcción del acueducto	48
Tabla 7. Áreas que tributan a los colectores en estudio.	56
Tabla 8. Coordenadas UTM de las bocas de visita.	59
Tabla 9. Datos del levantamiento de los conductos.	59
Tabla 10. Caudales estimados de consumo de agua potable.	60
Tabla 11. Consumos de agua potable estimados residencial.	61
Tabla 12. Consumos de agua potable estimados.	61
Tabla 13. Evaluación de capacidad de colectores existentes.	63
Tabla 14. Caudal excedente (Q_E)	64
Tabla 15. Relaciones hidráulicas para desvíos parciales.	65

ABREVIATURAS

AS	Aguas servidas
AP	Aguas pluviales
A.P.U.	Análisis de precios unitarios
BV	Boca de visita
I.N.O.S.	Instituto Nacional de Obras Sanitarias
M.A.R.N.R.	Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables
M.S.A.S.	Ministerio de Sanidad y Asistencia Social
PVC	Polivinilo de Cloruro
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i> (Universal Transversal de Mercator)

INTRODUCCIÓN

Al hablar de servicios públicos, especialmente los relacionados a la especialidad hidráulica, existen determinadas variables que en ocasiones son difíciles de predecir, en casos puntuales no son tomadas en cuenta, y en otras circunstancias, a pesar de estudiarlas y conocerlas bien, con el tiempo adquieren una nueva magnitud o un patrón contrario al implementado en un principio, ocasionando que los sistemas sanitarios, teóricamente bien calculados, tiendan a reducir su rendimiento e incluso se tornen parcial o completamente obsoletos. Esto puede suceder inclusive en sistemas de alcantarillado que ya posean mucho tiempo funcionando de manera correcta, debido a la inestabilidad de estos factores como lo son, en primera instancia, la naturaleza, la cual en determinadas épocas produce comportamientos agresivos e impredecibles; en segundo lugar, la poca y deficiente planificación de las redes de drenaje, y, por último, el tipo de uso que dé el usuario a los sistemas sanitarios.

En este orden de ideas, alrededor del mundo se ha hecho tangible la realidad mencionada, no escapando de ello la República de Venezuela, que debido a su crecimiento poblacional no proyectado genera la problemática ya mencionada. Así mismo, la sociedad en general, desconoce o es indiferente ante las consecuencias de usar los servicios públicos sanitarios de manera clandestina, descargando de forma errónea, residuos de uso doméstico, en sistemas públicos que no fueron diseñados, según sea el caso, para ese uso en particular. Esta variable es palpable pero impredecible, a pesar de todos los avances en la tecnología, computación, e ingeniería, presentes en la actualidad, por lo que pasa a ser preocupación y tema de debate entre la comunidad de ingeniería y profesiones afines, planteando preguntas sobre ¿qué podemos hacer para evitar la situación antes expuesta? ¿Cómo actuar cuando existan insuficiencias o malos diseños sanitarios? además ¿cómo proceder al diseñar nuevos desarrollos habitacionales?

Si bien es cierto que hoy día, en pleno inicio del siglo XXI, no es posible controlar el uso indebido de los servicios públicos, si se pueden adoptar medidas a fin de solucionar los problemas de manera oportuna, lo cual forma parte de la temática que será abordada en el presente trabajo de investigación, en el cual se presenta una situación bastante similar a la ilustrada, que a la fecha ocurre en la intersección entre la Av. Jesús Subero (El Tigre) y Av. Fernández Padilla (Tigrito), en el Estado Anzoátegui, lugar donde los desbordamientos de las actuales redes sanitarias, forman parte de la cotidianidad, comprometiendo el bienestar de sus habitantes y el buen desarrollo de las actividades diarias.

La investigación se encuentra estructurada en 5 capítulos. El primero de estos, expone y plantea la problemática encontrada, su importancia, alcance y justificación, incluyendo el análisis previo de las condiciones y situación del sistema de alcantarillado en la intersección. Para finalizar, se indican, en orden de ejecución, los objetivos que contempla la investigación llevada a cabo, mencionando los programas usados y normas que se tomaron en cuenta en el desarrollo del proyecto.

En el segundo capítulo, son expuestas y presentadas, las teorías, normas, conceptos, criterios y principios, que sustentan y respaldan el presente estudio, así como también se realiza un repaso de investigaciones precedentes realizadas en otras ciudades de Venezuela, sobre una situación similar en el ámbito de la hidráulica y las redes sanitarias públicas.

En el tercer capítulo, se definen las metodologías y pasos que fueron considerados en el estudio, esquematizando, de manera ordenada, las etapas de la investigación, detallando cómo se obtienen los datos, describiendo los procedimientos de cada objetivo y fase, los tiempos de ejecución de las actividades, los “software” empleados para los análisis, así como las técnicas, herramientas y materiales que se adoptaron y permitieron llevar a término este proyecto.

Más adelante, en la siguiente titulación, se analizan e interpretan las evaluaciones y resultados obtenidos de esta investigación, verificando y revisando, a través de las normas, lo concerniente a los criterios que establecen el funcionamiento, diseño y cálculo, de las redes sanitarias de las urbanizaciones, a decir, Gaceta Oficial Extraordinario N°4044-88 y N°4103-89, así como normas del I.N.O.S., M.S.A.S., y otras literaturas de gran renombre. Así mismo, se presentan los resultados que arrojan las evaluaciones de los programas de computación, mostrando el comportamiento de la red actual y el comportamiento de un nuevo diseño basado en una nueva propuesta.

Finalmente, en el capítulo V, se presentan las conclusiones a las que condujeron los análisis realizados en la investigación, así como las recomendaciones que han de ser consideradas para múltiples aspectos relacionados con lo expuesto en el presente trabajo de grado, principalmente por los entes competentes en materia sanitaria.

Como punto adicional, se ha complementado la investigación con una sección para adjuntar toda la información que respalda el estudio. De tal modo, al final del documento, se muestran de manera ordenada y clasificada, las representaciones graficas que fueron realizadas, así como los análisis de precios unitarios, presupuesto de obra, herramientas empleadas en la recopilación de la información, y soporte gráfico de múltiples actividades e incidencias.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en Venezuela las redes de alcantarillado urbano presentan importantes problemas estructurales y de funcionamiento, las causas más comunes están asociadas a deficiencias en la gestión y construcción de las redes, entre las que destacan las de carácter urbanístico, ya que estas no toman en consideración la planificación proyectada que incluye el crecimiento poblacional en constante alza. Son comunes las deficiencias en la red, las conocidas contracciones o cambios bruscos en el diámetro (conocidos como cuellos de botella), que producen un desempeño deficiente de la red, generando resaltos hidráulicos en las bocas de visitas, para así, generar el desborde de la misma, problema que se ve incrementado por la poca inclinación de los colectores, que facilita la creación de sedimentos que resultan en la reducción de la sección transversal de los conductos.

Por ejemplo, se tiene el caso de los colectores entre los Municipios Simón Rodríguez y San José de Guanipa del Estado Anzoátegui, específicamente en las intersecciones de las Av. Jesús Subero y la Av. Fernández Padilla (ver Figura 12), en donde se producen desbordamientos en las bocas de visitas donde llegan las agua servidas en las horas de máximo consumo horario, tanto las provenientes de la zona industrial de El Tigre, que vienen de un colector de 16 pulg. (40 cm) por la Av. Jesús Subero, descargando ambas en un colector de 8 pulg. (20 cm) en la Av. Fernández Padilla, y las provenientes de las urbanizaciones Rahme y Cocales de 14 pulg. (36 cm) de la Av. Fernández Padilla, las cuales continúan a través de una tubería de 8 pulg. (20 cm).

Es debido a lo antes descrito, que se desarrolló el presente trabajo de investigación, el cual tuvo la finalidad de presentar una solución viable, a fin de mejorar las condiciones ambientales y sanitarias de los individuos que hacen vida en el área donde ocurre el desbordamiento, mejorar las condiciones de tránsito, y minimizar el deterioro del pavimento generado por la presencia de aguas servidas).

El presente trabajo de investigación contempló el proyecto de desvío de las aguas servidas, por medio de la bifurcación de la red a través de las calles Roma y Urdaneta (las cuales son paralelas a la Av. Fernández Padilla), con el uso de tanquillas de derivación, lo cual se llevó a cabo en tres etapas; realización del levantamiento planialtimétrico de las redes en el área de estudio, determinación de los gastos para las condiciones actuales y futuras, aplicando los diferentes criterios de la I.N.O.S., M.S.A.S. y los autores Mijares (1983) y Arocha Simón (1977); por último, se realizó la propuesta de desvío, en la cual se desarrollaron todas las facilidades necesarias para la elaboración del proyecto, cálculos hidráulicos y planos de ingeniería, a través de los programas AutoCAD 2017 y Microsoft Excel.

La extensión del proyecto de investigación estuvo limitada por todas las actividades requeridas para el desarrollo del proyecto de construcción, abarcó pues, desde el estudio de pendientes, la determinación de las capacidades de los conductos existentes, determinación de los gastos actuales y futuros, y la elaboración de una propuesta de ingeniería.

Cabe destacar que el presente trabajo no fue el primero en su tipo, tampoco el primero en la zona de estudio, debido a que Martínez (2009), presentó una propuesta de desvío total de las aguas servidas de los colectores de aporte, por el Municipio Simón Rodríguez, utilizando un colector de 24 pulg. (60 cm) desde la intersección de Placacentro hasta la Calle Zea (con un total de 28 km de extensión). La originalidad de este trabajo radica, en que las aguas servidas de Simón Rodríguez fueron desviadas de

manera proporcional aguas arriba a la intersección de Placacentro, enviadas a la calle Roma y a la calle Urdaneta, presentando de esta forma, otra solución viable, con el propósito de evitar el desbordamiento de la red de colectores de las avenidas ya mencionadas.

El desarrollo de esta propuesta otorga a los organismos reguladores en el área de planificación y saneamiento ambiental en el estado y autoridades municipales, una alternativa para la resolución del problema ya descrito. Este trabajo de investigación refuerza y amplía los conocimientos del tema sanitario de la Universidad de Oriente en lo referente a los sistemas de aguas servidas, de esta manera se busca apoyar a las futuras generaciones de estudiantes en sus trabajos de grado, sirviendo como antecedentes de temas similares.

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. General

Proponer el desvío de aguas servidas de los colectores de Av. Fernández Padilla y Av. Jesús Subero entre los Municipios San José De Guanipa y Simón Rodríguez, Estado Anzoátegui.

1.2.2. Específicos

- Efectuar el levantamiento planialtimétrico en los colectores de Av. Fernández Padilla y Av. Jesús Subero.
- Chequear las condiciones hidráulicas de los colectores, para los caudales, según los diferentes criterios de diseño.
- Calcular hidráulicamente el desvío de aguas servidas de los colectores de Av. Fernández padilla y Av. Jesús Subero.
- Realizar los planos de ingeniería de detalle del proyecto utilizando para ello el “software” Autodesk AutoCAD 2017.
- Presentar los cálculos métricos, análisis de precios unitarios (A.P.U.) y presupuesto, utilizando para ello el “software” comercial Datalaing Maprex.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Arocha C. y Serrano G. (2017) realizaron en su Trabajo de Grado, una evaluación de las redes de recolección de aguas servidas y aguas de lluvia existentes en el sector INAVI I, Cantaura, Estado Anzoátegui. Esta misma se elaboró por medio de estudios hidráulicos y sanitarios que facilitaron la determinación de la eficacia del sistema de aguas servidas y de lluvia, denotando que este no cumple a cabalidad con sus funciones, debido a esto, realizaron una propuesta de un nuevo sistema. Esta investigación permitió afianzar conocimientos en base a estudios sanitarios para el cálculo y ejecución de estos mismos en relación al presente Trabajo de Grado.

Por otra parte, Urbáez (2017), en su Trabajo de Grado desarrolló la evaluación del sistema de recolección de aguas servidas de la comunidad El Aceital del Yabo, Estado Anzoátegui, con una población de 7.768 habitantes aproximadamente, realizando el cálculo de los gastos de proyecto, y siguiendo los criterios establecidos de I.N.O.S. y la gaceta N° 4.103. El cálculo del sistema de aguas servidas se realizó con el programa comercial SewerCAD V8i SS5, con bocas de visita tipo IA. Los colectores fueron de PVC. La descarga de aguas servidas se realizó en una planta de tratamiento; el diseño de dicha planta es ajeno a este proyecto. Este proyecto formó parte de reseña o guía para el desarrollo del proyecto, ya que el análisis utilizado, sirvió como referencia al estudio.

De igual manera, Doroteo (2014), planteó en su Trabajo de Grado, el diseño del sistema de agua potable y alcantarillado del asentamiento Los Pollitos, de la ciudad de Ica, Perú. Para tener un óptimo diseño se utilizaron los programas WaterCAD v8i 2011

y SewerCAD v8i 2011, resultando en un diseño detallado. Investigación de campo con un nivel descriptivo. El análisis técnico aplicado en este trabajo, sirvió de guía para la elaboración de la investigación.

Además, León (2013), en su Trabajo de Grado, presentado a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nueva Esparta (UNE), realizó el diseño de una red de distribución de aguas blancas y recolección de aguas negras en la comunidad de El Huequito, Estado Miranda, aportó la guía para el diagnóstico de las condiciones actuales de las redes del sistema de cloacas del proyecto. Investigación de Este trabajo permitió utilizar los requisitos especificados, los cuales se extrapolaron al presente trabajo de investigación, sirviendo de guía durante el desarrollo del mismo.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Determinación de los Caudales de Diseño.

2.2.1.1. Determinación de los caudales de agua potable.

Los consumos de agua potable se obtienen en función del caudal medio (Q_m), los cuales se obtienen de las dotaciones diarias (descritas en la Gaceta Oficial 4.044), para así obtener las variaciones diarias y horarias de consumo, aplicando las siguientes ecuaciones:

$$Q_{MD} = K_1 \times Q_m$$

Ec. 1

Donde:

Q_{MD} = Caudal máximo diario.

K_1 = Factor de consumo diario.

Q_m = Caudal medio (lt/seg).

$$Q_{MH} = K_2 \times Q_m$$

Ec. 2

Donde:

Q_{MH} = Caudal máximo horario.

K_2 = Factor de consumo horario

Q_m = Caudal medio (lt/seg).

