

DISEÑO IMPLEMENTADO CON HERRAMIENTAS TECNOLÓGICA DE LAS
REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO SANITARIO DEL
ASENTAMIENTO JOSE BERNAL MUNICIPIO DE CUCUTA NORTE DE
SANTANDER.



DIEGO IVÁN SÁNCHEZ TAPIERO

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
PROGRAMA INGENIERIA CIVIL
PAMPLONA, NORTE DE SANTANDER

2017

DISEÑO IMPLEMENTADO CON HERRAMIENTAS TECNOLÓGICA DE LAS
REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO SANITARIO DEL
ASENTAMIENTO JOSE BERNAL MUNICIPIO DE CUCUTA NORTE DE
SANTANDER.

Autor:

Diego Iván Sánchez Tapiero

Cod. 1.121.923.574

Trabajo de investigación presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero civil

Director:

M.Sc. Julio Issac Maldonado M

Codirector:

Geol. Janer Rafael Cantillo Romero

Universidad de Pamplona

Facultad de Ingenierías y Arquitectura

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental

Programa Ingeniería Civil

Pamplona

2017

DEDICATORIA

A Dios, por el don de la vida, la sabiduría y por brindarme la oportunidad de crecer cada día como persona.

A mi madre Ana Tapiero Montiel, por su apoyo incondicional, por ser mi motivación cada día, por cada momento en los que sentí desfallecer y hay estaba con sus palabras que me levantaban y me permitía seguir cumpliendo con este gran sueño.

A mi padre, Iván Fernando Sánchez Riaño, por ser mi ejemplo a seguir, por sus consejos, por enseñarme que los sueños se consiguen luchando cada día más por ellos y por mostrarme que la distancia no es una barrera para estar con sus seres queridos.

A mis hermanos, por creer en mí, por depositar toda su confianza y por estar en los momentos más importantes de mi vida. Este logro también es de ustedes.

A mi novia, Gheidy Daniela García, por su apoyo incondicional y por acompañarme siempre en los malos y buenos momentos en este duro camino del éxito. Simplemente gracias.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, doy gracias a Dios por haberme permitido tener tan enriquecedora experiencia en mi vida y obtener tan maravilloso logro.

Gracias a la universidad de pamplona por permitirme convertirme en un profesional en lo que tanto me apasiona.

Al Msc. Julio Isaac Maldonado director de mi proyecto, por el conocimiento y colaboración ofrecida en la elaboración de este documento desde el inicio hasta el final, por ser mi guía.

A la empresa Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P., por su entera disposición e interés al momento de exponer la temática y enfoque del proyecto, por la experiencia que cada día me hizo más fuerte para la culminación de este proceso.

RESUMEN

En el presente trabajo de grado se realizó el diseño de la red de acueducto y alcantarillado del asentamiento José Bernal de la ciudad de Cúcuta Norte de Santander, con el fin de disminuir la brecha en acceso al agua potable y saneamiento básico, se realizó la entrega de planos de diseños para la construcción del mismo. El proyecto se encuentra dividido en cinco fases: levantamiento topográfico, diseño de la red de acueducto, diseño del alcantarillado, montaje de las redes al sistema de información geográfica y presupuesto total de la obra. El agua que alimentara la red de acueducto, proviene de la planta de tratamiento del Carmen de Tonchala tomándola del río Zulia; llega al asentamiento a través de una red matriz con una tubería de 12” a una válvula reductora de presión, encargada de disminuir la altura estática con la que llega el fluido y se suministrar a la red interna. En el diseño de la red de alcantarillado el diámetro mínimo de las tuberías a instalar es de 8” como lo estipula la normativa colombiana, con las que se transportar las aguas residuales a dos puntos de entrega, el primero a un colector proyectado a futuro que recogerá las aguas de Crespín duran, Scalabrines y José Bernal y la trasportara hasta la futura planta de tratamiento de quebrada seca, y la segunda descarga, es a un colector construido que pasa por Cormoranes llevando las aguas residuales hasta la planta. Luego de obtener los diseños, las redes se exportan a ArcGIS para hacer el debido proceso de georreferenciación en el catastro de redes, que servirá como consulta rápida, ya que cuenta con toda la información importante de los diseños. Por último, se presenta el costo total de obra para la red de acueducto y alcantarillado.

ABSTRACT

In this present work of degree the design of the aqueduct and sewerage network of the José Bernal settlement of the city of Cúcuta Norte de Santander was carried out, to reduce the gap in access to drinking water and basic sanitation, delivering the plans of the ready designs for the construction of the same, the project is divided into five phases: topographic survey, design of the aqueduct network, design of the sewerage, assembly of the networks to the geographic information system and total budget. The water that feeds the network comes from the treatment silver of the Carmen de Tonchala that takes the water from the Zulia river, arriving in a 12 “pipeline to a pressure reducing valve, which is in charge of diminishing the force with which the fluid arrives and supply it within the network. In the sewage design most of the diameters of the pipes to be installed are 8 “, which transport to two delivery points, the first to a future projected collector that will collect the waters of Crepin Duran, Scalabrines and José Bernal and the transported to the future treatment plant dry creek and a second discharge to a built collector that passes through Cormoranes that carries wastewater to the plant. After obtaining the designs, the networks are exported to Arcgis to do the due process of georeferencing that will serve as a quick reference, since it has all the important information of the designs, where finally the total cost of the work is shown for the aqueduct and sewerage network.

Índice General

INTRODUCCIÓN	13
1 ASPECTOS PRELIMINARES.....	14
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1.1 Descripción del Problema.....	14
1.1.2 Formulación del Problema.....	15
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	15
1.3 OBJETIVOS.....	16
1.3.1 Objetivo General.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	17
1.4.1 Alcances.....	17
1.4.2 Limitaciones	17
2 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	18
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	18
2.2 CLIMA	19
2.3 PRECIPITACIÓN	20
2.4 GEOLOGÍA REGIONAL	20
3 MARCO REFERENCIAL.....	22
3.1 MARCO TEÓRICO	22
3.1.1 El Agua Como Servicios Públicos.	27
3.1.2 Agua Potable y Saneamiento Básico en Colombia.	27
3.1.3 Sistema de Acueducto.	28
3.1.4 La Red De Distribución.....	29
3.1.5 Alcantarillado Sanitario.....	30
3.1.6 Epanet.....	31

3.1.7	SWMM (Storm Water Management Model)	32
3.1.8	Sistema de Información Geográfica (SIG)	33
3.2	MARCO LEGAL	35
3.2.1	Resolución No. 0330 de 8 de junio de 2017.....	36
3.2.2	Decreto 229 del 11 de febrero de 2002.....	37
4	METODOLOGÍA	39
4.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	39
4.2	POBLACIÓN	39
4.3	POBLACIÓN Y DOTACIÓN NETA DE DISEÑO	39
4.3.1	Calculo de la población de Diseño:	40
4.3.2	Dotación neta de consumo.....	40
4.4	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	41
4.4.1	Levantamiento Topográfico.	41
4.4.2	Diseño de la Red de Distribución de Acueducto.....	42
4.4.2.1	<i>Estado Actual Del Sistema de Acueducto.</i>	42
4.4.2.2	<i>Fuente de Abastecimiento del Sistema de Acueducto.</i>	43
4.4.2.3	<i>Dotación Bruta.</i>	45
4.4.2.4	<i>Caudal Medio Diario.</i>	45
4.4.2.5	<i>Caudal Máximo Diario.</i>	46
4.4.2.6	<i>Caudal Máximo Horario.</i>	46
4.4.2.7	<i>Estimación de la Demanda.</i>	47
4.4.2.8	<i>Demanda Base en la Red De Distribución.</i>	47
4.4.2.9	<i>Trazado de la Red.</i>	48
4.4.2.10	<i>Simulación de la red en EPANET.</i>	48
4.4.2.11	<i>Cálculo de la Válvula Reductora de Presión.</i>	55
4.4.3	Diseño de la red de alcantarillado sanitario.....	56

4.4.3.1	<i>Trazado de la red.</i>	58
4.4.3.2	<i>Calculo del Caudal del Diseño.</i>	58
4.4.3.4	<i>Chequeo de la Red de Alcantarillado con SWMM</i>	68
4.4.4	Implementación del Sistema de Información Geográfica (ArcGIS).	70
4.4.5	Análisis Presupuestal de las Redes de Acueducto y Alcantarillado.	71
5	RESULTADOS Y ANÁLISIS	72
5.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	72
5.2	DISEÑO DE LA RED DE ACUEDUCTO.....	74
5.3	DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO	88
5.4	GEORREFERENCIACIÓN DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ARCGIS.....	97
5.5	ANÁLISIS PRESUPUESTAL DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO.....	101
6	CONCLUSIONES	109
7	RECOMENDACIONES	111
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
	Anexos	116

Lista de tablas

Tabla 1. Cálculo de población y densidad de diseño del asentamiento.	40
Tabla 2.. Diámetro de la válvula reductora de presión.	55
Tabla 3 Consideraciones iniciales.	60
Tabla 4. Relaciones Hidráulicas.....	64
Tabla 5. Cálculo del caudal de diseño.....	76
Tabla 6. Presupuesto total de la red de acueducto del asentamiento José Bernal.	104
Tabla 7. Presupuesto total de la red de alcantarillado Asentamiento José Bernal. ...	106
Tabla 8. Presupuesto total de la red de alcantarillado urbanización Villa Sara.	108

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Localización geografía de la zona de estudio	18
Ilustración 2 Grafico Anual de Temperatura (Cúcuta).	19
Ilustración 3 Grafico Anual de Brillo Solar (Cúcuta).	19
Ilustración 4 Grafico Anual de Lluvias (Cúcuta).	20
Ilustración 5. Dotación Neta Máxima por Habitante	40
Ilustración 6. Pilas públicas en la zona de estudio.	42
Ilustración 7. Áreas de servicio acueducto Cúcuta.	43
Ilustración 8. Cierre de la red matriz total del sector.	44
Ilustración 9. Datos iniciales opciones hidráulicas.	49
Ilustración 10. Datos iniciales opciones de tiempo.	49
Ilustración 11. Curva de consumo integral	50
Ilustración 12. Parámetros de los nodos.	50
Ilustración 13. Parámetros de las tuberías de la Red.	51
Ilustración 14. Valores del Coeficiente de pérdidas.	52
Ilustración 15. Parámetros iniciales de la VRP.	53
Ilustración 16. Nodos de hidrantes en la Red.	54
Ilustración 17. Puntos de entrega Aguas Residuales.	57
Ilustración 18. Hoja electrónica de cálculo (caudal de diseño).	61
Ilustración 19. Diámetro interno de las tuberías.	62
Ilustración 20 Grafica para Determinar la Caída en el Pozo (Hw).	66
Ilustración 21. Hoja de Cálculo Electrónica.	67
Ilustración 22. Hoja de Cálculo Electrónica (Continuación).	67
Ilustración 23. Datos iniciales Opciones Hidráulicas	68
Ilustración 24. Datos de los nodos del sistema	69
Ilustración 25. Datos de las tuberías del sistema.	69
Ilustración 26. Datos de los vertidos del sistema	70
Ilustración 27. Plano topográfico del Asentamiento José Bernal	73
Ilustración 28. Simulación de la red matriz	74

Ilustración 29. Trazado inicial de la red de distribución.	75
Ilustración 30. Áreas de Influencia para la demanda base	76
Ilustración 31 Diámetros finales de la red.....	78
Ilustración 32. Gráfico de contorno de presiones periodo estático (QMH).	79
Ilustración 33. Gráfico de contorno de presiones, periodo extendido (Qmd).	80
Ilustración 34. Disposición de Hidrantes en la Red.	81
Ilustración 35. Gráfico de contorno de presiones, periodo extendido con Hidrantes.	82
Ilustración 36. Velocidades en las tuberías de la red	83
Ilustración 37. Balances de Caudales en la Red periodo extendido.....	84
Ilustración 38. Cálculo de la Válvula reductora de Presión	84
Ilustración 39. Diseño final de la VRP (Planta).	85
Ilustración 40. Diseño final de la VRP (Corte A-A perfil).	86
Ilustración 41. Detalles de los Accesorios de acueducto.	86
Ilustración 42. Planta de la Red de Acueducto José Bernal.	87
Ilustración 43. Trazado de la red de alcantarillado.	88
Ilustración 44. Hoja electrónica de cálculo (caudal de diseño).....	89
Ilustración 45. Hoja de Cálculo Electrónica (Parte A).....	92
Ilustración 46. Hoja de Cálculo Electrónica (Parte B).....	92
Ilustración 47. Resultados del diseño final de colectores.	93
Ilustración 48. Resultados del diseño final de los pozos.....	94
Ilustración 49. Montaje de la Red en Swmm.	94
Ilustración 50. Chequeo del colector principal del alcantarillado en Swmm.....	95
Ilustración 51. Planta de la red de alcantarillado.	96
Ilustración 52. Montaje del diseño de alcantarillado a ArcGIS.	97
Ilustración 53. Montaje de la red de acueducto a ArcGIS	97
Ilustración 54. Tabla de atributos tubería de alcantarillado (ArcGIS).	98
Ilustración 55. Tabla de atributos accesorios de acueducto (ArcGIS).	98
Ilustración 56. Consulta de los accesorios de la red en ArcGIS	99
Ilustración 57. Consulta de la tubería de la red de alcantarillado en ArcGIS	100
Ilustración 58. Análisis de precios unitarios.	101

INTRODUCCIÓN

Cualquier asentamiento humano por pequeño que sea, necesita disponer de un sistema de aprovisionamiento de agua y alcantarillado, indispensable para tener una calidad de vida que satisfaga sus necesidades vitales; además de evitar una problemática ambiental, sanitaria y de salubridad que traería consecuencias muy complicadas especialmente a la población infantil, al presentar enfermedades crónicas y en ocasiones la muerte. (Jurado, 2017)

El crecimiento demográfico acelerado de la ciudad de San José de Cúcuta ha conllevado a que familias convergen a nuevos asentamientos como lo es José Bernal, enfrentando la cruda realidad de no contar con el derecho al agua potable y el servicio de alcantarillado, siendo vitales para el mejoramiento de la calidad de vida.

Dicho asentamiento, actualmente no cuenta con servicios de acueducto y alcantarillado, el suministro de agua potable lo hacen a través de pila pública, según el numeral 3.27 del artículo 3 del derecho 229 de 2002, refiere, (JURÍDICA, 2016) este servicio es de carácter provisional para el abastecimiento colectivo y requiere de una instalación de punto único de almacenamiento de agua, el cual es abastecido por liquito de calidad y continuidad para la comunidad. Por otra parte, las aguas negras son desechadas de cada una de las viviendas a través de tubería provisionales, arrojándolas a drenajes pequeños que delimitan el asentamiento, convirtiendo esto en un problema de salud pública que puede traer consecuencias graves, como enfermedad crónica y aumento de la mortandad infantil.

Es por esto que en el presente proyecto se da a conocer el diseño del sistema de acueducto y alcantarillado del asentamiento José Bernal, que beneficiara a toda la comunidad, con el objetivo de mejorar la calidad de vida en pro de la salud pública.

1 ASPECTOS PRELIMINARES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Descripción del Problema

El ser humano tiene necesidades básicas que deben ser solucionadas para subsistir en su diario común. En los municipios la carencia de agua es sinónimo de pobreza, trae consigo problemas en la salud y conflictos entre los habitantes, lo que conlleva a una baja calidad de vida. Como lo establece La Corte Constitucional en las sentencias T-578 de 1992, T- 140 de 1994 y T- 207 de 1995 en las que manifestó: (COLOMBIANA, 2017).

“el agua constituye fuente de vida y la falta del servicio atenta directamente con el derecho fundamental a la vida de las personas. Así pues, el servicio público domiciliario de acueducto y alcantarillado en tanto que afecte la vida de las personas, salubridad pública o salud, es un derecho constitucional fundamental y como tal debe ser objeto de protección a través de la acción de tutela”.

Teniendo en cuenta que el abastecimiento de agua potable y servicio de saneamiento básico es un derecho vital que tiene la población colombiana, surge la necesidad de realizar el diseño de la red de distribución de acueducto y alcantarillado sanitario del asentamiento José Bernal de la ciudad de Cúcuta. La comunidad beneficiaria del proyecto pertenece a un sector de bajos recursos la cual se ve afectada por falta de evacuación y manejo de aguas residuales, puesto que no se ha dado la debida legalización de terrenos y nombramiento por parte de la alcaldía.

1.1.2 Formulación del Problema

¿Cómo diseñar el alcantarillado sanitario y la red de distribución de agua potable más adecuada y eficiente en el Asentamiento José Bernal, cumpliendo con las especificaciones técnicas del RAS, que beneficie a la comunidad y reduzca la brecha en acceso y calidad al agua potable y saneamiento básico?

1.2 JUSTIFICACIÓN

Las grandes ciudades de Colombia en su mayoría presentan que sus pobladores sufren por el abastecimiento de agua potable y saneamiento básico, esto se debe a diferentes factores, como lo son, el crecimiento de la población, deterioros de los materiales y el mal uso de las instalaciones, provocando con frecuencia la modificación o implementación de nuevas redes de distribución en comunidades en las que el servicio de agua potable se ha visto precario.

La comunidad del asentamiento José Bernal no cuenta con una red distribución de agua potable y alcantarillado debido al crecimiento demográfico descontrolado, “los asentamientos en Cúcuta son una de las problemáticas más grandes de la ciudad por la proliferación de las mismas, donde familias colombianas y venezolanas, están llegando a ocupar predios ilegales (...)” (Caracol Radio, 2017), los cuales carecen de líneas de suministro de acueducto y alcantarillado.

Por tal motivo, se realizará el diseño del sistema de acueducto y alcantarillado en el asentamiento José Bernal de la ciudad de Cúcuta que contempla el estudio hidráulico detallado aplicando los conocimientos de la ingeniería civil y la normatividad vigente de Colombia en diseños de redes de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico, el cual estará direccionado al fortalecimiento y solución de problemas reduciendo las brechas en acceso y calidad de agua potable.

El uso del reglamento de agua potable y saneamiento básico RAS2000, es de gran apoyo para la ejecución del proyecto, por lo que se refiere a los aspectos y requisitos necesarios en la construcción y diseño de la red de suministro, de igual forma ayuda en el

enriquecimiento personal y profesional puesto que da solución a la problemática que carece la comunidad del asentamiento José Bernal. (ACUEDUCTO, 2000)

Por otra parte, se busca también realizar un gran aporte a la universidad y al programa, debido a la participación del estudiante en el área de “Estudio y Diseño de Sistemas de Distribución de Agua y Saneamiento Básico”, generando reconocimiento por parte de la empresa “Aguas Kpital S.A E.S.P” a la comunidad estudiantil. En el ámbito personal, genera contribuciones en cuanto al aprendizaje de conocimientos, experiencia y saberes profesionales en el cumplimiento de proyectos ingenieriles.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Diseñar la red de distribución de acueducto y alcantarillado sanitario en el asentamiento José Bernal de Cúcuta, implementando herramientas tecnológicas, para disminuir la brecha en acceso y calidad al agua potable y saneamiento básico.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento topográfico en el Asentamiento José Bernal de Cúcuta, para el trazado de las redes de distribución.
- Establecer parámetros de diseño para las redes de distribución según el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).
- Diseñar la red de distribución de acueducto empleando sistemas de información geográfica y Epanet.
- Diseñar la red de alcantarillado sanitario utilizando sistemas de información geográfica y hoja electrónica de cálculo.
- Elaborar un análisis presupuestal del diseño de la red de distribución de acueducto y alcantarillado.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.4.1 Alcances.

Elaborar el diseño de la red de acueducto y alcantarillado sanitario que garantice la disminución de la brecha en acceso de calidad al agua potable y saneamiento básico en el asentamiento José Bernal de Cúcuta.

Obtención del costo total mediante la elaboración de presupuesto y cantidades de obra del diseño de las redes.

Elaboración de planos (planta, perfil y detalles) del diseño de las redes de acueducto y alcantarillado sanitario.

1.4.2 Limitaciones

El proyecto comprende la fase de pre-inversión del ciclo de vida del mismo, identificando principalmente el problema, en nuestro caso disminuir la brecha de acceso de calidad al agua potable y saneamiento básico mediante el análisis y diseño del sistema de acueducto y alcantarillado sanitario que beneficie la población de la zona de estudio; especificando todos los parámetros importantes para la futura construcción por parte de la comunidad bajo la supervisión de la empresa prestadora del servicio Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P. Los softwares implementados en los diseños de las redes, cuentan con licencia original o son de uso libre. AutoCAD y AutoCAD Civil 3D versión 2007, cuentan con licencia original y fueron suministrada por la empresa, ArcGIS versión 10.1 tiene licencia y fue otorgada por la Universidad de Pamplona, en cambio EPANET Y SWMM son de uso libre.

2 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El asentamiento humano de José Bernal se encuentra ubicado al noroccidente de la ciudad de Cúcuta, enmarcado en las coordenadas $7^{\circ}55'56.89''$ latitud Norte y $72^{\circ}31'43.30''$ longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, a una altura promedio de 275 msnm.

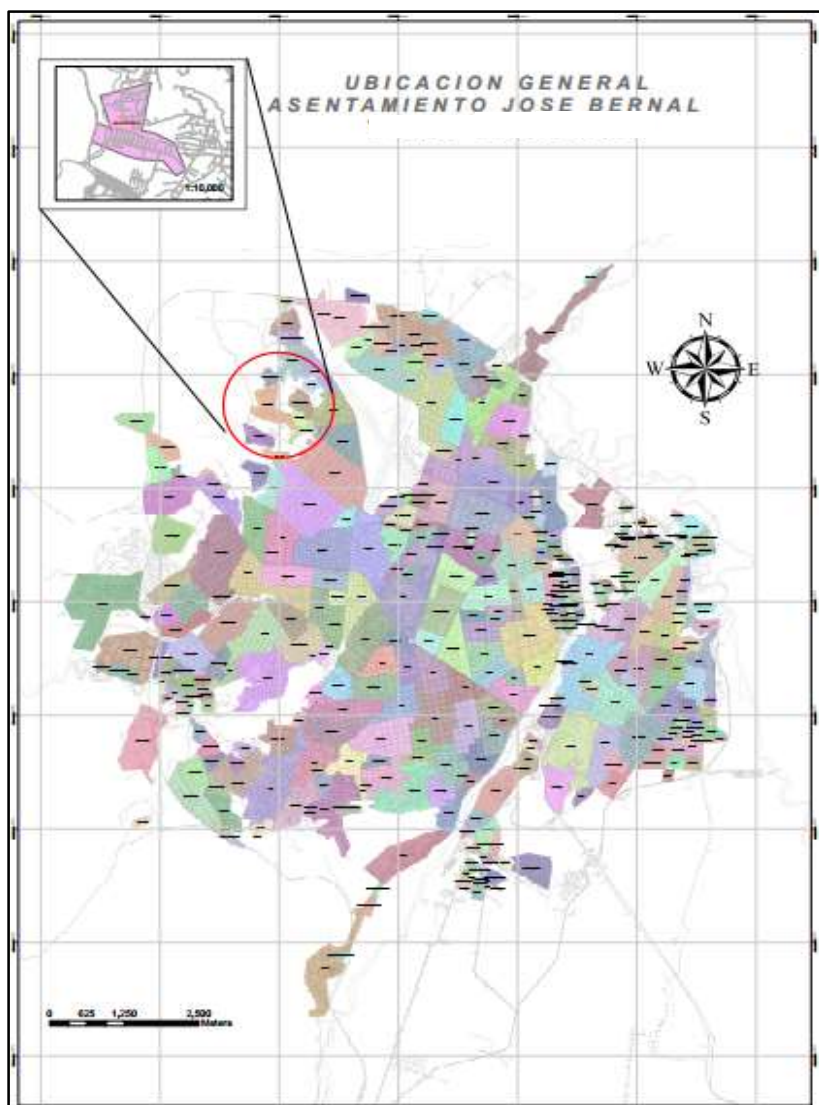


Ilustración 1. Localización geográfica de la zona de estudio
Fuente: ArcGIS (Cartografía Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S. P)

2.2 CLIMA

El clima de la ciudad de Cúcuta es cálido muy seco, con una temperatura media anual de 25.5 °C, la temperatura máxima oscila entre 30 y 33 °C; en horas de la madrugada la temperatura mínima está entre 21 y 24 °C. En la ciudad el sol brilla cerca de 6 horas diarias durante la mayor parte del año, siendo los primeros meses del año los más lluviosos donde la insolación baja a 4 horas diarias por día.

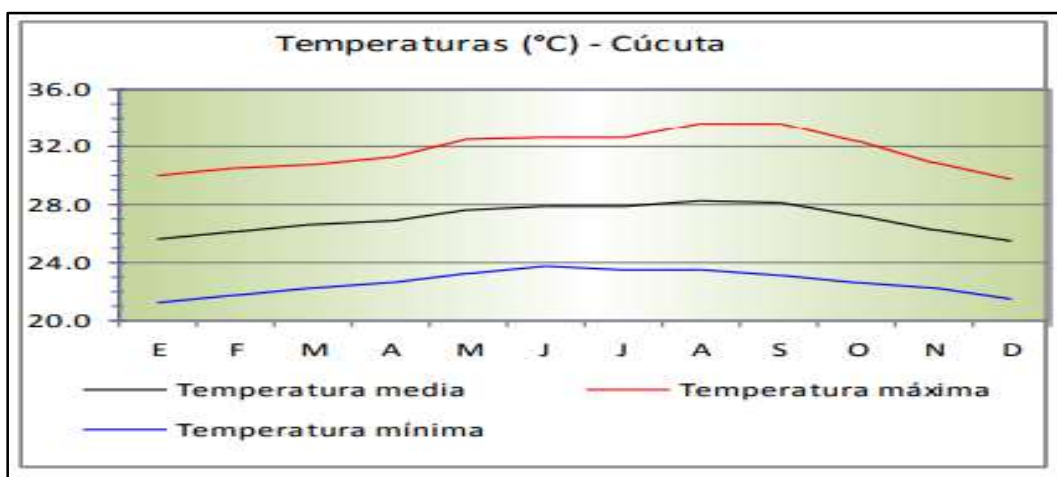


Ilustración 2 Grafico Anual de Temperatura (Cúcuta).

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

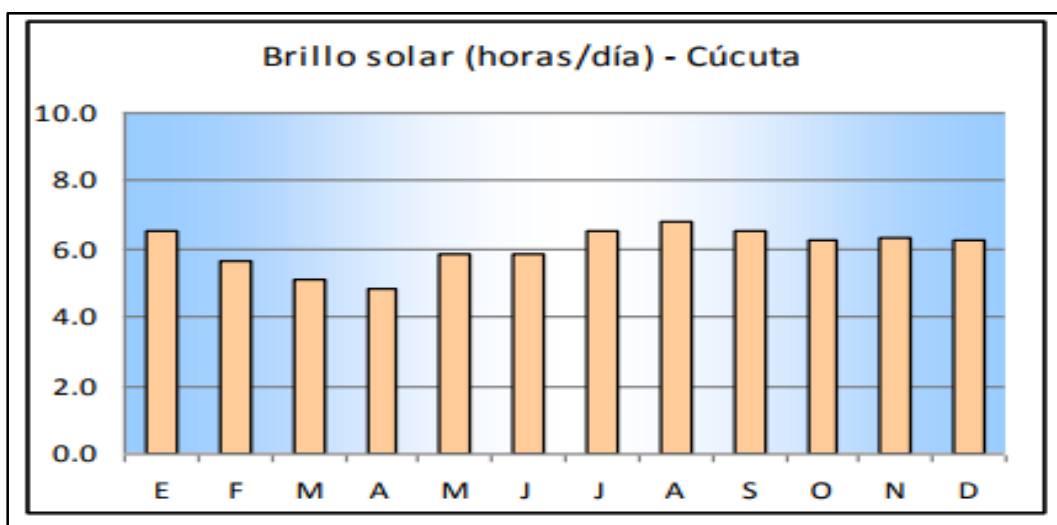


Ilustración 3 Grafico Anual de Brillo Solar (Cúcuta).

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

2.3 PRECIPITACIÓN

El promedio de lluvia total anual en la ciudad de Cúcuta es de 878mm, presentándose dos temporadas de lluvias durante el año y una temporada seca. Los meses de enero, febrero, junio, julio y agosto son predominantemente secos. Las temporadas de lluvia se extienden desde finales marzo hasta principios de junio y desde finales del mes de septiembre hasta las primeras semanas del mes de diciembre. En los meses secos llueve alrededor de 5 días/mes; en los meses de mayores lluvias de segundo semestre puede llover entre 16 y 19 días/mes, como se puede apreciar en la siguiente ilustración.

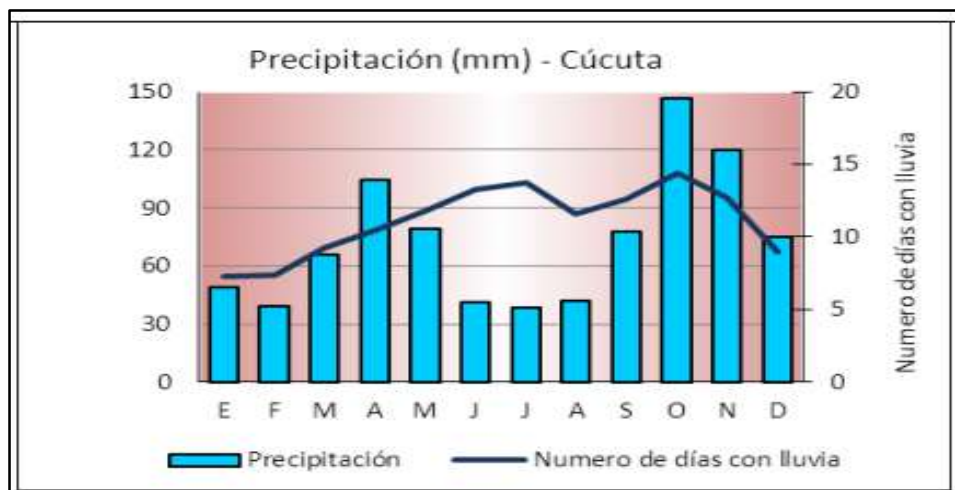


Ilustración 4 Grafico Anual de Lluvias (Cúcuta).

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

2.4 GEOLOGÍA REGIONAL

En el departamento de Norte de Santander en el municipio de Cúcuta, se encuentran depósitos aluviales y sedimentitas continentales, estos depósitos aluviales, limos, arenas y gravas, ocupan las cuencas bajas de los ríos Zulia, Pamplonita, Táchira y Guaramito, depósitos que corresponden al Cuaternario, originados a partir de procesos geológicos externos. Así mismo las sedimentitas corresponden a formaciones de edad Cretáceo y Terciario. (COLOMBIA, 2011)

En Cúcuta los recursos minerales, aspectos que forman parte de la geología económica están referidos a la explotación del carbón (Sectores Tasajero y San Pedro dentro de las áreas

más relevantes), la explotación de la arcilla para la fabricación de ladrillo, teja, cerámica y productos derivados, y la extracción dentro y fuera de perímetro urbano de material de arrastre (gravas, arenas, y cantos) de los ríos Pamplonita, Táchira y Zulia.

La secuencia que aflora en la superficie del municipio de Cúcuta, está compuesta por rocas sedimentarias del Mesozoico, Cenozoico y Cuaternario. Las rocas del mesozoico se encuentran presentes en el área que corresponden al Cretáceo superior, en las cuales afloran las rocas de edad Coniaciano, es posible encontrarlas en el núcleo del anticlinal volcado de tasajero, al norte de la ciudad de Cúcuta.

Las rocas del Cenozoico en formación geológica presentes en el área de la ciudad de Cúcuta corresponden al Terciario, en las cuales se pueden encontrar que afloran las paleoceno o Eoceno, que son rocas ricas en carbonato cálcico relacionadas con la actividad biológica propia de los mares tropicales, originadas por la sedimentación marina de aguas poco profundas. Mientras que los depósitos Cuaternarios más recientes que se distribuyen a lo largo de los valles de los ríos Pamplonita, Zulia y Táchira, y aquellos que se encuentran en las terrazas levantadas por el tectónismo, en las que se pueden diferenciar los Cuaternario Terraza (Qt), Cuaternario Aluvial (Qal) y Cuaternario (Qcr). Estos depósitos están ubicados en la planicie del peaje, al frente de San Pedro, donde el valle se amplía dando paso extensos depósitos de terrazas, provocados por la acción dinámica del río, descargando gradualmente y dejando acumulados, grandes depósitos de material de arrastre. (COLOMBIA, 2011)

3 MARCO REFERENCIAL

3.1 MARCO TEÓRICO

El cuerpo humano se constituye por el 70 % agua, por consiguiente, es un recurso vital para la sociedad. El acceso al suministro de agua potable de calidad para el consumo humano es necesario para evitar enfermedades como el cólera y la diarrea, una de las formas en las que se abastece de agua potable a toda una comunidad es el acueducto.

La importancia del agua potable. Según un aporte dado por el Comité de Derechos Económicos, Culturales y Sociales, de las Naciones Unidas en Ginebra, 27 de noviembre de 2002, El agua es fundamental para la vida y la salud. La realización del derecho humano a disponer de agua es imprescindible para llevar una vida saludable, que respete la dignidad humana. Es un requisito para la realización de todos los demás derechos humanos (salud o. m., 2002)

Con esas palabras se adoptó la medida sin precedentes de aprobar una «observación general» sobre el agua como derecho humano, considerándose una interpretación de las disposiciones del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Los 145 países que han ratificado el Pacto tendrán que velar por que la población entera tenga progresivamente acceso a agua potable y a instalaciones de saneamiento, de forma equitativa y sin discriminación.

En el pasado decenio progresaron lentamente los esfuerzos desplegados para proporcionar «mejor agua de bebida» (lo que a veces significa tan solo una fuente o un pozo protegido a media hora de camino) a los 1100 millones de personas que se calcula que no tienen acceso a ella. También han sido lentos los progresos en materia de saneamiento, y alrededor de 2400 millones de personas siguen sin tener acceso siquiera a letrinas en condiciones higiénicas.

Se exigirá a los países que “respeten, protejan y atiendan” el derecho de las personas a disponer de agua potable y saneamiento. Se trata de un importante impulso a los esfuerzos

que se despliegan para alcanzar el Objetivo de Desarrollo del Milenio de que para 2015 se haya reducido a la mitad el número de personas sin acceso a agua y saneamiento, dos requisitos indispensables para la salud», señaló la Directora General de la OMS, Dra. Gro Harlem Brundtland.

En la observación general se declara que, en virtud del derecho humano a disponer de agua, todas las personas deben tener agua suficiente, asequible, accesible, segura y aceptable para usos personales y domésticos. Se exige que los países adopten estrategias y planes de acción nacionales que les permitan «aproximarse de forma rápida y eficaz a la realización total del derecho a tener agua. Esas estrategias deben basarse en la legislación y los principios relativos a los derechos humanos, tienen que abarcar todos los aspectos del derecho al agua y las correspondientes obligaciones de los países, definir objetivos claros, fijar objetivos o metas que habrá que alcanzar y el plazo para su logro, y formular políticas adecuadas y los indicadores correspondientes.

La importancia de la observación general radica asimismo en que proporciona a la sociedad civil un instrumento que responsabiliza a los gobiernos de la garantía del acceso equitativo al agua. También proporciona un marco para prestar ayuda a los gobiernos en la formulación de políticas y estrategias eficaces que produzcan beneficios reales para la salud y la sociedad. Un aspecto importante de su valor es que sitúa en primer plano a las personas más perjudicadas, en particular los pobres y los vulnerables, y centra en ellos las actividades.

El agua y el saneamiento inadecuados son causas principales de enfermedades tales como el paludismo, el cólera, la disentería, la esquistosomiasis, la hepatitis infecciosa y la diarrea, que están asociadas a 3400 millones de defunciones cada año. El agua y el saneamiento inadecuados son también una causa principal de la pobreza y de las diferencias cada vez mayores entre ricos y pobres. La observación general estipula asimismo que el agua, como la salud, es un elemento esencial para lograr la realización de otros derechos humanos, especialmente los derechos de recibir alimentos y nutrición, vivienda y educación (salud o. m., 2002).

En reconocimiento de la importancia de los determinantes ambientales de la salud, la Organización Mundial de la Salud ha lanzado recientemente la iniciativa Ambientes Saludables para los Niños. La OMS está reuniendo una alianza de órganos públicos y privados, junto con organizaciones no gubernamentales, en apoyo de las actividades de base comunitaria que se llevan a cabo para hacer frente a los principales factores de riesgo ambientales que amenazan a los niños.

Se calcula que casi un tercio de la carga mundial de morbilidad (para todas las edades) puede atribuirse a los factores de riesgo ambientales. Más del 40% de esa carga recae en los niños menores de cinco años de edad, que, sin embargo, sólo constituyen alrededor del 10% de la población del mundo. Por consiguiente, este aspecto es una prioridad urgente para la labor de la OMS. El hecho de que el agua se considere ahora un derecho humano básico proporcionará a los miembros de la Alianza un instrumento eficaz para lograr que se produzca un cambio real a nivel de país, agregó la Dra. Brundtland.

