

PROYECTO

EXTENSIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO BARRIO OBRERO – MUNICIPIO DE TURBO

1	INTRODUCCIÓN	8
2	DEFINICIONES	10
3	INFORMACIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL PROYECTO	14
3.1	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	14
3.2	VÍAS DE ACCESO:	16
3.3	DIVISIÓN POLÍTICA ADMINISTRATIVA	17
3.4	TEMPERATURA	17
3.5	HUMEDAD RELATIVA	17
3.6	BRILLO SOLAR	17
3.7	HIDROLOGÍA	18
3.7.1	RÍO TURBO	18
3.8	GEOLOGÍA	18
3.9	LITOLOGÍA	19
3.9.1	ROCAS SEDIMENTARIAS TERCIARIAS DE ORIGEN MARINO (T1)	19
3.9.2	ROCAS SEDIMENTARIAS TERCIARIAS DE ORIGEN CONTINENTAL (T2)	19
3.9.3	SEDIMENTOS CUATERNARIOS (Q)	19
3.10	RASGOS ESTRUCTURALES	20
3.11	HIDROGEOLOGÍA	20
3.12	USOS DEL SUELO	21
4	BREVE DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	22
4.1	DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES FÍSICOS DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	22
4.1.1	CAPTACIÓN	22
4.1.2	FUENTE SUPERFICIAL	22
4.1.3	FUENTE SUBTERRÁNEA	23
4.1.4	ADUCCIÓN	23
4.1.5	DESARENADOR	23
4.1.6	TANQUES DE ALMACENAMIENTO	23
4.1.7	PLANTA DE POTABILIZACIÓN	23
5	DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	24
5.1	DESCRIPCIÓN	24
5.1.1	ESTADO ACTUAL DE CAÑOS Y QUEBRADAS	24
5.1.1.1	CAÑO VERANILLO	25
5.1.1.2	CAÑO CASANOVA	25
5.1.2	DESCARGAS EXISTENTES	26
5.2	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	28

6	<u>JUSTIFICACIÓN</u>	33
7	<u>DESCRIPCIÓN PRELIMINAR DEL SISTEMA EXISTENTE DE ALCANTARILLADO</u>	33
7.1	SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE TURBO ZONAS DE ESTUDIO	34
7.2	REDES DE ALCANTARILLADO EXISTENTES EN LOS DISTRITOS DE ESTUDIO	3
8	<u>ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS</u>	4
8.1	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	4
8.2	DETERMINACIÓN POBLACIÓN FLOTANTE	6
8.3	TASA DE CRECIMIENTO	7
8.4	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN	11
8.5	NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	13
8.6	PARÁMETROS PARA LA REVISIÓN HIDRÁULICA	14
8.7	ALTERNATIVAS DE CONEXIÓN A LAS EBAR Y PTAR	18
8.7.1	PARÁMETROS DE DISEÑO PARA EL PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DISTRITOS - MUNICIPIO DE TURBO	19
8.7.2	ALTERNATIVA N°1. COLECTOR QUE REUNE LOS TRES BARRIOS BRISAS DEL MAR, EL BOSQUE Y EL OBRERO Y VIERTE A LA EBAR LA YUQUITA	22
8.7.3	ALTERNATIVA N°2. TRAZADO COLECTORES POR BARRIO QUE ENTREGAN A EBAR CIUDADELA BOLÍVAR SIN INTERVENCIÓN DE LA CARRERA 15	27
8.8	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	37
8.9	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	37
8.10	ANÁLISIS DE LA SELECCIÓN	38
9	<u>DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO TURBO</u>	39
9.1	ESTUDIO TOPOGRÁFICO	42
9.1.1	EQUIPO EMPLEADO	42
9.1.2	SISTEMA DE LEVANTAMIENTO	42
9.1.3	MOJONES	44
9.2	ESTUDIO GEOTÉCNICO	46
9.2.1	EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA	46
9.2.2	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)	46
9.2.3	ESTRATIGRAFIA DE LOS SUELOS EN LAS ZONAS DE ESTUDIO	46
9.2.4	NIVEL FREÁTICO	47
9.2.5	SISTEMA DE CIMENTACIONES	47
9.2.6	CONCLUSIONES	52
9.2.7	RECOMENDACIONES	52
9.3	PARÁMETROS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO TURBO	54
9.4	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PROYECTADO PARA EL MUNICIPIO DE TURBO - DISTRITO SUR	57