Los factores de variación de consumo K para los diferentes criterios de estimación de gastos de agua potable, son los indicados a continuación:

Tabla 1. Factores de variación de consumo K.

Arocha (1997)	Mijares (1983)	I.N.O.S. (1965)	M.S.A.S. (1989)
$K_1 = (1,20 - 1,60)$	$K_1 = 1,25$	$K_1 = 1,20$	$K_1 = 1,25$
$K_2 = (2,00 - 3,00)$	$K_2 = 2,75 - 0,0075X$ (1000hab < Pob < 100.000 hab) X = población en miles de hab. $K_2 = 2,00$ (Pob \geq 100.000hab) $K_2 = 2,75$ (Pob \leq 100.000hab)		$K_2 = 2,50$

Fuente: Adaptado de: AROCHA, S. (1977), MIJARES, G. (1983), I.N.O.S. (1965), M.S.A.S. (1989).

2.2.1.2. Determinación de los caudales de aguas servidas.

A fin de determinar los caudales de diseño del sistema de aguas residuales, según Arocha (1983), comprende la determinación de varios aportes que, de la manera más aproximada o exacta posible, debe hacerse a fin de lograr un diseño ajustado a las condiciones reales, se presentan dos criterios:

- **Criterio M.S.A.S. – I.N.O.S.**

$$Q_1 = K_2 \times Q_m$$

Ec. 3

Donde:

K_2 = Factor de consumo máximo horario.

Q_m = Caudal medio (lt/seg).

Aporte por Infiltración: Se asumirá el límite fijado por las Normas I.N.O.S.

$K_1 = 20.000$ lt/km/día.

$$Q_2 = \frac{K_1 \times L}{86400}$$

Ec. 4

Donde:

K_1 = Factor de infiltración (lt/seg/día).

L = Longitud de colectores (m).

Aporte por malos empotramientos: Se asumirá un 2% del área mal empotrada.

$$Q_3 = (0,02)(Ci)(I)(A)$$

Ec. 5

Donde:

Ci = Coeficiente Imper. Medio.

I = Intensidad (lt/seg/Ha).

A = Área de vivienda (Ha).

$$Q_{\text{diseño}} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Ec. 6

- **Criterio I.N.O.S.**

Aporte de aguas negras domiciliarias:

$$Q_1 = K * Q_m * R$$

Ec. 7

Donde:

K = Factor de consumo máximo horario. El valor de este coeficiente puede obtenerse por la fórmula de Harmon:

$$K = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

Ec. 8

Donde:

P = población, está expresado en miles de habitantes.

Q_m = Caudal medio (lt/seg).

R = Coeficiente de reintegro (igual a 0,80).

Otros aportes:

- **Aporte de aguas industriales según empresas** en el sitio basados en los aportes de la Gaceta (según Gaceta oficial N° 4044).
- **Aporte de aguas de origen comercial** según aportes del sitio con consumos de la Gaceta.
- **El aporte de aguas de origen institucional, origen comercial e industrial:** Los caudales de agua de tales contribuciones se determinan en base a las dotaciones asignadas por la Gaceta Oficial N° 4044, las cuales van a depender del tipo de comercio, industria o institución; aplicándose luego el coeficiente de gasto de reingreso.
- **Infiltración:** El gasto máximo a considerar es de 20000 L/día - km, el cual depende de la longitud total de los colectores y de cada uno de los ramales de empotramiento del sistema. Cabe mencionar que los gastos de infiltración son los producidos por las aguas del subsuelo que entran al sistema de recolección de aguas residuales a través de las conexiones, bocas de visita, juntas y grietas de las tuberías. Se reseña la siguiente ecuación para su cálculo.

$$Q_{inf} = \frac{20000 \text{ l/km/dia} \times (\text{Long. Colector} + \text{Long. Empotramiento})}{86400 \text{ l/dia}}$$

Ec. 9

Gasto de diseño:

$$Q_{diseño} = 2 (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5)$$

Ec. 10

2.2.2. Aguas Residuales

Para Arocha (1983), las aguas residuales son el agua proveniente de los centros de consumo que ya ha sido utilizada; afirma que estas aguas deben ser conducidas separadas de las aguas pluviales

2.2.2.1. Tipos de aguas residuales

La clasificación se hace con respecto a su origen, ya que este origen es el que determina la composición del agua residual. Según el capítulo III, artículo 3, numeral 7 de las Normas Generales para el Proyecto de Alcantarillados del M.A.R.N.R, Extraordinario N°5318 (1999), establece que las aguas residuales se clasifican en: Domiciliarias, Industriales, Comerciales e Institucionales.

- **Aguas residuales domiciliarias**

Son los vertidos que se generan en los núcleos de población urbana y residente como consecuencia de las actividades propias de éstos (op. cit. pág. 47). Los aportes de este tipo presentan una cierta homogeneidad en cuanto a composición y carga contaminante, ya que la fuente de su aporte siempre será igual e invariable.

- **Aguas residuales industriales**

Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos, no sólo de una industria a otra, sino también dentro de un mismo tipo de industria. A veces, las fábricas no emiten vertidos de forma continua, si no únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial. Estos residuos son más contaminantes que las aguas residuales urbanas, además, su daño al medio ambiente es mucho más difícil de eliminar.

- **Aguas residuales, comerciales e institucionales**

Los gastos de aguas servidas de origen comercial e institucional, tienen generalmente las mismas características en frecuencia y composición a las de las aguas servidas de uso doméstico.

2.2.3. Sistemas de recolección de aguas servidas

Hasta el presente, el método sanitario más aconsejable para la recolección y conducción de las aguas residuales, es mediante la construcción de tuberías subterráneas que se denominan “cloacas”. Arocha (op. cit. pág. 47), detalla que una cloaca se trata de un método sanitario que consta de tuberías subterráneas, a través de las cuales, se recolectan y se conducen las aguas usadas, a un punto de tratamiento o de disposición final donde no tengan ningún efecto adverso para los seres vivos.

De acuerdo a lo indicado por el autor, un sistema cloacal es una red de tuberías construidas en el subsuelo, estas tienen como propósito transportar todos los desechos provenientes de las edificaciones como viviendas, comercios, iglesias, instituciones, o

bien denominados por él como “centros de consumo”, hacia lugares especiales donde no afecten la salud ni el bienestar de la sociedad, para su posterior tratamiento y descontaminación.

2.2.4. Componentes del sistema cloacal

La red de recolección de aguas servidas posee varios componentes, que, en conjunto, conforman el sistema que permite conducir los desechos desde la salida del ramal de empotramiento en la edificación, hasta el sitio de disposición final o tratamiento. Estos componentes son:

2.2.4.1. 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 (op. cit. pág. 47). Generalmente, este elemento se construye con tubería de concreto, cuyo diámetro mínimo es de 25 cm (10”), incrementándose éste de acuerdo al caudal de descarga. En la figura mostrada a continuación, se presenta el corte transversal de la tanquilla, donde se aprecia de qué forma ésta trabaja, y a su vez, los elementos a los cuales se conecta.

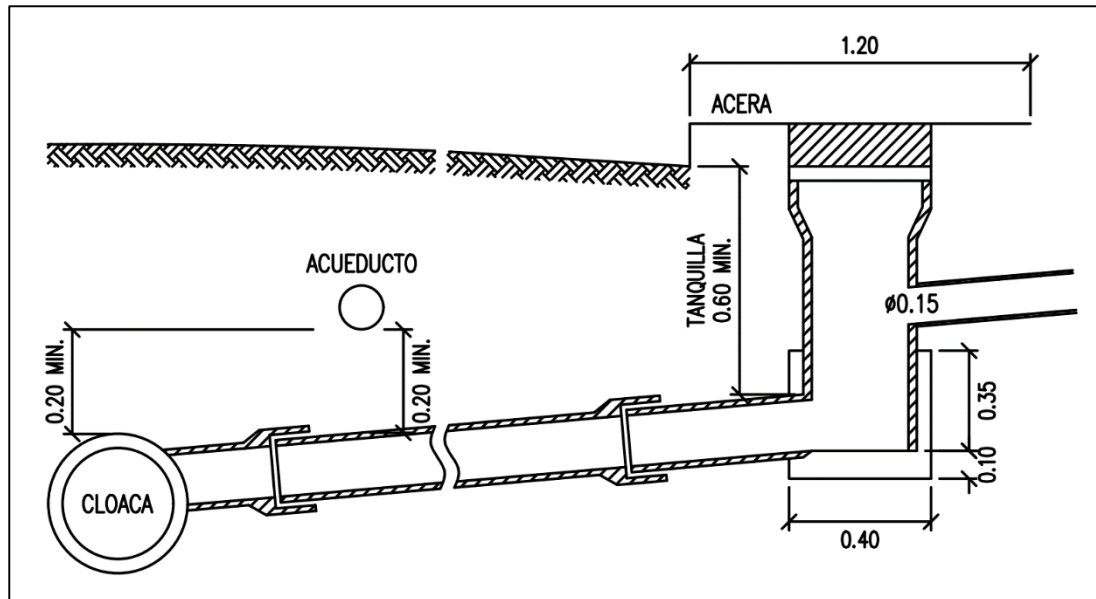


Figura 1. Tanquilla de empotramiento.
Fuente: Arocha (1983)

2.2.4.2. Boca de visita

Son estructuras generalmente compuestas de un cono excéntrico cilíndrico en su mayoría de 120 cm, y losa o base, que permiten acceso y mantenimiento a los colectores cloacales y cuya ubicación está definida para los escenarios planteados en el artículo 336 de las Normas e Instructivos para el Proyecto de Alcantarillado, del Instituto Nacional de Obras Sanitarias, donde señala que deberán colocarse:

- En toda intersección de colectores del sistema.
- En el comienzo de todo colector.
- En los tramos rectos de tubería, a una distancia máxima de 120 m. entre ellas, para colectores de hasta 0,30 m (12”), y una máxima de 150 m. para colectores mayores de 0,30 m. (12”).
- En todo cambio de dirección, pendiente, diámetro y material empleado en los colectores.

- En los colectores alineados en curva, al comienzo y final de la misma y en la curva a una distancia de 30m. entre ellas, cuando corresponda.

2.2.4.2.1. Tipos de bocas de visita

Según algunas particularidades relacionadas con la elevación de la rasante del colector, diámetros de las tuberías, y el comportamiento vinculado a características del sistema, son diseñadas diferentes bocas de visita, con la finalidad de cumplir la demanda que se requiera. Los tipos de bocas de visita y su uso frecuente son señalados a continuación:

Tipo Ia. Se utiliza para profundidades mayores de 1,15 m, con respecto al lomo del colector menos enterrado y hasta la profundidad de 5 m, con respecto a la rasante del colector más profundo, como se puede ver en la figura a continuación:

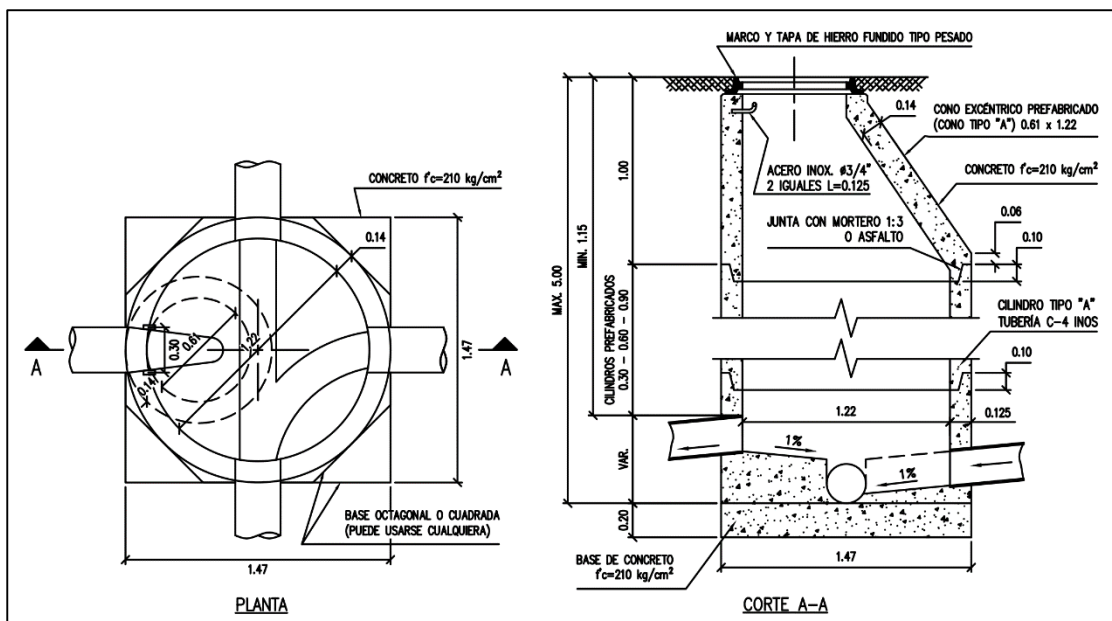


Figura 2. Boca de visita tipo Ia.