Según el Dr. Lee Jong-wook, Director General:

“El agua potable y el saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública, lo que significa que en cuanto se pueda garantizar el acceso al agua salubre y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades.” (salud o. m., 2004)

Sin embargo, miles de millones de personas siguen sin disfrutar de estos derechos fundamentales. El derecho al agua y al saneamiento básico exige que estos servicios estén disponibles y sean accesibles, seguros, aceptables y asequibles para todos los seres humanos, sin discriminación. Estos elementos están claramente relacionados entre sí. Si bien es posible, en teoría, garantizar el acceso al agua, la realidad es que resulta demasiado costoso y, en consecuencia, las personas no pueden acceder a este servicio. En general, las mujeres no utilizan instalaciones sanitarias que no se encuentran en buenas condiciones o no están separadas por género. El hecho de tener un grifo que suministra agua no potable, no significa

un mayor acceso a dichos derechos. Los derechos humanos requieren una comprensión integral del acceso al agua y al saneamiento.

El derecho al agua y al saneamiento requiere además una atención explícita a las personas más desfavorecidas y marginadas, así como un énfasis en la participación, el empoderamiento, la responsabilidad y la transparencia. El mandato de la Relatoría Especial sobre el derecho humano al agua potable y al saneamiento se estableció para examinar estas cuestiones fundamentales y formular recomendaciones a los gobiernos, las Naciones Unidas y otras partes interesadas. El Sr. Léo Heller fue nombrado en noviembre 2014 e inició su mandato el 1 diciembre 2014.

La Asamblea General de Naciones Unidas, aprobó el 28 de julio de 2010, en su sexagésimo cuarto período de sesiones, una resolución que reconoce al agua potable y al saneamiento básico como derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos. (humanos, 2016)

La resolución fue adoptada a iniciativa de Bolivia, tras 15 años de debates, con el voto favorable de 122 países y 44 abstenciones. La Asamblea de Naciones Unidas se mostró profundamente preocupada porque aproximadamente 884 millones de personas carecen de acceso al agua potable y más de 2600 millones de personas no tienen acceso al saneamiento básico, y alarmada porque cada año fallecen aproximadamente 1,5 millones de niños menores de 5 años y se pierden 443 millones de días lectivos a consecuencia de enfermedades relacionadas con el agua y el saneamiento (informaicon, 2010)

Las dimensiones de los impactos en la salud, que en nuestras poblaciones sufren por no tener acceso a agua en buenas condiciones de salubridad son ya innegables, siendo un derecho propio. A pesar de los aportes del progreso científico y tecnológico, el agua sigue siendo un problema; por esta razón, en el contexto de la creación de un mundo cada vez más globalizado, no podemos más que adoptar una óptica política para organizar los esfuerzos que confluyen en la satisfacción de esta necesidad básica para todos y cada uno de los habitantes de nuestro país.

El agua potable es un recurso vital para el ser humano y el derecho al agua potable y al saneamiento forma parte integrante de los derechos humanos oficialmente reconocidos en los diferentes eventos internacionales. Nunca se ha considerado el agua como lo que realmente es: un bien común universal, patrimonio vital de la humanidad. El acceso al agua debe ser considerado como un derecho básico, individual y colectivamente inalienable.

Frente a esto, se debe optar por una nueva cultura del desarrollo sostenible en materia de aguas. Si pensamos que el bosque no es un simple almacén de madera, entonces nuestros ríos, acuíferos, humedales y lagos son mucho más que simples almacenes de agua. Debemos entenderlos como valores sociales, culturales, ambientales, además de los valores productivos que representan a corto plazo. Integrar este conjunto de valores es enfocar el tratamiento de nuestros ecosistemas desde un nuevo Derecho Humano al Agua (angel, 2011).

Siguiendo la contextualización de Gleick, 2010, donde puede afirmarse que los pactos y convenios internacionales citados contienen testimonios donde apoyan la conclusión de que sus redactores consideraban que el agua era tanto un derecho fundamental, como un derecho derivado, parte de los otros que se trataron de un modo más explícito. Así, en el año 1948, la unanimidad de la Asamblea General de las Naciones Unidas, aprobó la Declaración Universal de Derechos Humanos. El artículo 25, de la Declaración expresa que Según el autor Gleick el ser humano necesita de 3 a 5 litros diarios de agua potable para su supervivencia, 20 litros para saneamiento, 15 para aseo personal 10 para la preparación de su comida.

Se debate en la doctrina si el derecho humano al agua es un derecho autónomo o accesorio a otros derechos principales. Para algunos autores, se trataría de un derecho subordinado a otros, y necesario para cumplir con derechos humanos primarios reconocidos directamente en acuerdos internacionales de derechos humanos como la Declaración Universal de Derechos Humanos de 1948.

El agua es una necesidad humana indispensable para el diario vivir del ser humano, pero al obtener estos derechos tuvieron efectos positivos y negativos, como son su carácter finito, su vulnerabilidad y los costos económicos que se requieren para su preservación,

distribución y tratamiento. La disponibilidad del agua está limitada por la situación de los recursos hídricos la necesidad de reservar los ecosistemas naturales, del cual se deriva que un sector mayoritario de la doctrina estime que, de pagarse un precio por el servicio al agua, incluso por el agua que se emplea para satisfacer las necesidades básicas; pero cuando las personas de bajos recursos no pueden pagar por este servicio, sigue siendo responsabilidad de los gobiernos locales o nacionales suministrar el agua para que no se ha violado su derecho. (Valdez, 2010)

3.1.1 El Agua Como Servicios Públicos.

Según la Organización Internacional del Trabajo, los servicios públicos de suministro (agua, electricidad y gas) son fundamentales y desempeñan un papel esencial en el desarrollo económico y social. Los servicios públicos de calidad son una condición importante para la erradicación efectiva de la pobreza. Los gobiernos son responsables en último término de asegurar el acceso fiable y universal a los servicios en unos marcos normativos que prevean la rendición de cuentas. La creciente competencia en el sector de los servicios públicos de suministro en los últimos años ha conllevado cambios en los marcos normativos y estructuras de responsabilizarían de las empresas, además de la diversificación de las actividades empresariales. Estos cambios han tenido efectos en la seguridad del trabajo y las condiciones de trabajo en el sector. El dialogo social juega un papel importante en la elaboración de estrategias conjuntas por los interlocutores sociales a fin de mejorar los servicios públicos de suministro, con el objetivo de lograr que todas las comunidades pueden acceder a los servicios, de recaudación de ingresos. Una de las cuestiones clave en el sector de los servicios públicos de suministro es la necesidad de respetar los convenios internacionales que protegen la libertad sindical y de asociación para evitar interrupciones en la prestación de servicios públicos de suministro en la medida de lo posible. (trabajo, 2013)

3.1.2 Agua Potable y Saneamiento Básico en Colombia.

El acceso a los servicios de agua potable y saneamiento básico en Colombia, ha aumentado significativamente durante la última década. Sin embargo, en muchas regiones del país cuentan con una cobertura insuficiente de los servicios, especialmente en zonas

rurales. Acorde a la opinión de Alberto Cardona López expuesta en su trabajo sobre consideraciones sobre el sector de agua potable y saneamiento básico en Colombia, es un tema indisolublemente unido al del agua porque reviste de igual importancia y acrecienta las necesidades de agua por ser esencial para los servicios de higiene.

La calidad de servicios en el país ha mejorado considerablemente durante los últimos diez años, donde las ciudades más grandes tienden a tener un servicio de mejor calidad durante las 24 horas, en el año 2006 el promedio de continuidad de servicio a nivel nacional era de 88%, teniendo un déficit en las ciudades pequeñas y zonas rurales.

Los servicios de agua potable y saneamiento básico de Colombia en comparación con algunos países de América Latina, tenemos una taza baja en prestar un buen servicio a la población, ya que en aquellos países la existencia de grandes empresas públicas o privadas con servicios eficientes cumplen con todos los parámetros normativos satisfaciendo las necesidades de los usuarios.

3.1.3 Sistema de Acueducto.

Un sistema de acueducto está formado por varios componentes o construcciones que dependen el uno del otro para su buen funcionamiento. La captación, la línea de aducción, la planta de tratamiento y la red de distribución son las estructuras más representativas del sistema, siendo la ultima la de mayor interés para ampliar los conocimientos del lector.

El uso del agua tiene diferentes propósitos según la demanda municipal, clasificándose así según la naturaleza del usuario como:

- **Domestico.** Es el suministro de agua a casas, hoteles, sanitarios, cocinas, lavaderos de carros entre otros, donde varia con el nivel económico de los consumidores en el rango entre 75-380 L habitante-día. El consumo doméstico es aproximadamente el 50% del total, pero representa una mayor fracción donde el consumo total es mejor.
- **Comercial e Industrial.** El uso del agua varia localmente dependiendo de las industrias que haya en la comunidad y si el agua que utilizan son del municipio.

En muchos casos algunos autores aportan los datos del consumo de las industrias más importantes, es preferible pedir informes, o realizar aforos en las industrias que se encuentran dentro del área del proyecto, o en muchos de los casos hacer datos estadísticos con industrias similares en actividad y producción (Romero, 2005) .

- **Publico.** Es el agua que se utiliza para los servicios públicos como edificios del gobierno, colegios, riego de calle y protección contra incendio, por los cuales el abastecedor municipal y general no recibe pago.

3.1.4 La Red De Distribución

Está conformada por un sistema de tuberías que conduce el agua desde la planta de tratamiento a los sitios de consumo, considerando una serie de elementos que controlan y definen el comportamiento de la misma, un aspecto a tener en cuenta en el diseño de la red es la topografía natural, ya que nos puede definir dos tipos de red:

Tipo Ramificado o Abierta. Este tipo de red de distribución se caracteriza por contar con una tubería Principal de distribución (la de mayor diámetro) desde la cual parten ramales que terminarán en puntos ciegos, es decir sin interconexiones con otras tuberías en la misma Red de Distribución de Agua Potable. (Romero, 2005, pág. 411).

Tipo mallado o cerrado. Este tipo de red es la más conveniente, está compuesta por tuberías interconectadas formando mallas entre sí, a fin de crear un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente. (P. 411).

Según su función y diámetro, la red de distribución puede estar conformada por los siguientes tipos de tuberías:

Red Principal o Matriz. Es la red de tuberías con diámetro nominal mayor o igual a 12” (300 mm), encargada de distribuir el agua por toda la población garantizándose los caudales y presiones según la norma.

Red Secundaria. Es la red de tuberías con diámetro menores de 12” (300mm) hasta las mayores o iguales a 4” (100 mm). Esta red de tuberías se alimenta de las tuberías principales y conducen el agua a su vez a redes terciarias o menores.

Red Terciaria o Menor. Es alimentada por la red secundaria y es la encargada de realizar las conexiones domiciliarias, siendo sus diámetros menores a 3” (75 mm), el diámetro mínimo depende del uso del agua (comercial, industrial o institucional), nunca debe de ser menor de 1½”

Conexión Domiciliaria. Es la conexión que se hace a cada predio, su diámetro se encuentra entre ½” (12,5 mm) hasta 3” (75 mm), dependiendo del tipo de usuario.

En el diseño de una red de distribución se necesita de instalaciones debidamente estudiadas, diseñadas y construidas para la puesta en marcha, en la medida de lo posible, ser adaptada a los crecimientos demográficos de la zona en específico. Para el buen diseño de la red de abastecimiento de una ciudad se necesita hacer uso de programas computacionales, lo cual es necesario para el análisis y simulación de todas las tuberías.

3.1.5 Alcantarillado Sanitario.

El servicio de alcantarillado sanitario consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población. De no existir este tipo de redes de recolección de aguas, se pondría en grave peligro la salud de las personas debido al riesgo de enfermedades epidemiológicas. (Lopez, 1995, pág. 341).

Así mismo el ser humano tiene derecho a vivir en un ambiente limpio y sano, tanto en su vivienda, como en el contexto donde habita, a través del saneamiento básico se permite eliminar higiénicamente las excretas y aguas residuales mejorando el bienestar de las personas.

Las alcantarillas son clasificadas de acuerdo con su uso. Las fuentes de aguas residuales son de tipo sanitaria como las que son producidas en las residencias, aguas residuales

comercial como las que son desechadas de las grandes industrias luego de ser utilizadas, y por ultimo aguas de infiltración que pueden ser las aguas lluvia que llegan a la alcantarilla.

Las redes de alcantarillado simplificadas (RAS), están formadas por una red de tuberías, equipos y accesorios que recolectan y transportan las aguas residuales. Los desagües sanitarios de un determinado lugar deben estar bajo condiciones técnicas y sanitarias adecuadas, además de tener un costo que valla de acuerdo con el presupuesto de cada comunidad que lo requiera. El Ministerio de desarrollo urbano y medio ambiente indica que “el primer aspecto a ser destacado cuando se comienzan a discutir las características y las condiciones definatorias de las redes de alcantarillado, es la identificación de las similitudes y de, las diferencias con relación a los sistemas de redes convencionales” (AMBIENTE)

Para el diseño del alcantarillado sanitario se deber tener en cuenta los parámetros y especificaciones establecidos por el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS), uno de ellos es el caudal de diseño que es constituido por la suma del caudal máximo horario, caudal de infiltración y caudal de conexiones erradas, el cual se calcula para las condiciones finales del proyecto, es decir para el periodo de diseño establecido.

Otros parámetros importantes en el diseño, es la velocidad y el esfuerzo cortante en la tubería, cuando se trabaja con caudales menores al de diseño se presenta sedimentación de sólidos transportados, lo cual se requiere diseñar una tubería con características de “autolimpieza”, especificada en los criterios de velocidad mínima y esfuerzo cortante mínimo. La velocidad mínima recomendada según lo establecido en el numeral 3.3.9.1 del Título D de la RAS es de 0,45 m/s para tuberías de diámetros menores a 450 mm; igualmente establece que el cálculo del esfuerzo cortante recomendando para condiciones iniciales de un alcantarillado sanitario convencional es de 1.0 N/m².

3.1.6 Epanet

Es un software libre, desarrollado por la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos), que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y la calidad de agua en redes de suministro a presión, efectúa un seguimiento de

la evolución de los caudales en las tuberías, la presiones en los nodos, los niveles en los depósitos y la concentración de las especies químicas presentes en el agua, a lo largo del periodo de simulación, analizándolos en múltiples intervalos de tiempo. Puede resultar también de ayuda para la evaluación de diferentes alternativas estratégicas de gestión dirigidas a mejorar la calidad del servicio a lo largo del sistema. (EPA, manual de Epanet , 2001) .

Epanet contiene un simulador muy avanzado para el diseño de redes de suministro a presión, permitiendo que no exista un límite en cuanto al tamaño de la red que pueda procesarse en el software, además trabaja las pérdidas de carga mediante las fórmulas de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach y de Chezy-Manning, realizando la modelación de varios tipos de válvulas, bombas y accesorios importantes para el diseño hidráulico de la red. Otra de la funcionalidad importante del software, es la modelación del desplazamiento de trazadores no reactivos por todo el sistema existente a lo largo del tiempo, mostrando el avance y destino final de las sustancias reactivas cuya concentración crecen o disminuyen mediante el recorrido por el sistema. (EPA, manual del usuario Swmm, 2005).

Asimismo, el software ofrece diversas opciones para visualización de resultados como reportes tabulares, perfiles, gráficos de variación temporal, anotaciones y selección por color de los resultados obtenidos.

3.1.7 SWMM (Storm Water Management Model)

Es un software de modelo dinámico de simulación de precipitaciones, que se utiliza para un único acontecimiento o para realizar una simulación continua en periodo extendido, permitiendo simular tanto la cantidad como la calidad del agua evacuada, especialmente en alcantarillados urbanos. El módulo de escorrentía o hidrológico del programa funciona con una serie de cuencas en las cuales cae el agua de lluvia y se genera la escorrentía, donde inmediatamente es analizado por el módulo de transporte o hidráulico de SWMM a través de un sistema compuesto por tuberías, canales, dispositivos de almacenamiento y tratamiento, bombas y elementos reguladores. Además, puede seguir la evolución de la cantidad y la calidad de agua de escorrentía de cada cuenca, así como el caudal, el nivel de agua en los

pozos o la calidad en la tubería y canal durante una simulación compuesta por múltiples periodos de tiempo. (EPA, manual del usuario Swmm, 2005).

SWMM fue desarrollado por primera vez en 1971, funcionando bajo Windows, proporciona un entorno integrado que permite introducir datos de entrada para el área de drenaje, simular la calidad del agua y poder mostrar los resultados en una gran variedad de formatos, permitiendo visualizar los resultados en mapas de contornos o isocurvas para el área de drenaje, gráficos y tablas de evolución a lo largo del tiempo, diagramas de perfil y un análisis estadístico.

El software considera distintos procesos hidrológicos que se producen en la evacuación de las aguas de la zona en estudio, como lo son, las precipitaciones variables en el tiempo, la evaporación de las aguas superficiales que se encuentra estancadas, la acumulación y deshielo de nieve, la infiltración de las precipitaciones en capas de suelos no saturadas y la entrega del agua por infiltración en acuíferos; en todos estos procesos la variabilidad espacial se alcanza dividiendo una determinada área de estudio en áreas de captación de agua más pequeñas y homogénea, teniendo cada una de estas su propia fracción de subáreas permeables e impermeables. El flujo superficial puede determinarse entre las distintas subáreas de las cuencas en estudio. Asimismo, SWMM contiene un grupo de herramientas de modelación de características hidráulicas utilizadas para el análisis de flujo debido a la escorrentía superficial y los aportes externos de caudal. (EPA, manual del usuario Swmm, 2005).

3.1.8 Sistema de Información Geográfica (SIG)

Es la integración organizada de hardware, software y datos geográficos que está diseñada para almacenar, capturar, manipular, analizar y representar en todas sus formas la información geográficamente, resolviendo problemas de planificación y de gestión. Su funcionamiento está basado en datos con información geográfica asociados a un identificador de objetos de gráficos, el cual permite que al señalar un objeto se pueda conocer sus propiedades y su localización en la cartografía de un mapa digital.

Los sistemas de información geográfica son utilizados en la gestión de información espacial, este permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena

independientemente, facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente para generar una nueva, a través de la topología de objetos (Laboratorio Unidad Pacífico Sur CIESAS, 2016).

En forma general, los sistemas de información geográfica son definidos como un conjunto de programas y aplicaciones informáticas que permite la gestión de datos organizados en bases de datos de referencias espacialmente. (Otero, 1999). Es una disciplina de corta existencia, lo cual aún no se tiene nociones de sus limitaciones, como el uso de herramientas que trabajan en campos tridimensionales o la integración de los resultados obtenidos en análisis de SIG en tiempo real. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las guarda independientemente, ayudando al usuario a trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, facilitando la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, obteniendo una nueva capa con los resultados simplificados.

ArcGIS. Es un sistema de información geográfica de última generación y tecnológicamente más avanzado, proporciona representaciones cartográficas en 2D y 3D al usuario. Este completo sistema permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. ArcGIS permite publicar la información geográfica para que esté accesible para cualquier usuario. (Moreno, 2006).

Es un software desarrollado para la creación y utilización de mapas inteligentes, los cuales constituyen una forma muy efectiva de organizar, comprender y proporcionar grandes cantidades de información de una manera más comprensible a nivel universal; suministrando al usuario una amplia variedad de mapas, entre ellos, mapas Web accesibles en navegadores y dispositivos móviles, diseños de mapa impresos de gran tamaño incluidos en informes y presentaciones. Estos mapas creados por ArcGIS muestran información y al mismo tiempo permiten utilizarla para consultas, análisis, planificación y administración de los mismos. Además, puede compilar la información geográfica de los mapas, sintetizando los datos de diversas fuentes en una misma vista geográfica unificada. Estas fuentes incluyen al sistema datos tabulares de administración, archivos, hojas de cálculo, videos y fotos con geoetiquetas,

KML, CAD Data, fuentes en directo con sensores; en forma general permite incluir cualquier registro de información con una referencia geográfica.(Moreno, 2006).

ArcGIS también permite fácilmente la creación de datos geográficos, mediante la digitalización inteligente, con la que es posible dibujar objetos directamente en el mapa y almacenarla en la base de datos geográfica del sistema, esta capacidad de incorporar datos de diversas fuentes resulta muy útil en especial cuando la información manejada se encuentra sujeta a cambios constantes, creando mapas de estado de la situación y paneles activos en tiempo real. Por otra parte, ayuda a resolver problemas de georreferenciación, mediante el análisis espacial, siendo uno de los aspectos más interesantes y destacables de los Sistemas de Información Geográfica, el objetivo que persigue es derivar nueva información de los datos existentes para permitir una mejora en la toma de decisiones del usuario. Aunque la asignación de símbolos en los mapas y la visualización de los mismos ya es una forma de análisis, el software invita a la interpretación de los patrones y las relaciones que muestran, ya que aplica operaciones geográficas, estadísticas y matemáticas a los datos representados en el mapa.

3.2 MARCO LEGAL

Con relación a la ley 142 de 1994, el cual ampara “el agua como un servicio público domiciliario que se presta a la comunidad”, según Saldarriaga (s.f.), coordinador general de la comisión de Regulación de Agua potable y Saneamiento Básico, adscrito al Ministerio de Desarrollo Económico su esencia principal es:

“El espíritu de la norma gira en torno a la idea de que los servicios públicos domiciliarios son inherentes a la finalidad social del estado, reconoce la libertad de competencia en la prestación de estos servicios y que el municipio es la entidad política y regional alrededor de la cual debe organizarse su prestación”

Dicha ley reglamento lo establecido por la constitución Nacional en los artículos 365 al 370, y precisó el marco regulatorio que debe implementar la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, estableciendo las normas que deben tener en cuenta las entidades prestadoras de los servicios públicos. Además, garantiza la eficiencia y calidad en

la prestación de los servicios, la promoción de la competencia, la ampliación de la cobertura a nivel nacional, la racionalización del régimen tarifario y la administración de los servicios.

Saldarriaga también explica las funciones de la Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico, que nace a partir del Decreto 2152 de 1992, siendo la encargada de promover la competencia regular de los monopolios y prevenir tácticas restrictivas de la competencia en las empresas prestadoras del servicio de acueducto, alcantarillado y aseo; estableciendo los criterios de eficiencia y desarrollo de indicadores, evaluando la gestión financiera, técnica y administrativa de las empresas y examinar las condiciones uniformes de los contratos. (El agua, como Servicio Público., 1998).

A medida que pasaba el tiempo el gobierno ha implementado mejoras en pro al desarrollo de los servicios públicos, especialmente en pequeñas ciudades y en áreas rurales que tienen la mayor brecha de servicios, para este fin en el 2006 se creó el Viceministro de Agua y Saneamiento, implementando inmediatamente cuatro programas para la solución de los servicios en el país, estos son: Planes Departamentales de Agua y Saneamiento, Programa de Saneamiento para Asentamientos en el marco de un programa de mejoramiento integral de barrios, programas de Saneamiento de Vertimientos Municipales incrementando el volumen de aguas municipales tratadas y programas de lavado de manos.

3.2.1 Resolución No. 0330 de 8 de junio de 2017.

“Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1147 de 2005 y 2320 de 2009”.

La resolución 0330 del 8 de agosto de 2017 como lo expone en su artículo 1, es la encargada de reglamentar los requisitos técnicos que se deben cumplir en las etapas de planeación, diseño, construcción, operación, mantenimiento, rehabilitación y puesta en marcha de la infraestructura respectiva de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, siendo aplicada a las empresas prestadoras del servicio, entidades formuladoras de proyectos de inversión en el sector, entes de vigilancia y control, entidades

territoriales y las demás que se encuentra dentro del marco de la Ley 142 de 1994. (ministerio de vivienda, 2017).

Las empresas prestadoras del servicio deberán cumplir los criterios orientados expuesto en el artículo 3 de la presente resolución para la planeación, diseño y ejecución de las obras y de las actividades de operación y mantenimiento de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, por ejemplo, se comprometerán a garantizar la calidad de la prestación de los servicios, atender prioritariamente las necesidades básicas insatisfechas en materia de agua potable y saneamiento básico, ampliación de la cobertura garantizando la prestación continua e ininterrumpida de los servicios y la seguridad, durabilidad, funcionamiento, eficiencia, calidad, sostenibilidad y redundancia de la infraestructura requerida de agua potable y saneamiento básico. (ministerio de vivienda, 2017).

La resolución también estipula que el reglamento no afecta la aplicación de la normatividad y especificaciones técnicas que establezcan internamente las empresas prestadoras de los servicios, a condición de que no vayan en detrimento de la calidad del servicio y acojan como línea base lo escrito por la misma.

3.2.2 Decreto 229 del 11 de febrero de 2002.

“Por el cual se modifica parcialmente el decreto 302 del 25 de febrero de 2000”

El presente decreto tiene como finalidad el conjunto de normas que regulan las relaciones entre la entidad prestadora de los servicios de acueducto y alcantarillado y los suscriptores y usuarios del sistema. Asimismo, en su artículo 2 expone que las empresas prestadoras del servicio tienen todo el derecho de autorizar a los constructores y urbanizadores de las redes y obras necesarias para conectar uno o varios usuarios al sistema, siempre y cuando el mayor valor asumido por el constructor o urbanizador sean reconocidos totalmente por la entidad prestadora del servicio y deberá considerarse en la metodología tarifaria como bienes recibidos de terceros. (Alcaldía de Bogotá. , 2002).

Debido a lo expuesto en el artículo 13 del presente decreto las empresas encargadas de los servicios públicos, realizaran el cambio de localización del medidor y acometida en el

diámetro de la misma, pero si llegado el caso es por reconstrucción o modificación del inmueble y se dificulte la identificación del sitio de entrada de la acometida, la persona deberá informar a la entidad dentro de los treinta (30) días siguientes, para que se ejecuten con cargo al usuario. Asimismo, en el artículo 15 expone que el costo del medidor correrá por cuenta del suscriptor y su debida instalación la realizará la empresa prestadora de los servicios públicos, teniendo en cuenta los parámetros técnicos por la normatividad. La entidad prestadora determinara el sitio de colocación de los medidores, procurando que sea de fácil acceso para efectos de mantenimiento y lectura del mismo.

Los suscriptores de uso residencial que se encuentre dentro de los estratos 1,2 y 3 podrán acceder a financiamientos por parte de la entidad prestadora de servicio, para cubrir los costos del medidor, su instalación, obra civil o reemplazo en caso de daño, siendo esta financiación de por lo menos treinta seis (36) días, dando libertad al usuario de pactar plazos más cortos si el suscriptor lo desea. Para los usuarios temporales, la entidad podrá exigir la instalación de una ubicación fija y visible de una cámara para el contador, con el fin de tomar las lecturas correspondientes. (Alcaldía de Bogota. , 2002).

4 METODOLOGÍA

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación para la ejecución del proyecto es de tipo aplicada, donde se lleva a la práctica las teorías generales sobre los sistemas de acueducto y alcantarillado, según el autor Zorrilla:

“La investigación aplicada guarda íntima relación con la investigación con la básica, porque depende de los descubrimientos y avances de la investigación básica y se enriquece con ellos, pero caracterizándose por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos” (Grajales,S.f).

La investigación aplicada busca la obtención de un nuevo conocimiento técnico para hacer, para actuar, para construir y con aplicación inmediata a un problema determinado.

4.2 POBLACIÓN

La población objeto del presente estudio corresponde a los habitantes del asentamiento José Bernal de la ciudad de Cúcuta, los cuales no cuentan con el sistema de acueducto y alcantarillado sanitario.

De acuerdo a la base de datos de la empresa Aguas Kpital Cúcuta S.A. E.S.P, la población en la actualidad corresponde a 505 predios que equivalen a 2273 habitantes.

4.3 POBLACIÓN Y DOTACIÓN NETA DE DISEÑO

El proyecto se desarrolla al interior de la ciudad de Cúcuta que según el censo del DANE del año 2005 contaba con una población urbana de 567664 habitantes. (DANE, 2005). Donde la proyección de población por área del DANE para la zona urbana de la ciudad de Cúcuta en el año 2017 es de 640370 habitantes.

Para el periodo de diseño de la red de acueducto de la zona de estudio se adoptó según lo establecido en la resolución 0330 del 8 de junio de 2017 que “para todos los componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, se adopta como periodo de diseño de 25 años”. (ministerio de vivienda, 2017)

4.3.1 Cálculo de la población de Diseño:

La población se determinó a partir del área total del proyecto, por el método de las densidades de saturación, donde se realizó visitas (Anexo 5) al asentamiento con el fin de conocer cuántas viviendas hay en una hectárea, obteniendo una densidad de 65 viviendas/hectáreas, igualmente se trabajó con una segunda densidad de 4.6 habitantes/vivienda por tratarse de un asentamiento, de esta manera se obtuvo el total de viviendas y la población futura respectivamente, teniendo en cuenta la población flotante asumiendo un 5% de la población futura calculada.(Tabla 1).

CALCULO DE POBLACIÓN ASENTAMIENTO JOSÉ BERNAL.						
Área (Ha)	No. Viv/HA	No. Hab/Viv	Hab/HA	Población	Población Flotante (5%)	Población Total
23	65	4.6	300	6900	345	7245

Tabla 1. Cálculo de población y densidad de diseño del asentamiento.

Fuente. Autor

4.3.2 Dotación neta de consumo

La dotación neta de consumo fue calculada mediante la tabla 1 del artículo 43 de la Resolución 0330 del 8 de junio de 2017, ya que la empresa prestadora del servicio no cuenta con información histórica de consumo de agua potable del asentamiento, debido a que es una zona nueva por intervenir.

Tabla 1. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida	
ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DÍA)
> 2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Ilustración 5. Dotación Neta Máxima por Habitante

Fuente: Resolución 0330 del 8 junio de 2017

Conociendo la altura promedio sobre el nivel del mar de la zona de estudio y la tabla 1 de la Resolución, se obtuvo la dotación para los diseños de acueducto y alcantarillado de 140 (L/HAB*DIA), ya que la altura promedio del lugar es de 275 msnm.

4.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El proyecto de investigación se llevó a cabo a través de cinco fases en los meses de agosto y principios de diciembre de 2017, donde se realizó todo el debido procedimiento para obtener los diseños de las redes de acueducto y alcantarillado del asentamiento José Bernal, a continuación, se describirán las fases en las que se realizó el proyecto:

4.4.1 Levantamiento Topográfico.

Inicialmente se realizó el reconocimiento de la zona de estudio en compañía del presidente de la junta de acción comunal, con el fin de conocer los límites del asentamiento, donde se observaron los puntos de descarga de aguas servidas de la comunidad a cauces naturales (Anexó 6), asimismo también se conoció el tipo de alcantarillado artesanal que utiliza la comunidad, además de la accesibilidad al agua potable que cuentan las familias que habitan en el asentamiento. (Anexó 7)

El levantamiento se llevó a cabo en compañía del topógrafo de la empresa Aguas Kpital Cúcuta, usando el equipo de estación total marca GEOMAX modelo 30-2 A6. En este levantamiento se tuvieron en cuenta aspectos técnicos como, georreferenciación de la estación con ayuda de GPS Map 64s Garmin de propiedad de la empresa, para obtener las coordenadas reales de cada uno de los puntos considerados sobre el terreno natural de la zona de estudio. (Anexó 8). La información obtenida a través de la estación fue procesada con el software AutoCAD Civil 3D de Autodesk para realizar el plano topográfico y los perfiles de cada una de las vías internas del asentamiento y crear el trazado de las líneas de acueducto y alcantarillado con las cotas reales del terreno natural.

4.4.2 Diseño de la Red de Distribución de Acueducto

Para el diseño de la red de distribución de agua potable se realizó una revisión bibliográfica de la resolución 0330 de 8 de junio de 2017 “por la cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento Básico-RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009” (1), donde se estudió los parámetros básicos para el diseño de la red de acueducto como; el caudal de diseño, velocidades en la tubería, periodos de diseño, pendiente mínima, diámetro mínimo, profundidades de la tubería, para obtener un diseño óptimo y eficiente.

4.4.2.1 Estado Actual Del Sistema de Acueducto.

Actualmente el asentamiento José Bernal es habitado por familias en una zona fuera del perímetro urbano de la ciudad y en predios privados no reconocidos legalmente como barrio por la alcaldía, por tanto la empresa de acueducto y alcantarillado Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P no puede intervenir en instalar tuberías para el servicio de agua potable y saneamiento básico, para dar solución a esta problemática, la población se suministra del recurso hídrico mediante una pila publica, para luego distribuirla a todas las viviendas. (Ilustración 6).

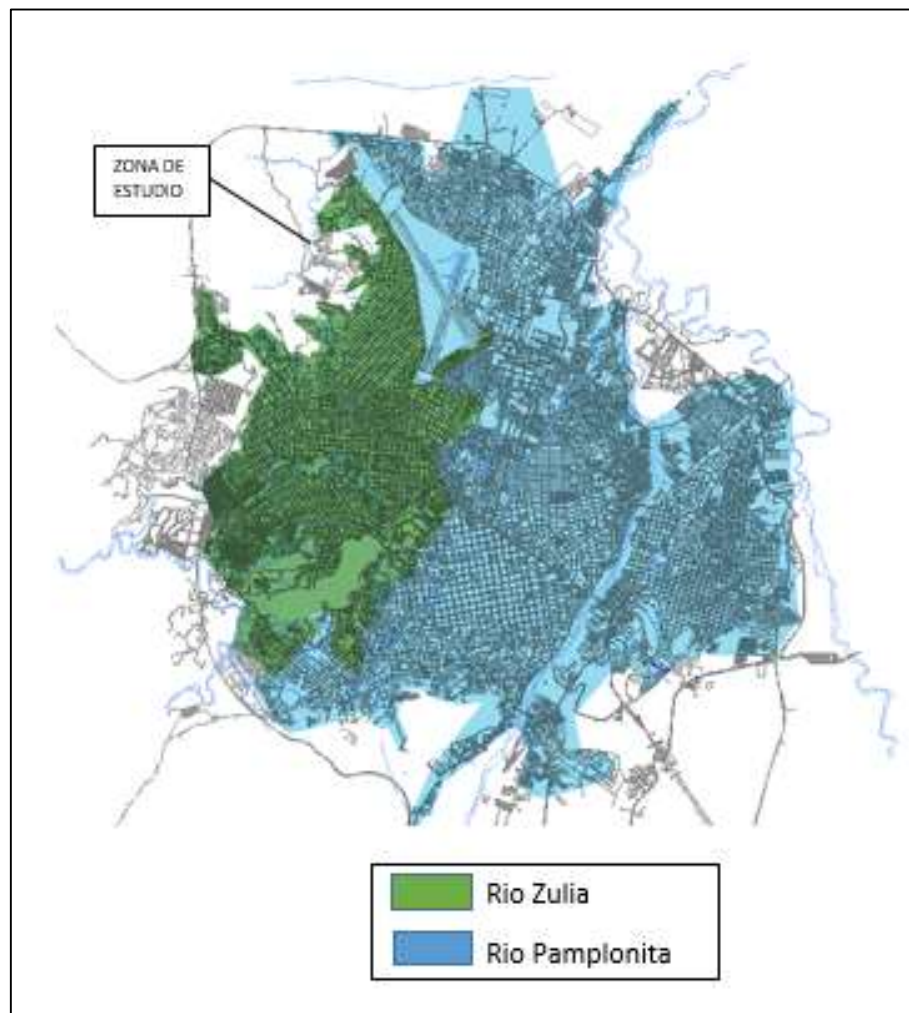


Ilustración 6. Pilas públicas en la zona de estudio.

Fuente. ArcGIS (Cartografía Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S. P)

4.4.2.2 Fuente de Abastecimiento del Sistema de Acueducto.

La ciudad de san José de Cúcuta cuenta con dos sistemas para el abastecimiento de agua potable, que son el rio Pamplonita y el Zulia, con áreas de servicio del 70% y 30% respectivamente. El sector donde se desarrolla el proyecto es abastecido con la producción de agua potable de la planta de tratamiento del Carmen de Tonchala que toma el agua del rio Zulia.



*Ilustración 7. Áreas de servicio acueducto Cúcuta.
Fuente. ArcGIS (Cartografía Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P)*

De la planta del Carmen de Tonchala, el agua es transportada al tanque del barrio Doña Nidia en una tubería de 39” y una longitud aproximada de 8,7 kilómetros, donde se transporta en una tubería de menor diámetro (24”) al tanque ubicado en el barrio Antonia Santos, siendo

el encargado de distribuirla hasta una zona cercana del asentamiento en una tubería de 16” que se reduce a una de 12” cuando llega a alimentar la urbanización Cormoranes. (municipal, 2011) . Para dar cierre a la red matriz primaria del sector (Ospina Pérez, Camilo Daza, Crespín Duran, Buenos Aires, Cormoranes) y garantizar un servicio más eficiente a la comunidad de estos barrios, se proyectó junto a la empresa Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P una tubería de 12” que alimentara la red interna de acueducto de la zona de estudio, donde inicialmente se empalma en Cormoranes y pasa por la zona céntrica del asentamiento José Bernal llegando a Crespín Duran a conectar con una tubería de 10”. (Ilustración 8).