9.4.1	REVISIÓN DE CAPACIDAD HIDRÁULICA COLECTOR CIUDADELA BOLÍVAR	61
9.4.1.1	Colector La Yuquita Proyectado	63
	REDES SECUNDARIAS PROYECTADAS DEL BARRIO OBRERO	68
	REDES SECUNDARIAS PROYECTADAS DEL BARRIO BRISAS DEL MAR	73
	REDES SECUNDARIAS PROYECTADAS DEL BARRIO EL BOSQUE	77
9.5	CONSIDERACIONES Y CONCLUSIONES SOBRE EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE TURBO	2
10	<u>NORMAS TÉCNICAS</u>	<u>2</u>
11	<u>LOCALIZACIÓN TRAMOS A INTERVENIR</u>	<u>6</u>

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Índice de Calidad Operativa.....	22
Tabla 2. Descargas directas Municipio de Turbo.....	27
Tabla 3 Resumen de áreas actuales que confluyen al colector EBAR Ciudadela Bolívar	5
Tabla 4 Resumen del Colector Existente EBAR Ciudadela Bolívar	2
Tabla 5 Viviendas por Distrito.....	4
Tabla 6 Viviendas y habitantes por distrito	5
Tabla 7 Población Flotante	6
Tabla 8 Tasas de Crecimiento con fuentes de información	8
Tabla 9 Tasas de Crecimiento	9
Tabla 10 Tasas de Crecimiento acordadas con Interventoría.....	10
Tabla 11 Población proyectada con el método geométrico	11
Tabla 12 Asignación del nivel de complejidad.....	14
Tabla 13 Resumen de área Tributaria Distrito Sur	14
Tabla 14 Información comercial Aguas de Urabá a diciembre de 2014	17
Tabla 15 Resumen de la relación h/D.....	18
Tabla 16 Parámetros de diseño del sistema de alcantarillado para los distritos del Municipio de Turbo.....	19
Tabla 17 Ubicación trazado Colectores Distrito Centro Alternativa 1.....	23
Tabla 18 Resumen de Cálculos por colector Alternativa 1.....	24
Tabla 19 Ventajas y desventajas de la alternativa 1.....	27
Tabla 20 Ubicación trazado Colectores Distrito Sur Alternativa 2.....	27
Tabla 21 Resumen de Cálculos por colector Alternativa 2.....	28
Tabla 22 Ventajas y desventajas de la alternativa 2.....	29
Tabla 23 Resumen de alternativas para el trazado de las redes de alcantarillado del Municipio de Turbo	31
Tabla 24 Parámetros para la evaluación del costo de energía.....	32
Tabla 25 Programación de Inversión de las EBARs.....	32
Tabla 26 Costos Alternativa 1.....	33
Tabla 27 Costos Alternativa 2.....	34
Tabla 28 Resumen costos Alternativas.....	35
Tabla 29 Criterios usados en la selección de alternativas	37
Tabla 30 Matriz de evaluación de las alternativas	37
Tabla 31 Levantamiento Topográfico.....	43
Tabla 32. Ubicación de los Mojones en Placa de Acero Georeferenciados.....	44
Tabla 33. Ubicación Mojones de Referencia Materializados.....	45
Tabla 34 Parámetros de diseño del sistema de alcantarillado para los distritos del Municipio de Turbo.....	54
Tabla 35 Resumen de redes de alcantarillado proyectadas para el municipio Turbo Distrito Sur	57
Tabla 36 Resumen de profundidades en las redes de alcantarillado proyectadas para el Distrito Sur municipio Turbo.	58
Tabla 37 Resumen de diámetros y longitudes del colector existente Ciudadela Bolívar	61
Tabla 38 Ubicación de Colector la Yuquita	63
Tabla 39 Tramos Fuera de Servicio Colector La Yuquita.....	64
Tabla 40 Tramos en optimización Colector La Yuquita.....	64
Tabla 41 Cámaras Fuera de Servicio Colector La Yuquita.....	64
Tabla 42 Cámaras a Demoler por Optimización Colector La Yuquita	64
Tabla 43 Resumen de diámetros y longitudes del colector proyectado La Yuquita	66
Tabla 44 Tramos en optimización Barrio Obrero.....	69
Tabla 45 Cámaras a Demoler por Optimización Barrio Obrero.....	70
Tabla 46 Resumen de los diámetros y longitudes de tubería proyectada del Barrio Obrero	70