Fuente: M.A.R.N.R (1999)

Tipo Ib. Es usada para profundidades mayores de 5 m con respecto a la rasante del colector más profundo. Esta se puede apreciar a continuación:

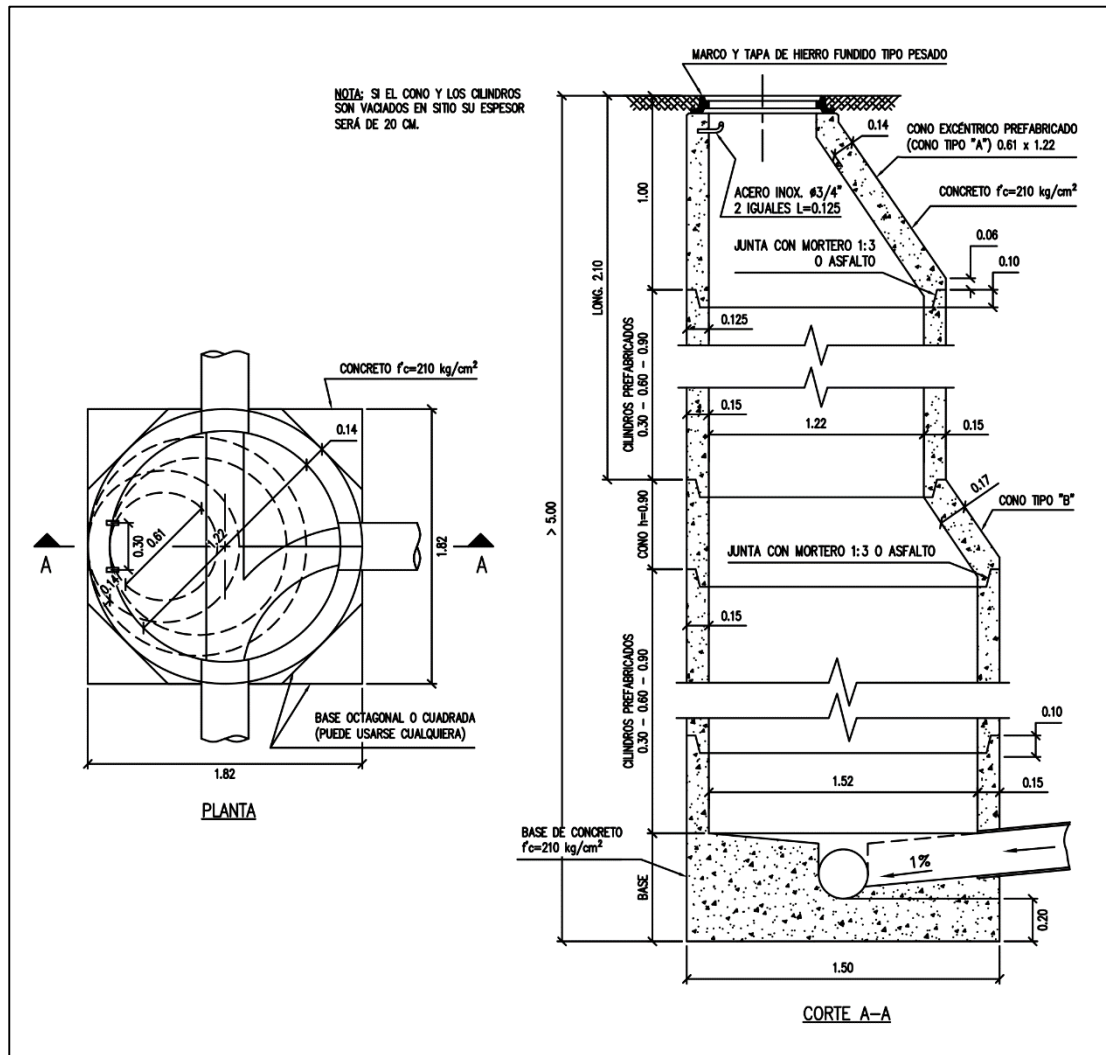


Figura 3. Boca de visita tipo Ib.

Fuente: M.A.R.N.R (1999)

Tipo II. Este tipo de BV se observa en la Figura 4, y se utiliza en caso que el lomo de la tubería menos enterrada esté a una profundidad igual o menor de 1,75 m. y con una distancia máxima entre bocas de 50 m, en tuberías de hasta 0,53 m de diámetro.

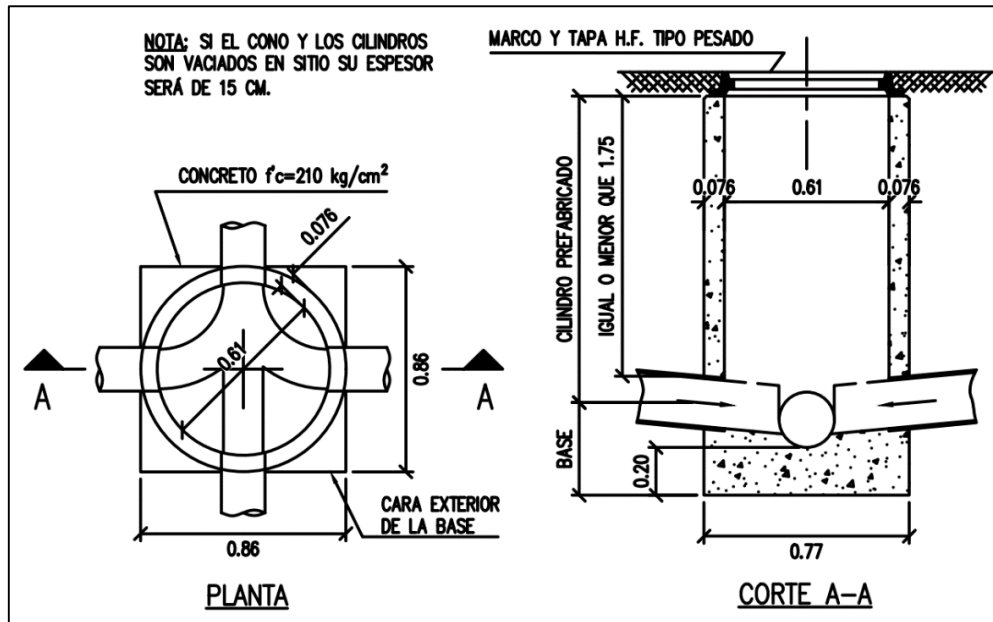


Figura 4. Boca de visita tipo II.
Fuente: M.A.R.N.R (1999)

Tipo III. Se muestra en la Figura 5, y se utilizará para colectores de 0,53 m hasta 1,07 m de diámetro, para cuando no es posible emplear el tipo Ia.

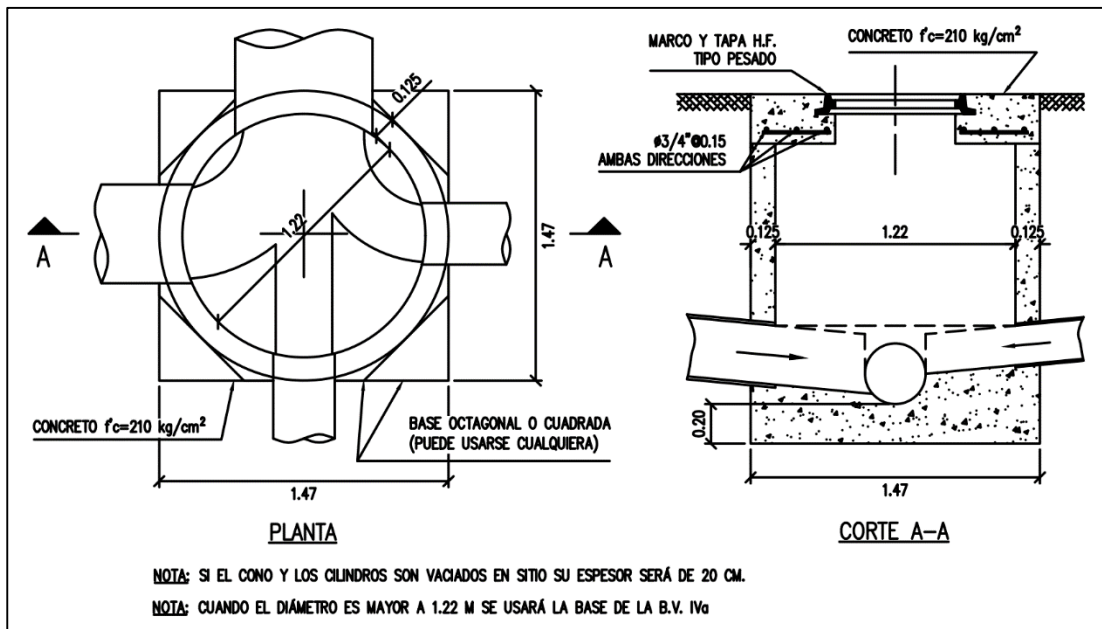


Figura 5. Boca de visita tipo III.
Fuente: M.A.R.N.R (1999)

Tipo IVa. Se muestra a continuación, y se empleará para colectores de diámetro igual o mayor de 1,22 m (48") y profundidades hasta 5 m.

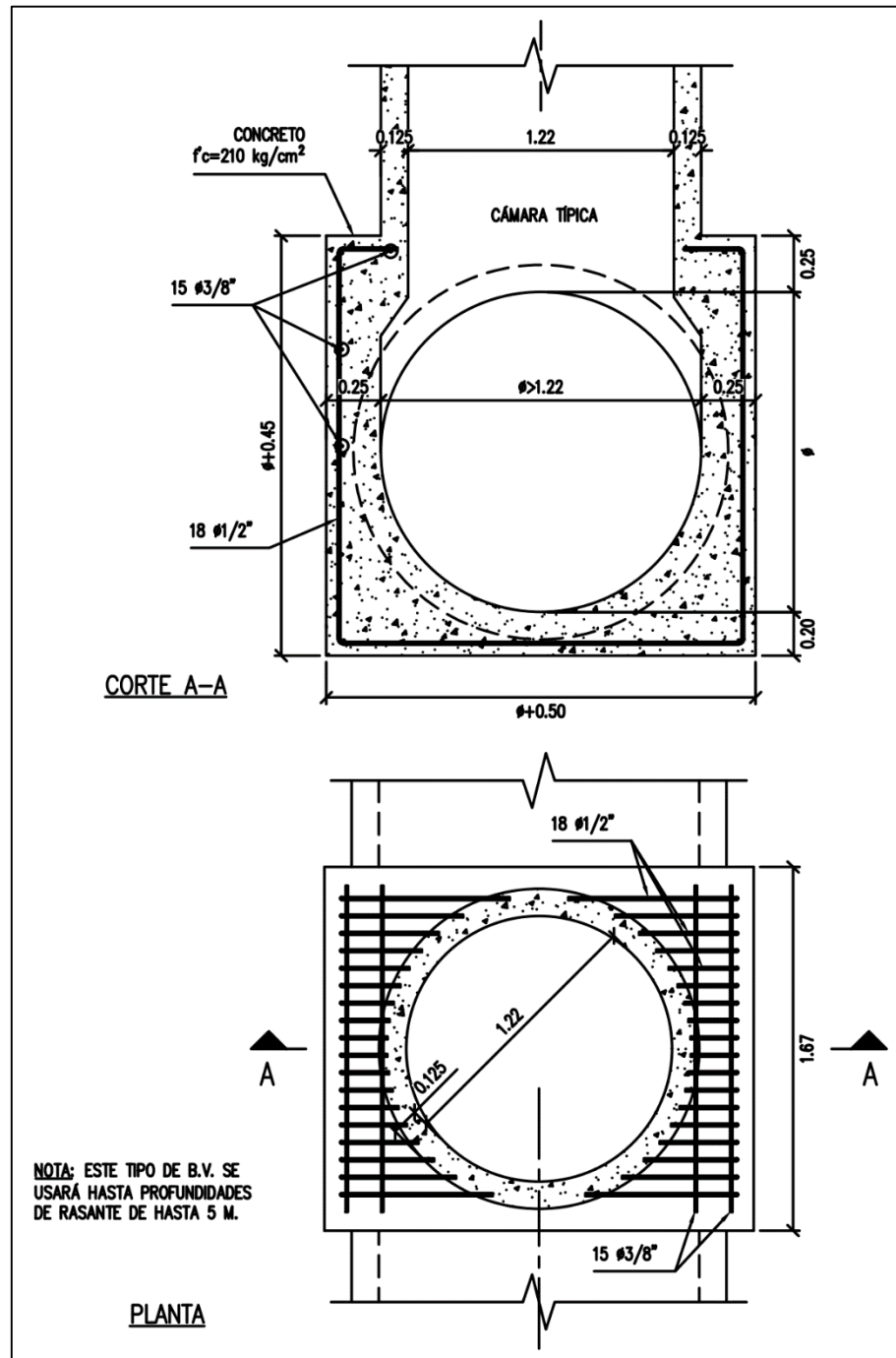


Figura 6. Boca de visita tipo IVa.
Fuente: M.A.R.N.R (1999).

Tipo IVb. Se muestra en la Figura 7, y se empleará para colectores de diámetro igual o mayor de 1,22 m (48") y profundidades mayores a 5 metros.

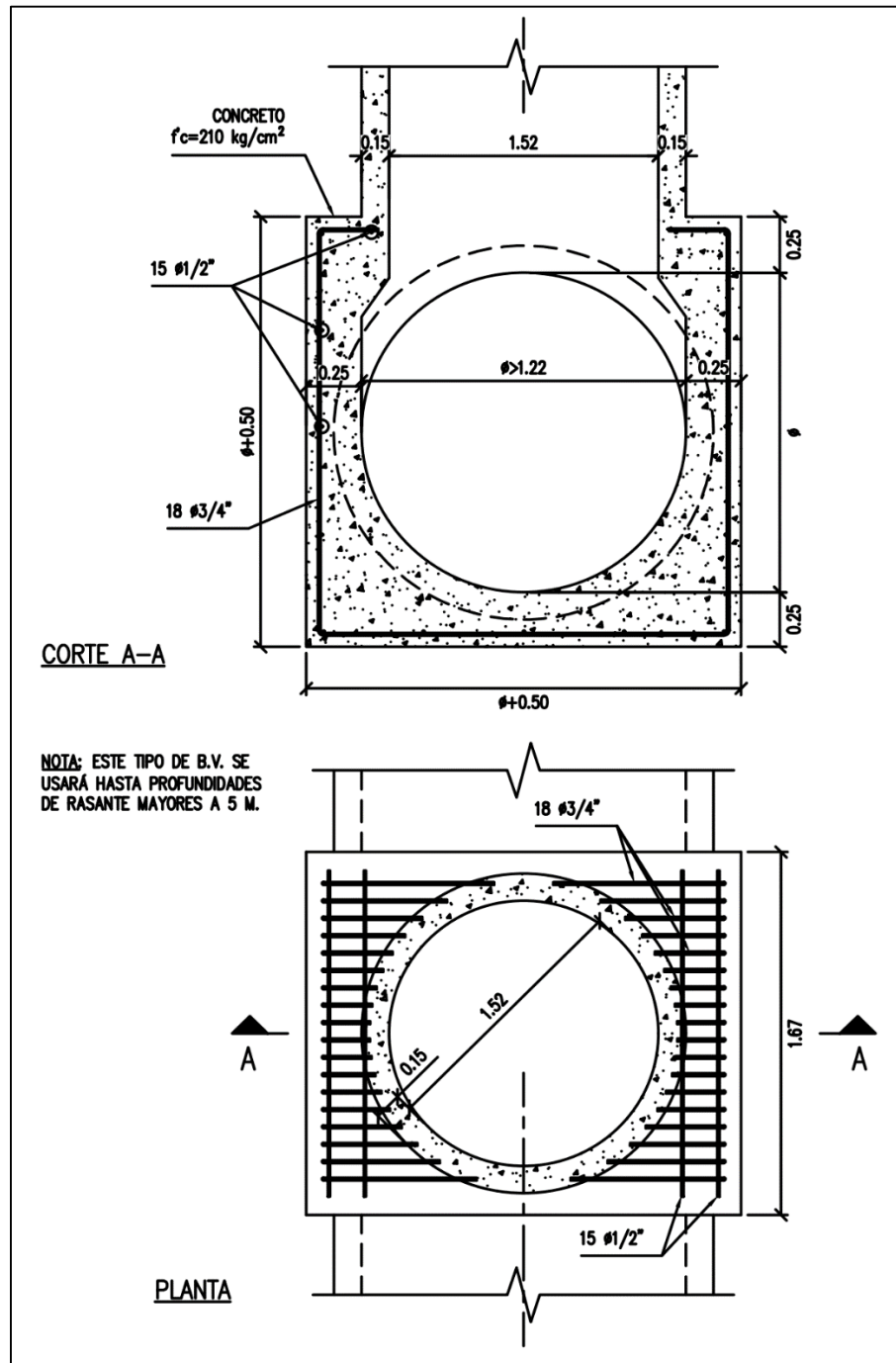


Figura 7. Boca de visita tipo IVb.