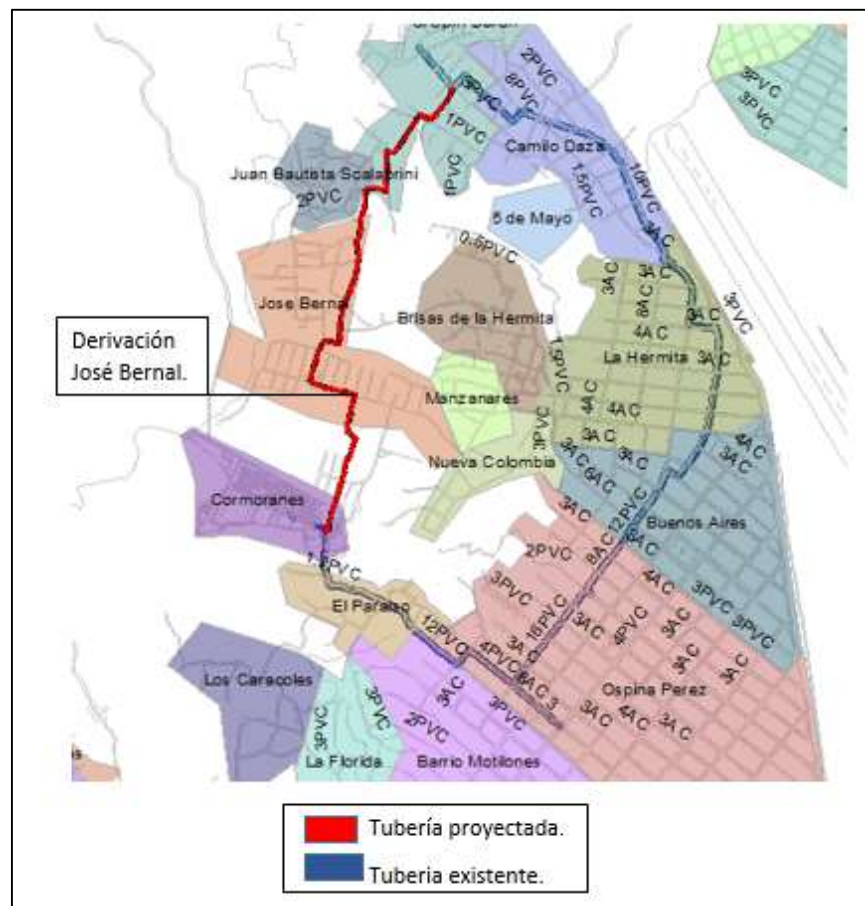


Ilustración 8. Cierre de la red matriz total del sector.

Fuente. Autor.

Con el trazado de la red matriz existente y la tubería proyectada en el software AutoCAD que es un “programa estándar universal de diseño asistido por computador (CAD), utilizado para realizar dibujos de precisión, en el que se encuentran herramientas que

permiten trabajar con sencillez en dos o tres dimensiones” (Lojan, 2010) la red se exporto al software EPANET, “ programa de ordenador que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión”, (EPA, manual de Epanet , 2001), donde conociendo la demanda base y la cota para cada uno de los puntos de derivación de la red matriz, se hizo la simulación para encontrar la presión de diseño en el punto de alimentación del asentamiento José Bernal.

4.4.2.3 Dotación Bruta.

De acuerdo con la resolución 0330 del 8 junio del 2017 en el Artículo 44 expedida por el ministerio de vivienda, ciudad y territorio, la dotación bruta para los elementos que conforman un sistema de acueducto, se debe calcular teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$D_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%p}$$

Ecuación 1

Donde,

Dbruta: Dotación bruta

dneta= Dotación neta

%P= Porcentaje de pérdidas técnicas máximas para el diseño.

El porcentaje de pérdidas técnicas máximas en el sistema indicado por la misma resolución en el párrafo uno del artículo 44, aclara que no deberá superar el 25% en todos los componentes del sistema.

4.4.2.4 Caudal Medio Diario.

Corresponde al caudal calculado para la población proyectada teniendo en cuenta la dotación bruta asignada, este caudal pertenece al promedio de los consumos diarios en un periodo de un año y puede calcularse mediante la ecuación B.2.9 expuesta en el titulo B del RAS-2016.

$$Qmd = \frac{P * dbruta}{86400}$$

Ecuación 2

Qmd: Caudal medio diario

dbruta: dotación bruta.

P: Población proyectada.

4.4.2.5 Caudal Máximo Diario.

El caudal máximo horario (QMD), corresponde al consumo máximo registrado durante las 24 horas a lo largo de un periodo de un año, se calcula mediante la ecuación B.2.10 expuesta en el título B del RAS-2016.

$$QMD = QmdxK1$$

Ecuación 3

QMD: Caudal máximo diario

Qmd: Caudal medio diario

K1= Coeficiente de consumo máximo diario.

El coeficiente de consumo máximo diario, K1, se obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario, haciendo uso de los datos registrados en un periodo de un año por la empresa prestadora del servicio, para el proyecto siendo un sistema nuevo se implementó lo expuesto por la resolución 0330 del 8 Junio de 2017 en su párrafo 2 del artículo 47, donde estipula que para poblaciones mayores a 12500 habitantes al periodo de diseño, el factor no podrá ser superior a 1.2, adoptándose para el cálculo del caudal máximo diario del sistema de acueducto.

4.4.2.6 Caudal Máximo Horario.

Corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un periodo de un año sin tomar en cuenta el caudal de incendio. Se calcula, mediante la ecuación B.2.11 expuesta en el título B del RAS-2106.

$$QMH = QMD \times K2$$

Ecuación 4

QMH: Caudal máximo horario.

QMD: Caudal medio diario.

K2: Coeficiente de consumo máximo horario.

El coeficiente máximo horario se obtiene de la relación entre el caudal máximo horario y el caudal máximo diario, registrados durante un periodo mínimo de un año, para el proyecto ya que es un sistema de acueducto nuevo, se aplicó el expuesto por la resolución 0330 del 8 Junio de 2017 en su parágrafo 2 del artículo 47, donde estipula que para poblaciones mayores a 12500 habitantes al periodo de diseño, el factor no podrá ser superior a 1.5, donde se adopta para el cálculo del caudal máximo horario del sistema de acueducto.

4.4.2.7 Estimación de la Demanda.

La proyección de la demanda se realizó teniendo en cuenta únicamente el uso de agua residencial, ya que en el área objeto de estudio más del 95% del uso del suelo es de este tipo como lo establece el RAS-2016 en el título B, capítulo 2.3 “Usos Del Agua”.

4.4.2.8 Demanda Base en la Red De Distribución.

Para la estimación de los caudales de diseño de la simulación y dimensionamiento de la red de distribución se utilizó el método de Áreas, donde se determina para cada nodo de la red el área de influencia, para luego aplicar el caudal específico unitario (L/S/Ha) determinado para cada tipo de uso de abastecimiento. Se calcula mediante la ecuación B.7.11 expuesta en el capítulo B del RAS-2016.

$$Qi = AixQe$$

Ecuación 5

Qi: Caudal de consumo en el nodo i (l/s)

Qe: Caudal específico por unidad de superficie (l/s/ha).

Ai: Área de influencia o área abastecida por el nodo i (Ha).

4.4.2.9 Trazado de la Red.

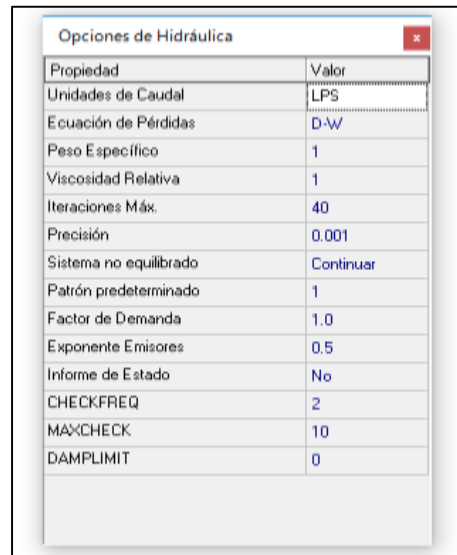
Teniendo en presente los parámetros expuestos en la resolución 0330 del 8 de junio de 2017 en el artículo 59 (localización de redes de acueducto) y el plano urbanístico obtenido de la topografía con las curvas de nivel, se hizo el trazado inicial de la red de distribución con sus respectivos accesorios, verificando que se cumpla la distancia mínima horizontal de separación entre la línea de paramento y la red, además se tuvo en cuenta la profundidad mínima establecida por el RAS 2016 a cota clave de la tubería, para esto se hace un chequeo en los perfiles de las vías derivados de la topografía, igualmente se verifica que la red del sistema de acueducto no intervenga con las tuberías de otros servicios prestados en el asentamiento, como el suministro de gas.

4.4.2.10 Simulación de la red en EPANET.

Inicialmente para establecer la simulación de la red de distribución de acueducto se exporta de AutoCAD el trazado del sistema al software Epacad con el fin de crear las tuberías y los nodos con dimensiones reales. Posteriormente el archivo es guardado en el formato de EPANET, para luego ser procesado en el software.

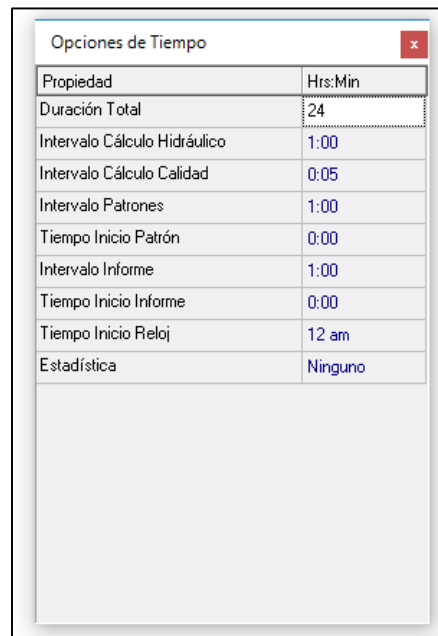
La simulación de la red en Epanet se realizó de dos formas diferentes, una sin eventualidad de incendios y la segunda bajo un escenario de contingencia por incendio presentado en la zona a suministrar, con el objetivo de verificar si la red diseñada puede resistir una eventualidad de tal magnitud. A continuación, se muestra el procedimiento de configuración del software para la primera simulación de la red de acueducto.

Seguido del montaje de la red a EPANET se configura las opciones hidráulicas en el software, para establecer las ecuaciones de cálculo permitida en una red menor de un sistema de acueducto, igualmente se establece los periodos de duración para las simulaciones en un periodo extendido, comprobando los valores de la red durante el funcionamiento en un día, a continuación, se observa el procedimiento en las siguientes ilustraciones.



Propiedad	Valor
Unidades de Caudal	LPS
Ecuación de Pérdidas	D-W
Peso Específico	1
Viscosidad Relativa	1
Iteraciones Máx.	40
Precisión	0.001
Sistema no equilibrado	Continuar
Patrón predeterminado	1
Factor de Demanda	1.0
Exponente Emisores	0.5
Informe de Estado	No
CHECKFREQ	2
MAXCHECK	10
DAMPLIMIT	0

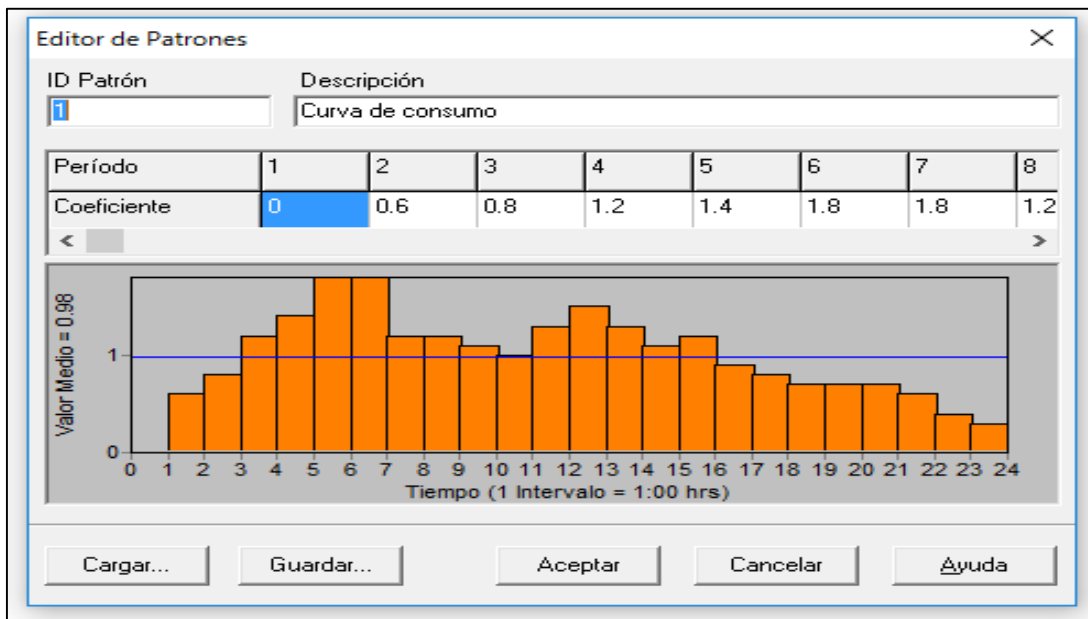
*Ilustración 9. Datos iniciales opciones hidráulicas.
Fuente. Autor.*



Propiedad	Hrs:Min
Duración Total	24
Intervalo Cálculo Hidráulico	1:00
Intervalo Cálculo Calidad	0:05
Intervalo Patrones	1:00
Tiempo Inicio Patrón	0:00
Intervalo Informe	1:00
Tiempo Inicio Informe	0:00
Tiempo Inicio Reloj	12 am
Estadística	Ninguno

*Ilustración 10. Datos iniciales opciones de tiempo.
Fuente. Autor.*

Luego de establecer las opciones generales se insertó la curva de consumo horaria suministrada por la empresa Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P, para realizar la simulación en un periodo extendido de 24 horas.



*Ilustración 11. Curva de consumo integral
Fuente: Aguas Kpital S.A E.S.P*

Para cada uno de los nodos creados en el software, se ingresaron los datos de la cota terreno de cada uno, obtenidos en la topografía y la demanda base, derivada del cálculo del caudal por el método de Áreas. (se toma como ejemplo el nodo uno). (Ilustración 12)

Propiedad	Valor
*ID Conexión	N1
Coordenada-X	281.04
Coordenada-Y	-77.12
Descripción	
Etiqueta	
*Cota	304
Demanda Base	0.09
Patrón de Demanda	1
Categoría de Demanda	1
Coef. Emisor	
Calidad Inicial	
Fuente de Calidad	
Demanda Actual	No Disponible
Altura Total	No Disponible
Presión	No Disponible
Calidad	No Disponible

*Ilustración 12. Parámetros de los nodos.
Fuente. Autor.*

De la misma manera para las tuberías que conforman la red de distribución, se ingresaron los siguientes datos para cada una de ellas; por ejemplo, el coeficiente de rugosidad del material (PVC) y el diámetro interno mínimo establecido por la resolución 0330 de 8 de junio de 2017 en su artículo 63 (diámetro mínimo de 75 mm para sectores urbanos), inicialmente todas las tuberías se les estableció este diámetro antes de empezar las simulaciones en el programa. (Se toma como ejemplo la tubería 1), cabe aclarar que la longitud no se modificó, ya que la red fue exportada al software con dimensiones reales desde AutoCAD.



Propiedad	Valor
*ID Tubería	p1
*Nudo Inicial	N1
*Nudo Final	N2
Descripción	
Etiqueta	
*Longitud	67.76
*Diámetro	80.42
*Rugosidad	0.0015
Coef. de Pérdidas	5
Estado Inicial	Abierto
Coef. Flujo	
Coef. Pared	
Caudal	No Disponible
Velocidad	No Disponible
Pérd. Unit.	No Disponible
Factor fricción	No Disponible
Vel. de Reacción	No Disponible

Ilustración 13. Parámetros de las tuberías de la Red.

Fuente. Autor.

La ecuación empleada para el cálculo de las pérdidas por fricción fue la de Darcy Weibach (1875), establecida en el programa cuando se hizo la configuración de las opciones generales en el sistema.

$$h = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Ecuación 6

h: Pérdidas de fricción en la tubería en m.

V: Velocidad de flujo en la tubería m/s.

L: longitud de la tubería en (m)

D: Diámetro interno real

$V^2/2g$: Pérdida de Carga

F: Coeficiente de fricción de Darcy Weibach.

Pérdidas en los accesorios:

$$hf_{acc} = \sum K * \frac{V^2}{2g}$$

Ecuación 7

hf_{acc}: Pérdidas de fricción en accesorios (m)

$V^2/2g$: Carga de velocidad

$\sum K$: Coeficiente de pérdidas en accesorios.

Pieza, conexión o dispositivo	K_c
Rejilla de entrada	0.80
Válvula de pie	3.00
Entrada cuadrada	0.50
Entrada abocinada	0.10
Entrada de borda o reentrada	1.00
Ampliación gradual	0.30
Ampliación brusca	0.20
Reducción gradual	0.25
Reducción brusca	0.35
Codo corto de 90°	0.90
Codo corto de 45°	0.40
Codo largo de 90°	0.40
Codo largo de 45°	0.20
Codo largo de 22° 30'	0.10
Tee con flujo en línea recta	0.10
Tee con flujo en ángulo	1.50
Tee con salida bilateral	1.80
Válvula de compuerta abierta	5.00
Válvula de ángulo abierta	5.00
Válvula de globo abierta	10.0
Válvula alfilerera	2.00
Válvula de retención	2.50
Boquillas	2.75
Controlador de gasto	2.50
Medidor Venturi	2.50
Confluencia	0.40
Bifurcación	0.10
Pequeña derivación	0.03
Válvula de mariposa abierta	0.24

Ilustración 14. Valores del Coeficiente de pérdidas

Fuente. Manual de elaboración y revisión de proyectos ejecutivos de sistemas de riego

La presión en el punto de derivación de la red matriz es mayor a la permitida por la normatividad colombiana para las redes menores o internas de acueducto, por tanto, al iniciar la simulación en el programa, se instaló una válvula reductora de presión para garantizar el buen funcionamiento interno de la red, ya que la presión que llega es mayor y puede afectar las tuberías internas del asentamiento. En el software se introdujo un objeto que hace referencia a una válvula reductora de presión (VRP), estableciendo inicialmente una presión de salida (consigna) del sistema de 40 mca y un diámetro de la válvula de 12”.

Propiedad	Valor
*ID Válvula	5
*Nudo Inicial	val2
*Nudo Final	Nval
Descripción	
Etiqueta	
*Diámetro	293.07
*Tipo	Reductora
*Consigna	40
Coef. Pérdidas	5
Estado Fijo	Ninguno
Caudal	0.00
Velocidad	0.00
Pérdidas	42.30
Calidad	0.00
Estado	Activo

Ilustración 15. Parámetros iniciales de la VRP.

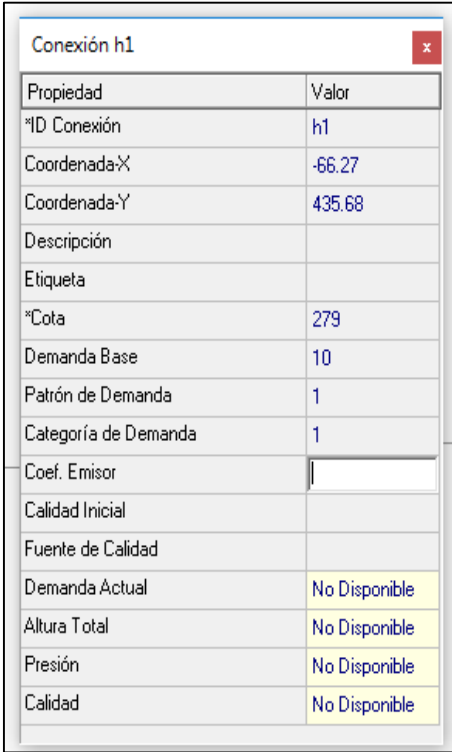
Fuente. Autor.

De igual manera se estableció en la red válvulas de cierre para garantizar el servicio del sistema cuando hallan fugas o reparaciones. Luego de hacer distintas simulaciones en el software hasta obtener el diseño más óptimo de la red, se realizó una nueva simulación para verificar si el sistema puede soportar una eventualidad de emergencia en la zona de estudio.

Con el software AutoCAD se hace la disposición de hidrantes en la zona de estudio, teniendo en cuenta lo establecido por la Resolución 0330 del 8 de junio de 2017 en su artículo

71 (“la distancia máxima entre hidrantes debe ser de 300 m para zonas residenciales”, donde se ubican círculos en lugares estratégicos para que su radio de alcance cubra toda el área del asentamiento, en caso de presentarse una eventualidad pueda ser atendida.

Según la resolución establece que, para poblaciones de diseño mayores a 12.500 habitantes, los hidrantes deben instalarse en tuberías con capacidad de transportar un caudal de 10 l/s y de igual forma deben descargar este caudal. Para la simulación en Epanet se realizó con dos hidrantes en uso simultaneo, ya que la población es mayor a 60.000 habitantes y cuyo diámetro del hidrante debe ser de 4” según la normativa colombiana, puesto que la densidad poblacional es mayor a 200 hab/ha. Este parámetro se estableció en el software Epanet, como se ilustra a continuación, en cada uno de los hidrantes establecidos en el sistema.



Propiedad	Valor
*ID Conexión	h1
Coordenada-X	-66.27
Coordenada-Y	435.68
Descripción	
Etiqueta	
*Cota	279
Demanda Base	10
Patrón de Demanda	1
Categoría de Demanda	1
Coef. Emisor	
Calidad Inicial	
Fuente de Calidad	
Demanda Actual	No Disponible
Altura Total	No Disponible
Presión	No Disponible
Calidad	No Disponible

Ilustración 16. Nodos de hidrantes en la Red.

Fuente. Autor.

4.4.2.11 Cálculo de la Válvula Reductora de Presión.

Una vez realizada las simulaciones necesarias en Epanet y obtener los diámetros finales de diseño de las tuberías de la red de acueducto, se obtuvo la presión de salida en la válvula reductora de presión y el caudal total del sistema. Estos parámetros encontrados son utilizados en la determinación del diámetro final de la válvula reductora de presión, haciendo uso de las siguientes ecuaciones:

Se calcula el coeficiente de flujo (CV)

$$Cv = \frac{Q_{max}}{\sqrt{Pe - Ps}}$$

Ecuación 8

Cv: coeficiente de flujo

Qmax: caudal máximo en el sistema.

Pe: presión de entrada aguas arriba.

Ps: presión de salida aguas abajo.

Posteriormente se determinó el tamaño de la válvula mediante el coeficiente de flujo en la siguiente tabla. (Tabla2).

TAMAÑO VALVULA		2"	3"	4"	6"	8"
COEFICIENTE DE FLUJO	CV	32	124	220	460	840
MAXIMO FLUJO (GPM)	CONTINUO	200	460	800	1800	3000
	INTERMITENTE	250	570	1000	2300	3900

Tabla 2.. Diámetro de la válvula reductora de presión.

Fuente: Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P

Obtenido el diámetro, se hizo la verificación de la velocidad del agua en la válvula para conocer si el trabajo del accesorio es forzado, por recomendación del proveedor de la empresa donde se ejecuta el proyecto, las válvulas deben trabajar con una velocidad menor a 5 m/s, si llegase a ser mayor se debe aumentar el diámetro nominal.

En el cálculo de la válvula, se hizo la verificación correspondiente por cavitación, para conocer cómo va trabajar el accesorio en su vida útil, evitando que sea más corta, ya que la

cavitación genera desgaste en los accesorios. Para tal caso se usaron las siguientes ecuaciones:

Cavitación muy alta:

$$Pe > 2.944 * Ps + 32$$

Ecuación 9

Cavitación alta:

$$2.436 * Ps + 32 < Pe < 2.944 * Ps + 32$$

Ecuación 10

Cavitación leve:

$$2.076 * Ps + 30 < Pe < 2.436 * Ps + 32$$

Ecuación 11

Cavitación muy leve:

$$Pe < 2.076 * Ps + 30$$

Ecuación 12

Pe: Presión de entrada

Ps: Presión de salida

Luego de realizar el procedimiento descrito anteriormente y obteniendo el diseño de los diámetros de la tubería de la red interna de acueducto cumpliendo con todos los parámetros. En AutoCAD se ubicaron los accesorios correspondientes (codos, tees, cruces, válvulas) para el debido trazado de la red en el asentamiento. Finalmente se efectuó los detalles de la presentación del plano de la red de acueducto.

4.4.3 Diseño de la red de alcantarillado sanitario.

La comunidad del asentamiento José Bernal deposita las aguas residuales a cauces naturales que cruzan cerca de la zona de estudio (Anexo 9), convirtiendo esto en un problema de salubridad, ya que trae consigo enfermedades crónicas a sus habitantes, viéndose vulnerado sus derechos establecidos por la ley 142 de 1994. (Anexo 10).

Mediante una visita realizada al asentamiento José Bernal, se determinó los puntos de descargas de la red interna de la zona de estudio, donde se estableció junto al director de estudios y diseños de la empresa Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P) que la descarga principal debería ser a un emisario final proyectado, que recogerá las aguas residuales de Crespín Duran y Scalabrines y pasara cerca de la zona de estudio, en el cual se entregara la mayor parte de las aguas servidas de José Bernal. Asimismo, será el encargado de transportarlas hasta la futura planta de tratamiento de aguas residuales de Quebrada Seca. La segunda descarga debido a la pendiente del terreno natural, se proyectó hacia el sector de la Urbanización Villa Sara, que antes hacía parte del asentamiento, pero al transcurso de la ejecución del proyecto esta área fue comprada por un urbanizador de la ciudad, por tanto, se vio la necesidad de realizar el diseño de alcantarillado de estas dos zonas, con la finalidad de dar sanidad a este sector noroccidental de Cúcuta, descargando sus aguas al emisario final de Ospina Pérez que se encuentra construido y que llega hasta la futura planta de tratamiento.



Ilustración 17. Puntos de entrega Aguas Residuales.

Fuente. Google Earth Aguas Kpital Cúcuta.

4.4.3.1 Trazado de la red.

De acuerdo a los parámetros expuestos en la resolución 0330 del 8 de junio de 2017 en el artículo 138 (localización de las redes de alcantarillado) y el plano urbanístico obtenido de la topografía, se realizó el trazado de la red con sus respectivos pozos, verificando que se cumpla la distancia mínima horizontal de separación entre la red de acueducto diseñada anteriormente, teniendo en cuenta la profundidad mínima establecida por el RAS 2016, la cual es establecida para que no se presente daños en la tubería por culpa del tránsito en las vías, además de que no contamine el agua potable en caso de ruptura.

4.4.3.2 Cálculo del Caudal del Diseño.

Se realizó mediante una hoja electrónica de Excel suministrada por la empresa Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P. Según lo establecido en la resolución 0330 de 8 junio de 2017 en su artículo 40, el periodo de diseño para todos los componentes del sistema de alcantarillado es de 25 años, establece que de no contar con datos de campo o mediciones de las aguas residuales se debe de tomar un valor de 0,85 para el coeficiente de retorno, en este proyecto se tomó este valor ya que la empresa prestadora del servicio no cuenta con registros, debido a que es un sistema nuevo en la ciudad. Posteriormente se tomó el área aferente a cada colector en el trazado de la red en AutoCAD.

Seguido, se escribió las áreas de cada colector en la hoja de cálculo y se ordenó de manera, que se determine la sumatoria de áreas aguas arriba de cada uno de los tramos, haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$A_{fi} = A_{ferente} + \sum A. \text{aguas arriba}$$

Ecuación 13

Una vez obtenida la densidad poblacional y la dotación neta descrita anteriormente, se calculó el caudal domestico de cada colector, como lo establece la resolución 0330 de 8 de junio de 2017.

$$Q_{dom} = \frac{CR * C * D * A}{86400} \left(\frac{L}{S} \right)$$

Ecuación 14

CR= Coeficiente de retorno

D= Densidad poblacional

A=área aferente

C= Consumo Neto

Como el diseño corresponde a un asentamiento donde se encuentran solo áreas de carácter residencial no se tuvo en cuenta el cálculo de caudales industriales, institucionales y comerciales para determinar el caudal medio de aguas residuales.

Debido a que la empresa prestadora del servicio no cuenta con un registro de datos de mediciones de campo en los cuales se tenga en presente los patrones de consumo de la población. En el diseño se adoptó las ecuaciones descritas en el RAS 2016 en el título D.3.3.5.1 (factor de mayoración).

Ecuación de Flores:

$$f = \frac{3,5}{P^{0,1}}$$

Ecuación 15

F: factor de mayoración (Adimensional)

P: población servida en miles de habitantes (hab/1000)

También se calculó en función del caudal medio diario (Qmd), utilizando las siguientes ecuaciones.

Ecuación de Los Angeles:

$$f = \frac{3.53}{Qmd^{0.062}}$$

Ecuación 16

Ecuación de Gaines:

$$f = \frac{3.114}{Qmd^{0.062}}$$

F: factor de mayoración (Adimensional)

Qmd: Caudal medio diario de aguas residuales (l/s).

En el diseño específicamente se utilizó el factor de Flores, siendo el que más se ajustaba a los parámetros establecidos en la resolución 0330 de 8 de junio de 2017, el cual el valor del factor deberá estar entre 1.4 y 3.8.

Para el cálculo de conexiones erradas deben estimarse a partir de información existente en la zona de estudio, como el diseño es implementado por primera vez se adoptó el valor máximo de 2 l/s.ha expuesto en la resolución 0330, de igual forma para el caudal por infiltración no se contó con aforos en la zona de influencia por parte de la empresa prestadora del servicio, en consecuencia se tomó un caudal de infiltración de 0,2 l/s.ha. A continuación, se presentan las consideraciones iniciales en la hoja de cálculo electrónica implementada. (Tabla 3).

CONSIDERACIONES INICIALES		
Densidad de habitantes/ha calculo AR	300	hab/ha
Dotación de diseño	140	l/hab-d
Factor de retorno	0.85	
Factor contribución conexiones erradas	2	l/s/ha
Factor contribución infiltración	0.2	l/s/ha

Tabla 3 Consideraciones iniciales.

Fuente. Aguas Kpital S.A E.S.P

Finalmente, el cálculo del caudal de diseño para cada colector se determinó con la ecuación D.3.12 expuesta en el título D del Ras-2016, considerando que en los tramos donde el caudal sea menor a 1,5 l/s debe adoptarse este valor para el diseño hidráulico de las tuberías.

$$Qd = QMH + Qinf + Qce$$

Qd: Caudal de diseño para cada tramo de la red (m³/s).

QMH: Caudal máximo horario (m³/s).

Qinf: Caudal por infiltraciones (m³/s).

Qce: Caudal por conexiones erradas (m³/s).

ING. M																							
DISEÑO HIDRAULICO																							
Cuadro No 5.1																							
Cálculo de Áreas y Caudales - Alcantarillado Sanitario																							
TRAMO	LONG	ÁREAS				POBLACIÓN				CAUDALES													
		ÁREA RESIDENCIAL			ÁREA	POBLACIÓN			QMD				QMH				Qd						
DE	A	AREA (m ²)	PROPIA	SUPER	TOTAL	TOTAL	DIDAD	P bas/Tra m	P Flot/Tra m	P total/Tra m	Qd	Qind	Qcom	Qinst	Qend	Factor Flores	Factor Gaines	Factor Los Angeles	QMHARD	Qema	Qinf	QARD	Q dis
			Ha	Ha	Ha	Ha	Hab/Ha	Hab	Hab	Hab	lt/s	lt/s	lt/s	lt/s	lt/s				lt/s	lt/s	lt/s	lt/s	lt/s
	X																						

Ilustración 18. Hoja electrónica de cálculo (caudal de diseño).

Fuente. Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P

4.4.3.3 Diseño Hidráulico

El diseño de cada uno de los colectores se realizó mediante la hoja de cálculo electrónica de la empresa Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P, donde la base para el cálculo fue la ecuación de Manning, previamente se tuvo en cuenta las cotas de terreno de cada uno de los pozos, siendo determinadas a partir del plano topográfico y perfiles de las vías, efectuando el cálculo de la pendiente de las tuberías

Ecuación de Manning:

$$D = 1,548 \left(\frac{nQ}{S^{0.5}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Ecuación 19

D: Diámetro de la tubería (m)

S: Pendiente del terrero

Q: Caudal de diseño (m³/s)

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

El procedimiento que se llevó para la ejecución del cálculo del diseño hidráulico en la hoja electrónica se describe a continuación: (Ilustración 21).

✓ Inicialmente se escribió las características geométricas del colector que se encuentran desde la columna 4 hasta la 8, donde se ingresó el coeficiente de rugosidad de Manning, luego se insertó un diámetro asumido (en el caso del diseño se inicia con el diámetro mínimo según la resolución 0330 de 8 de junio de 2017 siendo de 8”), el tipo de material y la longitud del tramo. La hoja electrónica inmediatamente ingresa en la columna 6 el diámetro real interno de la tubería, que depende de una tabla manejada por los proveedores de las tuberías de la empresa Aguas Kpital Cúcuta. (Ilustración 19).

TUBERIA	Ø nominal		Ø interior
	mm	pulg	mm
NOVAFORT	110	4	99
NOVAFORT	160	6	145
NOVAFORT	200	8	182
NOVAFORT	250	10	227
NOVAFORT	315	12	284
NOVAFORT	400	16	362
NOVAFORT	450	18	407
NOVAFORT	500	20	452
NOVALOC		24	595
NOVALOC		27	671
NOVALOC		30	747
NOVALOC		33	823
NOVALOC		36	899
NOVALOC		39	975
NOVALOC		42	1051
NOVALOC		45	1127
NOVALOC		48	1203
NOVALOC		51	1295
NOVALOC		54	1355
NOVALOC		60	1507

Ilustración 19. Diámetro interno de las tuberías.

Fuente. Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P

✓ En la columna 3 de la hoja de cálculo se trae el caudal de diseño determinado anteriormente, siendo de 1,5 l/s para los colectores iniciales, según la normatividad.

✓ Luego se ingresó en la columna 48 y 49 la cota rasante de los pozos, la cual sirve para calcular la cota fondo de entrada y salida de las tuberías, teniendo en cuenta la profundidad mínima establecida por la resolución 0330 de 8 junio de 2017 (1.40 m a cota batea). El cálculo

de la hoja electrónica dependió de este paso, ya que la programación está determinada por la pendiente de la tubería que se encuentra en la columna 10. La cota fondo de salida en la tubería se determinó restándole a la cota rasante la profundidad mínima requerida para tuberías de alcantarillado, ejecutándose el cálculo de la tubería inmediatamente en la columna antes mencionada.

✓ En la columna 19 de la hoja de cálculo automáticamente se calculó la velocidad a tubo lleno del colector, aplicando la siguiente ecuación:

$$V_o = \left(\frac{1}{n}\right) * \left(\frac{D}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * S^{0.5}$$

Ecuación 20

Vo: Velocidad en la tubería m/s.

D: Diámetro interno de la tubería (m)

S: Pendiente del terrero

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

✓ La hoja electrónica calcula el caudal a tubo lleno en la columna 12, haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$Q_o = (V_o) * \left(\pi * \frac{D^2}{4}\right) * 1000$$

Ecuación 21

Qo: Caudal a Tubo lleno en l/s.

Vo: Velocidad en la tubería m/s.

D: Diámetro interno de la tubería (m)

✓ Seguido del procedimiento anterior, en las columnas del 13 al 16, se determinó las relaciones hidráulicas (Tabla 4) para cada uno de los colectores de la red, donde la hoja electrónica tiene incorporada internamente la tabla de las relaciones, calculándose inmediatamente con las siguientes ecuaciones:

$$\frac{\text{Caudal de diseño}}{\text{Caudal a tubo lleno}} = \frac{Q}{Q_o}$$

Ecuación 22

RELACIONES HIDRAULICAS											
Q/Qo		0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
V/No	0.0	0.000	0.292	0.362	0.400	0.427	0.453	0.473	0.492	0.505	0.520
	0.1	0.540	0.553	0.570	0.580	0.590	0.600	0.613	0.624	0.634	0.645
	0.2	0.656	0.664	0.672	0.680	0.687	0.695	0.700	0.706	0.713	0.720
	0.3	0.729	0.732	0.740	0.750	0.755	0.760	0.768	0.776	0.781	0.787
	0.4	0.796	0.802	0.806	0.810	0.816	0.822	0.830	0.834	0.840	0.845
	0.5	0.850	0.855	0.860	0.865	0.870	0.875	0.880	0.885	0.890	0.895
	0.6	0.900	0.903	0.908	0.913	0.918	0.922	0.927	0.931	0.936	0.941
	0.7	0.945	0.951	0.955	0.958	0.961	0.965	0.969	0.972	0.975	0.980
	0.8	0.984	0.987	0.990	0.993	0.997	1.001	1.005	1.007	1.011	1.015
	0.9	1.018	1.021	1.024	1.027	1.030	1.033	1.036	1.038	1.039	1.040
1.0	1.041	1.042	1.042								
		0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
d/D	0.0	0.000	0.092	0.124	0.148	0.165	0.182	0.196	0.210	0.220	0.232
	0.1	0.248	0.258	0.270	0.280	0.289	0.298	0.308	0.315	0.323	0.334
	0.2	0.346	0.353	0.362	0.370	0.379	0.386	0.393	0.400	0.409	0.417
	0.3	0.424	0.431	0.439	0.447	0.452	0.460	0.468	0.476	0.482	0.488
	0.4	0.498	0.504	0.510	0.516	0.523	0.530	0.536	0.542	0.550	0.557
	0.5	0.563	0.570	0.576	0.582	0.588	0.594	0.601	0.608	0.615	0.620
	0.6	0.626	0.632	0.639	0.645	0.651	0.658	0.666	0.672	0.678	0.686
	0.7	0.692	0.699	0.705	0.710	0.719	0.724	0.732	0.738	0.743	0.750
	0.8	0.756	0.763	0.770	0.778	0.785	0.791	0.798	0.804	0.813	0.820
	0.9	0.826	0.835	0.843	0.852	0.860	0.868	0.876	0.884	0.892	0.900
1.0	0.914	0.920	0.931								
		0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
R/Ro	0.0	0.000	0.239	0.315	0.370	0.410	0.449	0.481	0.510	0.530	0.554
	0.1	0.586	0.606	0.630	0.650	0.668	0.686	0.704	0.716	0.729	0.748
	0.2	0.768	0.780	0.795	0.809	0.824	0.836	0.848	0.860	0.874	0.286
	0.3	0.896	0.907	0.919	0.931	0.938	0.950	0.962	0.974	0.983	0.992
	0.4	1.007	0.014	1.021	1.028	1.035	1.043	1.050	1.056	1.065	1.073
	0.5	1.079	1.087	1.094	1.100	1.107	1.113	1.121	1.125	1.129	1.132
	0.6	1.136	1.139	1.143	1.147	1.151	1.155	1.160	1.163	1.167	1.172
	0.7	1.175	1.179	1.182	1.184	1.188	1.190	1.193	1.195	0.197	1.200
	0.8	1.202	1.205	1.208	1.211	1.214	1.216	1.219	1.219	1.215	1.214
	0.9	1.212	1.210	1.207	1.204	1.202	1.200	1.197	1.195	1.192	1.190
1.0	1.172	1.164	1.150								
		0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
H/D	0.0	0.000	0.041	0.067	0.086	0.102	0.116	0.128	0.140	0.151	0.161
	0.1	0.170	0.179	0.188	0.197	0.205	0.213	0.221	0.229	0.236	0.244
	0.2	0.251	0.258	0.266	0.273	0.280	0.287	0.294	0.300	0.307	0.314
	0.3	0.321	0.328	0.334	0.341	0.348	0.354	0.361	0.368	0.374	0.381
	0.4	0.388	0.395	0.402	0.408	0.415	0.422	0.429	0.436	0.443	0.450
	0.5	0.458	0.465	0.472	0.479	0.487	0.494	0.502	0.510	0.518	0.526
	0.6	0.534	0.542	0.550	0.559	0.568	0.576	0.585	0.595	0.604	0.614
	0.7	0.623	0.633	0.644	0.654	0.665	0.677	0.688	0.700	0.713	0.725
	0.8	0.739	0.753	0.767	0.783	0.798	0.815	0.833	0.852	0.871	0.892
	0.9	0.915	0.940	0.966	0.995	1.027	1.063	1.103	1.149	1.202	1.265
1.0	1.344	1.445	1.584								

Tabla 4. Relaciones Hidráulicas
Fuente. Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P

$$\frac{\text{Velocidad Real}}{\text{Velocidad a tubo lleno}} = \frac{V}{V_o}$$

Ecuación 23

$$\frac{\text{Lamina de agua}}{\text{Diametro de la tubería}} = \frac{d}{D}$$

Ecuación 24

$$\frac{\text{Radio Hidraulico real}}{\text{Radio Hidraulico}} = \frac{R}{R_o}$$

Ecuación 25

$$\frac{\text{Profundidad Hidraulica}}{\text{Diametro de la tubería}} = \frac{H}{D}$$

Ecuación 26

✓ En la columna 22 se determinó la fuerza atractiva de la tubería de cada uno de los colectores, teniendo en cuenta el parámetro sugerido por la resolución 0330 en el artículo 141 “Criterios de auto limpieza en los alcantarillados” donde se establece que el esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínimo es de 1 Pascal (Pa)

$$\mathcal{E} = 9.81 * R * S$$

Ecuación 27

S: Pendiente del terrero

R: Radio Hidráulico

En la celda siguiente, se calculó el número de Froude en cada colector de la red, haciendo uso de la ecuación D.6.19 establecida en el título D del RAS-2016, mostrada a continuación.

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gD}}$$

Ecuación 28

V: Velocidad media de flujo (m/s).

g: Aceleración de la gravedad (m/s²)

D: Profundidad Hidráulica (m).

El número de froude debe ser ≥ 1.1 o ≤ 0.9 . donde establece que tipo de flujo hay en el colector diseñado, si es supercrítico o subcritico respectivamente.

✓ Al obtener el régimen de flujo de cada colector, se realizó los empates en cada pozo de inspección, este procedimiento está establecido en la hoja electrónica entre las columnas 24 y 41, donde se debió tener en cuenta la condición establecida por la siguiente ecuación que se encuentra en la columna 27.

$$\text{Entrada no Sumergida} = \frac{Q}{Ds^2 * \sqrt{g * Ds}} \leq 0.62$$

Ecuación 29

$$\text{Entrada Sumergida} = \frac{Q}{Ds^2 * \sqrt{g * Ds}} \geq 0.62$$

Ecuación 30

Q: Caudal de diseño en el tramo (m³/s)

Ds: Diámetro del colector de salida.

G: Aceleración de la gravedad.

Con la gráfica mostrada a continuación (Ilustración 20) se determinó la caída en el pozo (H_w), que dependió del tipo de régimen en la tubería, hallados anteriormente, el cual se encuentra incorporada en la hoja de calcula electrónica.

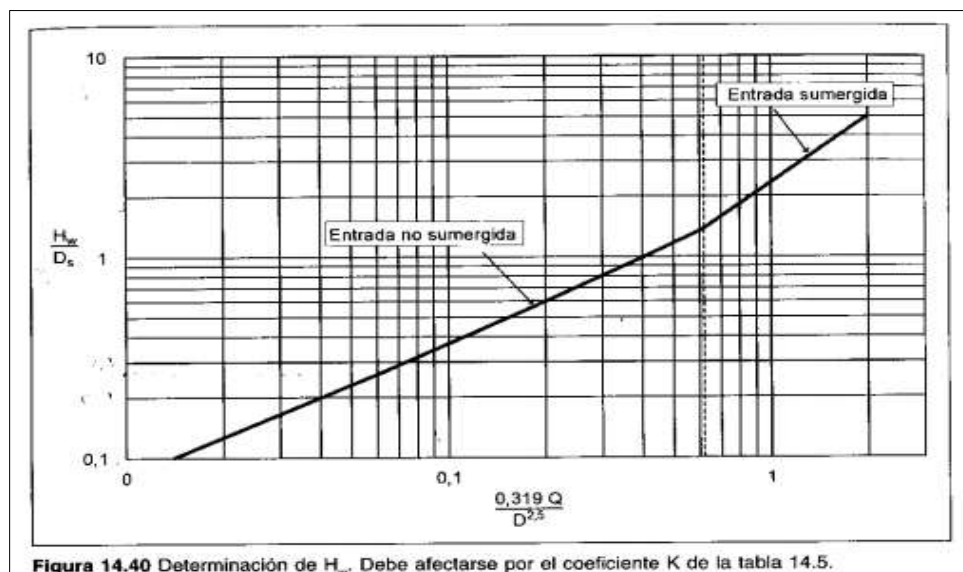


Ilustración 20 Gráfica para Determinar la Caída en el Pozo (H_w).

Fuente: Elemento de Diseño para Acueductos y Alcantarillados” de “Ricardo Alfredo López Cualla

9			DISEÑO HIDRAULICO																											
10	AGUAS KPITAL CUCUTA S.A. E.S.P.		ING. M																											
11	CUADRO No 5.2		CONDICIONES HIDRAULICAS COLECTOR													REGIMEN SUPERCRITICO														
12	CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS COLECTOR											QTUBO					PROFUND		VTUBO	VEL REAL	CABEZ	FUERZA TRACTIVA	Fr	REGIMEN	Ø Pozo	Relac	K	0.319'Qd	Sumer	helØ
13	TRAMD	X	CARACT GEOMETRICAS COLECTOR								LLEND				LÁMINA	HIDRAULICA	LLEND		VELOC						Int			Øs'2,5	No Sumer	
14	DE	A	Q DIS	n	Ø	Ø	Mat	E	LONG	PEND	PEN MIN	Qo	Q/Qo	Y/Ø	VVo	D/Ø	y	D	Vo	V	V'Y2g	Ft	NF	REGIMEN	Øp	Øp/Øts				
15			lts		plg	mm		N	mts	%	V=0.6	lts	<0.85				mts	mts	m/s	m/s		Kg/m2			mts					
16	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)		(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)
17																														

Ilustración 21. Hoja de Cálculo Electrónica.
Fuente. Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P

9														PROYECTO:				HOJA No _ DE _													
10														José Bernal				FECHA: 27/07/2017													
11	SUBCRITICO													CAIDA	CAIDA	PERFIL TRAMO								PROFUND. A CLAVE	PROFUND. A FONDO						
12	C		helØ	Hw/Ø	CAIDAEN	H1	H2	rc	α	rc/Ø	K	Hc	CABEZ	DHv	CAIDA	TRAMD	BATEA	COTA FONDO		COTA CLAVE		COTA RASANT		COTA ENERG							
13	TRAMD				POZO			salida					VELOC		BATEA	def			SUPER	INFER	SUPER	INFER	SUPER	T INFER	SUPER	INFER	PEND				
14	DE	A			Hw								V'Y2g	Hp													TERR	INI	FIN	INI	FIN
15													m		m				mts	mts	mts	mts	mts	mts	mts	mts	%	mts	mts	mts	mts
16	(1)	(2)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	2		(44)	(45)	(46)	(47)	(48)	(49)	(50)	(51)	(52)	(53)	(54)	(55)	(56)
17																															

Ilustración 22. Hoja de Cálculo Electrónica (Continuación).
Fuente. Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P

4.4.3.4 Chequeo de la Red de Alcantarillado con SWMM.

Con la ayuda de la herramienta SWMM por su siglas en inglés (Stormwater Management Model), conocido como un software de modelo dinámico de simulación de precipitaciones, que trabaja tanto para un solo acontecimiento o para un periodo extendido, permitió simular tanto la cantidad y calidad de agua evacuada, especialmente en alcantarillados urbanos (EPA, manual del usuario Swmm, 2005). Haciendo uso del software se realizó un chequeo para verificar como trabaja las tuberías y los pozos en el sistema de alcantarillado diseñados anteriormente en la hoja de cálculo. Para esto inicialmente se debió configurar las opciones generales del cálculo hidráulico en el software. (Ilustración 23)

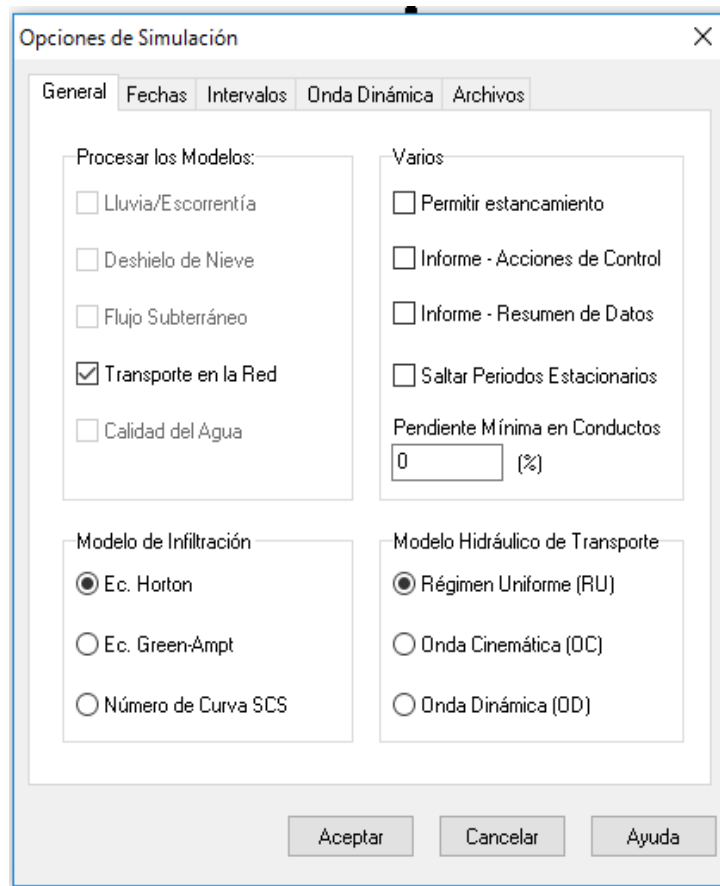


Ilustración 23. Datos iniciales Opciones Hidráulicas
Fuente. Autor.

Posteriormente se dibujaron en el programa los nodos, que hacen a su vez de pozos en el diseño de la red de alcantarillado y se ingresaron los siguientes datos. (Ilustración 24)

Nudo 1	
Propiedad	Valor
Nombre	1
Coordenada X	839943.860
Coordenada Y	1369812.830
Descripción	
Marca	
Aportes	YES
Tratamiento	NO
Cota del fondo	288.40
Profundidad Máxima	1.40
Nivel inicial	0
Altura de Sobrepresión	0
Área de inundación	0
Nombre asignado por el usuario a la conexión	

Ilustración 24. Datos de los nodos del sistema
Fuente. Autor.

De la misma manera se dibujaron las tuberías que conforman la red de alcantarillado, uniendo los nodos previamente ingresados al programa, donde se ingresó los siguientes datos para cada una de ellas. (Ilustración 25)

Conducto 1-2	
Propiedad	Valor
Nombre	1-2
Nudo inicial	1
Nudo final	2
Descripción	
Marca	
Forma	CIRCULAR
Altura (Prof. Máx.)	0.182
Longitud	17.85
Coef. Manning (n)	0.010
Desnivel Entrada	0.00
Desnivel Salida	0.05
Caudal inicial	0
Caudal máximo	0
Coef. Pérd. Entrada	0
Coef. Pérd. Salida	0
Nombre asignado por el usuario al conducto	

Ilustración 25. Datos de las tuberías del sistema
Fuente. Autor.

También se configuro en el programa los nodos, que hacen de pozos de descarga a los interceptores principales que entregan las aguas residuales a la planta de tratamiento de quebrada blanca. (Ilustración 26).



Propiedad	Valor
Nombre	261
Coordenada X	839613.243
Coordenada Y	1369273.004
Descripción	
Marca	
Aportes	NO
Tratamiento	NO
Cota del fondo	251.85
Compuerta antirretorno	NO
Tipo	FREE
Vertido a nivel fijo	
Nivel fijo Vertido	0
Vertido contra marea	
Nombre Curva Marea	*
Vertido variable en el tiempo	
Nombre asignado por el usuario al vertido	

Ilustración 26. Datos de los vertidos del sistema

Fuente. Autor.

A continuación, a la configuración de todos los parámetros de la red en el software, el montaje queda listo para el chequeo de la red de alcantarillado, donde se hizo la comprobación de los colectores y pozos de la red.

Finalmente, para dar por terminado el diseño de la red de alcantarillado se realizó en AutoCAD los perfiles de cada uno de los colectores y se ajustan en una presentación junto al detalle de la planta de la red, obteniendo los planos finales constructivos del sistema.

4.4.4 Implementación del Sistema de Información Geográfica (ArcGIS).

Después de obtener los planos finales de los diseños de acueducto y alcantarillado, se hizo la implementación del software ArcGIS “sistema de información geográfica de última generación y tecnológicamente más avanzado que proporciona representaciones cartográficas en 2D y 3D al usuario.” (Moreno, 2006), para el montaje de los sistemas de acueducto y alcantarillado a la cartografía de redes de la empresa Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P. donde se exporto de AutoCAD la red de acueducto y alcantarillado, donde debido a la topografía el trazado de la red estaba georreferenciado con coordenadas planas, luego se creó

una tabla de atributos para cada especificación necesaria de la red (Accesorios de acueducto, Pozos de alcantarillado, Tubería de acueducto y alcantarillado).

Se suministró a la tabla de cada sistema los datos obtenidos del diseño de la red de acueducto y alcantarillado, como los diámetros en las tuberías, accesorios, profundidad a cota batea, tipo de material, profundidad de los pozos, material de los pozos, para finalmente guardarlos en la base del catastro de redes de la empresa Aguas Kpital Cúcuta SA ESP.

4.4.5 Análisis Presupuestal de las Redes de Acueducto y Alcantarillado.

Para el análisis del presupuesto de las redes de acueducto y alcantarillado, se elaboró los APU (análisis de precios unitarios) para cada actividad constructiva de los sistemas. En el análisis de precios unitarios se tuvieron en cuenta los rendimientos de cada actividad realizada en la instalación de los sistemas, estos rendimientos fueron entregados por la empresa de acueducto y alcantarillado, asimismo, los precios utilizados son suministrados por los proveedores de la región, permitiendo así que los valores sean más ajustados a la realidad, determinando el valor de cada actividad por unidad de medida.

Obtenido el diseño de las redes del asentamiento de José Bernal, se determinó las cantidades de obra de cada uno de los sistemas, donde finalmente se multiplica por el precio por unidad de medida del análisis de precios unitarios, para decretar el presupuesto total de la construcción de las obras.

5 RESULTADOS Y ANÁLISIS

La presentación de este capítulo se divide de la misma manera descrita en la metodología del proyecto. Constando de cinco fases importantes para cumplir con los objetivos propuestos:

5.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

En la Ilustración 27, se presenta el plano de planta del asentamiento José Bernal, siendo el resultado final del levantamiento topográfico, donde se evidencio pozos construidos artesanalmente por la comunidad para la evacuación de sus aguas residuales, se conoció la profundidad de estos y los diámetros de las tuberías que entran y sale de cada uno de ellos (Anexó 11). Estos pozos y tuberías no fueron utilizados en el diseño de la red, debido a que no cumplían con las especificaciones técnicas de construcción.

También se evidencio en el levantamiento topográfico que las vías internas del asentamiento no cuentan con estructura de pavimento, dificultando el acceso a cada una de las viviendas, igualmente, se obtuvo las pendientes del terreno natural, donde se evidencio que hay vías internas con pendientes mayores al 15% (Anexó 12), afectando la instalación de las tuberías del sistema, debido a esto a la tubería se le debe hacer un atraque para no permitir que la tubería se deslice y halla afectación en el sistema de alcantarillado.

En la ilustración se muestra los drenajes naturales que delimitan el asentamiento, donde actualmente la comunidad deposita las aguas residuales proveniente de sus viviendas, afectando el ecosistema natural.

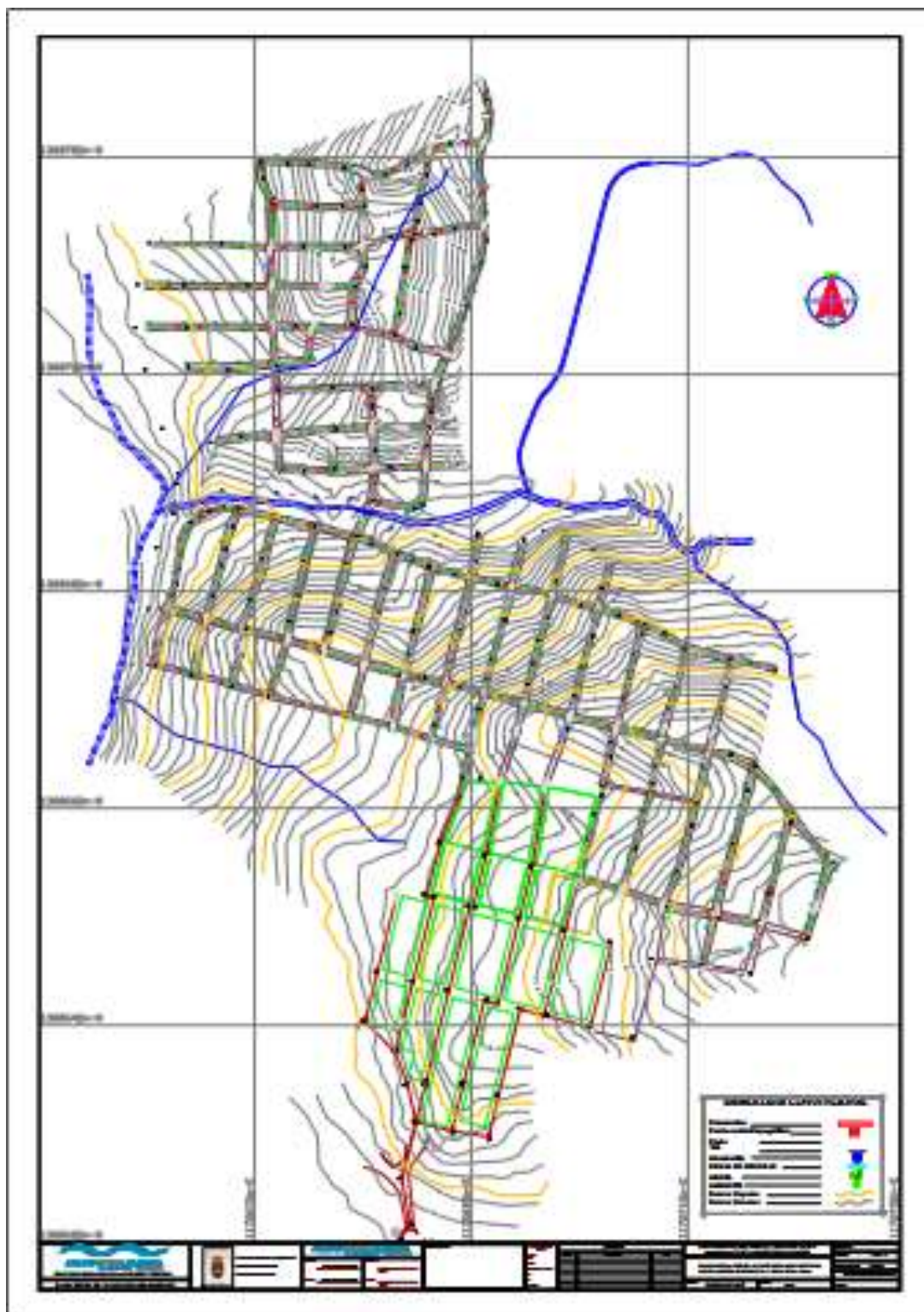


Ilustración 27. Plano topográfico del Asentamiento José Bernal
Fuente: Autor.

5.2 DISEÑO DE LA RED DE ACUEDUCTO

En la Ilustración 28 se presenta el resultado de la simulación de la red matriz total para la obtención de la presión de diseño en el punto de alimentación de José Bernal, con este resultado se puede realizar el diseño de la red interna de la zona de estudio, observándose que las presiones en los puntos de alimentación cumplen con la presión mínima establecida en la resolución 0330 del 8 de junio de 2017 (ministerio de vivienda, 2017), todos los puntos están por encima de 15 mca, asimismo la presión en el punto de alimentación de diseño de José Bernal es de 76,08 mca, debido esto se instaló una válvula reductora de presión para disminuir la altura estática y no afectar la red interna de acueducto del asentamiento.

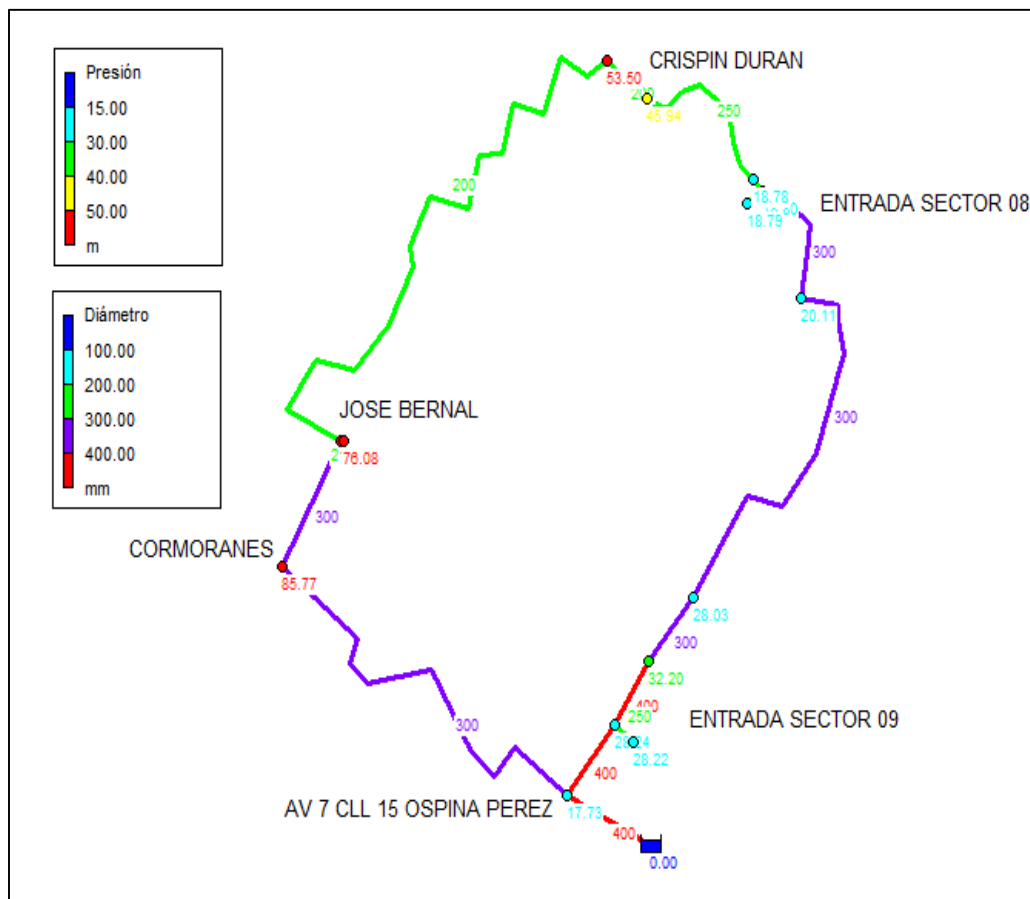


Ilustración 28. Simulación de la red matriz

Fuente. Autor.

En la Ilustración 29, se puede observar en AutoCAD el trazado de la red de acueducto en el asentamiento José Bernal obtenida mediante el levantamiento topográfico, se muestra también que el diámetro inicial asumido para las tuberías es de 3", siendo mayor al mínimo establecido por la resolución 0330 del 8 de junio del 2017.



Ilustración 29. Trazado inicial de la red de distribución.

Fuente. Autor

En la Tabla 5 se observa los resultados del caudal medio diario (Qmd), máximo diario (QMD) y máximo horario (QMH), obtenidos de la aplicación de las ecuaciones descrita anteriormente en la metodología (Ecuación 1, 2 3,4), siendo utilizados para el cálculo del caudal de diseño de la red de acueducto, como se observar el caudal de diseño es de 44 l/s.

La la resolución 0330 del 8 de junio de 2017 que estipula que para redes de distribución el caudal de diseño debe ser el caudal máximo horario (QMH)

RESULTADOS DE CÁLCULO DE CAUDAL	
Dotación Neta (l/Hab/Ha)	140.0
% Perdidas	25%
Dotación Bruta (l/Hab/Ha)	186.7
k1 (-)	1.2
k2 (-)	1.5
Qmd (l/s)	24.4
QMD (l/s)	29.3
QMH (l/s)	44.0

Tabla 5. Cálculo del caudal de diseño.

Fuente. Autor.



Ilustración 30. Áreas de Influencia para la demanda base

Fuente. Autor

En la ilustración presentada anteriormente (Ilustración 30), se muestra las áreas de influencia de cada nodo del sistema de acueducto, donde se observa que se toma el área total del asentamiento a servir, estimando así la demanda base o caudal unitario por unidad de área. En el Anexo 1 se presenta la demanda base para cada uno de los nodos del sistema.

En la Ilustración 31 se presenta los diámetros finales del sistema de acueducto, obtenido de la simulación para un periodo estático, donde se aprecia que el color naranja representa los diámetros internos de la red, siendo mayores al mínimo estipulado por la resolución, estos están entre el rango de 3" y 4" (diámetros comerciales), también se observa que la red interna de acueducto presenta una tubería principal de 6" (color café), encargada de aumentar la altura estática en el sistema, garantizando la presión en los puntos más altos.

Como se observa en la Ilustración 32, en el gráfico de contorno de presiones, parte inferior derecha, el color azul oscuro representa los nodos que dieron como resultado la zona del asentamiento donde las presiones fueron inferiores a 15 mca, es debido a que son los puntos más altos de la red, dado esto, la norma estipula que si la presión está entre 12 y 15 mca el área debe ser menor al 10% del área total a servir, lo cual hace que el diseño cumpla, puesto que el área es menor a lo estipulado en la norma. Las zonas que están dentro del rango de presiones aceptable por la norma son las que se representan con el color azul claro y verde, las que están por encima de la presión máxima estática pero dentro del rango aceptable, que no superan los 60 mca y su área es menor al 10% del área total de la zona de estudio, son las que se representa de color amarillo, pues son los puntos más bajos del sistema ocasionando que se eleve la presión, y por último la región de color rojo es la presión de la tubería de la red matriz que alimenta al sistema con presiones mayores a 60 mca. El diseño es óptimo y eficiente, ya que la mayoría de nodos cumplen con la presión mínima establecida por la resolución 0330 del 8 junio de 2017 (15 mca), y que las tuberías son mayores al diámetro interno mínimo para una red menor de distribución.

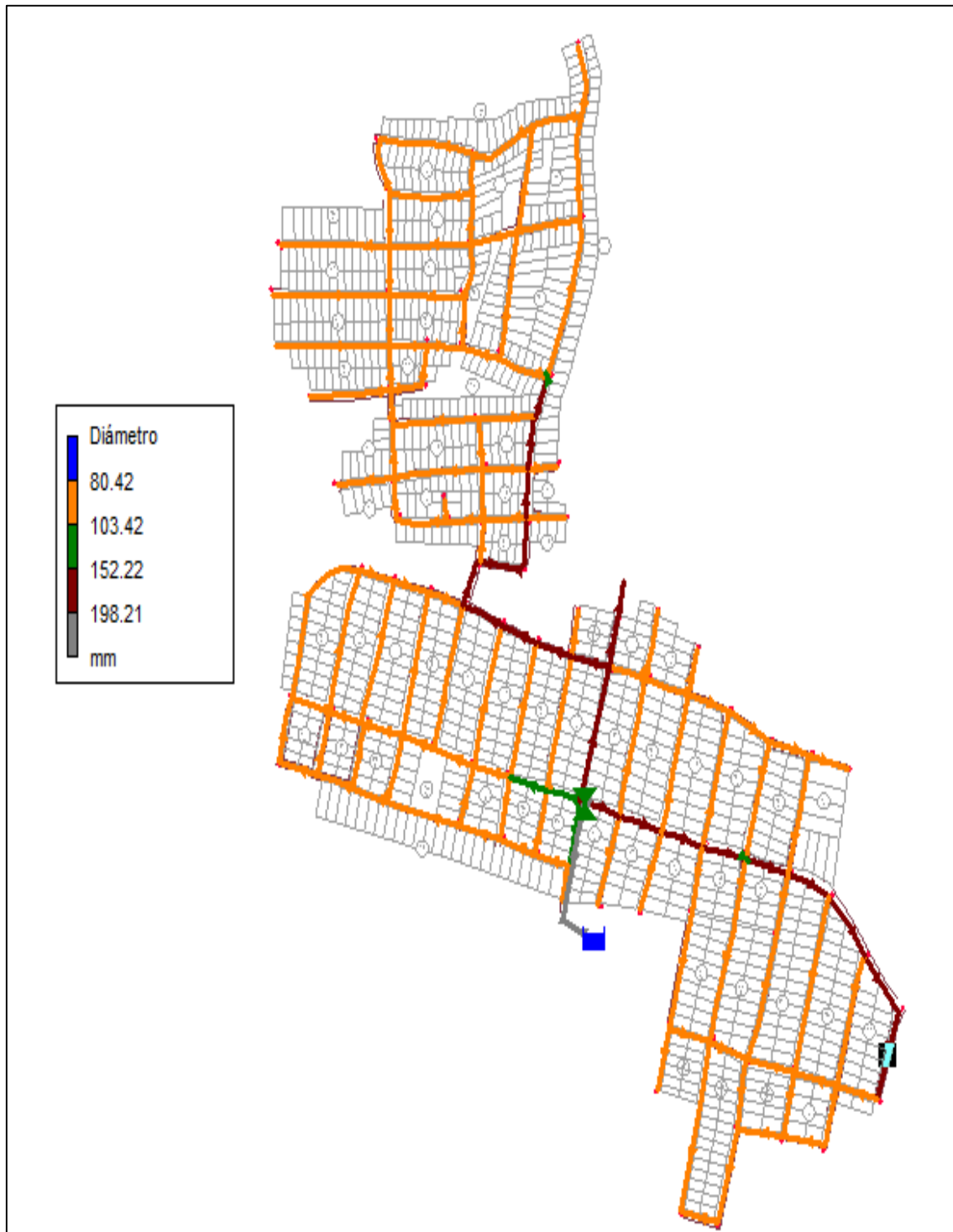


Ilustración 31 Diámetros finales de la red.
Fuente. Autor.

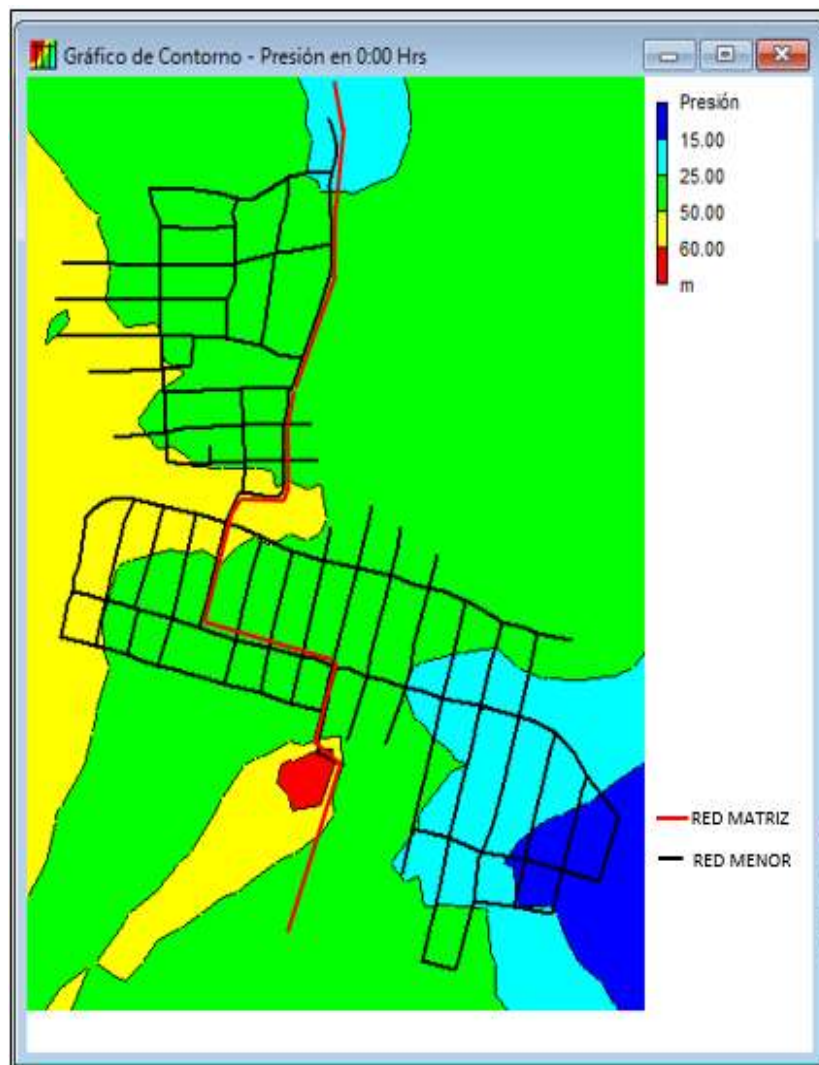


Ilustración 32. Gráfico de contorno de presiones periodo estático (QMH).
Fuente. Autor.