Fuente: M.A.R.N.R (1999)

2.2.4.2.2. Base de bocas de visita

El fondo de toda boca de visita no será proyectado de forma plana, sino que se diseñará con canales que conduzcan las aguas servidas, desde la llegada hacia la salida, exceptuando sólo el caso en que todos los colectores comiencen en ella (Boca de Visita de inicio). Los canales en el fondo deberán estar desprovistos de salientes, a fin de evitar el depósito de sólidos.

2.2.4.2.3. Caída en bocas de visita

Se utilizarán las caídas cuando en una boca de visita, la diferencia en las elevaciones, entre la rasante del colector de llegada y la rasante del colector de descarga, sea de 0.75 m como mínimo, para un diámetro de colector de llegada de 0,20 m. Para otros diámetros consultar la tabla mostrada a continuación.

Tabla 2. Medidas a utilizar en las caídas de bocas de visita

Medidas para caídas en bocas de visita								
Ø salida	20	25	30	38	45	53	61	69
D	20	25	30	30	30	30	38	38
C	45	45	60	60	60	60	60	60
H	75	78	82	100	100	100	120	120

Fuente: M.A.R.N.R (1999)

D: diámetro del colector de llegada en (c.).

C: diámetro del cáñamo asfáltico (cm).

H: diferencia de cotas entre la rasante del colector de llegada y la rasante del colector de descarga (cm).

2.2.4.2.4. Nomenclatura para identificación de las bocas de visita

Las bocas de visita deben ser designadas, con el fin de permitir una mejor interpretación, además de resultar práctico y de fácil ubicación para cualquier

revisión, según lo descrito en el artículo 3.85.2, del capítulo 3, de la Norma de Alcantarillado I.N.O.S. (*op. cit.* pág. 41).

En dicho artículo, se especifica que las correspondientes al colector principal o emisario, se indicarán en los planos con una misma letra en mayúscula, comenzando desde el punto más bajo de la red con la primera letra del abecedario, colocando un número seguidamente a ésta, empezando con el número 1, y éste ira en aumento en dirección opuesta al flujo de las aguas. Del mismo modo, sigue diciendo que aquellas bocas de visita correspondientes a los tramos que descargan en un colector principal, deberán ser nombrados de manera correlativa ascendente, comenzando en la estructura del afluente inmediato a la boca de visita del punto de confluencia, y utilizando como prefijo, el símbolo correspondiente a ésta última. En el caso de la existencia de más de un afluente, para cada uno de ellos se utilizará el prefijo de la boca de visita de la confluencia, agregando una o más tildes, según corresponda.

2.2.4.3. Tramos

Se le denomina tramo a la longitud de colector cloacal comprendido entre dos bocas de visita contiguas (op. cit, pág. 47). El diámetro y demás características de cada tramo, estarán determinados por el gasto o caudal de diseño correspondiente a la determinada porción de tubería. La designación o identificación para cada tramo, se realiza por las bocas de visita que lo comprenden.

2.2.4.4. Red de colectores

La red está constituida por todo el conjunto de tramos; y en ella podemos definir a un colector principal (op. cit, pág. 47). La red principal, es la que recibe los aportes de una serie de colectores secundarios que, de acuerdo a la topografía, sirve a diversos

sectores de la zona urbanizada. El colector principal toma la denominación de colector de descarga o colector emisario.

Más tarde, el autor señala que los colectores deben servir a las edificaciones, construyéndose por los ejes de las vías, siguiéndose, en lo posible, las pendientes naturales disponibles, evitándose así movimientos de tierra innecesarios y costosos, del mismo modo, la red cloacal se proyectará de manera que todos los ramales, incluyendo los empotramientos, pasen por debajo de las tuberías de acueducto existentes o futuras, dejando como mínimo una luz libre de 0,2 m. entre ambas. La afirmación es reforzada por las Normas del M.S.A.S. Extraordinario N°4103 (1989), donde establece que los colectores deben diseñarse en lineamientos rectos, siguiendo el eje de la vía o paralelo a este, lo más cercano a las parcelas a servir. En líneas generales, se puede decir que los colectores pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- a) Colectores terciarios: Son tuberías de pequeño diámetro (150 a 250 mm. de diámetro interno), que pueden estar colocados debajo de las veredas, a los cuales se conectan las acometidas domiciliarias.
- b) Colectores secundarios: Son las tuberías que recogen las aguas de los colectores terciarios y los conducen a los colectores principales. Se sitúan enterradas, en las vías públicas.
- c) Colectores principales: Son tuberías de gran diámetro, situadas generalmente en las partes más bajas de las ciudades, y transportan las aguas servidas hasta su destino final.

2.2.5. Coeficiente de rugosidad de los colectores

Los valores del coeficiente de rugosidad de Manning “n” para tuberías y otros elementos empleados para el cauce de las aguas, según el material, serán los registrados en la tabla mostrada a continuación:

Tabla 3. Coeficientes de rugosidad según el material.

TIPO DE MATERIAL	COEFICIENTE “n”
COLECTORES CERRADOS PREFABRICADOS	
Cloruro de Polivinilo (P.V.C)	0,011
PEAD	0,012
Fiberglass	0,011
Acero	0,012
Hierro fundido	0,012
Hierro fundido dúctil	0,012
Asbesto-cemento	0,012
Arcilla vitrificada	0,013
Concreto (interior liso) $\geq 27''$	0,013
Concreto (interior liso) $\leq 27''$	0,015
COLECTORES CERRADOS VACIADOS EN SITIO	
Concreto	0,014
CANALES	
Revestidos de asfalto	0,015
Revestidos de concreto	0,015
Excavados en tierra	0,022 – 0,030
Lechos pedregosos y taludes con grama	0,035

Fuente: M.S.A.S. (1989)

2.2.6. Diámetro mínimo en colectores

En sistemas de alcantarillados para aguas servidas, el diámetro mínimo será de 20 cm. u 8'', salvo casos aislados, donde previa autorización de las autoridades sanitarias competentes, se podrá usar un diámetro de 15 cm o 6'', y para sistemas de alcantarillados de aguas pluviales o sistemas unitarios será de 25 cm. o 10''. (op. cit. pág. 48).

2.2.7. Anchos de zanja

El ancho de zanjas donde se colocarán los colectores depende del diámetro de los mismos y si la zanja será con o sin entibado. Para colectores de 8'' de diámetro, el ancho de zanja debe ser de 60 cm. sin entibado, y de 100 cm. con entibado; para colectores de 10'' de diámetro, el ancho de la zanja sin entibado debe ser de 70 cm. y

100 cm. según se aplique o no el entibado (*op. cit.* pág. 48). Para otros diámetros, en la tabla mostrada a continuación se encuentran los anchos recomendados.

Tabla 4. Anchos de zanja para tuberías según el diámetro

Diámetro		Ancho de Zanja (cm)	
Centímetros	Pulgadas	Sin entibado	Con entibado
10	4	60	90
15	6	60	90
20	8	70	100
25	10	70	100
30	12	80	100
38	15	90	120
46	18	100	120
53	21	110	130
61	24	120	140
69	27	130	150
76	30	140	160
83	33	150	170
91	36	165	190

Fuente: M.A.R.N.R (1999)

2.2.8. Colectores marginales de aguas servidas

Las viviendas y construcciones que se encuentran ubicadas cercanas a los cursos de aguas, que por razones altimétricas no pueden descargar en las redes de alcantarillado de aguas servidas existentes, deberán empotrarse a colectores marginales. Estos colectores son del mismo material a los mencionados en la Tabla 5, exceptuando la fibra de vidrio y la arcilla vitrificada.

2.2.8.1. Ubicación de un colector marginal

Los colectores destinados a la recolección de aguas servidas, ubicados en las cercanías de cursos de agua y puntos bajos, se colocarán de tal forma que se puedan capturar todas las descargas de aguas servidas, siguiendo los siguientes criterios:

- En caso de ser necesario, se construirá un colector a ambos lados de los cursos de agua.
- Los colectores seguirán el trazado altimétrico más bajo posible.
- Podrán estar enterrados y adyacentes a los canales de drenaje, o externos adosados a la sección transversal, en este caso, el ramal de empotramiento de la edificación, podrá descargar al colector, también adosado a las paredes del canal, así como se aprecia en las figuras mostradas a continuación.

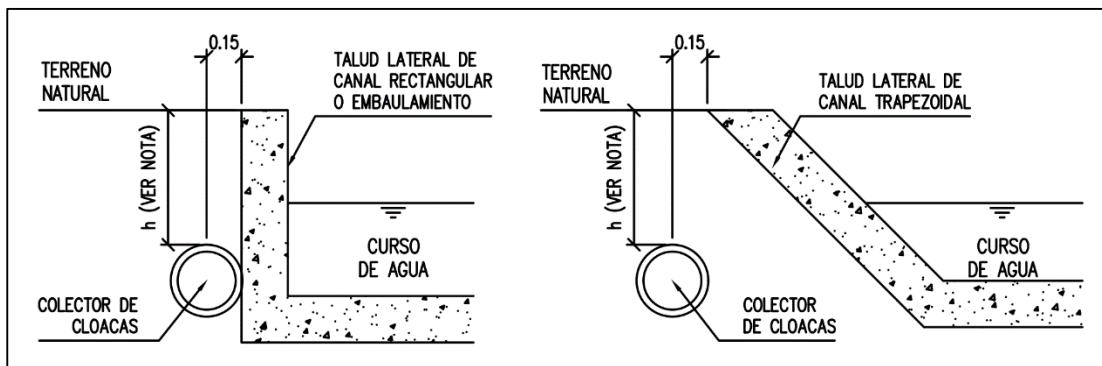


Figura 8. Colectores marginales enterrados adyacentes a canales.

Fuente: Bolinaga (1978)

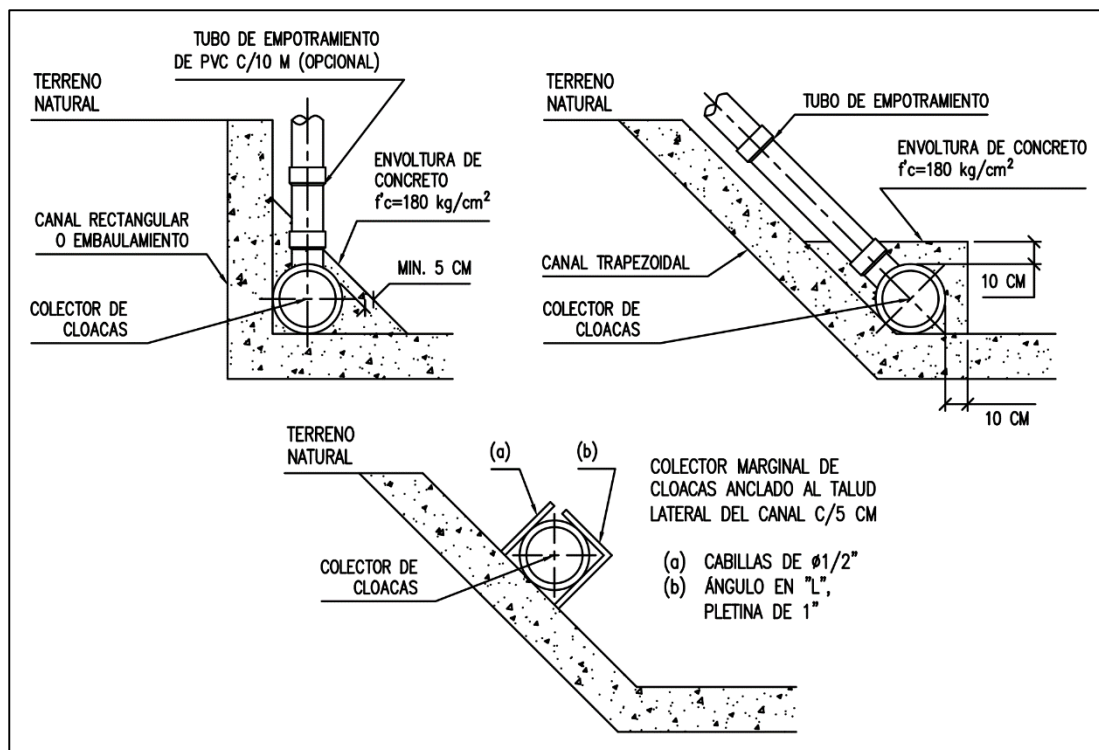


Figura 9. Colectores marginales adosados a canales.

Fuente: Bolinaga (1978)

Nota: la ubicación altimétrica del colector marginal de cloacas será tal que permita captar las descargas de las aguas servidas de las zonas adyacentes y su posterior empotramiento a la red de alcantarillado aguas abajo.