Consecutivamente a la simulación descrita anteriormente, se realizó para un periodo extendido de 24 hr con los diámetros anteriores; obteniendo como el mapa de contorno de presiones a las 6am (Ilustración 33), siendo la hora de mayor consumo establecida por la curva de demanda de la ciudad, la cual tiene similitud en cuanto a las presiones mínimas al grafico anterior obtenido. Las presiones máximas derivadas de la simulación son las que se representan de color fucsia, estando dentro del rango aceptable por la resolución 0330 del 8 de junio de 2017, por consiguiente, el diseño de la red de José Bernal es para un periodo extendido durante 24 hr es aceptable dentro de los parámetros estipulados.

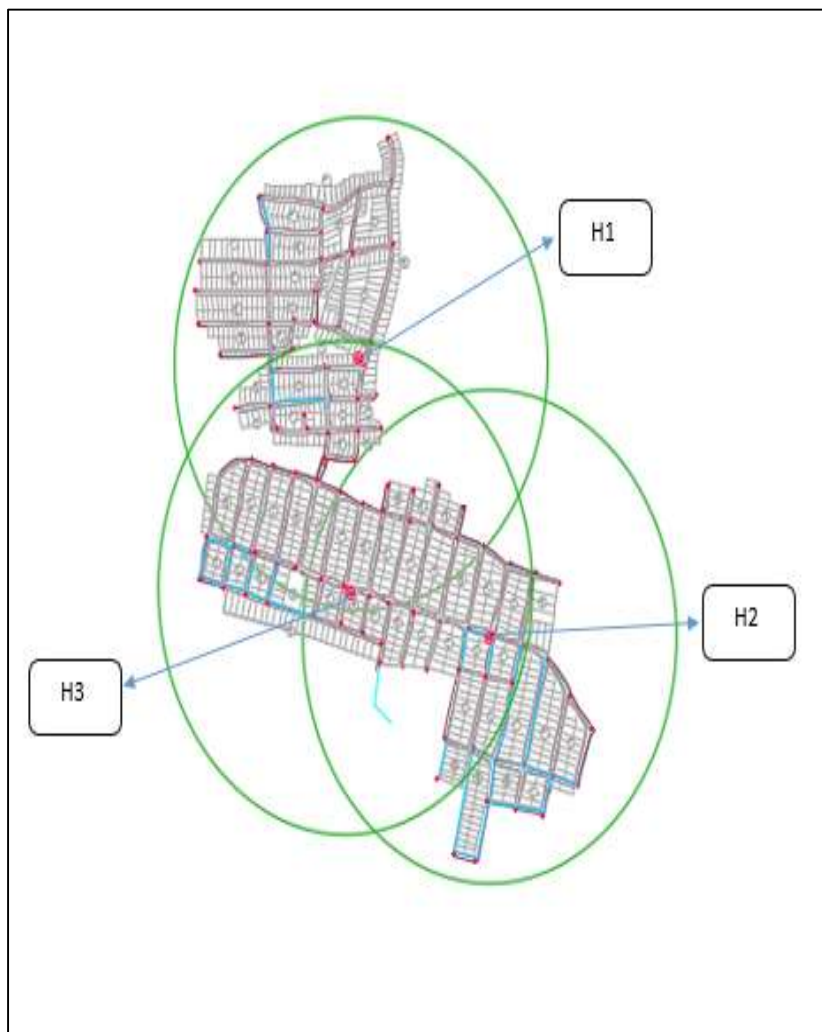


Ilustración 33. Gráfico de contorno de presiones, periodo extendido (Qmd).
Fuente. Autor.

En el Anexo 2 y 3, se presenta los reportes generados por el software EPANET en los nodos y tuberías del sistema de acueducto en la hora más crítica en un espacio de 24 hr, debido de la simulación para un periodo extendido, donde se observa que las tuberías están trabajando dentro del rango aceptable determinando que el diseño se ha optimo y eficiente para la red interna de acueducto.

En la ilustración que se muestra a continuación (Ilustración 34), hace referencia a la disposición final de los hidrantes, cumpliendo con los parámetros establecidos por la

normatividad, como se observa los hidrantes, se encuentra estratégicamente ubicados en lugares donde puedan atender a la población en caso de presentarse una eventualidad de incendio en el asentamiento.



*Ilustración 34. Disposición de Hidrantes en la Red.
Fuente. Autor.*

En la Ilustración 35, se observa el mapa de contorno de presiones para la red de acueducto de la zona de estudio en caso de presentarse una eventualidad de emergencia, la simulación se realiza con dos hidrantes instantáneos como lo estipula la norma en la resolución 0330 del 8 de junio de 2017. Debido a que los hidrantes demandan mucho caudal, la región de presión de color azul oscuro es mayor en comparación a la Ilustración 32 y 33,

dichas presiones de esta región se encuentran dentro del rango aceptable por la norma, debido a que el área es menor al 5% del área total. También se visualiza que las presiones mayores en los puntos bajos de la red disminuyen, concluyendo que los diámetros del sistema pueden soportar esta eventualidad sin presentar problemas en la red interna del Asentamiento José Bernal.

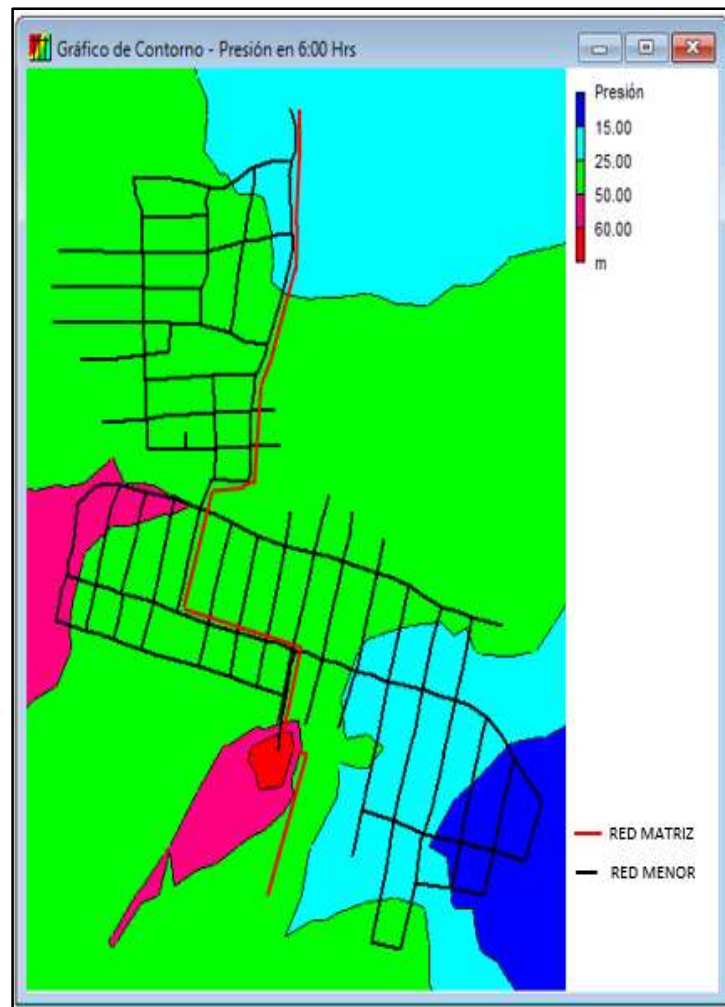
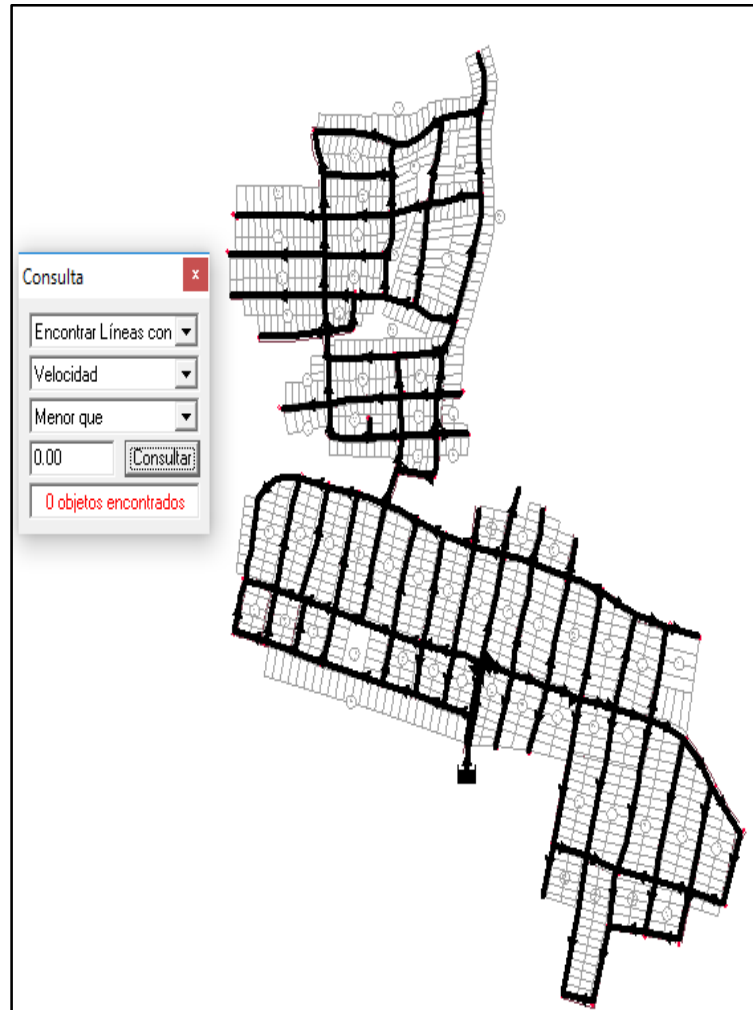


Ilustración 35. Gráfico de contorno de presiones, periodo extendido con Hidrantes.
Fuente: Autor.

Obtenidos los diámetros finales de la red, se realizó la verificación de las velocidades en las tuberías (Ilustración 36) para la 6 de la mañana en un periodo extendido de 24 hr, observándose que no hay ninguna tubería que trabaje con velocidades iguales a cero en la

red, estableciendo que las tuberías en el sistema cumplen eficientemente, garantizando el servicio.



*Ilustración 36. Velocidades en las tuberías de la red
Fuente. Autor.*

En la Ilustración 37 se observa el balance de caudales durante 24 horas, donde se puede ver que los picos de la gráfica representan las horas de mayor consumo durante el día en la red, además muestra que el máximo caudal consumido durante el día en la hora pico es de 44 l/s, siendo el mismo caudal máximo horario calculado anteriormente por las ecuaciones (Tabla 5), lo cual representa que la curva de consumo ingresada al Software contiene factores óptimos para el diseño de redes en periodos extendidos.

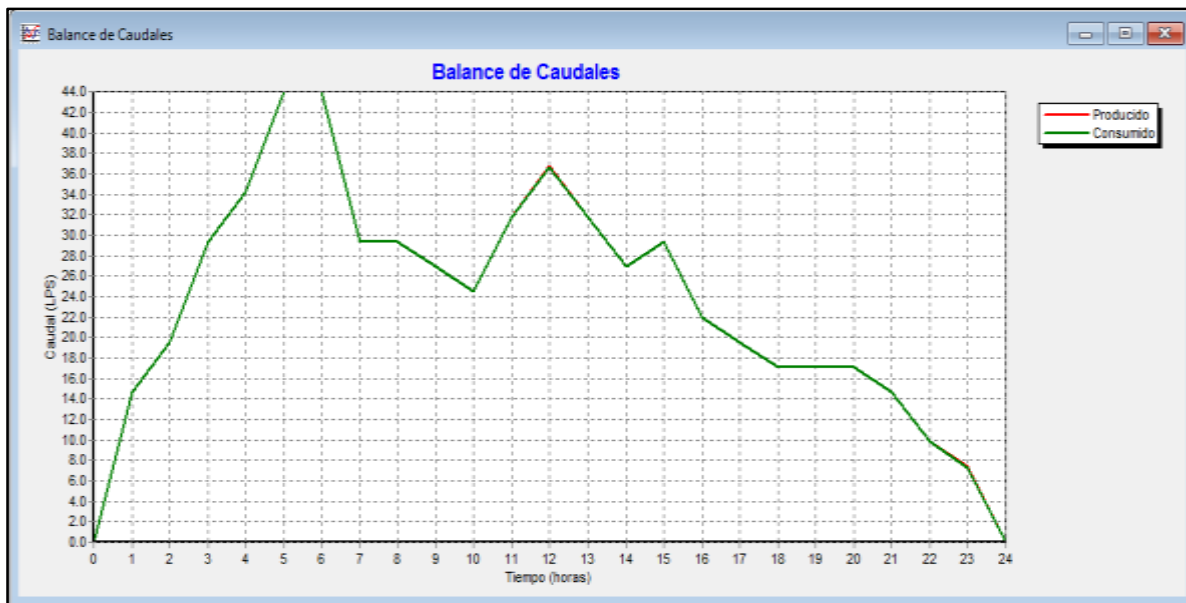


Ilustración 37. Balances de Caudales en la Red periodo extendido
Fuente. Autor.

CALCULO DIAMETRO DE LA VALVULA REGULADORA DE PRESION

VRP_s PARA ESTACION DOBLE	VRP PARA ESTACION SENCILLA	VRP_s PARA ESTACION DOBLE
Con estos dos parámetros (Cv) escogemos los diámetros de las válvulas, según la TABLA 1, pero si la vel > 5 entonces escoger un Ø mayor!	Velocidad máx con una válvula Ø4"	Velocidad con dos válvulas
Cv MAXIMO 30.00 a Ø3"	VELOCIDAD (m/seg) = 5.29	NO APLICA

REVISIÓN DE PRESIÓN DEFINIR MODELO
REVISIÓN DE CAVITACIÓN CAVITACION MUY LEVE

GRAFICO DE CAVITACION

VELOCIDAD MAXIMA DE ENTRADA 0.60 m/seg

TAMAÑO VALVULA	2"	3"	4"	6"	8"	VELOCIDAD MAXIMA	
COEFICIENTE DE FLUJO CV	32	124	220	460	840	pies/s	m/seg
MAXIMO FLUJO (GPM)	CONTINUO 200	460	800	1500	3000	20	6.1
	INTERMITENTE 250	570	1000	2300	3500	25	7.6

CLASE ANSI	HIERRO	HIERRO DUCTIL Y ACEROS AL
PRESION MAXIMA PSI	125 200	150 250 300 500

TAMAÑO	CLASE ANSI	CV OFRECIDO
3"	HD	150 30.00

SE ASUME 4" para cumplir con Vmax= 5 m/s!

Ilustración 38. Cálculo de la Válvula reductora de Presión
Fuente. Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S. P

En la Ilustración 38 mostrada anteriormente, se presenta el cálculo para la elección del diámetro de la válvula reductora de presión, establecida en la red de acueducto simulada en Epanet, donde se encarga de disminuir la altura estática, que llega de la red matriz con una presión de 76,08 mca y entra al sistema de acueducto interno del asentamiento con una presión de 33.8 mca, la cual es óptima y está dentro del rango aceptable para las redes menores. Se muestra que la reductora tendrá un diámetro de (4”), dado que cumple con las recomendaciones técnicas del proveedor de la empresa, donde estipula que la válvula no deberá trabajar con una velocidad mucho mayor a 5 m/s, para evitar daños en el sistema interno de la misma, además se puede observar que la cavitación de la válvula es muy leve evitando así que el accesorio sufra daños en un periodo corto después de ser instalado. En la Ilustración 39 y 40 se presenta el diseño final de la válvula reductora de presión con los accesorios necesarios para la instalación de la misma, además se observa que tendrá un bypass de derivación en caso de que la válvula presente daños, cumpliendo permanentemente con el servicio en la red interna del asentamiento José Bernal.

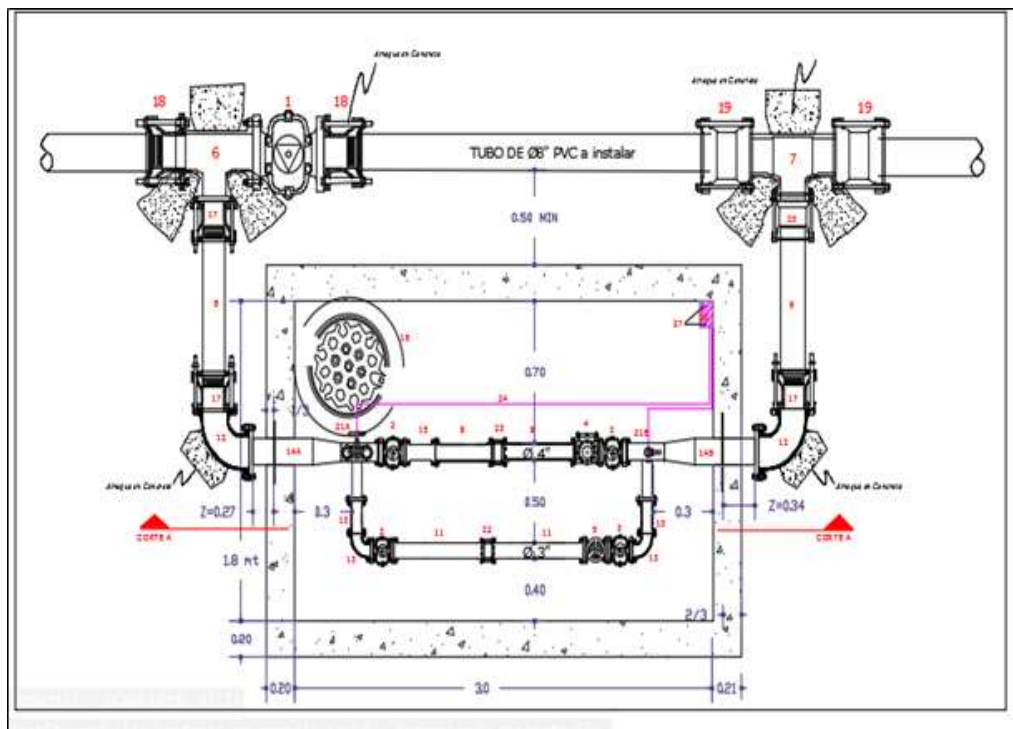


Ilustración 39. Diseño final de la VRP (Planta).

Fuente. Autor (AutoCAD 2007)

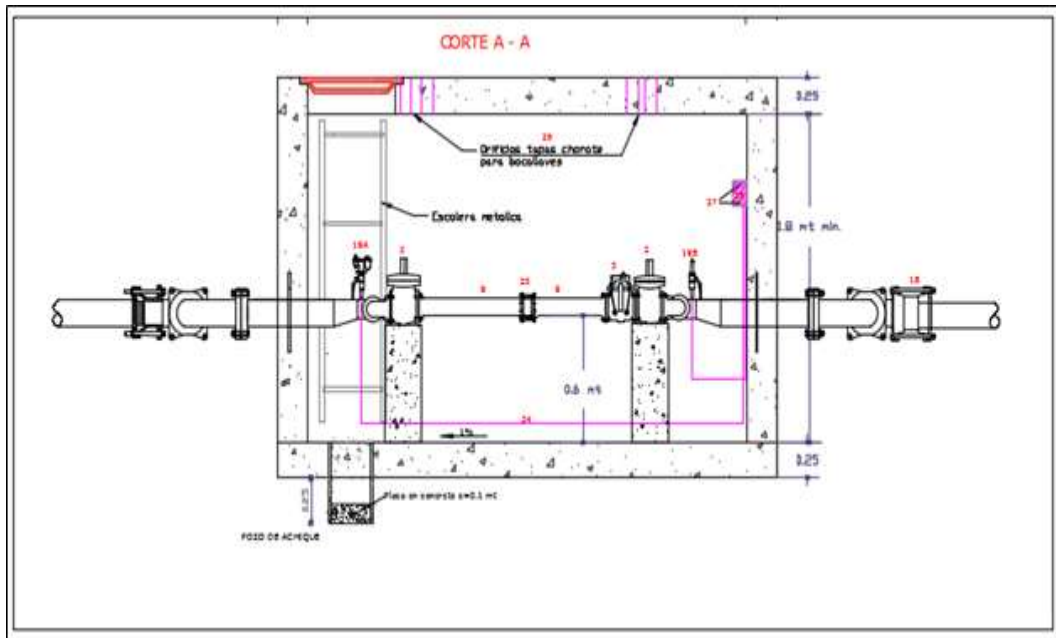


Ilustración 40. Diseño final de la VRP (Corte A-A perfil).

Fuente. Autor (AutoCAD 2007)

Finalmente se obtiene el plano con todos los accesorios de la red de acueducto del asentamiento José Bernal (Ilustración 42), donde se observa la disposición final de los accesorios necesarios para la instalación correcta del sistema de acueducto en el asentamiento, siendo utilizado para la construcción del mismo. En la Ilustración 41 se presenta los detalles que tienen cada uno de los accesorios puestos en la red.

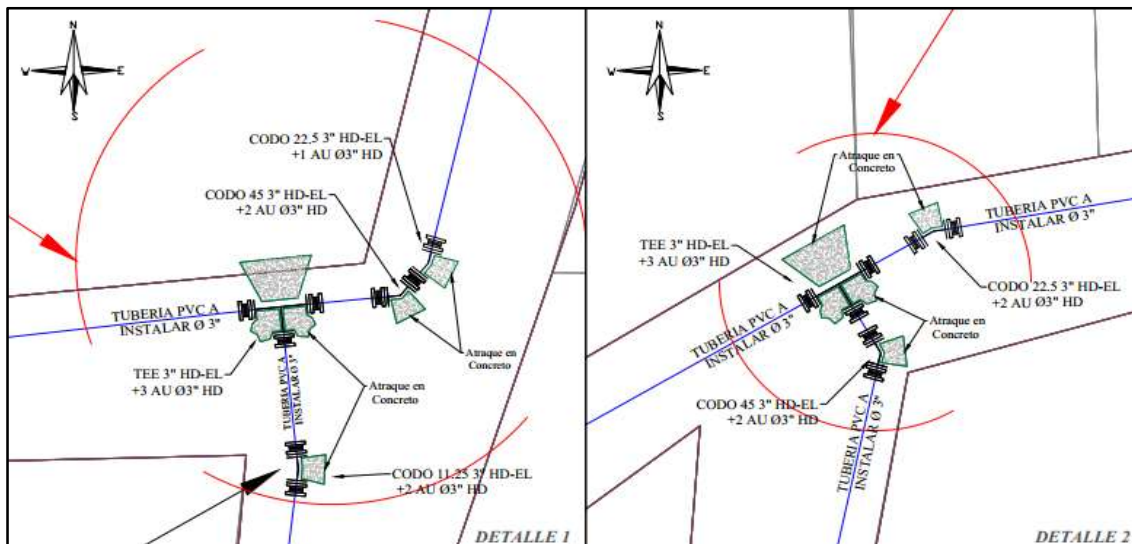


Ilustración 41. Detalles de los Accesorios de acueducto.

Fuente. Autor (AutoCAD).



Ilustración 42. Planta de la Red de Acueducto José Bernal.
Fuente: Autor.

5.3 DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO



Ilustración 43. Trazado de la red de alcantarillado.
Fuente. Autor.

En la Ilustración 43, se puede observar el trazado final en AutoCAD de la red de alcantarillado en el asentamiento José Bernal y la urbanización villa Sara, obtenido mediante el levantamiento topográfico, cumpliendo con los parámetros expuestos por la normatividad colombiana, igualmente se aprecia los drenajes de agua perteneciente a la zona en estudio.

En la Ilustración 44 se evidencia el cálculo del caudal de diseño en cada uno de los colectores debido a la aplicación de las ecuaciones descritas anteriormente en la metodología, (Ecuación 13, 14, 15, 16, 17 y 18), igualmente se observa en la ilustración que los colectores iniciales (por ejemplo P1-P2) tienen establecido el caudal mínimo estipulado en la resolución 0330 del 8 de junio del 2017, siendo este de 1.5 l/s.

ING. M																								
DISEÑO HIDRAULICO																								
Cuadro No 5.1																								
Cálculo de Áreas y Caudales - Alcantarillado Sanitario																								
TRAMO		LONG	ÁREAS				POBLACIÓN				CAUDALES					Qd								
DE	A		AREA (m ²)	PROPIA	SUPER	TOTAL	TOTAL	INDAD	P. baseTra m	P. Flot/Tras	P. totalTra m	Qd	Qind	Qcom	Qmax	Qdesf	Factor Floteo	Factor Gámez	Factor Los Angeles	QPRUEB	Qema	Q inf	QARD	Q ds
		X	Ha	Hb	Ha	Ha	Ha	Hab/Ha	Hab	Hab	Hab	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s				l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
P1	P2	17.95	496.29	0.050	0.000	0.050	0.050	309.00	15	1	16	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	3.80	No aplica	No aplica	0.08	0.01	0.01	0.10	1.50
P2	P3	19.71	579.79	0.052	0.000	0.102	0.102	309.00	30	2	33	0.04	0.00	0.00	0.00	0.04	3.80	No aplica	No aplica	0.17	0.02	0.02	0.21	1.50
P3	P4	20.295	481.65	0.041	0.102	0.143	0.143	309.00	43	3	46	0.06	0.00	0.00	0.00	0.06	3.80	No aplica	No aplica	0.24	0.03	0.03	0.30	1.50
P4	P5	32.278	1779.42	0.138	0.143	0.321	0.321	309.00	96	7	103	0.14	0.00	0.00	0.00	0.14	3.80	No aplica	No aplica	0.54	0.06	0.06	0.67	1.50
P5	P6	19.009	347.95	0.095	0.321	0.416	0.416	309.00	125	9	133	0.18	0.00	0.00	0.00	0.18	3.80	No aplica	No aplica	0.70	0.08	0.08	0.86	1.50
P6	P7	25.05	1327.21	0.133	0.416	0.548	0.548	309.00	164	12	176	0.24	0.00	0.00	0.00	0.24	3.80	No aplica	No aplica	0.92	0.11	0.11	1.14	1.50
P7	P8	22.52	1030.00	0.159	0.548	0.707	0.707	309.00	217	15	232	0.31	0.00	0.00	0.00	0.31	3.80	3.35	No aplica	1.19	0.14	0.14	1.47	1.50
P8	P9	17.36	749.08	0.075	0.707	0.782	0.782	309.00	235	16	251	0.35	0.00	0.00	0.00	0.35	3.80	3.33	No aplica	1.31	0.16	0.16	1.63	1.63
P9	P10	14.4	367.90	0.037	0.782	0.819	0.819	309.00	246	17	263	0.36	0.00	0.00	0.00	0.36	3.80	3.32	No aplica	1.38	0.16	0.16	1.70	1.70
P10	P15	16.83	774.36	0.037	0.819	0.856	0.856	309.00	257	18	275	0.38	0.00	0.00	0.00	0.38	3.80	3.31	No aplica	1.44	0.17	0.17	1.78	1.78
P16	P15	19.157	542.57	0.054	0.000	0.054	0.054	309.00	16	1	17	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	3.80	No aplica	No aplica	0.09	0.01	0.01	0.11	1.50
P17	P17	20.749	580.04	0.058	0.011	0.069	0.069	309.00	291	20	311	0.43	0.00	0.00	0.00	0.43	3.80	3.28	No aplica	1.63	0.19	0.19	2.01	2.01
P17	P18	43.97	580.04	0.058	0.969	1.027	1.027	309.00	308	22	330	0.45	0.00	0.00	0.00	0.45	3.80	3.27	No aplica	1.72	0.21	0.21	2.14	2.14
P18	P19	44.23	1436.91	0.144	1.027	1.170	1.170	309.00	351	25	376	0.52	0.00	0.00	0.00	0.52	3.80	3.24	No aplica	1.97	0.23	0.23	2.43	2.43
P9	P10	211	771.72	0.077	0.000	0.077	0.077	309.00	23	2	25	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03	3.80	No aplica	No aplica	0.13	0.02	0.02	0.16	1.50

Ilustración 44. Hoja electrónica de cálculo (caudal de diseño).

Fuente. Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S. P

Para mejor interpretación del cálculo del diseño hidráulico de los colectores mediante la hoja electrónica, a continuación, se evidencia los resultados en tiempo real de un colector diseñado a manera de cálculo tipo. Se toma como ejemplo el colector P1-P2.

En la columna 48 y 49 se establece la cota rasante de cada pozo, donde para P1 corresponde 289.8 msnm y para P2 es de 290.5, inmediatamente se calcula la cota fondo restándole la profundidad mínima (1.40) a la cota rasante, en este ejemplo en particular para la cota fondo de entrada en el pozo P2 se debió de aumentar la profundidad mínima, debido a que el terreno natural está en contrapendiente, donde se aumenta para que todos los parámetros se cumplieran como lo expone la norma, quedando la tubería a una profundidad de 2,30 metros respecto a la cota rasante del pozo P2, igualmente se determina en la columna 10 la pendiente del colector, dando como resultado para el ejemplo 1.12%. (véase Ilustración 45 y 46).

En la columna 19 se obtiene el valor de la velocidad a tubo lleno, utilizando la Ecuación 20, descrita anteriormente en la metodología, donde se obtiene una velocidad en el colector de:

Remplazando los valores del ejemplo.

$$V_o = \left(\frac{1}{0.01}\right) * \left(\frac{0.182}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * (0.0112)^{0.5}$$

$$V_o = 1.35 \text{ m/s}$$

Con la Ecuación 21 se calcula el caudal a tubo lleno para el colector diseñado y se ubica en la columna 12 de la hoja electrónica (Véase Ilustración 45).

Remplazando los valores,

$$Q_o = (1.35) * \left(\pi * \frac{(0.182)^2}{4}\right) * 1000$$

$$Q_o = 35.10 \text{ l/s}$$

Seguido del procedimiento anterior en las columnas del 13 al 17, la hoja electrónica, determino las relaciones hidráulicas del colector, mediante la tabla de las relaciones hidráulicas (Tabla 4).

$$\frac{Q}{Q_o} : 0.04$$

$$\frac{V}{V_o} : 0.40$$

$$\frac{d}{D} : 0.10$$

$$\frac{H}{D} : 0.15$$

$$\frac{R}{R_o} : 0.41$$

En la columna 22 se determinó inmediatamente la fuerza atractiva de la tubería, haciendo uso de la ecuación descrita anteriormente en la metodología (Ecuación 27), reemplazando los valores se obtiene.

$$E: (0.051 * 0.0112 * 9.81)$$

$$E = 0.21 \text{Kg/cm}^2$$

En la celda siguiente, la hoja calcula el número de Froude correspondiente al colector utilizado en el ejemplo, aplicando la Ecuación 28.

$$Fr = \frac{0.54}{\sqrt{(9.81 * 0.02)}}$$

$$Fr: 1.26$$

En este ejemplo en particular, el número de Froude es mayor a 1.1, determinando que el régimen de flujo en el colector es supercrítico. Asimismo, la hoja electrónica calcula la caída en el pozo, dependiendo de la condición hallada en la columna 27 y aplicando la Ecuación 29.

Remplazando los valores se obtiene:

$$\frac{0.0015}{(0.182)^2 * \sqrt{(9.81) * (0.1829)}} = 0.03 < 0.62$$

Donde al ser menor de 0.62 la entrada es No sumergida, determinando inmediatamente con la gráfica mostrada en la Ilustración 20 la caída en el pozo, siendo esta muy pequeña con un valor de 0.01 m, esto se debe a que el colector es inicial y el caudal que transporta es muy mínimo. A continuación, se muestra en la Ilustración 45 y 46 la hoja electrónica, implementada en el diseño de los colectores, donde se resalta en color rojo los resultados obtenidos en la hoja de diseño del colector tomado en ejemplo, donde se observa que son los mismos determinados anteriormente aplicando las ecuaciones; comprobando con esto, que los valores de la hoja electrónica son verdaderos y coinciden.

9		AGUAS KPITAL CUCUTA S.A. E.S.P.											DISEÑO HIDRAULICO																					
10													ING. M																					
11		CUADRO No 5.2											CONDICIONES HIDRAULICAS COLECTOR											REGIMEN SUPERCRITICO										
12		CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS COLECTOR											Q TUBO						PROFUND	V TUBO	VEL	CABE	FUERZA	Fr	REGIMEN	Ø Pozo	Relac	K	0.319'Qd	Sumerg	h _{el} Ø			
13		TRAMO	X	CARACT GEOMETRICAS COLECTOR								LLEND						LÁMINA	HIDRAULICA	LLEND	VEL	VELOC	TRACTIV	Fr		Int								
14		DE	A	Q DIS	n	Ø	Ø	Mat	E	LONG	PEND	PEN MIN	Q _o	Q/Q _o	Y/Ø	V/V _o	D/Ø	y	D	V _o	V	V ² /2g	Ft	NF	REGIMEN	Ø _p	Ø _p /Ø _s							
15				l/s		plg	mm		N	mts	%	V=0.6	l/s	<0.85				mts	mts	m/s	m/s					mts								
16		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)		(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)			
18	P1	P2	1.50	0.010	8	182	PVC	N	17.85	1.12%	0.22%	35.10	0.04	15%	0.40	0.10	0.03	0.02	1.35	0.54	0.01	0.21	1.26	SUPERCRITICO	1.20	6.53	1.20	0.03	No sumerg	0.00				
19	P2	P3	1.50	0.010	8	182	PVC	N	19.71	0.88%	0.22%	30.79	0.05	15%	0.40	0.10	0.03	0.02	1.18	0.47	0.01	0.16	1.10	SUPERCRITICO	1.20	6.53	1.20	0.03	No sumerg	0.00				
20	P3	P4	1.50	0.010	8	182	PVC	N	20.30	0.89%	0.22%	31.23	0.05	15%	0.40	0.10	0.03	0.02	1.20	0.48	0.01	0.16	1.12	SUPERCRITICO	1.20	6.53	1.20	0.03	No sumerg	0.00				
21	P4	P5	1.50	0.010	8	182	PVC	N	32.22	4.97%	0.22%	73.89	0.02	10%	0.33	0.07	0.02	0.01	2.84	0.93	0.04	0.63	2.68	SUPERCRITICO	1.20	6.53	1.20	0.03	No sumerg	0.00				
22	P5	P6	1.50	0.010	8	182	PVC	N	19.04	1.05%	0.22%	33.98	0.04	15%	0.40	0.10	0.03	0.02	1.31	0.52	0.01	0.19	1.22	SUPERCRITICO	1.20	6.53	1.20	0.03	No sumerg	0.00				
23	P6	P7	1.50	0.010	8	182	PVC	N	25.05	2.00%	0.22%	46.84	0.03	13%	0.37	0.09	0.02	0.02	1.80	0.66	0.02	0.25	1.68	SUPERCRITICO	1.20	6.53	1.20	0.03	No sumerg	0.00				

Ilustración 45. Hoja de Cálculo Electrónica (Parte A)
Fuente. Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P

9													PROYECTO:											HOJA No _ DE _										
10													José Bernal											FECHA: 27/07/2017										
11													SUBCRITICO					CAIDA	CAIDA	PERFIL TRAMO										PROFUND.	PROFUND.			
12		C	h _{el} Ø	H _v /Ø	CAIDAEN	H1	H2	ro	a	ro/Ø	K	H _o	CABE	DH _v	CAIDA	TRAMO	BATEA	COTA FONDO		COTA CLAVE		COTA RASANT		COTA ENERG			PROFUND.	PROFUND.						
13		TRAMO			POZO			salida					VELO	BATEA		def	SUPER	INFER	SUPE	INFER	SUPE	T	SUPE	INFER	PEND									
14		DE	A		H _v								V ² /2g	H _p											TERR	INI	FIN	INI	FIN					
15													m				mts	mts	mts	mts	mts	mts	mts	mts	%	mts	mts	mts	mts					
16		(1)	(2)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	2	(44)	(45)	(46)	(47)	(48)	(49)	(50)	(51)	(52)	(53)	(54)	(55)	(56)			
18	P1	P2	0.00	0.20	0.04	0.04	0.04	0.00	180.00		0	0.01			0.20	0.01	288.400	288.200	288.600	288.400	283.800	290.500	288.46	288.26	-3.92%	1.20	2.10	1.40	2.30					
19	P2	P3	0.00	0.20	0.04	0.04	0.04	0.10	162.00		0	0.01			0.17	0.01	288.150	287.980	288.350	288.180	290.500	291.080	288.20	288.03	-2.94%	2.15	2.90	2.35	3.10					
20	P3	P4	0.00	0.20	0.04	0.04	0.04	0.11	160.00		0	0.01			0.18	0.01	287.930	287.750	288.130	287.950	291.080	290.350	287.96	287.80	3.60%	2.95	2.40	3.15	2.60					
21	P4	P5	0.00	0.20	0.04	0.06	0.06	0.44	108.00		0	0.04			1.60	0.02	287.700	286.100	287.900	286.300	290.350	287.500	287.81	286.21	8.85%	2.45	1.20	2.65	1.40					
22	P5	P6	0.00	0.20	0.04	0.04	0.04	0.06	168.00		0	0.01			0.20	0.01	286.050	285.850	286.250	286.050	287.500	287.650	286.11	285.31	-0.73%	1.25	1.60	1.45	1.80					
23	P6	P7	0.00	0.20	0.04	0.04	0.04	0.09	163.00		0	0.02			0.50	0.02	285.800	285.300	286.000	285.500	287.650	286.700	285.86	285.36	3.79%	1.65	1.20	1.85	1.40					

Ilustración 46. Hoja de Cálculo Electrónica (Parte B)
Fuente. Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P

Los resultados del cálculo del caudal y del diseño hidráulico para cada uno de los colectores mediante la hoja electrónica, se presenta en un documento de Excel anexo a este proyecto, debido a su extensión. Dentro del el archivo, se presenta el caudal de diseño, diámetro comercial, pendiente, cota terreno, cota rasante de entrada y salida en cada pozo de los colectores diseñados. Igualmente, se evidencia la profundidad de cada pozo, el material de construcción y las cotas rasantes y terreno finales de cada uno.