2.2.9. Período de diseño

El propósito de la evaluación de un sistema de recolección de aguas servidas es conocer el comportamiento de cada uno de los componentes de la red a lo largo de la vida útil para lo cual ha sido diseñada y para ello es necesario conocer un parámetro fundamental, el cual es el periodo de diseño. Este, es el tiempo para el cual el sistema es eficiente en un 100%, ya sea por capacidad hidráulica y por la resistencia física de las instalaciones, afirma Ghanem A (1995). En el caso de los sistemas de recolección de aguas servidas, el mismo debe ser seleccionado cuidadosamente, ya que la selección de periodos de diseño inadecuados, podría limitar el desarrollo de nuevas áreas o zonificaciones o incrementar los costos por reparación de colectores.

Los periodos de diseño mas recomendados son los siguientes:

- Colectores Principales y Emisarios: entre 40 y 50 años.
- Colectores Secundarios: 25 años o más.
- Estaciones de Bombeo: entre 10 y 15 años y con capacidad para posibles incrementos en la población.

2.2.10. Hidráulica de colectores

2.2.10.1. Capacidad de un colector

Es el volumen de aguas que puede transportar un colector en cierto intervalo de tiempo a sección llena. Para este análisis hay que tener en cuenta el manteniendo del flujo dentro del colector por gravedad. La capacidad o caudal a sección plena de un colector se puede calcular utilizando la ecuación de continuidad.

$$Q_c = V_c(A_c)$$

Ec. 11

Donde:

Q_c = Capacidad del colector en m³/s

V_c = Velocidad a sección llena en m/s.

A_c = Área de la sección transversal del colector en m².

2.2.10.2. Velocidad del flujo

Es la velocidad del agua dentro de un colector, esta velocidad se puede determinar a través de la ecuación proveniente de la fórmula de Chezy-Manning por medio de la siguiente expresión:

$$V_c = \frac{(Rh^{2/3})(S^{1/2})}{n}$$

Ec. 12

Donde:

V_c = Velocidad media en m/s.

n = Coeficiente de rugosidad de la tubería

S = Pendiente unitaria determinada por la rasante del colector en m/m.

Rh = Radio hidráulico a sección plena en m.

$$Rh = \frac{D}{4}$$

Ec. 13

2.2.10.3. Pendientes y velocidades mínimas

La pendiente mínima de un colector estará determinada por la velocidad mínima admisible a sección llena, la cual en sistemas de alcantarillado de aguas servidas será de 0,60 m/s, y para redes de drenaje de aguas pluviales será de 0,75 m/s (op. cit, pág. 64). En casos puntuales, cuando no se dispone de una pendiente que garantice la velocidad mínima, se permitirá usar un colector de un diámetro menor al requerido, siempre que se obtenga una mayor velocidad real del flujo, en ese caso en particular.

2.2.10.4. Pendientes y velocidades máximas

La pendiente máxima será correspondiente a las velocidades máximas admisibles a sección llena, según el material empleado en los mismos. (op. cit, pág. 64). A continuación, se muestra en la Tabla 5, las velocidades máximas del flujo dentro de la tubería a sección llena, según el tipo de material.

Tabla 5. Velocidades máximas según el tipo de material

Material de la Tubería	Velocidad Límite (m/s)
Concreto	
Rcc28 = 210 Kg/cm ²	5,00
Rcc28 = 280 Kg/cm ²	6,00
Rcc28 = 350 Kg/cm ²	7,50
Asbesto-Cemento	4,50
Arcilla Vitrificada	6,00
Cloruro de Polivinilo (P.V.C.)	4,50
Hierro Fundido, Acero	Sin limite

Fuente: M.S.A.S. (1989)

2.2.10.5. Elementos hidráulicos de colectores

Los diferentes elementos que definen el comportamiento hidráulico de un colector cloacal, se encuentran expuestos a continuación, y representados de forma gráfica en la Figura 10.

- Perímetro mojado:

$$Pm = \pi(D) \text{ (cm)}$$

Ec. 14

- Área media:

$$A_m = \frac{\pi D^2}{4} \text{ (cm}^2\text{)}$$

Ec. 15

- Radio hidráulico: ver Ec. 13
- Gasto o caudal (capacidad): ver Ec. 11
- Tirante de agua:

$$H = D \text{ (m)}$$

Ec. 16

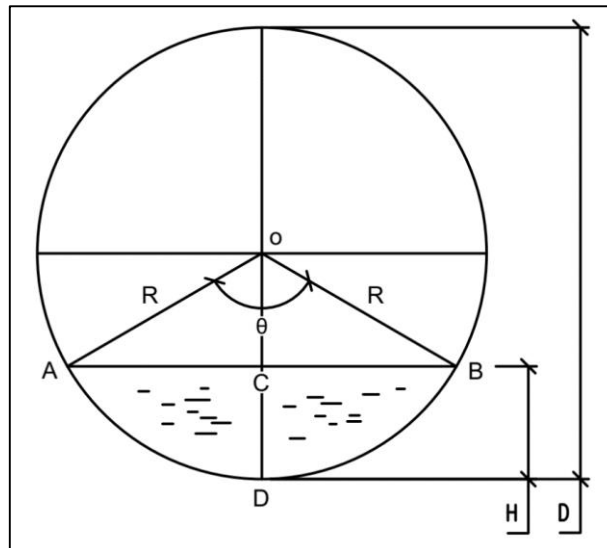


Figura 10. Elementos hidráulicos de un conducto de sección circular.
Fuente: Ghanem (1995)

2.2.11. Ubicación y profundidad de los colectores de aguas servidas

Una vez definidas las características hidráulicas del colector cloacal, la profundidad del colector estaría sujeta a dos importantes aspectos. En primer lugar, debe existir una separación mínima, vertical y horizontal, con respecto a la tubería y los elementos del sistema de distribución de agua potable, y en segundo lugar, las condiciones obligantes del sistema cloacal, como lo son: puntos de descarga o intersección con otros elementos.

Las tuberías de aguas servidas se proyectan siguiendo en lo posible el eje de las calles, salvo en los casos en que las edificaciones a servir requieran un trazado particular. Las normas del M.S.A.S. (*op. cit.* pág. 57) establecen en el artículo 52, que debe mantenerse la mayor separación en proyección horizontal entre las tuberías de cloacas y las tuberías de la red de acueducto, recomendándose, como mínimo, una separación horizontal de 200 cm entre el eje de ambas tuberías, así como también deberá ubicarse el acueducto por encima de los colectores del sistema de aguas

servidas, exigiendo una separación vertical de 20 cm como mínima, entre la cresta inferior del acueducto y el lomo de la tubería de cloacas, así como también entre el ramal de empotramiento y la cresta superior del colector de aguas servidas. En el caso obligante de no poder cumplir estas condiciones, deberá profundizarse el colector cloacal hasta lograr la separación de 0,20 m. más la mitad de la diferencia entre 2 m. y la distancia horizontal propuesta. En ningún caso, la separación horizontal debe ser menor a 1 m, tal como se aprecia en la figura contigua. En la figura a continuación se pueden apreciar estas dimensiones mínimas.

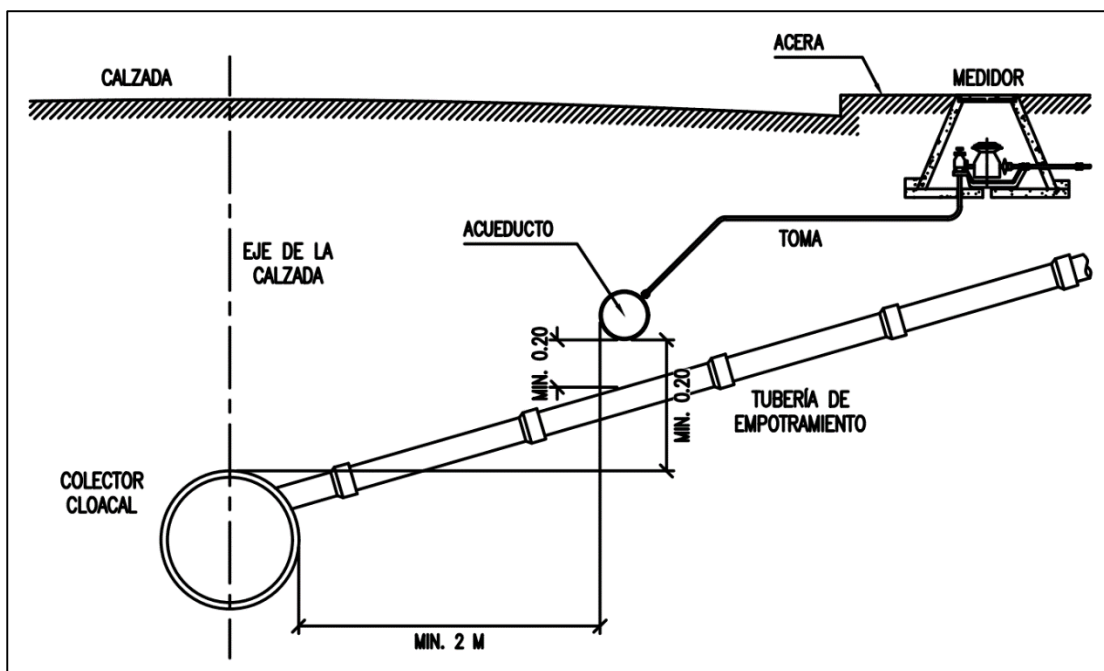


Figura 11. Separación mínima entre tuberías de acueductos y cloacas.
Fuente: Arocha (1983)

Tomando como referencia las profundidades mínimas a las cuales se debe ubicar el acueducto, se puede determinar la profundidad mínima de los colectores cloacales. (op. cit. pág. 47). Del mismo modo, el artículo 3.19 de las Normas del I.N.O.S. (op cit. pág. 64), establece que el lomo del colector cloacal, estará enterrado a un mínimo de 1,15 metros, refiriéndose a un acueducto de 4" de diámetro, siendo ésta distancia, la empleada por muchos proyectistas para sus diseños.

En este sentido, se muestran a continuación, las profundidades mínimas para la construcción del acueducto de aguas blancas, donde se aprecia, según su diámetro, la distancia de instalación en el subsuelo, la cual puede emplearse como referencia para el propósito antes descrito.

Tabla 6. Profundidades de construcción del acueducto

Diámetro	Profundidad
75 mm (3")	65 cm
100 mm (4")	70 cm
150 mm (6")	80 cm
200 mm (8")	90 cm
250 mm (10")	105 cm
300 mm (12")	120 cm

Fuente: I.N.O.S. (1965)

En casos muy especiales, debidamente justificados, podrá admitirse una profundidad menor a la indicada, debiéndose tomar las precauciones a fin de asegurar la integridad de las tuberías y evitar la contaminación del acueducto. (op. cit. pág. 48).

Así mismo, las profundidades máximas de los colectores en zanja abierta, no debe ser excesiva, especialmente en los lugares con terrenos inestables o rocosos, en estos casos, debe realizarse una comparación de costos con otras soluciones, a fin de seleccionar la más factible económicamente.

Al emplear tuberías prefabricadas, deberá tenerse en consideración que, para cada diámetro, material y tipo de apoyo, existe una profundidad máxima de colocación de las mismas (op. cit. pág. 48), dicha profundidad estará determinada por las cargas (muerta y viva) que deben soportar según se indica en las "Normas para la fabricación de tubos de concreto para cloacas, I.N.O.S. CL-C-65".

2.2.12. Aporte de infiltración de aguas de lluvia al colector

Dadas las características de los sistemas de recolección de aguas residuales, existen grandes probabilidades de que se infiltren las aguas subterráneas presentes en el subsuelo y la proveniente de las precipitaciones, hacia el interior del colector, sumando un gasto adicional al mismo. Arocha (op. cit. pág. 47) dice “Los colectores de aguas negras deben diseñarse con capacidad para recibir este gasto adicional que de manera inevitable penetra a los conductos” Los factores que permiten o no la infiltración, son el nivel de las aguas del subsuelo (nivel freático), la porosidad del material de la tubería, el tipo de juntas, el número de empotramientos, entre otros.

Las normas del Instituto Nacional de Obras Sanitarias (*op. cit. pág. 64*) contemplan en el apartado 3.12, que *el gasto máximo de infiltración a considerar en un sistema de alcantarillado de aguas servidas, será de 20.000 Lt/km/día*, del mismo modo, en el cálculo del aporte de las aguas de infiltración, se considerará la longitud de cada uno de los empotramientos correspondientes, comprendida entre el límite de frente de la parcela y el eje del colector.”

Del mismo modo, para tubos de cloacas de material plástico, las paredes internas no son absorbentes y las juntas se hacen por soldadura química (op. cit. pág. 47), lo que representa el avance en materiales, procedimientos y tecnología, que pasa a eliminar el aporte por infiltraciones hacia dentro de la tubería.

En base a lo descrito por el autor, se puede afirmar que el gasto de infiltraciones, estimado en 20.000 Lt/km/día, se refiere al aporte de aguas subterráneas que, debido a malas uniones en las juntas de la tubería, así como producto de empotramientos defectuosos (con fisuras o mal contruidos), se agregan de manera casi inevitable al colector de aguas servidas, por lo cual, es importante tomar en cuenta esta contribución, a fin de garantizar el correcto desempeño de la tubería.

2.2.13. Aguas de lluvia empotradas clandestinamente al colector de aguas servidas

Arocha (*op. cit.* pág. 47) afirma que, *si bien es cierto que, al construir un sistema separado de aguas servidas y aguas de lluvias, es de suponer que no se permitirá el empotramiento de aguas provenientes de los techos o patios al sistema cloacal.* No obstante, la experiencia ha demostrado que esto no se logra totalmente, y que por el contrario existe un determinado porcentaje de viviendas que, por diferentes razones, pudieran descargar las aguas de lluvia en conjunto con las aguas servidas, aumentando considerablemente los caudales en los colectores cloacales.

Diversas investigaciones realizadas en múltiples lugares del mundo, como las ejecutadas por Nogaj y Hollenbeck (1981), han señalado importantes incrementos en las cantidades de agua en los colectores, durante la ocurrencia de precipitaciones, atribuyendo directamente estos picos, a las aguas pluviales. *Estas consideraciones, apoyadas en estudios realizados en países con mejores controles, hacen pensar que no se puede desestimar en el diseño el caudal que, por empotramientos clandestinos de aguas de lluvia, escurre a los colectores de aguas negras.* (*op. cit.* pág. 47). Así mismo, el autor señala más adelante, luego de realizar un ejemplo del volumen de agua en la cañada de una casa, que *es evidente, que un número relativamente pequeño de conexiones inapropiadas sobrecargarán los colectores cloacales durante lluvias intensas.*

En este sentido, las Normas de proyectos, construcción, operación y mantenimiento de los servicios de cloacas, del I.N.O.S. (*op. cit.* pág. 64), establecen en el artículo V-6, que *para el cálculo de las aguas de lluvias que provienen de malos empotramiento se tomará en cuenta la intensidad de estas*, lo cual conduce a decir que las consideraciones para el cálculo de los empotramientos de aguas de lluvias

clandestinos en los colectores de aguas servidas, es variable para cada región del país, dependiendo de las curvas de intensidad, duración, frecuencia correspondientes.

Así mismo, el M.S.A.S. (op cit. pág. 57) mantiene el criterio de considerar un determinado porcentaje de viviendas con empotramientos clandestinos de aguas de lluvias para efectos de nuevos diseños, tomando en cuenta la extensión territorial de la hoya servida; estableciendo un valor del 3% para hoyas hasta 10 hectáreas, y 2% para hoyas mayores a 10 hectáreas.

Cabe decir que según las Normas para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones, del M.S.A.S. (op. cit. pág. 65), en el capítulo XXXII, numeral 454 al 457, así como en el artículo 1068 de la Gaceta 4103 (op cit. pág. 57) establecen que *las aguas de lluvia provenientes de los tejados, patios, terrazas, cubiertas, aceras, y cualquier otra área de la edificación, deben desaguar, de existir, a los colectores de aguas de lluvias o sistemas unitarios, prohibiendo la descarga de estas aguas al colector cloacal.*

2.2.14. Área tributaria

La determinación del caudal de diseño a través del método de áreas tributarias resulta en una forma práctica para determinar este aporte para cada tramo de colector, repartiendo éste en función del parcelamiento adyacente y su extensión. (op. cit. pág. 47). La delimitación de estas áreas se realiza tomando en cuenta el trazado de colectores, asignando áreas proporcionales a las figuras geométricas que el trazado configura. De tal modo, se puede afirmar que son las zonas adyacentes al sistema de recolección de aguas servidas, que aportan un caudal al sistema de acuerdo a su área. La unidad de medida es la hectárea (Ha), y generalmente se exige una precisión de 0.01 Ha. Para obtener el área tributaria se puede medir con planímetro, determinarla mediante cálculo analítico, o utilizando medición por “software”.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

Esta etapa comprendió la información referida al tipo y diseño de la investigación, a la descripción de las técnicas de recolección de datos e información, además de la fundamentación de todos los procedimientos y metodología empleada durante todo el desarrollo o elaboración de la investigación.

3.1. Tipo de investigación

Para el desarrollo de esta investigación, se recolectaron datos de publicaciones e investigaciones previas sobre el tema (datos secundarios) y se utilizarán como base referencial, sin embargo, son los datos obtenidos en campo (datos primarios), los indispensables para el logro de los objetivos. Según lo enunciado por Arias F. (2012), se conoce que el diseño de la investigación será de campo.

La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. (p.31)

3.2. Nivel de investigación

Según el nivel de estudio, el trabajo perteneció al nivel descriptivo, ya que según Arias (2012), “consiste en la caracterización de un hecho o fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento”, (Pág. 24). Durante esta investigación se determinó la caracterización de cada uno de los factores que

intervienen en el buen funcionamiento de la red de recolección de aguas servidas y de esta manera se realizó una propuesta que cumple de manera óptima la función debida.

3.3. Técnicas utilizadas

3.3.1. Técnicas de Recolección de Información

Entre las técnicas de recolección de datos se tiene la investigación documental, siendo la mayoría de las fuentes digitales, se consultará la información disponible en la Alcaldía del Municipio (como planos y documentación afín); también se consultaron otras fuentes digitales y físicas, tales como normas nacionales, bibliografía de distintos autores sobre el tema en cuestión (los cuales estuvieron específicamente caracterizados por poseer lo necesario para el desarrollo del siguiente trabajo de investigación), así como otros proyectos similares desarrollados en el territorio nacional (los cuales proporcionaron ejemplos de las soluciones adoptadas). Adicionalmente, se hizo uso de la recolección de datos en campo, datos tales como cotas, distancias, áreas, y otra información afín al sitio y al problema en cuestión.

Para el desarrollo de la investigación se realizó primero el levantamiento planialtimétrico de los colectores existentes, se realizó la verificación de las condiciones hidráulicas a las cuales estén sometidos los colectores, luego del cual se realizó el análisis hidráulico de la red existente; obtenido estos datos iniciales, se procedió al diseño de la propuesta de desvío.

Para el análisis de los datos se utilizó la observación directa de los resultados, se evaluaron tópicos como la capacidad de los colectores, las velocidades mínima y máxima, el flujo de aguas servidas según la población y servicios, entre otros, los cuales fueron comparados con la bibliografía existente sobre el tema.

3.3.2. Herramientas y Equipos

- Computador portátil Síragon NB-3100.
- Calculadora HP.
- Programas comerciales, tales como AutoCAD 2017, Microsoft Excel y DataLaing Maprex.
- Herramientas de oficina varias.

3.4. Etapas del proyecto

Para alcanzar los objetivos del proyecto de forma satisfactoria, el desarrollo del mismo se dividió en varias etapas, las cuales se listan a continuación:

- **Etapa I:** Revisión bibliográfica.
- **Etapa II:** Efectuar el levantamiento planialtimétrico en los colectores de las Av. Fernández Padilla y Av. Jesús Subero.
- **Etapa III:** Chequeo de las condiciones hidráulicas de los colectores para los caudales, según los diferentes criterios de diseño.
- **Etapa IV:** Cálculo hidráulico del desvío de aguas servidas en colectores de Av. Fernández Padilla y Av. Jesús Subero.
- **Etapa V:** Realización de los planos de ingeniería de detalle del proyecto utilizando para ello el “software” Autodesk AutoCAD 2017.
- **Etapa VI:** Presentación de los cómputos métricos, análisis de precios unitarios (A.P.U.) y presupuesto, utilizando para ello el “software” comercial DataLaing Maprex.
- **Etapa VII.** Ordenación, transcripción y encuadernación del Trabajo de Grado.

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se muestran las observaciones, procedimientos y resultados obtenidos para la propuesta de desvío de aguas servidas de los colectores de Av. Fernández Padilla y Av. Jesús Subero entre los municipios San José de Guanipa y Simón Rodríguez, Estado Anzoátegui, así como de las propuestas para solventar la problemática presente, para cada caso en particular.

4.1. Levantamiento planialtimétrico de los colectores de Av. Fernández Padilla y Av. Jesús Subero

El levantamiento planialtimétrico de la zona se encuentra entre las primeras actividades ejecutadas. Se realizó en toda la zona de estudio, abarcando alrededor de 246,10 ha. El procedimiento ejecutado, materiales y herramientas empleadas, resultados y análisis de ellos, se describen en esta sección. Para llevar a cabo el levantamiento planialtimétrico de las Av. Jesús Subero y Av. Fernández Padilla, se emplearon los siguientes equipos: cinta métrica de 50 m marca Stanley, cinta métrica de 5 m marca Stanley, GPS III PLUS marca Garmin, barra de acero de media pulgada (1/2”), lápices y agenda de anotaciones. En primer lugar, se realizaron diversas visitas de campo a la zona con el fin de recaudar información por medio de anotaciones, material fotográfico y soporte audiovisual para su posterior revisión fuera del campo. Estas inspecciones permitieron determinar el nivel de cobertura de las redes, así como obtener una noción de la ubicación o trazado de los sistemas de aguas servidas existentes.

Una vez establecida la ubicación de las bocas de visita visibles, se representaron en un croquis y posterior implantación en planos digitales. Como fase inicial del

levantamiento del área de estudio, se procedió a identificar las zonas que drenan a cada colector existente. Este levantamiento fue realizado con ayuda del departamento de ingeniería municipal del Municipio Simón Rodríguez conjuntamente con el personal de Hidrocaribe el 01-12-19, para cada colector se identificaron las siguientes zonas: Para el colector de la Av. Jesús Subero, drenan las siguientes zonas ZI-1, ZI-2, ZU-1, ZU-2, ZU-3, ZC-1, ZC-3, ZC-4, ZC-6. Para un total de 163,43 Ha. Para el colector de la Av. Fernández Padilla drenan las zonas ZU-4, ZC-2, ZC-5, ZC-7 Con un total de 101,14 Ha. En la Tabla 7, se muestran las identificaciones y totalidad del área por zonas, de igual manera la Figura 12 donde se indican las áreas tributarias. Estas áreas serán utilizadas en etapas posteriores en el cálculo de los caudales.

Tabla 7. Áreas que tributan a los colectores en estudio.

Colector	Zona	Descripción	Área Tributaria (Ha)
Av. Jesús Subero	ZI-1	Zona Industrial 1	47,65
	ZI-2	Zona Industrial 2	14,32
	ZU-1	Zona Urbana 1	40,76
	ZU-2	Zona Urbana 2	14,40
	ZU-3	Zona Urbana 3	34,26
	ZC-1	Zona Comercial 1	0,73
	ZC-3	Zona Comercial 3	2,61
	ZC-4	Zona Comercial 4	7,60
	ZC-6	Zona Comercial 6	1,10
	Total colector:		163,43
Av. Fernández Padilla	ZU-4	Zona Urbana 4	58,47
	ZC-2	Zona Comercial 2	8,50
	ZC-5	Zona Comercial 5	6,58
	ZC-7	Zona Comercial 7	27,59
	Total Colector:		101,14
Total proyecto:			264,57

Fuente: Autor.

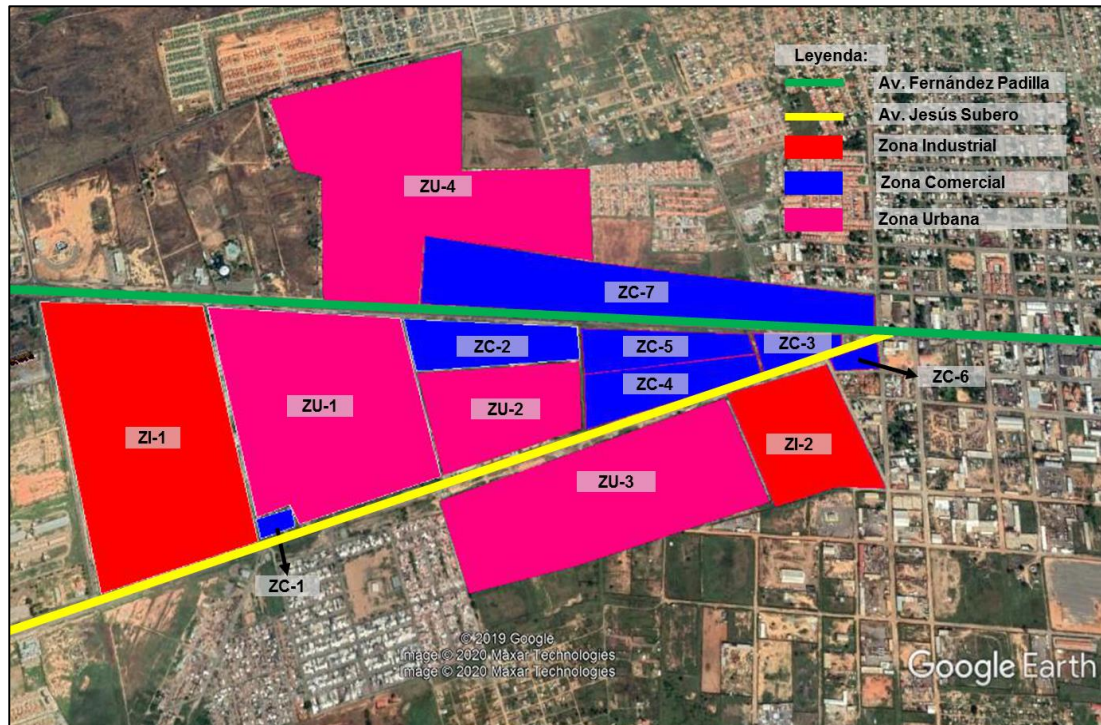


Figura 12. Distribución de áreas tributarias.

Fuente: Autor.

4.1.1. Levantamiento de la red existente

Se identificaron todas las bocas de visitas (para un total de 15), se tomaron las coordenadas UTM y elevación en cada boca a nivel de pavimento, posteriormente se tomaron las profundidades de las bocas de visita de manera indirecta con el uso de una barra introducida dentro de la boca de visita para determinar la profundidad y diámetro de los colectores que llegan a la misma por diferencia de profundidad, estos datos son los mostrados en la Tabla 8. En la Tabla 9 pueden apreciarse los datos relativos a la red de tuberías existente. En la figura 13, se muestran la distribución relativa de las bocas de visita.



Figura 13. Ubicación relativa de las bocas de visita.
Fuente: Autor.

Tabla 8. Coordenadas UTM de las bocas de visita.

Boca de Visita	Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)
BV-1	370.032	983.401	270,62
BV-2	370.172	983.397	270,45
BV-3	370.159	983.419	270,45
BV-4	370.059	983.426	271,45
BV-5	370.068	983.565	268,45
BV-6	369.954	983.567	268,65
BV-7	368.667	983.584	269,78
BV-8	369.705	983.440	273,41
BV-9	369.554	983.450	275,40
BV-10	369.558	983.236	275,11
BV-11	369.746	983.297	275,01
BV-12	369.825	983.321	272,91
BV-13	369.668	983.274	272,37
BV-14	370.033	983.281	270,99
BV-15	370.150	983.275	270,00

Fuente: Autor.

Tabla 9. Datos del levantamiento de los conductos.

Tramo	Longitud (m)	Diámetro (plg)	Pendiente	Material
BV7-BV6	291,09	12	2,68	Concreto
BV6-BV5	111,08	12	0,18	Concreto
BV9-BV8	155,41	14	1,28	Concreto
BV8-BV4	349,83	14	0,56	Concreto
BV4-BV3	104,63	8	0,96	Concreto
BV10-BV11	198,98	16	0,05	Concreto
BV11-BV12	82,06	16	2,56	Concreto
BV12-BV1	220,09	16	1,04	Concreto
BV1-BV2	144,62	8	0,12	Concreto
BV13-BV14	164,34	14	0,06	Concreto
BV14-BV15	121,33	8	0,82	Concreto

Fuente: Autor.