En la ilustración que se muestra a continuación (Ilustración 477), se observa que los diámetros de los colectores obtenidos son mayores al diámetro mínimo establecido en la resolución 0330, también se puede ver que las diferencia entre la cota terreno y la cota fondo, son mayores a 1.40 m, comprobando que el diseño es eficiente y cumple con los parámetros establecidos inicialmente.

AGUAS KPITAL CÚCUTA S.A. E.S.P.														
DISEÑO RED ALCANTARILLADO SANITARIO														
CUADRO Nº 7														
COLECTOR ALCANTARILLADO SANITARIO														
PROYECTO:		José Bernal												
UBICACIÓN														
DISEÑO:		ING.												
LEVANTO:														
FECHA:														
TRAMO		AREA		DIAMETRO	LONGITUD	PENDIENTE	MATERIAL	SECCIÓN	COTA FONDO		COTA CLAVE		COTA TERRENO	
DE	A	Ha	pg	m	%				m	m	m	m	m	m
		X												
P1	P2	0.05	8	17.85	1.12%	PVC	CIRCULAR	288.400	288.200	288.600	288.400	289.800	290.500	
P2	P3	0.10	8	19.71	0.86%	PVC	CIRCULAR	288.150	287.980	288.350	288.180	290.500	291.080	
P3	P4	0.14	8	20.30	0.89%	PVC	CIRCULAR	287.930	287.750	288.130	287.950	291.080	290.350	
P4	P5	0.32	8	32.22	4.97%	PVC	CIRCULAR	287.700	286.100	287.900	286.300	290.350	287.500	
P5	P6	0.42	8	19.04	1.05%	PVC	CIRCULAR	286.050	285.850	286.250	286.050	287.500	287.650	
P6	P7	0.55	8	25.05	2.00%	PVC	CIRCULAR	285.800	285.300	286.000	285.500	287.650	286.700	
P7	P8	0.71	8	22.52	13.54%	PVC	CIRCULAR	285.250	282.200	285.450	282.400	286.700	283.600	
P8	P9	0.78	8	17.36	15.26%	PVC	CIRCULAR	282.150	279.500	282.350	279.700	283.600	280.900	
P9	P14	0.82	8	14.40	10.07%	PVC	CIRCULAR	279.450	278.000	279.650	278.200	280.900	279.400	
P14	P15	0.86	8	15.83	6.00%	PVC	CIRCULAR	277.950	277.000	278.150	277.200	279.400	278.400	
P16	P15	0.05	8	19.76	1.27%	PVC	CIRCULAR	277.250	277.000	277.450	277.200	278.650	278.400	
P15	P17	0.97	8	20.75	13.98%	PVC	CIRCULAR	276.950	274.050	277.150	274.350	278.400	275.450	

Ilustración 47. Resultados del diseño final de colectores.

Fuente. Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P

AGUAS KPITAL CÚCUTA S.A. E.S.P.										
DISEÑO RED ALCANTARILLADO SANITARIO										
CUADRO N° 8										
COLECTOR ALCANTARILLADO SANITARIO										
PROYECTO:	José Bernal									
UBICACIÓN:										
DISEÑO:	ING.									
LEVANTO:										
FECHA:										
N°	POZO	ANCHO	H POZO DIS	HPOZO TOTAL	COTA		H TOTAL	POZO TIPO	MATERIAL	TIPO TAPA
		m	m	m	TERRENO	FONDO	m			
1	P1	1.2	1.40	1.40	289.800	288.400	1.60	POZO TIPO I	MAMPOSTERIA	CONCRETO R.
2	P2	1.2	2.35	2.35	290.500	288.150	2.55	POZO TIPO II	MAMPOSTERIA	CONCRETO R.
3	P3	1.2	3.15	3.15	291.080	287.930	3.35	POZO TIPO II	MAMPOSTERIA	CONCRETO R.
4	P4	1.2	2.65	2.65	290.350	287.700	2.85	POZO TIPO II	MAMPOSTERIA	CONCRETO R.
5	P5	1.2	1.45	1.45	287.500	286.050	1.65	POZO TIPO I	MAMPOSTERIA	CONCRETO R.
6	P6	1.2	1.85	1.85	287.650	285.800	2.05	POZO TIPO I	MAMPOSTERIA	CONCRETO R.
7	P7	1.2	1.45	1.45	286.700	285.250	1.65	POZO TIPO I	MAMPOSTERIA	CONCRETO R.
8	P8	1.2	1.45	1.45	283.600	282.150	1.65	POZO TIPO I	MAMPOSTERIA	CONCRETO R.
9	P9	1.2	1.45	1.45	280.900	279.450	1.65	POZO TIPO I	MAMPOSTERIA	CONCRETO R.
10	P14	1.2	1.45	1.45	279.400	277.950	1.65	POZO TIPO I	MAMPOSTERIA	CONCRETO R.
11	P16	1.2	1.40	1.40	278.650	277.250	1.60	POZO TIPO I	MAMPOSTERIA	CONCRETO R.

Ilustración 48. Resultados del diseño final de los pozos.

Fuente: Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S. P

En la Ilustración 488, se muestra la profundidad de cada pozo, siendo esta mayor a la profundidad mínima requerida a cota batea en cada colector. Igualmente, se evidencia el tipo de material del cono y la tapa del pozo de inspección.

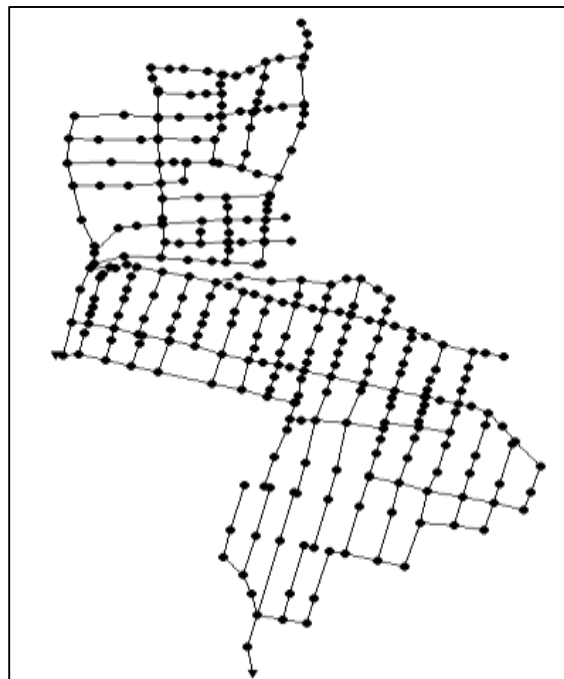


Ilustración 49. Montaje de la Red en Swmm.

Fuente. Autor.

En la ilustración mostrada anteriormente (Ilustración 49), se presenta el montaje de la red de alcantarillado al software SWMM, para realizar la el chequeo de los colectores diseñados con la implementación de la hoja electrónica, y verificar si los colectores están trabajando adecuadamente.

En la Ilustración 50 se observa cómo se encuentra trabajando el colector principal de la red de alcantarillado, encargado de recoger todas las aguas residuales del asentamiento y entregarla a un emisario proyectado a futuro, que la trasportara hasta la planta, el colector representado en la ilustración está trabajando correctamente ya que los pozos y las tuberías no se encuentran saturados. Este chequeo se hace en realidad a la red de alcantarillado cuando se cuenta una curva de descarga simulando un periodo extendido para ver cómo trabaja el colector durante las 24 horas del día, en este caso no contamos con esta curva debido a que el diseño es nuevo y no se tiene todavía registro de mediciones, por tanto, hacemos un chequeo estático del colector.

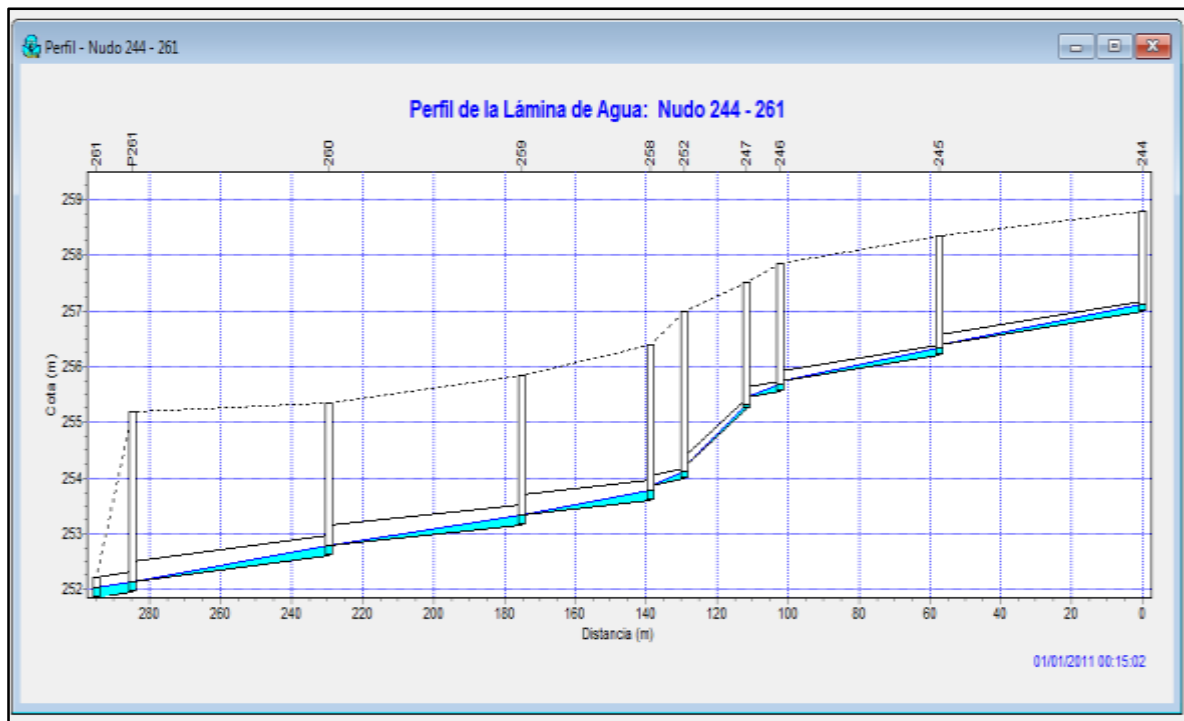


Ilustración 50. Chequeo del colector principal del alcantarillado en Swmm.

Fuente. Autor.

Una vez concluido los pasos anteriores, se obtiene el plano de alcantarillado con las especificaciones de las tuberías y pozos que integran el sistema, como se puede evidenciar en la Ilustración 51 donde se muestra el plano final constructivo. (Anexo a este documento los planos de los perfiles de los colectores del sistema de alcantarillado)

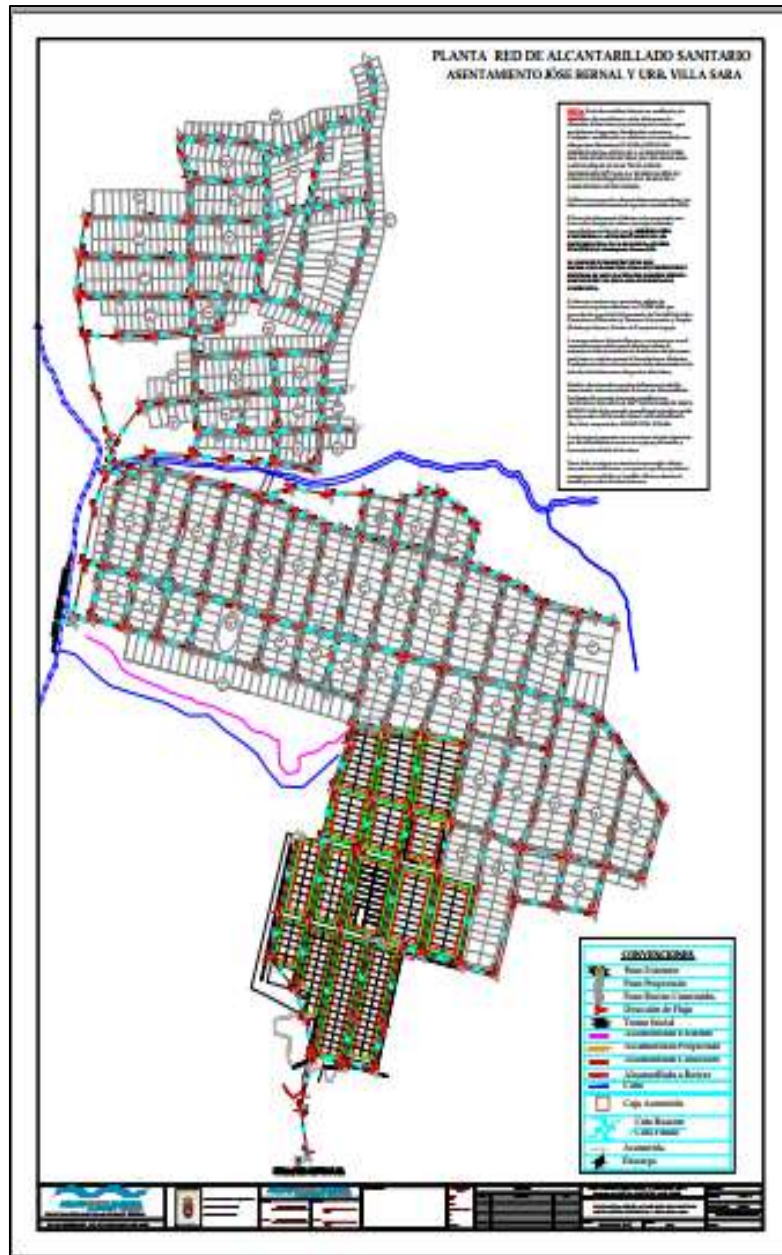
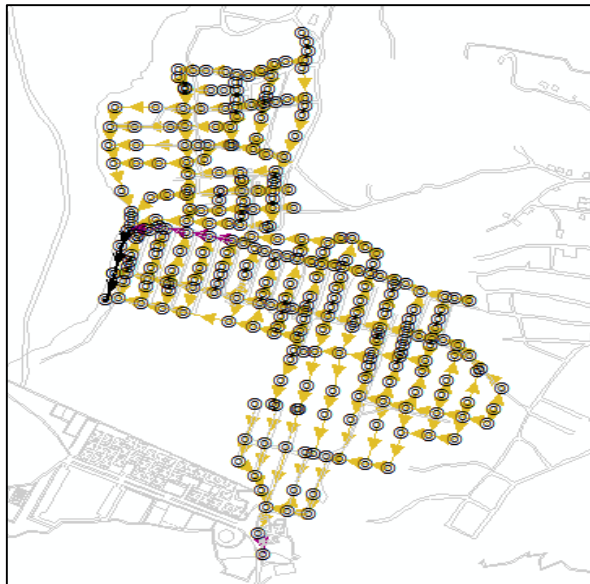


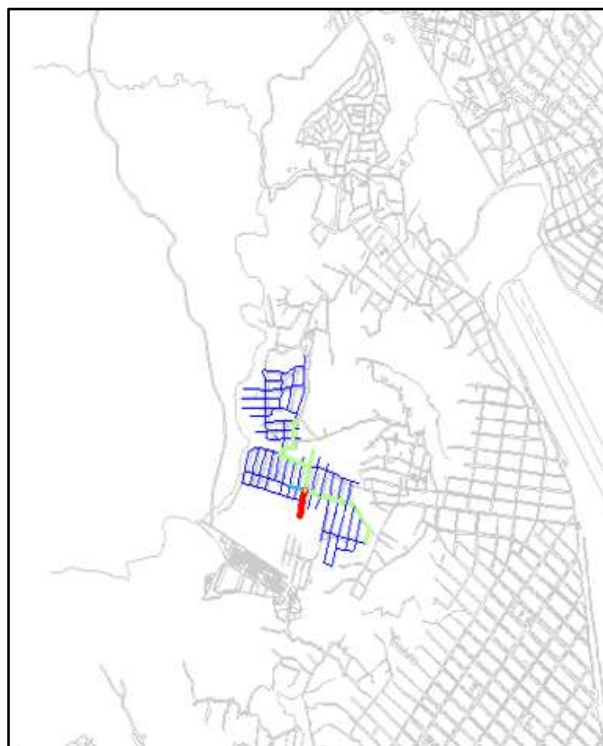
Ilustración 51. Planta de la red de alcantarillado.

Fuente. Autor.

5.4 GEORREFERENCIACIÓN DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ARCGIS.



*Ilustración 52. Montaje del diseño de alcantarillado a ArcGIS.
Fuente. Autor.*



*Ilustración 53. Montaje de la red de acueducto a ArcGIS
Fuente. Autor.*

En las ilustraciones mostradas anteriormente (Ilustración 52 y 53), se muestra el montaje de los sistemas de acueducto y alcantarillado al catastro de redes de la empresa en ArcGIS, donde se observa que las redes diseñadas son subidas con los respectivos accesorios correspondiente a cada una. También se puede ver que las redes se encuentran georreferenciadas, ubicándose en el lugar exacto donde irán hacer construidas en un futuro. También a cada una de las redes se le suministro los parámetros más importantes obtenidos en los diseños, facilitando la búsqueda de ellos cuando se necesiten. (Ilustración 54 y 55).

OBJECTID *	Shape *	Name	DIAMETRO (Pul)	LONGITUD	PENDIENTE (%)	MATERIAL	SECCIÓN	C.Batea Sup	C.Batea Inf	Al
1	Polyline Z	P236P239	8	36.46	6.99	PVC	CIRCULAR	268.85	266.3	
2	Polyline Z	P61P72	8	22	7.95	PVC	CIRCULAR	272.45	270.7	
3	Polyline Z	P229P219	8	28.36	7.93	PVC	CIRCULAR	289.15	286.9	
4	Polyline Z	P212P221	8	34.24	2.92	PVC	CIRCULAR	297.9	296.9	
5	Polyline Z	P105P106	8	29.733	8.91	PVC	CIRCULAR	292.4	289.75	
6	Polyline Z	P137P138	8	19.51	8.71	PVC	CIRCULAR	277.5	275.8	
7	Polyline Z	P1P2	8	17.85	1.12	PVC	CIRCULAR	288.4	288.2	
8	Polyline Z	P2P3	8	19.71	0.86	PVC	CIRCULAR	288.15	287.98	
9	Polyline Z	P3P4	8	20.295	0.89	PVC	CIRCULAR	287.93	287.75	
10	Polyline Z	P4P33	8	14.789	2.7	PVC	CIRCULAR	288.95	288.55	
11	Polyline Z	P33P34	8	17.45	1.24	PVC	CIRCULAR	288.5	288.55	

Ilustración 54. Tabla de atributos tubería de alcantarillado (ArcGIS).

Fuente: Autor.

OBJECTID *	Shape *	Latitud	Longitud	NAME	A.Deflexion	Diametro (pul)	MATERIAL	Profundidad (m)
1	Point	1369812.654	839943.046	Tapon	<Null>	3"	H.D	1
2	Point	1369795.643	839949.935	Codo	11.25	3"	H.D-EL	1
3	Point	1369785.523	839951.312	Codo	11.25	3"	H.D-EL	1
4	Point	1369774.126	839951.127	Codo	11.25	3"	H.D-EL	1
5	Point	1369759.905	839947.905	Codo	22.5	3"	H.D-EL	1
6	Point	1369758.79	839946.981	Codo	45	3"	H.D-EL	1
7	Point	1369758.487	839943.915	Cruz	<Null>	3x3"	H.D-EL	1
8	Point	1369752.475	839900.306	Codo	22.5	3"	H.D-EL	1
9	Point	1369751.058	839897.879	Cruz	<Null>	3x3"	H.D-EL	1
10	Point	1369749.21	839898.966	Codo	45	3"	H.D-EL	1
11	Point	1369737.874	839855.250	Codo	11.25	3"	H.D-EL	1

Ilustración 55. Tabla de atributos accesorios de acueducto (ArcGIS).

Fuente: Autor.

Como se muestra en la Ilustración 56 y 57, ArcGIS es un software que permite tener la ubicación exacta del accesorio o la tubería de la red diseñada, también permite conocer el diámetro, el material, la profundidad a la cual está instalada y el tipo de accesorio que se encuentra en el sitio, realizando consultas rápidas sobre el diseño de los sistemas de acueducto y alcantarillado del asentamiento José Bernal, facilitando en muchos de los casos a la empresa prestadora del servicio, en encontrar los parámetros del diseño del sistema y finalmente obtener un catastro general de redes instaladas en la región. (Anexo a este documento el archivo general en ArcGIS).

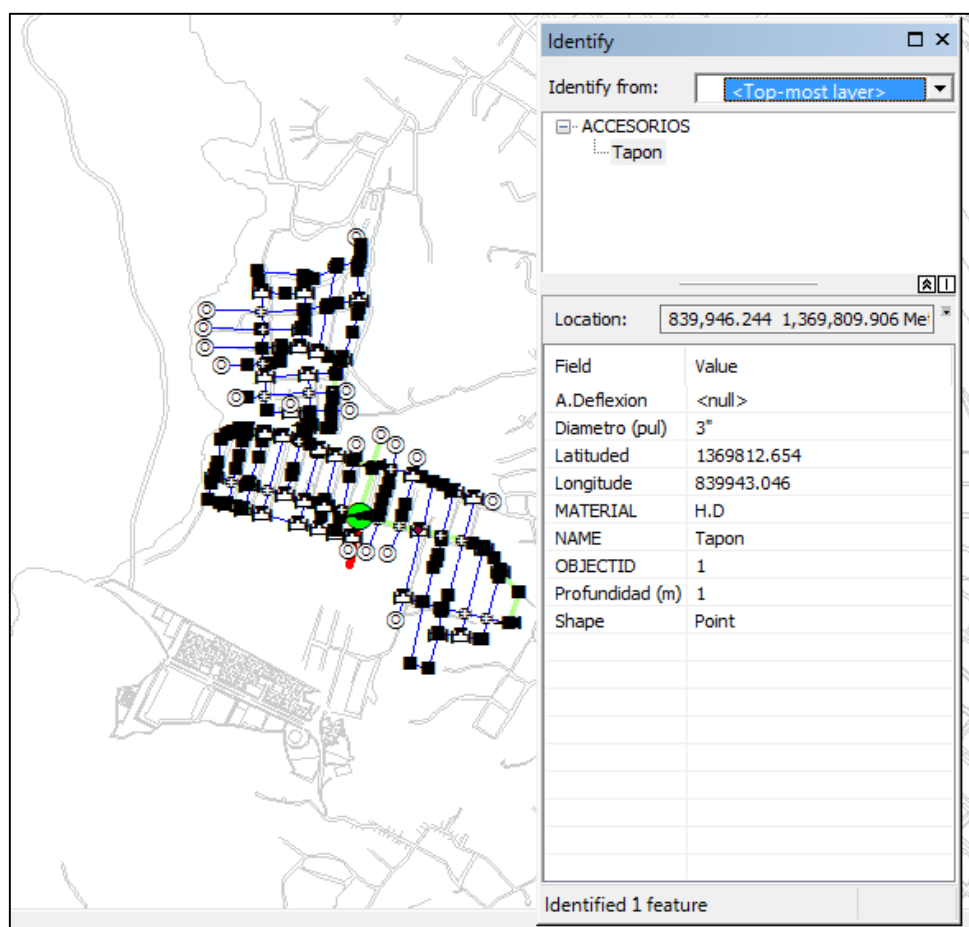


Ilustración 56. Consulta de los accesorios de la red en ArcGIS
Fuente. Autor.

En la ilustración anterior se observa los iconos correspondientes a cada accesorio que hacen parte del diseño de la red, como se muestra, los iconos redondos pertenecen a los taponés que se encargan de sellar el paso del agua, los iconos que son un cuadrado

representan los diferentes tipos de codos (90° , 45° , 22.5° , 11.25°) a instalar, el icono de la cruz pertenece a un accesorio de que tiene la misma forma y que se encarga de distribuir el agua en cuatro direcciones, también se observa en la red un icono en forma de tee que distribuye el agua en tres direcciones y por último se observa un icono verde perteneciente a la válvula reductora de presión que se instalara dentro del red.

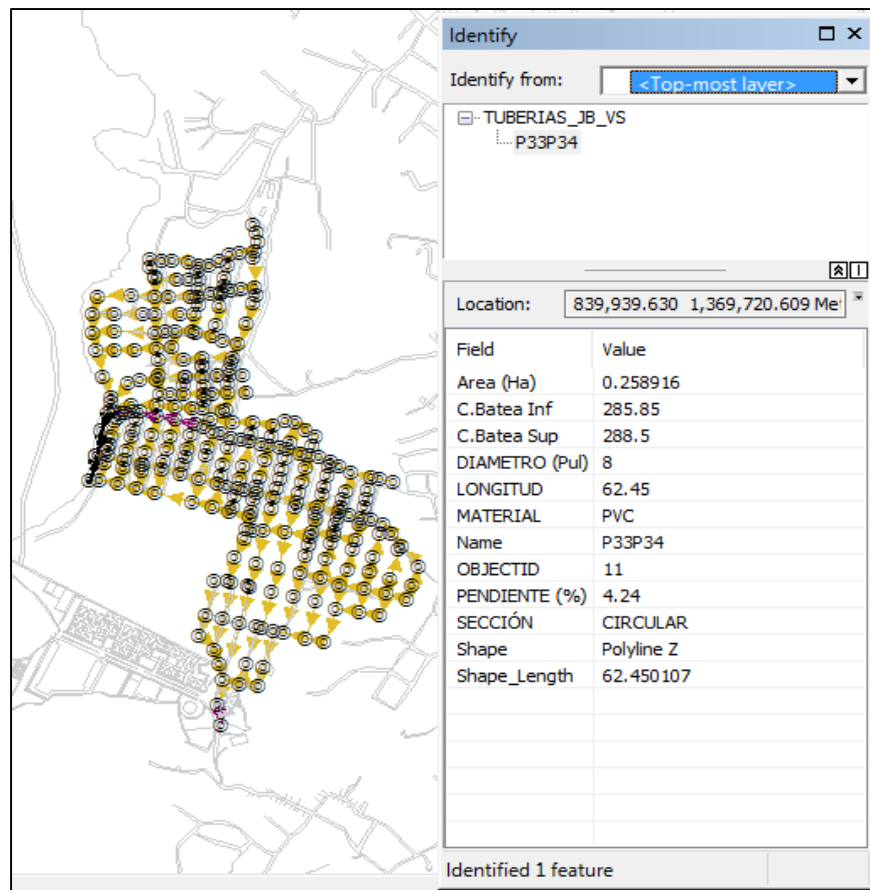


Ilustración 57. Consulta de la tubería de la red de alcantarillado en ArcGIS

Fuente. Autor.

En la Ilustración 57 se representa la red de alcantarillado con sus respectivos pozos de inspección del asentamiento José Bernal y la Urbanización Villa Sara, en la ilustración se observa el sentido de flujo en el sistema mediante la flechas de color amarilla, mostrando así las dos descargas que tiene la red de alcantarillado, los círculos de color negro muestran los pozos de inspección pertenecientes a la red a instalar.

5.5 ANÁLISIS PRESUPUESTAL DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO.

En la Ilustración 58 se muestra el análisis de precios unitarios (APU) para la actividad de localización y replanteo con equipo topográfico de las redes de acueducto y alcantarillado, donde se observa el formato que se implementó para la realización del mismo, se evidencia también el costo por unidad de medida, determinados de los rendimientos suministrados por la empresa. Este costo es multiplicado por la cantidad de cada actividad, hallando el costo total, representando en el presupuesto final de obra.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA		FECHA	Enero 2012	
ITEM	Localización y replanteo con equipo topográfico				
	UND	M			
I. Material					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitaria	Vr. Parcial	
Subtotal					
II. Transporte					
Descripción	Val. Por. Can.	Dirtan.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Subtotal					
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Progr. Soc.	Jor. Tot.	R/ta.(uf/d)	Vr. Parcial
Camión de topografía	\$ 303,600	\$ 213,240	\$ 576,840	228.00	\$ 2,530.0
Subtotal					
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/ta.(uf/d)	Vr. Parcial	
Equipo de topografía		\$ 103,000.00	228.00	\$ 452.00	
Herramienta menor			10%	\$ 253.00	
Subtotal					
COSTO DIRECTO TOTAL					
AIU 15.00%					
COSTO UNITARIO TOTAL					

Ilustración 58. Análisis de precios unitarios.

Fuente. Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S. P

En la Tabla 6 se observa el costo total de obra de la red de acueducto del asentamiento José Bernal, obtenido del análisis de precios unitarios y las cantidades de obra determinadas en el diseño de la red. Igualmente en la Tabla 7 y 8 se presenta el presupuesto total de la obra del diseño de alcantarillado del asentamiento José Bernal y la urbanización villa Sara.

MANUAL DE PROCESOS TÉCNICOS					
ESTUDIOS Y DISEÑOS				FECHA	VERSIÓN
				12/12/2017	4
PRESUPUESTO				Página 1 de 1	
José Bernal			Ampliación		ACUEDUCTO
Fecha:					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID AD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	MEDICIONES				\$ 72,928,514.00
1.1	NIVELACION Y REPLANTEO	ML	8187.30	\$ 3,235.00	\$ 26,485,916.00
1.2	SEÑALIZACIÓN	ML	8187.30	\$ 5,649.00	\$ 46,250,058.00
1.3	VALLA INFORMATIVA	UND	1.00	\$ 192,540.00	\$ 192,540.00
2	INSTALACION TUBERIA PVC, RDE 21				\$ 203,917,008.00
2.1	SUMINISTRO TUBERIA RDE 21 Ø3" PVC	ML	7,145.0	\$ 15,482.36	\$ 110,621,460.00
2.2	INSTALACIÓN TUBERIA RDE 21 Ø3" PVC	ML	7145.0	\$ 3,115.00	\$ 22,256,675.00
2.3	SUMINISTRO TUBERIA RDE 21 Ø4" PVC	ML	76.00	\$ 25,545.42	\$ 1,941,452.00
2.4	INSTALACIÓN TUBERIA RDE 21 Ø4" PVC	ML	76.00	\$ 3,341.00	\$ 253,916.00
2.5	SUMINISTRO TUBERIA RDE 21 Ø6" PVC	ML	966.30	\$ 64,703.01	\$ 62,522,521.00
2.6	INSTALACIÓN TUBERIA RDE 21 Ø6" PVC	ML	966.30	\$ 6,541.43	\$ 6,320,984.00
3	ACCESORIOS				\$ 104,999,028.00
3.1	SUMINISTRO TAPÓN Ø3" HD	UND	17.0	\$ 35,960.00	\$ 611,320.00
3.2	INSTALACIÓN TAPÓN Ø3" HD	UND	17.0	\$ 5,394.00	\$ 91,698.00
3.3	SUMINISTRO TAPÓN Ø6" HD	UND	1.0	\$ 192,560.00	\$ 192,560.00
3.4	INSTALACIÓN TAPÓN Ø3" HD	UND	1.0	\$ 28,884.00	\$ 28,884.00
3.5	SUMINISTRO AU Ø3" HD	UND	22.0	\$ 67,280.00	\$ 1,480,160.00
3.6	INSTALACIÓN AU Ø3" HD	UND	22.0	\$ 10,092.00	\$ 222,024.00
3.7	SUMINISTRO AU Ø3" HD	UND	475.0	\$ 69,020.00	\$ 32,784,500.00
3.8	INSTALACIÓN AU Ø3" HD	UND	475.0	\$ 10,353.00	\$ 4,917,675.00
3.9	SUMINISTRO AU Ø4" HD	UND	7.0	\$ 83,300.00	\$ 583,100.00
3.10	INSTALACIÓN AU Ø4" HD	UND	7.0	\$ 12,495.00	\$ 87,465.00
3.11	SUMINISTRO AU Ø6" HD	UND	89.0	\$ 142,800.00	\$ 12,709,200.00
3.12	INSTALACIÓN AU Ø6" HD	UND	89.0	\$ 21,420.00	\$ 1,906,380.00
3.13	SUMINISTRO CODO 90° Ø3" HD-EL	UND	7.0	\$ 88,160.00	\$ 617,120.00
3.14	INSTALACIÓN CODO 90° Ø3" HD-EL	UND	7.0	\$ 13,224.00	\$ 92,568.00
3.15	SUMINISTRO CODO 11.25° Ø3" HD-EL	UND	96.0	\$ 83,520.00	\$ 8,017,920.00
3.16	INSTALACIÓN CODO 11.25° Ø3" HD-EL	UND	96.0	\$ 12,528.00	\$ 1,202,688.00
3.17	SUMINISTRO CODO 11.25° Ø6" HD-EL	UND	16.0	\$ 199,520.00	\$ 3,192,320.00
3.18	INSTALACIÓN CODO 11.25° Ø6" HD-EL	UND	16.0	\$ 29,928.00	\$ 478,848.00
3.19	SUMINISTRO CODO 22.5° Ø3" HD-EL	UND	24.0	\$ 83,520.00	\$ 2,004,480.00
3.20	INSTALACIÓN CODO 22.5° Ø3" HD-EL	UND	24.0	\$ 12,528.00	\$ 300,672.00
3.21	SUMINISTRO CODO 22.5° Ø6" HD-EL	UND	5.0	\$ 199,520.00	\$ 997,600.00
3.22	INSTALACIÓN CODO 22.5° Ø6" HD-EL	UND	5.0	\$ 29,928.00	\$ 149,640.00
3.23	SUMINISTRO CODO 45° Ø3" HD-EL	UND	8.0	\$ 90,480.00	\$ 723,840.00
3.24	INSTALACIÓN CODO 45° Ø3" HD-EL	UND	8.0	\$ 13,572.00	\$ 108,576.00
3.25	SUMINISTRO CODO 45° Ø6" HD-EL	UND	1.0	\$ 225,040.00	\$ 225,040.00
3.26	INSTALACIÓN CODO 45° Ø6" HD-EL	UND	1.0	\$ 33,756.00	\$ 33,756.00
3.27	SUMINISTRO CRUZ Ø3x3" HD-EL	UND	25.0	\$ 141,520.00	\$ 3,538,000.00
3.28	INSTALACIÓN CRUZ Ø3X3" HD-EL	UND	25.0	\$ 21,228.00	\$ 530,700.00
3.29	SUMINISTRO CRUZ Ø6x3" HD-EL	UND	9.0	\$ 270,280.00	\$ 2,432,520.00
3.30	INSTALACIÓN CRUZ Ø6X3" HD-EL	UND	9.0	\$ 40,542.00	\$ 364,878.00
3.31	SUMINISTRO CRUZ Ø6x6" HD-EL	UND	2.0	\$ 438,480.00	\$ 876,960.00

MANUAL DE PROCESOS TÉCNICOS					
ESTUDIOS Y DISEÑOS				FECHA	VERSIÓN
				12/12/2017	4
PRESUPUESTO				Página 1 de 1	
José Bernal			Ampliación		ACUEDUCTO
Fecha:					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID AD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
3.32	INSTALACIÓN CRUZ Ø6X6" HD-EL	UND	2.0	\$ 65,772.00	\$ 131,544.00
3.33	SUMINISTRO CRUZ Ø4x3" HD-EL	UND	1.0	\$ 170,520.00	\$ 170,520.00
3.34	INSTALACIÓN CRUZ Ø4X3" HD-EL	UND	1.0	\$ 25,578.00	\$ 25,578.00
3.35	SUMINISTRO TEE Ø3" HD-EL	UND	27.0	117,160.0	\$ 3,163,320.00
3.36	INSTALACIÓN TEE Ø3" HD-EL	UND	27.0	17,574.0	\$ 474,498.00
3.37	SUMINISTRO TEE Ø6*3" HD-EL	UND	4.0	\$ 261,000.00	\$ 1,044,000.00
3.38	INSTALACIÓN TEE Ø6*3" HD-EL	UND	4.0	\$ 39,150.00	\$ 156,600.00
3.39	SUMINISTRO TEE Ø6*6" HD-EL	UND	3.0	\$ 365,400.00	\$ 1,096,200.00
3.40	INSTALACIÓN TEE Ø6*6" HD-EL	UND	3.0	\$ 54,810.00	\$ 164,430.00
3.41	SUMINISTRO TEE Ø4*4" HD-EL	UND	1.0	\$ 160,080.00	\$ 160,080.00
3.42	INSTALACIÓN TEE Ø4*4" HD-EL	UND	1.0	\$ 2,401.20	\$ 2,401.20
3.43	SUMINISTRO REDUCCIÓN Ø 6*3" HD-EL	UND	6.0	\$ 131,080.00	\$ 786,480.00
3.44	INSTALACIÓN REDUCCIÓN Ø 6*3" HD-EL	UND	6.0	\$ 19,662.00	\$ 117,972.00
3.45	SUMINISTRO REDUCCIÓN Ø 6*4" HD-EL	UND	1.0	\$ 169,360.00	\$ 169,360.00
3.46	INSTALACIÓN REDUCCIÓN Ø 6*4" HD-EL	UND	1.0	\$ 25,404.00	\$ 25,404.00
3.47	SUMINISTRO REDUCCIÓN Ø 4*3" HD-EL	UND	1.0	\$ 89,320.00	\$ 89,320.00
3.48	INSTALACIÓN REDUCCIÓN Ø 4*3" HD-EL	UND	1.0	\$ 13,398.00	\$ 13,398.00
3.49	SUMINISTRO REDUCCIÓN Ø 8*6" HD-EL	UND	1.0	\$ 292,320.00	\$ 292,320.00
3.50	INSTALACIÓN REDUCCIÓN Ø 8*6" HD-EL	UND	1.0	\$ 43,848.00	\$ 43,848.00
3.51	SUMINISTRO HIDRANTE Ø 4" HD-EL	UND	3.0	\$ 1,913,000.00	\$ 5,739,000.00
3.52	INSTALACIÓN HIDRANTE Ø 4" HD-EL	UND	3.0	\$ 286,950.00	\$ 860,850.00
3.53	SUMINISTRO VALVULA VRP Ø 6" HD-EB	UND	1.0	\$ 7,794,500.00	\$ 7,794,500.00
3.54	INSTALACIÓN VALVULA VRP Ø 6" HD-EB	UND	1.0	\$ 974,312.50	\$ 974,312.50
4	ACOMETIDAS				\$ 41,892,850.00
4.1	Domiciliarias D = 3x1/2" (incluye suministros e instalación; collar de derivación, llave de corte antifraude y adaptadores macho en tubería de 1/2").	UND	986.0	\$ 42,117.00	\$ 41,527,362.00
4.2	Domiciliarias D = 4x1/2" (incluye suministros e instalación; collar de derivación, llave de corte antifraude y adaptadores macho en tubería de 1/2").	UND	8.00	45,686.00	\$ 365,488.00
4.3	Domiciliarias D = 6x1/2" (incluye suministros e instalación; collar de derivación, llave de corte antifraude y adaptadores macho en tubería de 1/2").	UND	90.00	\$ 49,255.00	\$ 4,432,950.00
4.4	Suministro e instalación tubería PF+UAD Ø 1/2"	ML	5,962.00	\$ 1,761.00	\$ 10,499,082.00
5	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				\$ 180,423,597.00

MANUAL DE PROCESOS TÉCNICOS						
ESTUDIOS Y DISEÑOS				FECHA	VERSIÓN	
				12/12/2017	4	
PRESUPUESTO				Página 1 de 1		
José Bernal			Ampliación		ACUEDUCTO	
Fecha:						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	
5.1	EXCAVACIÓN MANUAL MATERIAL CONGLOMERADO	M3	5356.20	\$ 33,685.00	\$ 180,423,597.00	
6	RELLENOS				\$ 123,897,357.00	
6.1	PARA PISO O CAMA, LATERAL Y HASTA 20 CM SOBRE LA CLAVE DEL TUBO. CON MATERIAL DE PRÉSTAMO. DEBE CUMPLIR ESPECIFICACIÓN SIMILAR A SUELO TIPO GRANULAR ASTM SUELO CLASE II – GW – GP-SW. MUY BIEN COMPACTADO.	M3	1727.76	\$ 49,825.00	\$ 86,085,402.00	
6.2	CON MATERIAL COMÚN MISMA EXCAVACIÓN. DEBEN SER ELIMINADAS LAS PIEDRAS SUPERIORES A 5 CM.	M3	2282.78	\$ 16,564.00	\$ 37,811,955.00	
7	RETIRO DE SOBRANTES				\$ 90,921,008.00	
7.1	RETIRO SE SOBRANTES	M3	3073.42	\$ 29,583.00	\$ 90,921,008.00	
8	CONCRETO PARA ATRAQUES				\$ 3,253,884.00	
8.1	CONCRETO PARA CIMENTACIÓN O ATRAQUE 3.000 psi	M3	9.30	\$ 350,000.00	\$ 3,253,884.00	
				COSTO TOTAL DIRECTO	\$ 822,233,246.00	
				Administración	10%	\$ 82,223,325.00
				Imprevistos	5%	\$ 41,111,662.00
				Utilidad	5%	\$ 41,111,662.00
				IVA de la utilidad	19%	\$ 7,811,216.00
				COSTO TOTAL INDIRECTO		\$ 172,257,865.00
				COSTO TOTAL		\$ 994,491,111.00

Tabla 6. Presupuesto total de la red de acueducto del asentamiento José Bernal.

Fuente: Autor.

ESTUDIOS Y DISEÑOS				FECHA	VERSIÓN
				12/12/2017	4
PRESUPUESTO				Página 1 de 1	
José Bernal			Ampliación	ALCANTARILLADO	
Fecha: 27/07/2017					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	MEDICIONES				\$ 82,699,847.00
1.1	NIVELACIÓN Y REPLANTEO COLECTORES	ML	9287.18	\$ 3,235.0	\$ 30,044,027.00
1.2	SEÑALIZACIÓN	ML	9287.18	\$ 5,649.0	\$ 52,463,280.00
1.3	VALLA	UND	1.00	\$ 192,540.0	\$ 192,540.00
2	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				\$ 418,405,907.00
2.1	EXCAVACIONES CON MAQUINA EN MATERIAL DURO Y/O CONGLOMERADO EN ZANJAS h<2 m	M3	20117.93	\$ 19,389.0	\$ 390,066,522.00
2.2	EXCAVACIONES CON MAQUINA EN MATERIAL DURO Y/O CONGLOMERADO EN ZANJAS 2m < h < 4m	M3	577.06	\$ 20,157.0	\$ 11,631,881.00
2.3	MANEJO DE AGUAS	ML	2574	\$ 6,492.00	\$ 16,707,504.00
3	INSTALACIONES SANITARIAS				\$ 333,735,741.00
3.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA ALCANTARILLADO TIPO PVC Ø8"	ML	8579	\$ 38,903.7	\$ 333,735,741.00
3.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA ALCANTARILLADO TIPO PVC Ø10"	ML	165	\$ 54,513.6	\$ 8,988,803.00
3.3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA ALCANTARILLADO TIPO PVC Ø16"	ML	150	\$ 131,842.7	\$ 19,800,136.00
4	CONSTRUCCION POZOS DE INSPECCION.				\$ 454,804,614.00
4.1	CONSTRUCCION POZOS DE INSPECCION. Base e= 0,20 m., en concreto 3000 PSI; Cilindro en ladrillo e= 0,25m, pañete exterior 1:4 e=0,02 m, Diametro interno 1,2 m. POZO TIPO I H < 2,00 m incluye aro tapa.	UND	234.00	\$ 1,487,870.00	\$ 348,161,580.00
4.2	Construcción Cámara de 105nsta. Diámetro Tubería de entrada: 8". Diámetro Tubo de Caída: 8". L=1,00m (PP3)	UND	8.00	\$ 289,493.00	\$ 2,315,944.00
4.3	CONSTRUCCION POZOS DE INSPECCION. Base e= 0,20 m., en concreto 3000 PSI; Cilindro en ladrillo doble e= 0,25m, pañete exterior 1:4 e=0,02 m, Diametro interno del cono 1,8 m., longitud variable. Longitud cilindro Cono de 105nstalaci cilindro a boca o tapa en POZO TIPO II 2,00 < H < 4,0 m incluye aro tapa	UND	35.00	\$ 2,980,774.00	\$ 104,327,090.00
5	RELLENOS				\$ 197,642,603.00

5.1	Para piso o cama, lateral y hasta 30 cm sobre la clave del tubo. CON MATERIAL DE PRÉSTAMO. Debe cumplir especificación similar a suelo tipo granular ASTM Suelo Clase II – GW –GP-SW. Muy bien compactado	M3	2944.02	\$ 49,825.0	\$ 146,685,913.00	
5.2	Relleno con material triturado 3/4"	M3	150.00	\$ 79,427.0	\$ 11,914,050.00	
5.3	Con material común misma excavación. Deben ser eliminadas las piedras superiores a 5 cm	M3	2356.94	\$ 16,565.00	\$ 39,042,640.00	
5.4	Base granular	M3	0.00	\$ 92,368.0	\$ 0.00	
5.5	Suministro e instalación GEOTEXTIL NT 2000	M2		\$ 6,435.00	\$ 0.00	
6	DEMOLICIONES Y LIMPIEZA				\$ 240,155,077.00	
6.1	Retiro de sobrantes	M3	8118.01	\$ 29,583.0	\$ 240,155,077.00	
7	ACOMETIDAS				\$ 827,275,929.00	
7.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍAS PVC ALCANTARILLADO NOVAFORT PARA DOMICILIARIAS Ø6" (145 mm Øinterno)	ML	5962.00	\$ 28,486.6	\$ 169,837,209.00	
7.2	Suministro e instalación Kit Silla yee 8x6"	UND	1064.00	\$ 113,836.6	\$ 121,122,132.00	
7.3	Suministro e instalación Kit Silla yee 10x6"	UND	20.00	\$ 128,641.4	\$ 2,572,828.00	
7.4	Construcción cajillas domiciliarias. Dimensiones internas libres 0,7x0,7x0,7 m. Piso en concreto 3000 PSI e=0,10 m., Tapa en concreto 3000 PSI e=0,10 m., con refuerzo de 1 parrilla de Ø½" c/0,20 armada en dos direcciones. Muro en ladrillo simple pañetada	UND	1084.00	\$ 494,757.0	\$ 536,316,588.00	
				COSTO TOTAL DIRECTO	\$ 2,554,719,718.00	
				Administración	10%	\$ 255,471,972.00
				Imprevistos	5%	\$ 127,735,986.00
				Utilidad	5%	\$ 127,735,986.00
				IVA de la utilidad	19%	\$ 24,269,837.00
				COSTO TOTAL INDIRECTO	\$ 535,213,781.00	
				COSTO TOTAL	\$ 3,089,933,499.00	

Tabla 7. Presupuesto total de la red de alcantarillado Asentamiento José Bernal.

Fuente: Autor.

		MANUAL DE PROCESOS TÉCNICOS		MPT-EYD-F-03-01	
		ESTUDIOS Y DISEÑOS		FECHA	VERSIÓN
				20/03/2015	4
PRESUPUESTO		Página 1 de 1			
Urb. Villa Sara.		AMPLIACIÓN		ALCANTARILLADO	
Fecha: 27/07/2017					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	MEDICIONES				\$ 15,551,377.00
1.1	NIVELACIÓN Y REPLANTEO COLECTORES	ML	1728.82	\$ 3,235.0	\$ 5,592,733.00
1.2	SEÑALIZACIÓN	ML	1728.82	\$ 5,649.0	\$ 9,766,104.00
1.3	VALLA	UND	1.00	\$ 192,540.0	\$ 192,540.00
2	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				\$ 162,385,245.00
2.1	EXCAVACIONES CON MAQUINA EN MATERIAL DURO Y/O CONGLOMERADO EN ZANJAS h<2 m	M3	7094.07	\$ 19,389.0	\$ 137,546,999.00
2.2	EXCAVACIONES CON MAQUINA EN MATERIAL DURO Y/O CONGLOMERADO EN ZANJAS 2m < h < 4m	M3	1074.60	\$ 20,157.0	\$ 21,660,620.00
2.3	MANEJO DE AGUAS	ML	489	\$ 6,492.00	\$ 3,177,626.00
3	INSTALACIONES SANITARIAS				\$ 63,473,721.00
3.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA ALCANTARILLADO TIPO PVC Ø8"	ML	1632	\$ 38,903.7	\$ 63,473,721.00
3.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA ALCANTARILLADO TIPO PVC Ø10"	ML	56	\$ 54,513.6	\$ 3,077,838.00
4	CONSTRUCCION POZOS DE INSPECCION.				\$ 59,255,378.00
4.1	CONSTRUCCION POZOS DE INSPECCION. Base e= 0,20 m., en concreto 3000 PSI; Cilindro en ladrillo e= 0,25m, pañete exterior 1:4 e=0,02 m, Diametro interno 1,2 m. POZO TIPO I H < 2,00 m incluye aro tapa.	UND	11.00	\$ 1,487,870.00	\$ 16,366,570.00
4.2	Construcción Cámara de 107nsta. Diámetro Tubería de entrada: 8". Diámetro Tubo de Caída: 8". L=1,00m (PP3)	UND	4.00	\$ 289,493.00	\$ 1,157,972.00
4.3	CONSTRUCCION POZOS DE INSPECCION. Base e= 0,20 m., en concreto 3000 PSI; Cilindro en ladrillo doble e= 0,25m, pañete exterior 1:4 e=0,02 m, Diametro interno del cono 1,8 m., longitud variable. Longitud cilindro Cono de 107nstalaci cilindro a boca o tapa en POZO TIPO II 2,00 < H < 4,0 m incluye aro tapa	UND	14.00	\$ 2,980,774.00	\$ 41,730,836.00
5.3	CONSTRUCCION POZOS DE INSPECCION. Base e= 0,20 m., en concreto 3000 PSI; Cilindro en ladrillo doble e= 0,25m, pañete exterior 1:4 e=0,02 m, Diametro interno del cono 1,8 m., longitud variable. Longitud cilindro Cono de 107nstalaci cilindro a boca o tapa en POZO TIPO III H > 4,0 m incluye aro tapa	UND	5.00	\$ 3,554,202.00	\$ 17,771,010.00
5	RELLENOS				\$ 104,971,679.00
5.1	Para piso o cama, lateral y hasta 30 cm sobre la clave del tubo. CON MATERIAL DE PRÉSTAMO. Debe cumplir especificación similar a suelo tipo granular ASTM Suelo	M3	1654.11	\$ 49,825.0	\$ 82,415,888.00

	Clase II – GW –GP-SW. Muy bien compactado				
5.2	Relleno con material triturado 3/4"	M3	75.00	\$ 79,427.0	\$ 5,957,025.00
5.3	Con material común misma excavación. Deben ser eliminadas las piedras superiores a 5 cm	M3	446.66	\$ 16,565.00	\$ 7,398,913.00
5.4	Base granular	M3	99.60	\$ 92,368.0	\$ 9,199,853.00
5.5	Suministro e instalación GEOTEXTIL NT 2000	M2		\$ 6,435.00	\$ 0.00
6	DEMOLICIONES Y LIMPIEZA				\$ 102,857,681.00
6.1	Retiro de sobrantes	M3	3476.92	\$ 29,583.0	\$ 102,857,681.00
7	ACOMETIDAS				\$ 306,310,404.00
7.1	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍAS PVC ALCANTARILLADO NOVAFORT PARA DOMICILIARIAS Ø6" (145 mm Øinterno)	ML	5134.00	\$ 28,486.6	\$ 146,250,290.00
7.2	Suministro e instalación Kit Silla yee 8x6"	UND	263.00	\$ 113,836.6	\$ 29,939,023.00
7.3	Construcción cajillas domiciliarias. Dimensiones internas libres 0,7x0,7x0,7 m. Piso en concreto 3000 PSI e=0,10 m., Tapa en concreto 3000 PSI e=0,10 m., con refuerzo de 1 parrilla de Ø½" c/0,20 armada en dos direcciones. Muro en ladrillo simple pañetada	UND	263.00	\$ 494,757.0	\$ 130,121,091.00
				COSTO TOTAL DIRECTO	\$ 825,184,285.00
				Administración	10 % \$ 82,518,429.00
				Imprevistos	5 % \$ 41,259,214.00
				Utilidad	5 % \$ 41,259,214.00
				IVA de la utilidad	19 % \$ 7,839,251.00
				COSTO TOTAL INDIRECTO	\$ 172,876,108.00
				COSTO TOTAL	\$ 998,060,393.00

Tabla 8. Presupuesto total de la red de alcantarillado urbanización Villa Sara.

Fuente. Autor.

6 CONCLUSIONES

- Los diseños ejecutados en el proyecto cumplen con los objetivos propuestos inicialmente, brindando a la comunidad del asentamiento José Bernal la oportunidad de tener acceso a los servicios de acueducto y alcantarillado, reduciendo la tasa de morbilidad y mortalidad existente en el país.
- La red de acueducto diseñada, cumple con todos los parámetros expuestos en la resolución 0330 del 8 de junio de 2017, debido a que las presiones en el sistema se encuentran dentro del rango aceptado y los diámetros en la tubería son mayores al diámetro mínimo requerido, además el diseño es eficiente, ya que las zonas de baja presión son insignificantes comparadas con el área total del asentamiento, estando por encima de los 10 mca, garantizando el suministro de agua potable a la población.
- El diseño realizado de la red de alcantarillado en el asentamiento José Bernal es óptimo, debido a que cumple todos los parámetros expuesto por la normatividad colombiana, sus diámetros son mayores al mínimo establecido, las tuberías están por debajo de la profundidad a cota clave mínima requerida y el esfuerzo cortante es superior a lo establecido por la resolución 0330 del 8 junio de 2017.
- En el proyecto se comprobó que el software de dibujo (AutoCAD), es útil a la hora de reducir tiempos en los diseños, permitiendo realizar el trazado de las redes de acueducto y alcantarillado con precisión y exactitud, conforme a las especificaciones técnicas de dibujo, en la ejecución de planos constructivos.

- El análisis presupuestal de las redes de acueducto y alcantarillado, se realizó en base a planos y especificaciones técnicas de los diseños, se buscaron los precios más convenientes del mercado a fin de obtener un presupuesto ajustado a la realidad.
- Se confirmó que la implementación del software libre informático EPANET en el diseño de redes de acueducto, permite realizar simulaciones en amplios periodos de tiempo del comportamiento hidráulico, que conlleva a evaluar alternativas para los diseños definitivos bajo condiciones normatizadas, encontrando el diseño técnico-económico más óptimo.
- Se ha comprobado que el uso de sistemas de información geográfica, especialmente ArcGIS, en el diseño de redes de acueducto y alcantarillado, es de gran utilidad al momento de almacenar, manipular y analizar datos referenciados geográficamente o geoespaciales, con el fin de brindar apoyo en la toma de decisiones sobre la planificación y administración de las instalaciones urbanas, permitiendo un fácil acceso a consultas rápidas de cantidades de obra, longitudes, áreas y materiales en sistemas de redes de acueducto y alcantarillado, llegando incluso a facilitar labores presupuestales.

7 RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener en cuenta las especificaciones técnicas de instalación de tubería dada por los proveedores, con el fin de que el diseño de la cimentación sea la más acertada, previniendo que a futuro esta sufra una deflexión causando daños en el sistema.
- Al momento de realizar la construcción de la red todas las medidas deberán ser verificadas y/o ajustadas a las condiciones del terreno, ya que el terreno natural se modifica al pasar el tiempo por el arrastre de sólidos cuando se presenta precipitaciones fuertes en la zona de estudio.
- En las excavaciones que presenten peligro de derrumbarse debe de colocarse un entibado que garantice la seguridad del personal, además si la profundidad es mayor a 1.5 metros debe estabilizarse el terreno.
- No se debe mantener un tramo de excavación abierto durante más de 48 horas y en caso de que llueva, deberá protegerse con plástico o diseñar un bordillo en forma de resalto para evitar las inundaciones.
- De la misma manera se recomienda realizar limpiezas continuas en las tuberías de acueducto que presentan velocidades bajas, ya que se puede generar a comulación de sedimentos que pueden generar obstrucciones.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUEDUCTO, S. D. (NOVIEMBRE de 2000). *REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANIAMINETO BASICO*. Obtenido de http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/4._Sistemas_de_acueducto.pdf
- AGUAS KPITAL CÚCUTA S.A E.S.P. (26 de 07 de 2017). Obtenido de <http://www.akc.com.co/akc/index.php/servicio-al-cliente/portafolio-de-servicios>
- Ambiental, I. (2006). *mejoramiento y ampliacion del sistema de agua potable e instalacion de letrinas para Pampa Florida*. . Obtenido de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/pampa.pdf>
- AMBIENTE, M. D. (s.f.). *Redes de alcantarillado* . brasil .
- angel. (2011). *Derecho universal a utilizar agua potable*. Obtenido de <http://danaanguiejuancrisjeni.blogspot.com.co/2011/09/derecho-universal-utilizar-agua-potable.html>
- BENTLEY. (2015). Obtenido de <https://www.bentley.com/es/products/product-line/hydraulics-and-hydrology-software/watercad>
- Caracol Radio. (23 de 02 de 2017). Obtenido de http://caracol.com.co/emisora/2017/02/23/cucuta/1487859396_479890.html
- cartagena, a. d. (2016). *sistema de acueducto de la zona de expansion urbana y norte de la ciudad de cartagena* .
- colombia, c. d. (2002). *Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 302 del 25 de febrero de 2000*. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=6006>

- COLOMBIA, R. D. (2011). *PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE. CUCUTA.*
- COLOMBIANA, C. C. (2017). *ACCION DE TUTELA PARA SOLICITAR PROTECCION DEL DERECHO AL AGUA.* Obtenido de <http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2015/t-641-15.htm>
- DANE. (2005). *sensu general del DANE.*
- EPA. (2001). manual de Epanet . 215.
- EPA. (2005). manual del usuario Swmm.
- Fierro .N, M. B. (1996). *Evaluación social del mejoramiento del sistema de agua potable “sureste”, en las comunidades de Tlamapa, Santiago Tepopula, Juchitepec y Cuijingo, en la zona oriente del estado de México.* Obtenido de <http://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/1/52961/Doc-17.pdf>
- *Fuente.*
<https://www.google.com.co/maps/place/Aguas+Kpital+Cucuta/@7.8855193,-72.5048571,15z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0xf636d1cd4fba0dbc!8m2!3d7.8855193!4d-72.5048571>. (s.f.).
- Fundazioa., F. T. (2015). *mejoramiento y ampliacion sistema abastecimiento de agua potable en la comunidad las palmitas, del municipio de aguilaes.* Obtenido de <http://www.taufundazioa.org/es/proyectos/mejoramiento-y-ampliacion-sistema-abastecimiento-de-agua-potable-en-la-comunidad-las-pampitas-del-municipio-de-aguilaes>
- humanos, n. u. (2016). *Relator Especial sobre el derecho humano al agua potable y al saneamiento.* Obtenido de <http://www.ohchr.org/SP/Issues/WaterAndSanitation/SRWater/Pages/SRWaterIndex.aspx>
- informaicon, a. l. (2010). *ONU declara al agua y al saneamiento derecho humano esencial.* Obtenido de <http://www.alainet.org/es/active/39863>

- Jurado, H. Y. (2017). DISEÑO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO PARA ATENDER LA PARTE ALTA DE LOS BARRIOS CUMBRES DEL NORTE, PANAMERICANO, SALADO Y VIRGILIO BARCO UBICADOS EN LA CIUDAD DE CÚCUTA DEL DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER. *Universidad Francisco de Paula Santander*, pág. 368.
- JURÍDICA, O. A. (2016). *SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS* .
Obtenido de https://www.notinet.com.co/administrativo/servicios_publicos/De%20la%20prestacion%20del%20servicio
- *Laboratorio Unidad Pacífico Sur CIESAS*. (2016).
- Lojan, J. S. (2010). manual de autocad 2D y 3D. . 43.
- Lopez, R. A. (1995). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados*. Bogota : Escuela Colombiana de Ingeniería .
- marta, s. (2017). *Redes de acueducto y alcantarillado en la urbanizacion los mangos*.
- ministerio de vivienda, c. y. (2017). resolucion 0330 del 8 de junio de 2017. 182.
- Moreno, A. J. (2006). *Sistemas y análisis de la información geográfica: manual de autoaprendizaje con ArcGis*. México: MX: Alfaomega.
- municipal, d. a. (2011). servicio publico acueducto. 49.
- Romero, F. H. (2005). *Acueductos: teoría y diseño*. Universidad de Medellín.
- salud, o. m. (2002). *salud para todos año 2000*.
- salud, o. m. (2004). *Agua para la salud: un derecho humano*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/pr91/es/>
- trabajo, o. m. (2013). *Servicios públicos (agua; gas; electricidad)*. Obtenido de <http://www.ilo.org/global/industries-and-sectors/utilities-water-gas-electricity/lang-es/index.htm>

- *Tutoriales de ingeniería civil.* (2017). Obtenido de <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/red-de-distribucion-de-agua-potable-abierta-o-cerrada/>
- Valdez. (2010). *Análisis legal del derecho humano al agua potable y saneamiento.* Obtenido de http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Analisis-legal-derecho-al-agua.pdf

Anexos

Anexo 1. Tabla demanda base para cada uno de los nodos

ID NODO	AREA		Población	Caudal (Q)
	(m ²)	(Ha)	Habitantes	(L/s)
1	1404.12	0.14	42	0.16
2	1638.67	0.16	49	0.19
3	1541.08	0.15	46	0.18
4	4681.22	0.47	140	0.55
5	3513.59	0.35	105	0.41
6	1938.69	0.19	58	0.23
7	3200.49	0.32	96	0.37
8	5000.82	0.50	150	0.58
9	3848.31	0.38	115	0.45
10	2860.68	0.29	86	0.33
11	1268.43	0.13	38	0.15
12	2744.97	0.27	82	0.32
13	3176.90	0.32	95	0.37
14	3063.42	0.31	92	0.36
15	3209.97	0.32	96	0.37
16	3281.99	0.33	98	0.38
17	3352.46	0.34	101	0.39
18	3482.76	0.35	104	0.41
19	2907.21	0.29	87	0.34
20	2800.46	0.28	84	0.33
21	2900.64	0.29	87	0.34
22	1052.80	0.11	32	0.12
23	2074.47	0.21	62	0.24
24	3238.59	0.32	97	0.38
25	3145.67	0.31	94	0.37
26	1325.61	0.13	40	0.15
27	562.61	0.06	17	0.07
28	1492.80	0.15	45	0.17
29	2837.93	0.28	85	0.33
30	2662.50	0.27	80	0.31
31	1097.57	0.11	33	0.13
32	1857.57	0.19	56	0.22
33	2788.52	0.28	84	0.33
34	2532.34	0.25	76	0.30
35	2379.77	0.24	71	0.28
36	2012.41	0.20	60	0.23
37	2815.11	0.28	84	0.33
38	3005.92	0.30	90	0.35
39	2275.06	0.23	68	0.27
40	3282.85	0.33	98	0.38
41	2800.17	0.28	84	0.33
42	2735.64	0.27	82	0.32
43	2813.55	0.28	84	0.33
44	2533.53	0.25	76	0.30

ID NODO	AREA		Población	Caudal (Q)
	(m ²)	(Ha)	Habitantes	(L/s)
45	2396.35	0.24	72	0.28
46	1400.53	0.14	42	0.16
46A	1400.53	0.14	42	0.16
47	2852.81	0.29	86	0.33
48	2513.71	0.25	75	0.29
49	4480.81	0.45	134	0.52
50	2472.72	0.25	74	0.29
51	1627.58	0.16	49	0.19
52	2872.63	0.29	86	0.34
53	1052.39	0.11	32	0.12
54	1426.38	0.14	43	0.17
55	1542.63	0.15	46	0.18
56	1739.04	0.17	52	0.20
57	873.22	0.09	26	0.10
58	2239.95	0.22	67	0.26
59	534.18	0.05	16	0.06
60	1462.19	0.15	44	0.17
61	2181.10	0.22	65	0.25
62	2737.93	0.27	82	0.32
63	3605.94	0.36	108	0.42
64	1789.60	0.18	54	0.21
65	2979.65	0.30	89	0.35
66	2473.22	0.25	74	0.29
67	4165.54	0.42	125	0.49
68	3325.41	0.33	100	0.39
69	1637.36	0.16	49	0.19
70	1311.73	0.13	39	0.15
71	1097.23	0.11	33	0.13
72	1918.56	0.19	58	0.22
73	1682.36	0.17	50	0.20
74	2282.83	0.23	68	0.27
75	3246.85	0.32	97	0.38
76	2348.22	0.23	70	0.27
77	3410.88	0.34	102	0.40
78	2500.98	0.25	75	0.29
79	4352.92	0.44	131	0.51
80	4900.98	0.49	147	0.57
81	2495.84	0.25	75	0.29
82	3291.34	0.33	99	0.38
83	2498.42	0.25	75	0.29
84	2171.69	0.22	65	0.25
85	5023.73	0.50	151	0.59
86	2797.64	0.28	84	0.33
87	4900.19	0.49	147	0.57
88	3239.25	0.32	97	0.38
89	3474.04	0.35	104	0.41

ID NODO	AREA		Población	Caudal (Q)
	(m ²)	(Ha)	Habitantes	(L/s)
90	1389.09	0.14	42	0.16
91	2345.43	0.23	70	0.27
92	1917.09	0.19	58	0.22
93	4005.30	0.40	120	0.47
94	2776.61	0.28	83	0.32
95	2648.02	0.26	79	0.31
96	2582.54	0.26	77	0.30
97	3981.54	0.40	119	0.46
98	2476.13	0.25	74	0.29
99	2589.95	0.26	78	0.30
100	1597.58	0.16	48	0.19
101	1759.94	0.18	53	0.21
102	115000.00	11.50	3450	13.42

Anexo 1 Demanda base para cada uno de los nodos

Anexo 2. Reporte de los nodos a las 6hrs hora más crítica periodo extendido

Tabla de Red - Nudos en 6:00 Hrs			
	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	LPS	m	m
Conexión N1	0.16	317.37	13.37
Conexión N2	0.2	317.37	14.37
Conexión N5	0.41	317.38	17.38
Conexión N7	0.38	317.35	14.85
Conexión N6	0.23	317.35	16.35
Conexión N4	0.54	317.36	14.36
Conexión N8	0.58	317.39	18.89
Conexión N9	0.45	317.35	17.95
Conexión N13	0.38	317.36	18.56
Conexión N16	0.38	317.36	26.36
Conexión N96	0.31	317.43	29.03
Conexión N10	0.34	317.4	19.4
Conexión N14	0.36	317.43	20.63
Conexión N95	0.31	317.39	26.19
Conexión N12	0.32	317.4	29.4
Conexión N11	0.14	317.4	28.9
Conexión N15	0.38	317.41	31.41
Conexión N17	0.4	317.5	23.7
Conexión N18	0.41	317.41	32.11
Conexión N20	0.32	317.68	25.23
Conexión N19	0.34	317.67	26.67
Conexión N24	0.38	317.88	30.23

Tabla de Red - Nudos en 6:00 Hrs			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión N21	0.34	317.4	34.4
Conexión N22	0.13	317.4	39.4
Conexión N25	0.36	317.27	41.77
Conexión N23	0.23	317.88	32.18
Conexión N29	0.32	317.48	33.98
Conexión N26	0.16	317.27	46.27
Conexión N30	0.31	316.71	45.21
Conexión N31	0.13	316.45	49.85
Conexión N27	0.07	317.15	34.5
Conexión N28	0.18	317.15	32.65
Conexión N32	0.22	316.93	35.83
Conexión N36	0.23	316.67	38.82
Conexión N39	0.27	316.4	40.85
Conexión N33	0.32	316.94	38.09
Conexión N37	0.32	316.67	40.27
Conexión N40	0.38	316.38	40.18
Conexión N34	0.29	316.62	46.12
Conexión N35	0.27	316.61	52.61
Conexión N38	0.34	316.48	47.98
Conexión N41	0.32	316.31	50.06
Conexión N43	0.32	316.11	53.81
Conexión N42	0.32	316.19	40.74
Conexión N44	0.29	316.14	41.84
Conexión N46	0.16	316.11	46.61
Conexión N45	0.29	316.11	55.46
Conexión N47	0.32	316.1	57.7
Conexión N46A	0.16	316.1	47.3
Conexión N49	0.52	316.09	57.59
Conexión N48	0.29	316.09	50.79
Conexión N50	0.29	316.09	57.39
Conexión N51	0.2	315.91	54.71
Conexión N52	0.34	315.8	53.7
Conexión N54	0.16	315.69	50.49
Conexión N53	0.13	315.69	50.19
Conexión N55	0.18	315.67	50.87
Conexión N56	0.2	315.55	51.35
Conexión N58	0.27	315.45	52.25
Conexión N62	0.32	315.4	48.65

Tabla de Red - Nudos en 6:00 Hrs			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión N57	0.11	315.55	47.15
Conexión N60	0.16	315.62	42.77
Conexión N59	0.05	315.62	42.62
Conexión N61	0.25	315.56	43.46
Conexión N63	0.41	315.39	51.99
Conexión N65	0.34	315.51	42.91
Conexión N66	0.29	315.25	52.05
Conexión N64	0.22	315.36	36.36
Conexión N67	0.49	314.92	33.42
Conexión N68	0.4	314.76	38.66
Conexión N69	0.2	314.75	46.45
Conexión N70	0.16	314.79	45.19
Conexión N71	0.13	314.84	50.34
Conexión N74	0.27	314.78	50.78
Conexión N72	0.22	314.9	52
Conexión N73	0.2	314.9	55.7
Conexión N75	0.38	314.77	49.47
Conexión N77	0.4	314.7	48
Conexión N79	0.5	314.69	27.49
Conexión N80	0.58	314.67	38.77
Conexión N81	0.29	314.67	36.47
Conexión N76	0.27	314.7	40.8
Conexión N82	0.38	314.66	47.26
Conexión N83	0.29	314.65	52.85
Conexión N78	0.29	314.69	54.89
Conexión N86	0.32	314.65	24.25
Conexión N87	0.58	314.65	26.9
Conexión N88	0.38	314.64	33.04
Conexión N84	0.25	314.65	35.7
Conexión N89	0.41	314.64	48.14
Conexión N85	0.59	314.64	47.09
Conexión N90	0.16	314.65	25
Conexión N3	0.18	317.35	16.35
Conexión N91	0.27	317.35	27.75
Conexión N92	0.22	317.34	29.84
Conexión N93	0.47	317.34	29.44
Conexión N101	0.2	317.36	26.16
Conexión N94	0.32	317.37	22.47

Tabla de Red - Nodos en 6:00 Hrs			
	Demanda	Altura	Presión
Conexión N97	0.47	316.16	45.86
Conexión N98	0.29	316.11	48.71
Conexión N99	0.31	316.09	52.39
Conexión N100	0.18	316.09	57.14
Conexión nc1	0	360.35	76.35
Conexión nt12	0	360.23	77.55
Conexión NEXt1	13.5	315.99	17.99
Conexión Nval	0	318.2	33.8
Conexión val2	0	359.99	75.59
Conexión NH2	0	317.43	20.33
Conexión h1	0	315.57	36.57
Conexión h2	0	317.56	23.76
Conexión 1	0	316.68	40.28
Conexión NT12.1	0	360.03	75.63
Conexión H3	0	316.68	40.28
Conexión 1H2	0	317.56	23.76
Conexión 1H1	0	315.57	36.57

Anexo 2. Reporte de los nodos a las 6hrs hora más crítica periodo extendido

Anexo 3. Reporte de las Tuberías a las 6hr hora más crítica periodo extendido

Tabla de Red - Líneas en 6:00 Hrs					
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Estado
ID Línea	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p1	152.22	-0.78	0.04	0.03	Abierto
Tubería p2	152.22	-0.98	0.05	0.04	Abierto
Tubería p3	80.42	0.29	0.06	0.1	Abierto
Tubería p4	80.42	-0.47	0.09	0.21	Abierto
Tubería p5	152.22	-1.86	0.1	0.14	Abierto
Tubería p6	80.42	0.05	0.01	0.01	Abierto
Tubería p7	80.42	-0.28	0.06	0.1	Abierto
Tubería p8	80.42	-0.38	0.08	0.16	Abierto
Tubería p9	80.42	-0.96	0.19	0.73	Abierto
Tubería p10	152.22	-2.95	0.16	0.36	Abierto
Tubería p11	152.22	-4.17	0.23	0.7	Abierto
Tubería p12	80.42	-0.66	0.13	0.38	Abierto
Tubería p13	80.42	0.08	0.02	0.01	Abierto
Tubería p14	80.42	-0.14	0.03	0.02	Abierto