4.2. Condiciones hidráulicas de los colectores, para los caudales según los diferentes criterios de diseño.

4.2.1. Cálculo de los caudales en los sistemas.

Continuando con el desarrollo del presente objetivo, se procedió al cálculo de aportes de aguas blancas de las áreas, para así obtener el cálculo de los caudales de aguas servidas, para ello se emplearon las áreas mostradas en la Tabla 7. Las dotaciones utilizadas son las de la Gaceta Oficial No. 4.044, las dotaciones son las siguientes: Comercios 20 Lt/día, industrias 6 Lt/día y urbanismos 5000 Lt/día. En la Tabla 10 se muestran los caudales estimados de consumo de agua potable, para los criterios indicados en el capítulo 4. El aporte de agua potable se obtiene de los criterios establecidos en el capítulo 2. Como verificación de cálculos se mostrara la determinación del caudal máximo horario para el colector Jesús Subero, según el criterio de variación de consumo de agua potable Arocha (1997) aplicando la Ec. 1 como se muestra a continuación.

$$Q_{MD} = (1,40)(7.469,00) = 10456,60 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Tabla 10. Caudales estimados de consumo de agua potable.

Tramo	Dotación (m ³ /día)	Criterio			
		Arocha (1997)	Mijares (1983)	I.N.O.S. (1965)	M.S.A.S. (1989)
(m ³ /día)					
Av. Jesús Subero	7.469,00	Q _{MD} =10.456,60 Q _{MH} =18.672,50	Q _{MD} =9.336,25 Q _{MH} =14.938,00	Q _{MD} =8.962,80 Q _{MH} =14.938,00	Q _{MD} =9.336,25 Q _{MH} =18.672,50
Av. Fernández Padilla	9.411,55	Q _{MD} =13.176,17 Q _{MH} =23.528,87	Q _{MD} =11.764,44 Q _{MH} =18.823,10	Q _{MD} =11.293,86 Q _{MH} =18.823,10	Q _{MD} =11.764,44 Q _{MH} =23.528,87

Fuente: Autor.

Como caudal de consumo de agua potable se utilizaron los resultados obtenidos bajo el criterio de la M.S.A.S. (1989)/ Mijares (1983) por ser los más conservadores en la determinación del consumo. Adicionalmente se procedió a determinar el consumo de agua potable a partir de la densidad poblacional de la ciudad de El Tigre (67,59 hab/ha), para un consumo de 100 l/hab/día, se obtuvo un consumo de agua potable de la Av. Jesús Subero de 6,99 l/seg y de 4,15 l/seg para la Av. Fernández Padilla respectivamente como se muestra en la Tabla 11. Para la estimación del consumo de agua potable en la zona de estudio se usó el valor determinado por los datos de densidad poblacional, ya que estos son más conservadores.

Tabla 11. Consumos de agua potable estimados residencial.

Tramo	Por área bruta	Por densidad poblacional
	(l/seg)	(l/seg)
Av. Jesús Subero	15,54	6,99
Av. Fernández Padilla	10,15	4,15

Fuente: Autor

Se procedió pues, a determinar el caudal o la variación máxima horaria del consumo de agua potable de forma separada para industrias, comercios y urbanismo, los cuales están indicados en la Tabla 12. Seguidamente se calculó el factor k de Harmon con la Ec. 8, para una población de 9.996 habitantes estimadas para el área de estudio, como se muestra a continuación:

$$K = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{9996}{1000}}} = 1,13$$

Tabla 12. Consumos de agua potable estimados.

Tramo	Industrial (l/seg)	Comercial (l/seg)	Urbanismo (l/seg)
Av. Jesús Subero	53,79	34,84	19,43
Av. Fernández Padilla	0,00	12,70	12,69

Fuente: Autor.

Consideremos ahora, el cálculo del aporte de aguas servidas residenciales aplicando la Ec. 7. Se procede a calcular o determinar el caudal de aguas servidas provenientes del consumo residencial de agua potable, sin considerar los aportes comerciales e industriales.

$$Q_{AS(\text{Jesús Subero})} = (0,80)(1,13)(19,43) = 17,56 \text{ l/seg}$$

$$Q_{AS(\text{Fernández Padilla})} = (0,80)(1,13)(12,69) = 11,47 \text{ l/seg}$$

Se procedió luego a calcular el gasto por infiltración aguas arriba sin tomar en cuenta la longitud de empotramiento, considerando una longitud de 3 kilómetros para la Av. Jesús Subero y 2 kilómetros para la Av. Fernández Padilla, aplicando la Ec. 9, como se muestra a continuación.

$$Q_{\text{inf}(\text{Jesús Subero})} = \frac{(20.000,00)(3,00)}{86.400,00} = 0,69 \text{ l/seg}$$

$$Q_{\text{inf}(\text{Fernández Padilla})} = \frac{(20.000,00)(2,00)}{86.400,00} = 0,46 \text{ l/seg}$$

Finalmente el caudal de diseño de aguas servidas se obtiene de la Ec. 6, para la Av. Jesús Subero y la Av. Fernández Padilla considerando todos los aportes antes mencionados, como se aprecia a continuación.

$$Q_{\text{Diseño}(\text{Jesús Subero})} = 2(17,56 + 53,70 + 34,84 + 0,69) = 213,58 \text{ l/seg}$$

$$Q_{\text{Diseño}(\text{Fernández Padilla})} = 2(11,47 + 12,70 + 0,46) = 49,26 \text{ l/seg}$$

4.3. Análisis hidráulico

Luego de haber determinado las condiciones físicas de los colectores se procedió a verificar la capacidad máxima de las redes en la zona de estudio, con los caudales

determinados en la fase anterior. Se procedió a determinar la capacidad de los colectores a sección plena en dos etapas para cada tramo, aguas abajo Av. Jesús Subero BV12-BV1 y aguas arriba lado sur Av. Fernández Padilla BV8-BV4 y después aguas arriba Av. Fernández Padilla lado norte BV1-BV2 y BV4-BV3, como forma de cálculo se mostrara el tramo (BV12-BV1), aplicando la Ec. 11.

$$Q = \left(\frac{1}{0,012} \right) (0,129) (0,1016)^{\frac{2}{3}} (0,0104)^{\frac{1}{2}} = 0,24 \frac{m^3}{s} \approx 240,00 \text{ l/seg}$$

Tabla 13. Evaluación de capacidad de colectores existentes.

Tramo	Q _{DAS}	Q _C	% de utilización
BV12-BV1	213,58	240,00	88,99
BV8-BV4	49,26	120,00	41,05
BV4-BV3	213,58	36,00	593,28
BV1-BV2	49,26	12,67	388,79

Fuente: Autor.



Figura 14. Colectores que están por sobre su capacidad.

Fuente: Autor.

Las tuberías que bajan por las Av. Jesús Subero y Fernández Padilla de 16” y 14” cumplen con su uso correspondiente, con un porcentaje de 88,99% y 41,05%, por otro lado las tuberías de la Av. Fernández padilla de 8” es notorio el problema existente, pues estos sobrepasan el caudal para el cual fueron establecidos con valores de 593,28% y 388,79% respectivamente, tal como y se muestra en la Tabla 14. Es por ello que se presenta el desbordamiento de las aguas servidas en las bocas de visita 2 y 3.

Tabla 14. Caudal excedente (Q_E)

Tramo	$Q_{DAS} - Q_C$ (l/seg)
BV4-BV3	177,58
BV1-BV2	36,59

Fuente: Autor.

4.3.1. Propuesta de desvío de caudal

Luego de obtenido los caudales excedentes en la etapa anterior, se planteó el desvío de los mismos a las calles de servicio paralelas a las Av. Jesús Subero y Fernández Padilla, a la calle Roma en la Avenida Intercomunal en la boca de visita BV-8 con una línea o colector en la Avenida el Palomar que intersecte la boca de visita BV-7 en la calle Roma; de igual manera en la Avenida Jesús Subero en la boca de visita BV-12, con una tubería en la calle Roma que intersecte la boca de visita BV-12 (ver Figura 15). Se creará una taquilla de derivación con el fin de repartir los caudales excedentes, en ambos empalmes.

Se supuso que cada conducto es capaz de drenar los caudales mostrados en la Tabla 14, para el desvío de $\varnothing 12$ ” entre BV8-BV7, los mismos presentan una pendiente “s” entre las cotas a fondo de boca de visitas de 2,50% y de 0,95% para BV12-BV13 con $\varnothing 8$ ”, para ambas líneas de PVC ($n = 0,011$) y aplicando la Ec. 11:

$$Q_C = \left(\frac{1}{0,011}\right) (0,07297)(0,0762)^{\frac{2}{3}}(0,025)^{\frac{1}{2}} = 0,1885 \frac{m^3}{s} \approx 188,50 \text{ l/seg}$$

$$Q_C = \left(\frac{1}{0,011}\right) (0,0324)(0,0508)^{\frac{2}{3}}(0,0095)^{\frac{1}{2}} = 0,3941 \frac{m^3}{s} \approx 39,41 \text{ l/seg}$$



Figura 15. Propuesta de desvío de caudales relativa de las bocas de visita.

Fuente: Autor.

Tabla 15. Relaciones hidráulicas para desvíos parciales.

Tramo	Q_E (l/seg)	Q_C (l/seg)	V_C (m/seg)	Q_E/Q_C	V_E (m/seg)	V_E/V_C	H/D	H (m)
BV8-BV7	177,58	188,50	2,58	0,942	2,94	1,14	0,78	0,24
BV12-BV13	36,59	39,41	1,22	0,928	1,39	1,14	0,76	0,15

Fuente: Autor.

De lo expuesto en la tabla anterior, se aprecia que para la propuesta de desvío, se cumplen los criterios en las relaciones hidráulicas en los conductos, en la cual la relación Q_E/Q_C son menores a la unidad (1,00), así como también la velocidad “ V_E ”, la cual es mayor a la velocidad de arrastre de 0,60 m/s, en ambos casos. De igual manera,

los mismos son menores a la velocidad máxima admisible para el material de PVC (de 4,50 m/s).

4.4. Realización los planos de ingeniería de detalle

Una vez realizada cada una de las actividades anteriormente especificadas, se presentó la información que se generaba y mejoró la información existente hasta ese momento. Para esta fase fue empleado el “software” de diseño asistido por computadora AutoCAD 2017, permitiendo dibujar mediante sus herramientas, la información pertinente del proyecto.

El proceso de digitalización consistió en ubicar sobre un plano de la zona metropolitana de Simón Rodríguez y San José de Guanipa, la zona donde se emplaza el proyecto. Este plano fue otorgado en formato electrónico, por la Dirección de Catastro y Desarrollo Urbano de la Alcaldía del Municipio Guanipa, el cual fue actualizado por última vez en el año 2008, por lo cual fue necesaria la incorporación de las redes existentes que para la fecha origen del plano no estaban representadas y que mediante las visitas al sitio y fotografías satelitales fueron ubicadas y dibujadas. En las figuras 15 y 16 se aprecia la planta de alcantarillado para los desvíos planteados, así como también los perfiles de colectores.

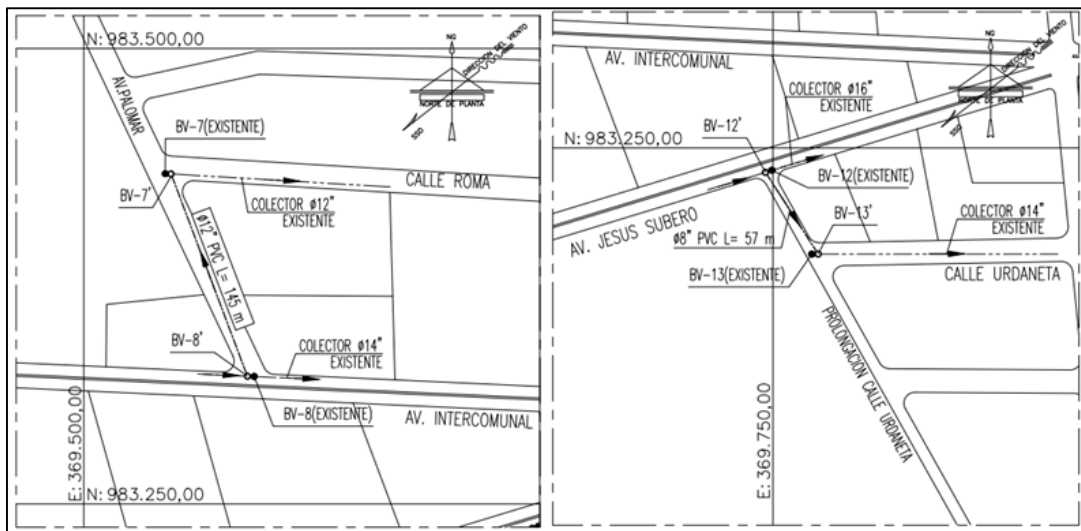


Figura 16. Plano de planta propuesta de desvío.
Fuente: Autor.

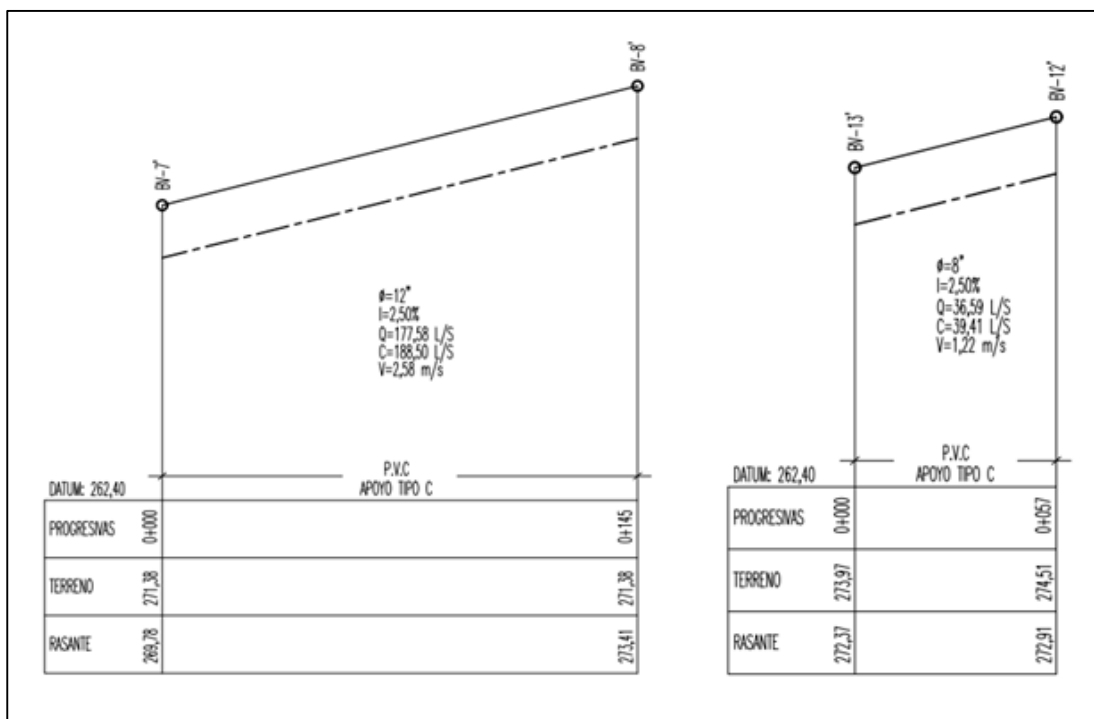


Figura 17. Perfiles de alcantarillado para propuesta de desvío.
Fuente: Autor.

Todos los planos se dibujaron en una escala de dibujo de 1:1500, y se presentan en formato ISO-A3 (doble carta) con una escala de ploteo de 1:1 salvo donde se indica

otra escala diferente. Los diseños y mejoras a implementar para ambas redes, también fueron realizadas por el “software” de AutoCAD, así como los perfiles longitudinales y planos de ingeniería de detalles de los sistemas de alcantarillado, mostrados en el anexo A de la información adjunta de este proyecto.

4.5. Presentación de los cálculos métricos, análisis de precios unitarios (A.P.U.) y presupuesto.

4.5.1. Cálculos métricos

Una vez finalizados los trazados y cálculos de los nuevos diseños, se procedió a valorar las cantidades de obras que constituyen la implementación de este proyecto de mejoras de las redes de recolección de aguas servidas de los colectores de las Av. Fernández Padilla y Av. Jesús Subero, en esta etapa, los planos previamente realizados fueron empleados para realizar las mediciones desde el archivo digital. Del mismo modo, las especificaciones correspondientes de construcción que ordenan las normas I.N.O.S. y M.S.A.S., sirvieron como referencia sobre cantidades de otros materiales no reflejados en los planos. Los cálculos se enumeraron en diferentes partidas reflejadas en planillas de medición, donde se colocaron los cálculos respectivos. Refiérase al anexo B dónde se encuentran adjuntas las planillas de cálculos métricos de cada proyecto por separado.

El procedimiento que ocupó a esta actividad, consistió en realizar mediciones de distancias y superficies mediante el comando DIM de AutoCAD, esto para cada cantidad que se deseaba conocer, según la partida que se calculaba. Para el proyecto propuesto fueron empleadas las siguientes partidas:

- Demolición de pavimento de concreto asfáltico de 20 cm de espesor.

- Excavación a mano y a máquina de zanjas y fosas para tuberías y estructuras en tierra.
- Relleno para zanjas, compactado al 95%.
- Relleno con material de préstamo (arena).
- Colocación de tubería de PVC.
- Colocación de boca de visita.
- Conexiones de drenaje.
- Obras de concreto.
- Pavimentación.

4.5.2. Análisis de Precios Unitarios (A.P.U.)

En esta fase se realizaron los análisis de precios unitarios correspondientes a cada partida necesaria para la ejecución de las propuestas, mediante el uso del “software” comercial DataLaing Maprex, a través del cual se refleja, la maquinaria, personal, herramientas y equipos a utilizar, así como su costo por unidad y su cantidad a usar en la obra. Estos análisis se detallan en el anexo C, al final de ésta investigación.

Para la determinación de estas partidas, se empleó la metodología mostrada en la norma COVENIN 2000, Obras Hidráulicas, para consecutivamente elaborar los A.P.U., que a su vez derivan en un presupuesto general de la obra a construir. Para la entrada de datos en el referido programa, se emplearon los siguientes factores, porcentajes y condiciones:

- Para la mano de obra se utilizó:
 - Prestaciones Sociales: 416 %
 - Horas laborables: 8 horas diarias.
- Impuesto al valor agregado (IVA): 16%.

- Moneda: Bolívares (Bs.)
- Porcentajes de Administración y Gastos: 15%
- Porcentaje de Utilidad: 10%.

4.5.3. Presupuesto de obra

Una vez obtenidos los A.P.U., fue elaborado el presupuesto general del proyecto, el cual arroja el valor previo del costo asociado a la obra, con el fin de conocer la factibilidad y rentabilidad, así como el monto de inversión. Para ello se empleó también el programa comercial DataLaing Maprex, el cual, mediante sus algoritmos y bases de datos (donde se incluye información muy completa acerca de diversas actividades relacionadas a la ingeniería y construcción), permite determinar la sumatoria de precios de todas las partidas resultado de los A.P.U. Finalizado el proceso de alimentación del “software”, el mismo arrojó un monto total de 915.870.332,54 Bs, que equivalen para la fecha del estudio (febrero de 2018), a **15.269,58 USD**, siendo para el tramo BV8-BV7 de **11.091,15 USD** (o 665.248.751,50 Bs, lo que representa el 72,64% del presupuesto total), y para el tramo BV12-BV13 de **4.178.41 USD** (o 250.621.581,04 Bs, lo que representa el 27.36% del presupuesto total).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se efectuó el levantamiento planialtimétrico de la zona mediante visitas en campo, encontrando que existen 15 bocas de visita distribuidas entre los colectores de las avenidas Fernández Padilla y Jesús Subero, así como en las calles paralelas, los diámetros de los colectores son de 8, 12, 14 y 16 pulgadas, con pendientes que van de 0.06% a 2.68%. El levantamiento planialtimétrico puede ser encontrado en la sección 4.1.
- Se calcularon los caudales de diseño para los colectores de las avenidas Fernández Padilla y Jesús Subero, los cuales serían necesarios para cálculos posteriores, estos pueden hallarse en la sección 4.2.
- Se realizaron los cálculos hidráulicos de los tramos existentes, para de esa manera identificar los tramos que están sobre su capacidad; también se calcularon la velocidad de los ramales a interconectar, y se ubicaron y dimensionaron las tanquillas de derivación entre las redes; estos cálculos pueden ser encontrados en la sección 4.3.
- Se realizaron los planos de detalle de la propuesta de diseño, utilizando para ello el “software” comercial Autodesk AutoCAD 2017, estos pueden ser encontrados en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**
- Se realizaron los cómputos métricos, y mediante el uso del “software” comercial DataLaing Maprex, los A.P.U. y presupuesto del proyecto; los cómputos pueden ser hallados en los anexos B y C, y el presupuesto (así como los A.P.U.) en los anexos D y E.

5.2. RECOMENDACIONES

- Las dimensiones de los planos deberán ser verificadas y ajustadas en la etapa de obra a las condiciones topográficas del sitio, por lo que se recomienda realizar un levantamiento planialtimétrico durante el proceso constructivo, para cuantificar las demoliciones y cambios en la infraestructura existente
- A pesar de que el sistema tiene una gran durabilidad y el mantenimiento es de bajo costo, es necesario proyectar un plan de mantenimiento y limpieza.
- Actualizar el presupuesto de la obra antes de ser ejecutada, debido a los posibles aumentos de la mano de obra, los beneficios sociales y factor de costo labor.
- Debido al gran impacto que implica abordar la implementación del presente proyecto, se recomienda la ejecución por etapas, con el fin de evitar incidentes relacionados a la incorporación de múltiples actividades en zonas de alto tránsito peatonal y automovilístico.

BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, FIDIAS. (2012). **El Proyecto de Investigación**. 6ta Edición. Caracas, Venezuela. Editorial Episteme.
- AROCHA, C. y SERRANO, G. (2017), **Evaluación de las redes de recolección de aguas servidas y aguas de lluvia existentes en el sector INAVI I, Cantaura, Municipio Pedro María Freites, Estado Anzoátegui**. Tesis de grado no Publicada, Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui, Extensión Cantaura, Venezuela.
- AROCHA, SIMÓN. (1977). **Abastecimiento de Agua. Teoría y Diseño**. Primera Edición. Caracas: Ediciones Vega.
- AROCHA, SIMÓN. (1983). **Cloacas y Drenajes, teoría y diseño**. Primera edición. Caracas: Ediciones Vegas.
- BOLINAGA, JUAN. (1978). **Drenaje Urbano**. Instituto Nacional de Obras Sanitarias. Caracas.
- DOROTEO, Félix. (2014). **Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano “Los Pollitos” – Ica usando los programas *WaterCAD* y *SewerCAD***. Tesis de Grado. Universidad peruana de Ciencias Aplicada UPC. Lima, Perú. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581935>
- GONZÁLEZ, L. (2002). **Metodología para diseñar y evaluar redes de distribución de agua potable (Acueductos)**. Puerto La Cruz: Ameco.

HOLLENBECK, A.; NOGAJ R. (1981). One Technique for Estimating Inflow with Surcharge Conditions. Journal (Water Pollution Control Federation).

I.N.O.S. CL-C-65 (1965). **Normas para la fabricación de tubos de concreto sin presión para cloacas y alcantarillas.** Caracas: I.N.O.S.

I.N.O.S. (1988). **Normas para el Diseño de Abastecimiento de Agua.** Caracas: I.N.O.S.

LEÓN, Ivette. (2013). **Diseño de red de distribución de aguas blancas y recolección de aguas negras, para la comunidad El Huequito, ubicada en Turgua, sector Monterola, municipio el Hatillo estado Miranda.** Tesis de Grado. Universidad de Nueva Esparta. Caracas, Venezuela.

LÓPEZ CUALLA R. A. (1995). **Elementos de diseño para acueducto y alcantarillados.** Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Santa Fe de Bogotá, Colombia.

M.A.R.N.R. (Ministerio del Ambiente y de Recursos Naturales Renovables) (1999). Caracas, Venezuela.

MARTÍNEZ, JHONATAN. (2009). **Proyecto de colector de 24” para el desvío de aguas servidas en la Av. Fernández Padilla.** Alcaldía Bolivariana de Guanipa.

MIJARES, GUSTAVO (1983). **Abastecimientos De Aguas Y Alcantarillados.** Tercera Edición. Ediciones Vega, Caracas, Venezuela.

M.S.A.S.D.U. (Ministerios de Sanidad y Asistencia Social y del Desarrollo Urbano)
(1989). **Gaceta Oficial de la República De Venezuela**. Número 4.103,
Extraordinario, Caracas: M.S.A.S.D.U.

M.S.A.S.D.U. (Ministerios de Sanidad y Asistencia Social y del Desarrollo Urbano)
(1988). **Gaceta Oficial de la República De Venezuela**. Número 4.044,
Extraordinario, Caracas: M.S.A.S.D.U.

RIVAS G. (1983). **Abastecimiento de aguas y alcantarillados**. Tercera Edición.
Caracas: Ediciones Vega.

URBÁEZ, A. (2017). **Evaluación del sistema de recolección de aguas servidas en la comunidad el Aceital del Yabo, Municipio Independencia, Estado Anzoátegui**. Tesis de grado no Publicada Universidad de Oriente, Núcleo Anzoátegui, Extensión Cantaura, Venezuela.

HOJAS DE METADATOS

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

Título	“Propuesta de Desvío de Aguas Servidas de los Colectores de Av. Fernández Padilla y Av. Jesús Subero entre los Municipios San José de Guanipa y Simón Rodríguez, Estado Anzoátegui”
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Arriojas Bolívar Marianny Elena	CVLAC	25.879.683
	e-mail	mariannyarriojasb@gmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

ANÁLISIS HIDRÁULICO
CÁLCULO DE REDES
ALCANTARILLADO
PROPUESTA
HIDRÁULICA

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

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Civil

Resumen (abstract):

En ocasiones, la necesidad de servicios sanitarios puede convertirse en un problema de importancia cuando no se maneja de forma adecuada, tal es el caso de las redes sanitarias de la intersección entre la Av. Jesús Subero y la Av. Fernández Padilla, las cuales han presentado graves problemas ocasionando malestar a sus habitantes, es por ello, que en este proyecto se propone una solución que evite, de manera viable y eficiente, estas molestias en la comunidad. La investigación es de campo, con un nivel descriptivo; destaca la ejecución de actividades en campo y elaboración de cómputos métricos, presupuestos y representaciones gráficas pertinentes. Para el sustento de los cálculos en este estudio se emplearon los criterios de las normas sanitarias venezolanas y programas como Autodesk AutoCAD y DataLaing Maprex. Finalmente se muestran las conclusiones y resultados obtenidos de esta investigación.

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

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail										
MSc. Jhonatan Martínez	ROL	CA		AS	X	TU		JU			
		x									
	CVLAC	V-15.376.400									
	e-mail	ingmartinezgj@gmail.com									
	e-mail										
Ing. Daniel Cabrera	ROL	CA		AS		TU		JU			
		x									
	CVLAC	V-17.421.606									
	e-mail	danielcabrera@udo.edu.com									
	e-mail										
Ing. Anabel González	ROL	CA		AS		TU		JU			
		x									
	CVLAC	V-16.573.233									
	e-mail	gonzalez85anabel@gmail.com									
	e-mail										

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2021	07	22

Lenguaje: SPA

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

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
PG-ArriojasMarianny.docx	Aplication/word

Alcance:

Espacial: UNIVERSAL

Temporal: TEMPORAL

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero Civil

Nivel Asociado con el Trabajo: Pregrado

Área de Estudio:

Educación Mención Ingeniería

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.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

RECIBIDO POR *[Firma]*
FECHA 5/8/09 HORA 5:30

Cordialmente,
[Firma]
JUAN A. BOLANOS CUNPEL
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 grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Concejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Concejo Universitario, para su autorización”.

Marianny Elena Arriojas Bolívar

AUTOR

MSc. Jhonatan Martínez

TUTOR