Tabla de Red - Líneas en 6:00 Hrs					
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Estado
Tubería p15	80.42	-0.39	0.08	0.17	Abierto
Tubería p16	80.42	1.04	0.2	0.82	Abierto
Tubería p17	80.42	0.56	0.11	0.28	Abierto
Tubería p18	80.42	-0.2	0.04	0.05	Abierto
Tubería p19	152.22	-8.75	0.48	2.91	Abierto
Tubería p20	80.42	-0.34	0.07	0.13	Abierto
Tubería p21	152.22	-11.39	0.63	4.62	Abierto
Tubería p22	80.42	0.42	0.08	0.19	Abierto
Tubería p23	80.42	1.97	0.39	2.59	Abierto
Tubería p24	80.42	0.13	0.02	0.02	Abierto
Tubería p25	80.42	1.92	0.38	2.92	Abierto
Tubería p26	80.42	-0.23	0.05	0.06	Abierto
Tubería p27	80.42	3.07	0.6	5.74	Abierto
Tubería p28	152.22	-15.07	0.83	8.81	Abierto
Tubería p29	80.42	0.16	0.03	0.02	Abierto
Tubería p30	80.42	4.47	0.88	14.8	Abierto
Tubería p31	152.22	13.63	0.75	7.19	Abierto
Tubería p32	152.22	-17.38	0.95	7.32	Abierto
Tubería p33	80.42	-0.07	0.01	0.01	Abierto
Tubería p34	80.42	-3.03	0.6	6.61	Abierto
Tubería p35	80.42	2.78	0.55	6.16	Abierto
Tubería p36	80.42	3	0.59	7.21	Abierto
Tubería p37	80.42	2.94	0.58	6.55	Abierto
Tubería p38	80.42	-0.44	0.09	0.2	Abierto
Tubería p39	103.42	8.24	0.98	15.57	Abierto
Tubería p41	80.42	-0.18	0.04	0.03	Abierto
Tubería p42	80.42	3.17	0.62	7.82	Abierto
Tubería p43	80.42	0.54	0.11	0.3	Abierto
Tubería p44	80.42	2.17	0.43	3.1	Abierto
Tubería p45	152.22	7.92	0.44	2.52	Abierto
Tubería p46	80.42	0.27	0.05	0.09	Abierto
Tubería p47	152.22	9.53	0.52	3.56	Abierto
Tubería p48	80.42	-1.63	0.32	1.85	Abierto
Tubería p49	80.42	0.89	0.18	0.63	Abierto
Tubería p50	152.22	-10.82	0.59	4.67	Abierto
Tubería p51	152.22	11.39	0.63	4.71	Abierto
Tubería p52	80.42	2.44	0.48	4.64	Abierto
Tubería p53	80.42	0.92	0.18	0.66	Abierto

Tabla de Red - Líneas en 6:00 Hrs					
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Estado
Tubería p54	80.42	1.2	0.24	1.36	Abierto
Tubería p55	80.42	0.88	0.17	0.73	Abierto
Tubería p56	80.42	0.57	0.11	0.29	Abierto
Tubería p57	80.42	0.23	0.05	0.07	Abierto
Tubería p58	80.42	0.52	0.1	0.29	Abierto
Tubería p59	80.42	0.2	0.04	0.04	Abierto
Tubería p60	80.42	0.39	0.08	0.18	Abierto
Tubería p61	80.42	-0.14	0.03	0.02	Abierto
Tubería p62	80.42	-0.02	0	0	Abierto
Tubería p63	152.22	11.75	0.65	5.37	Abierto
Tubería p64	152.22	8.5	0.47	2.73	Abierto
Tubería p65	152.22	8.16	0.45	2.65	Abierto
Tubería p66	80.42	0.13	0.02	0.02	Abierto
Tubería p67	80.42	0.85	0.17	0.67	Abierto
Tubería p68	80.42	3.06	0.6	7.74	Abierto
Tubería p69	80.42	1.88	0.37	2.96	Abierto
Tubería p70	80.42	1.58	0.31	2	Abierto
Tubería p71	80.42	1.31	0.26	1.63	Abierto
Tubería p72	80.42	0.11	0.02	0.02	Abierto
Tubería p73	152.22	7.03	0.39	2.04	Abierto
Tubería p74	80.42	-0.05	0.01	0.01	Abierto
Tubería p75	80.42	1.24	0.24	1.32	Abierto
Tubería p76	80.42	1.84	0.36	2.86	Abierto
Tubería p77	80.42	0.41	0.08	0.18	Abierto
Tubería p78	80.42	1.25	0.25	1.41	Abierto
Tubería p79	80.42	2.08	0.41	2.94	Abierto
Tubería p80	152.22	5.57	0.31	1.26	Abierto
Tubería p81	80.42	1.17	0.23	1.14	Abierto
Tubería p82	80.42	4.18	0.82	13.86	Abierto
Tubería p83	80.42	2.02	0.4	3.11	Abierto
Tubería p84	80.42	0.51	0.1	0.28	Abierto
Tubería p85	80.42	-0.96	0.19	0.88	Abierto
Tubería p86	80.42	1.36	0.27	1.76	Abierto
Tubería p87	80.42	0.24	0.05	0.07	Abierto
Tubería p88	80.42	-1.49	0.29	2.05	Abierto
Tubería p89	80.42	2.04	0.4	3.59	Abierto
Tubería p90	80.42	0.2	0.04	0.04	Abierto
Tubería p91	80.42	0.38	0.07	0.14	Abierto

Tabla de Red - Líneas en 6:00 Hrs					
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Estado
Tubería p92	80.42	1.63	0.32	2.29	Abierto
Tubería p93	80.42	1.68	0.33	1.9	Abierto
Tubería p94	80.42	0.45	0.09	0.2	Abierto
Tubería p95	80.42	1.1	0.22	0.93	Abierto
Tubería p96	80.42	0.38	0.07	0.16	Abierto
Tubería p97	80.42	1.28	0.25	1.46	Abierto
Tubería p98	80.42	0.91	0.18	0.77	Abierto
Tubería p100	80.42	0.1	0.02	0.01	Abierto
Tubería p101	80.42	1.05	0.21	1.03	Abierto
Tubería p102	80.42	0.29	0.06	0.09	Abierto
Tubería p103	80.42	0.29	0.06	0.09	Abierto
Tubería p104	80.42	0.73	0.14	0.46	Abierto
Tubería p105	80.42	0.24	0.05	0.07	Abierto
Tubería p106	80.42	0.6	0.12	0.32	Abierto
Tubería p107	80.42	0.26	0.05	0.08	Abierto
Tubería p108	80.42	0.73	0.14	0.53	Abierto
Tubería p109	80.42	0.29	0.06	0.11	Abierto
Tubería p110	80.42	0.18	0.03	0.03	Abierto
Tubería p111	80.42	0.19	0.04	0.03	Abierto
Tubería p112	80.42	0.16	0.03	0.02	Abierto
Tubería p113	80.42	0.24	0.05	0.07	Abierto
Tubería p114	80.42	-0.64	0.13	0.42	Abierto
Tubería p115	80.42	3.94	0.78	13.63	Abierto
Tubería p116	80.42	-2.15	0.42	3.7	Abierto
Tubería p117	80.42	1.58	0.31	1.78	Abierto
Tubería p118	152.22	-6.06	0.33	1.41	Abierto
Tubería p119	80.42	0.21	0.04	0.05	Abierto
Tubería p120	80.42	0.34	0.07	0.13	Abierto
Tubería p121	80.42	-0.62	0.12	0.38	Abierto
Tubería p122	80.42	-0.16	0.03	0.02	Abierto
Tubería p123	80.42	0.22	0.04	0.05	Abierto
Tubería p124	80.42	-0.35	0.07	0.14	Abierto
Tubería p125	80.42	0.3	0.06	0.1	Abierto
Tubería p126	80.42	0.08	0.02	0.01	Abierto
Tubería p127	80.42	-0.38	0.08	0.14	Abierto
Tubería p128	80.42	0.2	0.04	0.04	Abierto
Tubería p129	80.42	0.51	0.1	0.23	Abierto
Tubería p130	80.42	-0.47	0.09	0.21	Abierto

Tabla de Red - Líneas en 6:00 Hrs					
	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Estado
Tubería p131	80.42	0.21	0.04	0.05	Abierto
Tubería p132	80.42	-0.49	0.1	0.27	Abierto
Tubería p133	80.42	2.13	0.42	3.14	Abierto
Tubería p134	80.42	0.54	0.11	0.29	Abierto
Tubería p135	80.42	1.13	0.22	1.18	Abierto
Tubería p136	80.42	0.14	0.03	0.02	Abierto
Tubería p137	80.42	0.85	0.17	1.89	Abierto
Tubería p138	80.42	0.7	0.14	0.5	Abierto
Tubería p139	80.42	0.16	0.03	0.02	Abierto
Tubería p140	80.42	0.24	0.05	0.07	Abierto
Tubería p141	80.42	0.06	0.01	0.01	Abierto
Tubería p142	80.42	-1.26	0.25	1.33	Abierto
Tubería p143	80.42	-0.97	0.19	0.83	Abierto
Tubería p144	80.42	0.79	0.16	0.59	Abierto
Tubería P149	293.07	44.05	0.65	10.02	Abierto
Tubería P150	293.07	44.05	0.65	4.48	Abierto
Tubería P146	80.42	-0.26	0.05	0.08	Abierto
Tubería P147	103.42	5.31	0.63	6.45	Abierto
Tubería P148	152.22	-13.5	0.74	4.64	Abierto
Tubería P145	152.22	28.97	1.59	120.43	Abierto
Tubería P151	293.07	44.05	0.65	2.6	Abierto
Tubería P156	198.21	44.05	1.43	7.69	Abierto
Tubería P157	103.42	5.31	0.63	3.88	Abierto
Tubería P158	152.22	8.75	0.48	38.54	Abierto

Anexo 3. Reporte de las Tuberías a las 6hr hora más crítica periodo extendido

Anexo 4. Análisis de Precios Unitarios.

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA		FECHA	Enero-17	
ITEM	Relleno con base granular				
			UND		M3
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Base Granular Tam. Max. 1 1/2"	M3	1.30	\$ 23,800.0	\$ 30,940.0	
Agua	M3	0.050	\$ 1,461.20	\$ 73.0	
Subtotal					\$ 31,013.0
II. Transporte					
Descripción	Cantidad	Und	Tipo	Tarifa \$/U	Vr. Parcial
Volqueta	1.30	M3		\$ 10,000.0	\$ 13,000.0
Subtotal					\$ 13,000.0
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to. (u/d)	Vr. Parcial
Obreros (2)	\$ 39,312.00	35,380.80	\$ 74,692.80	2.3	\$ 25,638.5
Subtotal					\$ 25,639.0
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to. (u/d)	Vr. Parcial	
Vibrocompactador mecánico		\$ 58,380.40	2.3	\$ 20,086.0	
Herramienta menor 10% M.O			10%	\$ 2,570.0	
Subtotal					\$ 22,656.0
			COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 92,368.0	
			AIU 15.00%	\$ 13,855.0	
			COSTO UNITARIO TOTAL	\$ 106,223.0	

Anexo 4. Análisis de Precios Unitarios.

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA			FECHA	Enero-17
ITEM	Valle informativa temporal			UND	UND
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Valle informativa temporal	Und	1.00	\$ 150,000	\$ 150,000.0	
Subtotal					\$ 150,000.0
II. Transporte					
Descripción	Vol.Pes.Con.	Distan.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Camioneta	Global			\$ 22,000.00	\$ 22,000.0
Subtotal					\$ 22,000.0
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Obrero	\$ 13,656.00	17,630.4	\$ 37,346	2.00	\$ 18,673.2
Subtotal					\$ 18,673.2
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to (u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor			10%	\$ 1,867.0	
Subtotal					\$ 1,867.0
				COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 132,540.0
				AIU 15.00%	\$ 28,881.0
				COSTO UNITARIO TOTAL	\$ 221,421.0

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA			FECHA	Enero-17
ITEM	Concreto 3000 Lbs elaborado en sitio 1 : 2 : 3 1/2 colocado			UND	M3
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Arena de trituración	M3	0.515	\$ 23,500	\$ 15,193	
Triturado lavado T. M. 3/4"	M3	0.90	\$ 31,360	\$ 28,224	
Cemento gris en obra	Kg	325.00	\$ 523	\$ 171,923	
Agua	m3	0.20	\$ 1,461	\$ 292	
Desperdicios	%	5.0%		\$ 10,782	
Subtotal					\$ 226,413.0
II. Transporte					
Descripción	Cantidad	Und	Tipo	Tarifa \$/U	Vr. Parcial
Arena	0.515	M3	Volqueta	\$ 10,000.00	\$ 5,150.0
Triturado	0.90	M3	Volqueta	\$ 10,000.00	\$ 9,000.0
Subtotal					\$ 14,150.0
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Oficial	\$ 33,280	\$ 35,352	\$ 74,632.0	2.15	\$ 34,712.6
Obreros (2)	\$ 33,312	\$ 35,381	\$ 74,692.8	2.15	\$ 34,740.8
Subtotal					\$ 69,453.0
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to (u/d)	Vr. Parcial	
Mezclador (1) bulto	Gasolina	\$ 56,650.0	2.15	\$ 26,348.8	
Herramienta menor 10% M.O			10%	\$ 6,945.0	
Subtotal					\$ 33,293.8
				COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 343,316.0
				AIU 15.00%	\$ 51,437.4
				COSTO UNITARIO TOTAL	\$ 334,813.4

ITEM	Concreto 2000 PSI elaborado en sitio 1:3:5				
		UND			M3
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Arena de trituración	M3	0.555	\$ 29,500	\$ 16,373	
Triturado lavado T. M. 3/4"	M3	0.92	\$ 31,360	\$ 28,851	
Cemento gris en obra	Kg	230.00	\$ 529	\$ 121,673	
Agua	M3	0.20	\$ 1,461	\$ 292.2	
Desperdicios	%	5.00%	\$ 167,189	\$ 8,359	
Subtotal					\$ 175,548.1
II. Transporte					
Descripción	Cantidad	Und	Tipo	Tarifa \$/U	Vr. Parcial
Arena	0.56	M3	Volqueta	\$ 10,000.0	\$ 5,550.0
Triturado	0.92	M3	Volqueta	\$ 10,000.0	\$ 9,200.0
Subtotal					\$ 14,750.0
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Sec.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Oficial	\$ 39,280	\$ 35,352	\$ 74,632.00	2.40	\$ 31,096.7
Obreros (2)	\$ 33,312	\$ 35,381	\$ 74,692.80	2.40	\$ 31,122.0
Subtotal					\$ 62,218.7
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción		Tipo	Tarifa/D	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Mezclador (1) bulto gasolina			\$ 55,680.00	2.40	\$ 23,200.0
Herramienta menor 10% M.O					10% \$ 6,221.9
Subtotal					\$ 29,421.9
					\$ 281,939.0
COSTO DIRECTO TOTAL					\$ 281,939.0
AIU 15.00%					\$ 42,290.3
COSTO UNITARIO TOTAL					\$ 324,229.3

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA	FECHA	Marzo-17		
ITEM	CONCRETO PARA ATRAQUE O CIMENTACIÓN				
		UND	M3		
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Concreto 2560 PSI elaborado en sitio 1:2	m3	1.0	\$ 298,431.0	\$ 298,431.0	
Madera (1*0,20*0,03)	m	1.0	\$ 5,493.0	\$ 5,493.0	
Subtotal				\$ 303,924.0	
II. Transporte					
Descripción	Cantidad	Und	Tipo	Tarifa \$/U	Vr. Parcial
Madera (1*0,20*0,03)	1.00			\$ 5,448.7	\$ 5,448.7
Subtotal				\$ 5,448.7	
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Sec.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Obrero	\$ 19,656	\$ 17,630	\$ 37,346.40	1.31	\$ 28,463.1
Subtotal				\$ 28,463.0	
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción		Tipo	Tarifa/D	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Subtotal					
					\$ 337,836.0
COSTO DIRECTO TOTAL					\$ 337,836.0
AIU 15.00%					\$ 50,675.4
COSTO UNITARIO TOTAL					\$ 388,511.4

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA		FECHA	Enero-12	
ITEM	Excavación con maquina en material duro a conglomerado				
	UND			M3	
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Subtotal					
II. Transporte					
Descripción	Vol.Pes.Con.	Distan.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Equipo en camabaja					\$ 364.1
Subtotal					
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Obrero	\$ 19,656.0	17,690.4	\$ 37,346.40	67.36	\$ 554.4
Subtotal					
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/H	R/to (u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor 10% M.O			10%	\$ 55.4	
Retroexcavadora sobre orugas	Orugas	\$ 150,000.0	8.42	\$ 17,814.7	
Subtotal					
\$ 17,870.2					
COSTO DIRECTO TOTAL					\$ 19,383.0
AIU 15.00%					\$ 2,908.4
COSTO UNITARIO TOTAL					\$ 22,291.0

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA		FECHA	Abril-11	
ITEM	Cargue de material común				
	UND			M3	
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Subtotal					
II. Transporte					
Descripción	Vol.Pes.Con.	Distan.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Volqueta acarreo minir	1.30			\$ 5,448.70	\$ 7,083.3
Subtotal					
\$ 7,083.3					
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Subtotal					
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/H	R/to (u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor 10% M.O			10%	\$ 4,145.6	
Retroexcavadora pequeña 312	Orugas	\$ 124,368.0	30.00	\$ 4,145.6	
Subtotal					
\$ 4,145.6					
COSTO DIRECTO TOTAL					\$ 11,229.0
AIU 15.00%					\$ 1,684.4
COSTO UNITARIO TOTAL					\$ 12,913.0

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA		FECHA	Marzo-11	
ITEM	Instalación accesorios 10" PVC		UND	Und	
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Lubricante	Gr	20.00	\$ 18.10	\$ 361.9	
Subtotal				\$ 362.0	
II. Transporte					
Descripción	Vol.Pes.Con.	Distanc.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Página 59					
Subtotal					
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Obrero	\$ 19,656.0	\$ 17,690	\$ 37,346.40	5.00	\$ 7,469.3
Subtotal				\$ 7,469.0	
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to.(u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor 10% M.O			10%	\$ 746.9	
Subtotal				\$ 747.0	
			COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 8,578.0	
			AIU 15.00%	\$ 1,286.7	
			COSTO UNITARIO TOTAL	\$ 9,864.7	

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA		FECHA		
ITEM	Filtro con geotextil		UND	M3	
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Triturado lavado T. M. 3/4"	M3	1.05	\$ 31,360	\$ 32,928.0	
Geotextil NT 2000	M2	4.25	\$ 4,757.0	\$ 20,217.3	
Hilo de nylon	Rollo	0.05	\$ 8,157.60	\$ 407.88	
Subtotal				\$ 53,553.1	
II. Transporte					
Descripción	Vol.Pes.Con.	Distanc.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Triturado lavado T. M.	1.05			10,000.00	\$ 10,500.00
Subtotal				\$ 10,500.00	
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Oficial	\$ 33,280.0	35,352.0	74,632	20.0	3,732.0
Obreros (2)	\$ 33,312.0	35,360.8	74,673	20.0	3,735.0
Subtotal				7,467.0	
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to.(u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor			10.00	\$ 746.7	
Subtotal				\$ 747.0	
			COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 72,267.0	
			AIU 15.00%	\$ 10,840.00	
			COSTO UNITARIO TOTAL	\$ 83,107.0	

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA		FECHA		
ITEM	Tubería 3" RDE 21				
			UND	M	
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Tubería 3" PVC RDE 21 UM	MI	1,025	\$ 8,814	\$ 9,034.35	
Subtotal					\$ 9,034.35
II. Transporte					
Descripción	Vol.Pes.Con.	Distan.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Subtotal					
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to (u/d)	Vr. Parcial
Subtotal					
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to (u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor 10% M.O			10%		
Subtotal					
			COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 9,034.00	
			AIU 15.00%	\$ 1,355.10	
			COSTO UNITARIO TOTAL	\$ 10,389.10	

Página 122

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA		FECHA		
ITEM	Suministro e inst. de tapa concreto con asrobases				
			UND	UND	
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Arrota en hierro fundida en concreto	Und	1.00	\$ 155,324	\$ 155,324.0	
Subtotal					\$ 155,324.0
II. Transporte					
Descripción	Vol.Pes.Con.	Distan.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Subtotal					
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to (u/d)	Vr. Parcial
Obreros (2)	\$ 33,312.0	35,380.8	74,693	5.00	\$ 14,939.0
Subtotal					\$ 14,939.0
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to (u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor			10.00	\$ 1,493.9	
Subtotal					\$ 1,494.0
			COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 171,757.0	
			AIU 15.00%	\$ 25,764.0	
			COSTO UNITARIO TOTAL	\$ 197,521.0	

Página 149

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCLUTA		FECHA	Enero-09	
ITEM	Tubería 4" RDE 21		UND	M	
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Tubería 4" PVC RDE 21 UM	MI	1.025	\$ 13,485	\$ 13,822,13	
Subtotal				\$ 13,822,13	
II. Transporte					
Descripción	Vol.Pez.Con.	Distan.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Subtotal					
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Subtotal					
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to (u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor 10% M.O			10%		
Subtotal					
			COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 13,822,00	
			AIU 15,00%	\$ 2,073,30	
			COSTO UNITARIO TOTAL	\$ 15,895,30	

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA		FECHA		
ITEM	Tubería 8" RDE 21		UND	M	
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Tubería 8" PVC RDE 21 UM	MI	1.025	\$ 49,611	\$ 50,851,36	
Subtotal				\$ 50,851,36	
II. Transporte					
Descripción	Vol.Pez.Con.	Distan.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Subtotal					
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Subtotal					
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to (u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor 10% M.O			10%		
Subtotal					
			COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 50,851,00	
			AIU 15,00%	\$ 7,627,65	
			COSTO UNITARIO TOTAL	\$ 58,478,65	

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA			FECHA	
ITEM	Tubería 6" RDE 21			UND	M
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Tubería 6" PVC RDE 21 UM	MI	1.025	\$ 29,271	\$ 30,002.78	
Subtotal					\$ 30,002.78
II. Transporte					
Descripción	Vol.Pes.Con.	Distan.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Subtotal					
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Subtotal					
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to (u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor 10% M.O			10%		
Subtotal					
				COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 30,003.00
				AIU 15.00%	\$ 4,500.45
				COSTO UNITARIO TOTAL	\$ 34,503.45

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA			FECHA	
ITEM	Instalación tubería 10"			UND	M
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Lubricante	Gr	25.00	\$ 18.10	\$ 452.4	
Subtotal					\$ 452.4
II. Transporte					
Descripción	Vol.Pes.Con.	Distan.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Subtotal					
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Obrero especializado	\$ 19,656	\$ 17,690	\$ 37,346.40	20.0	\$ 1,867.3
Obreros (2)	\$ 33,312	\$ 35,361	\$ 74,692.80	20.0	\$ 3,734.6
Subtotal					\$ 5,602.0
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to (u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor 10% M.O			10%	\$ 560.2	
Subtotal					\$ 560.2
				COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 6,615.0
				AIU 15.00%	\$ 932.3
				COSTO UNITARIO TOTAL	\$ 7,607.3

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA			FECHA	
ITEM	Instalación tubería 8" PVC			UND	M
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Lubricante	Gr	20.00	\$ 18.10	\$ 361.9	
Subtotal					\$ 361.9
II. Transporte					
Descripción	Vol.Pes.Con.	Distan.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Subtotal					
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Obrero especializado	\$ 19,656	\$ 17,690	\$ 37,346.40	24.00	\$ 1,556.1
Obreros (2)	\$ 33,312	\$ 35,381	\$ 74,692.80	24.00	\$ 3,112.2
Subtotal					\$ 4,668.3
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to.(u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor 10% M.O			10%	\$ 466.8	
Subtotal					\$ 466.8
				COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 5,497.0
				AIU 15.00%	\$ 824.6
				COSTO UNITARIO TOTAL	\$ 6,321.6

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA			FECHA	Marzo-11
ITEM	Instalación tubería 16" PVC			UND	M
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Lubricante	Gr	40.00	\$ 18.10	\$ 723.8	
Subtotal					\$ 723.8
II. Transporte					
Descripción	Vol.Pes.Con.	Distan.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Subtotal					
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Operario esp.	\$ 36,832	\$ 33,149	\$ 69,980.80	8.00	\$ 8,747.6
Obreros (2)	\$ 33,312	\$ 35,381	\$ 74,692.80	8.00	\$ 3,336.6
Subtotal					\$ 18,084.2
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to.(u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor 10% M.O			10%	\$ 1,808.4	
Subtotal					\$ 1,808.4
				COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 20,616.0
				AIU 15.00%	\$ 3,092.4
				COSTO UNITARIO TOTAL	\$ 23,708.4

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA		FECHA		
ITEM	Instalación Accesorios 3" PVC				
UND					Und
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Lubricante	Gr	10.00	\$ 18.10	\$ 181.0	
Subtotal					\$ 181.0
II. Transporte					
Descripción	Vol.Pes.Con.	Distanc.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Subtotal					
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Obrero	\$ 19,656	\$ 17,690	\$ 37,346.40	3.0	\$ 4,143.6
Subtotal					\$ 4,150.0
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to.(u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor 10% M.O			10%	\$ 415.0	
Subtotal					\$ 415.0
COSTO DIRECTO TOTAL					\$ 4,746.0
AIU 15.00%					\$ 711.9
COSTO UNITARIO TOTAL					\$ 5,457.9

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA		FECHA		
ITEM	Instalación accesorios 3" HD				
UND					Und
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Lubricante	Gr	10.00	\$ 18.10	\$ 181.0	
Subtotal					\$ 181.0
II. Transporte					
Descripción	Vol.Pes.Con.	Distanc.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Subtotal					
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Obrero	\$ 19,656	\$ 17,690	\$ 37,346.40	8.00	\$ 4,668.3
Subtotal					\$ 4,668.0
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to.(u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor 10% M.O			10%	\$ 466.8	
Subtotal					\$ 467.0
COSTO DIRECTO TOTAL					\$ 5,316.0
AIU 15.00%					\$ 797.4
COSTO UNITARIO TOTAL					\$ 6,113.4

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA			FECHA	
ITEM	Instalación accesorios 4" HD			UND	Und
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Lubricante	Gr	10.00	\$ 18.10	\$ 181.0	
Subtotal					\$ 181.0
II. Transporte					
Descripción	Vol.Pes.Con.	Distan.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Subtotal					
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to (u/d)	Vr. Parcial
Obrero	\$ 19,656	\$ 17,690	\$ 37,346.40	7.00	\$ 5,335.2
Subtotal					\$ 5,335.0
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to (u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor 10% M.O			10%	\$ 533.5	
Subtotal					\$ 534.0
				COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 6,050.0
				AIU 15.00%	\$ 907.5
				COSTO UNITARIO TOTAL	\$ 6,957.5

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA			FECHA	
ITEM	Instalación accesorios 6" PVC			UND	Und
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Lubricante	Gr	15.00	\$ 18.10	\$ 271.4	
Subtotal					\$ 271.0
II. Transporte					
Descripción	Vol.Pes.Con.	Distan.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Subtotal					
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to (u/d)	Vr. Parcial
Obrero	\$ 19,656.0	\$ 17,690	\$ 37,346.40	7.00	\$ 5,335.2
Subtotal					\$ 5,335.0
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to (u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor 10% M.O			10%	\$ 533.5	
Subtotal					\$ 534.0
				COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 6,140.0
				AIU 15.00%	\$ 921.0
				COSTO UNITARIO TOTAL	\$ 7,061.0

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA			FECHA	
ITEM	Instalación accesorios 6"			UND	Und
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Lubricante	Gr	15.00	\$ 18.10	\$ 271.4	
Subtotal					\$ 271.0
II. Transporte					
Descripción	Vol.Pes.Con.	Distan.	M3-Ton/Km	Tarifa	Vr. Parcial
Subtotal					
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Obrero	\$ 19,656.0	\$ 17,690	\$ 37,346.40	6.00	\$ 6,224.4
Subtotal					\$ 6,224.0
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to.(u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor 10% M.O			10%	\$ 622.4	
Subtotal					\$ 622.0
COSTO DIRECTO TOTAL					\$ 7,117.0
AIU				15.00%	\$ 1,067.6
COSTO UNITARIO TOTAL					\$ 8,184.6

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA			FECHA	
ITEM	Colchon de arena triterada para tuberis compact. Manu			UND	M3
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Arena de trituración	M3	1.25	\$ 29,500.0	\$ 36,875.0	
Subtotal					\$ 36,875.0
II. Transporte					
Descripción	Cantidad	Und	Tipo	Tarifa \$/U	Vr. Parcial
Volqueta	1.25	M3		\$ 10,000.00	\$ 12,500.0
Subtotal					\$ 12,500.0
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Obrero	\$ 19,656.0	17,690.40	\$ 37,346.40	4.50	\$ 8,299.20
Subtotal					\$ 8,299.0
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to.(u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor 10% M.O			10%	\$ 830.0	
Subtotal					\$ 830.0
COSTO DIRECTO TOTAL					\$ 56,504.0
AIU				15.00%	\$ 8,776.0
COSTO UNITARIO TOTAL					\$ 67,280.0

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA			FECHA	
ITEM	CONSTRUCCIÓN CÁMARA DE CAÍDA EN POZO DE INSPECCIÓN				
				UND	UND
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Arotapa en hierro fundida en concreto	Un	1.00	\$ 155,324	\$ 155,324	
Base Granular Tam. Max. 1 1/2"	M3	1.00	\$ 23,800	\$ 23,800	
Ladrillo en obra	Un	1135.00	\$ 412	\$ 467,620	
Hierro 3/8"	Kg	602.60	\$ 2,350	\$ 1,416,110	
Mortero 1:5	M3	2.53	\$ 233,304	\$ 605,439	
Concreto de 3,000 PSI	M3	10.76	\$ 343,316	\$ 3,694,080	
Tabla 3 X 30 X 300	Un	70.00	\$ 10,764	\$ 753,445	
Listones 5x7 1/2x3,0	Un	30.00	\$ 10,661	\$ 319,815	
Puntillas	Lb	20.00	\$ 2,575	\$ 51,500	
Subtotal					\$ 7,487,133.28
II. Transporte					
Descripción	Cantidad	Und	Tipo	Tarifa \$/U	Vr. Parcial
Subtotal					
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Oficial	\$ 33,280.0	\$ 35,352	\$ 74,632.00	0.074	\$ 1,008,540.5
Cuadrilla (6) obreros	\$ 117,936.0	\$ 106,142	\$ 224,078.40	0.074	\$ 3,028,086.5
Subtotal					\$ 4,036,627.0
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to (u/d)	Vr. Parcial	
Herramienta menor 10% M.O			10%	\$ 403,662.70	
Subtotal					\$ 403,662.70
				COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 11,927,423
				AIU 15.00%	\$ 1,789,113
				COSTO UNITARIO TOTAL	\$ 13,716,536

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA			FECHA	
ITEM	CONST POZOS INSPECCIÓN TIPO II DE 4.00<H<6.00				
				UND	UND
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr Unitario	Vr. Parcial	
Ladrillo en obra	und	3,150.0	412.0	1,297,800.0	
Cemento gris en obra	kg	1,742.5	529.0	921,803.0	
Arena de trituración	m3	7.0	29,500.0	206,500.0	
Triturado lavado T. M. 3/4"	m3	1.5	31,360.0	47,040.0	
Suministro y figurado de Acero 1/4" a 3/8" F	kg	38.2	3,394.0	152,674.6	
Arotapa en hierro fundida en concreto	und	1.0	155,324.0	155,324.0	
Sika zet L	kg	15.0	9,048.0	135,720.0	
Agua	m3	2.0	1,461.2	2,922.4	
Subtotal					2,919,784.0
II. Transporte					
Descripción	Cantidad	Und	Tipo	Tarifa \$/U	Vr. Parcial
Arena de trituración	7.0			10,000.0	70,000.0
Triturado lavado T. M. 3/4"	1.5			10,000.0	15,000.0
Subtotal					85,000.0
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Oficial	33,280.0	35,352.0	74,632.0	0.35	213,234.3
Cuadrilla (6) obreros	117,936.0	106,142.4	224,078.4	0.35	640,224.0
Subtotal					853,458.3
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción	Tipo	Tarifa/D	R/to (u/d)	Vr. Parcial	
Mezclador (1) bulto		56,650.0	0.35	19,827.5	
Subtotal					85,345.8
Herramienta menor 10% M.O					85,345.8
Subtotal					105,173.3
				COSTO DIRECTO TOTAL	3,963,416.0
				AIU 15%	540,027
				COSTO UNITARIO TOTAL	4,140,205

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA			FECHA	
ITEM	CONST POZOS INSPECCIÓN TIPO I DE 0,00x2,00 CILINDRO EN LADRILLO			UND	UND
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Parcial	
Ladrillo en obra	und	540.00	412.0	222,480.0	
Cemento gris en obra	kg	710.00	529.0	375,538.0	
Arena de trituración	m3	2.00	29,500.0	59,000.0	
Triturado lavado T. M. 3/4"	m3	0.67	31,360.0	21,011.0	
Hierro 1/2"-5/8"-1"	kg	62.00	2,350.0	145,700.0	
Arotapa en hierro fundida en concreto	und	1.00	155,324.0	155,324.0	
Sika zet L	kg	6.00	9,048.0	54,288.0	
Plastocreto	kg	6.00	8,259.2	49,555.0	
Agua	M3	2.70	1,461.2	3,945.0	
Subtotal					1,086,901.0
II. Transporte					
Descripción	Cantidad	Und	Tipo	Tarifa \$/U	Vr. Parcial
MATERIALES					
Arena de trituración	2.00	M3		10,000.0	20,000.0
Triturado lavado T. M. 3/4"	0.67	M3		10,000.0	6,700.0
Subtotal					26,700.0
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Oficial	39,280.0	35,352.0	74,632.0	0.7	106,617.1
Obreros (2)	39,312.0	35,380.8	74,692.8	0.7	106,704.0
Obrero	19,656.0	17,690.4	37,346.4	0.7	53,352.0
Subtotal					266,673.1
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción		Tipo	Tarifa/D	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Mezclador (1) bulto			56,650.00	0.7	80,928.6
Herramienta menor 10% M.O				10%	26,667.3
Subtotal					107,595.9
				COSTO DIRECTO TOTAL	1,487,870
				AIU 15%	162,881.1
				COSTO UNITARIO TOTAL	1,248,755.1

LOCALIDAD	MUNICIPIO SAN JOSE DE CUCUTA			FECHA	
ITEM	CONST POZOS INSPECCIÓN TIPO II DE 2,00x4,00			UND	UND
I. Materiales					
Descripción	Und	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Parcial	
Ladrillo en obra	und	1,300.0	\$ 412.0	\$ 535,600.0	
CEMENTO GRIS en obra	KG	1,715.0	\$ 529.0	\$ 907,255.2	
ARENA LAVADA	m3	5.0	\$ 29,500.0	\$ 147,500.0	
TRITURADO 1/2	m3	1.0	\$ 41,200.0	\$ 41,200.0	
Hierro Ø1/2", 1/4", 3/4"	kg	34.0	\$ 12,223.0	\$ 415,582.0	
Agua	LT	184.0			
Aro tapa	und	1.0	\$ 155,324.0	\$ 155,324.0	
Sika zet L	kg	8.00	\$ 9,048.00	\$ 72,384.0	
Plastocreto	kg	11.63	\$ 8,259.20	\$ 96,029.7	
Subtotal					\$ 2,370,875.0
II. Transporte					
Descripción	Cantidad	Und	Tipo	Tarifa \$/U	Vr. Parcial
ARENA LAVADA	5.00			\$ 10,000.00	\$ 50,000.00
TRITURADO 1/2	1.00			\$ 10,000.00	\$ 10,000.00
Subtotal					\$ 60,000.0
III. Mano de Obra					
Descripción	Jornal	Pres. Soc.	Jor. Tot.	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Oficial	\$ 39,280	\$ 35,352	\$ 74,632.00	0.40	\$ 186,580.0
Cuadrilla (6) obreros	\$ 117,936	\$ 106,142	\$ 224,078.40	0.40	\$ 560,196.0
Subtotal					\$ 746,776.0
IV. Herramienta y Equipo					
Descripción		Tipo	Tarifa/D	R/to.(u/d)	Vr. Parcial
Mezclador (1) bulto			\$ 56,650.00	0.40	\$ 141,625.00
Herramienta menor 10% M.O				10%	\$ 74,677.6
Subtotal					\$ 216,303.0
				COSTO DIRECTO TOTAL	\$ 3,393,954
				AIU 15.00%	\$ 509,093.1
				COSTO UNITARIO TOTAL	\$ 3,303,047.1



Anexó 5. Conteo de viviendas por hectáreas en la zona de estudio.



Anexó 6. Reconocimiento del asentamiento José Bernal



Anexo 7. Reconocimiento de los límites del asentamiento.



Anexo 8. Levantamiento topográfico.



Anexo 9. Descargas a cauces naturales



Anexo 10. Contaminación a cauces naturales.



Anexó 11. Medición de los pozos artesanales.



Anexó 12. Vías Internas del Asentamiento.