Tabla 47 Tramos Fuera de Servicio Barrio Brisas del Mar	73
Tabla 48 Estructuras Fuera de Servicio Barrio Brisas del Mar	73
Tabla 49 Tramos en Optimización Barrio Brisas del Mar	74
Tabla 50 Cámaras a demoler por optimización Barrio Brisas del Mar	74
Tabla 51 Resumen de los diámetros y longitudes de tubería proyectada del Barrio Brisas del Mar	75
Tabla 52 Tramos Fuera de Servicio Barrio El Bosque	77
Tabla 53 Cámaras Fuera de Servicio Barrio El Bosque	78
Tabla 54 Cámaras a demoler por Optimización Barrio El Bosque	78
Tabla 55 Cámaras a demoler por Fuera de Servicio Barrio El Bosque	79
Tabla 56 Resumen de los diámetros y longitudes de tubería proyectada del Barrio El Bosque	80
Tabla 57 Cuadro de despiece general, sistema de alcantarillado proyectado para el Distrito Sur del municipio de Turbo	83
Tabla 58 Tabla resumen del diseño del sistema de alcantarillado del Distrito Sur.	85
Tabla 59 Localización tramos	6

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Municipio de Turbo	15
Ilustración 2	16
Ilustración 3 Ruta Medellín - Turbo	17
Ilustración 4. Principales Caños Municipio de Turbo	24
Ilustración 5. Condiciones actuales caño Veranillo	25
Ilustración 6. Condiciones actuales caño Casanova	26
Ilustración 7. Descargas sanitarias Municipio de Turbo	27
Ilustración 8 Fuente: Boletín temático de salud, Secretaria Seccional de Salud y Protección Social de Antioquia, Noviembre de 2012.	31
Ilustración 9 Diagnóstico de salud 2010, Gobernación de Antioquia; 4.4. Capítulo Estructura de Mortalidad 2012	32
Ilustración 10 Estadísticas Hospital Turbo	32
Ilustración 11 Distritos actuales y barrios en estudio en el Municipio de Turbo	34
Ilustración 12 Distritos proyectados en el Municipio de Turbo que comprenden los barrios en estudio	2
Ilustración 13 Colectores existentes de los distritos en estudio del alcantarillado de Turbo	4
Ilustración 14 Índice Ocupacional (habitantes/Viviendas)	5
Ilustración 15 Migración	7
Ilustración 16 Áreas tributarias de diseño	21
Ilustración 17 Alternativa 1	25
Ilustración 18 Ventaja Alternativa 1 Distribución equitativa de Caudales del Municipio de Turbo	26
Ilustración 19 Alternativa 2	30
Ilustración 20 Configuración de las zonas que definen el sistema de alcantarillado proyectado para el municipio Turbo	40
Ilustración 21 Configuración de las áreas de estudio que definen el sistema de alcantarillado proyectado para el municipio Turbo	41
Ilustración 22 Configuración del sistema de alcantarillado proyectado para el Distrito Sur municipio Turbo.	60
Ilustración 23 Ubicación del Colector Ciudadela Bolívar del sistema de alcantarillado existente.	62
Ilustración 24 Sector de los tramos fuera de servicio y a optimizar colector La Yuquita	65
Ilustración 25 Redes proyectadas para el Colector La Yuquita	67
Ilustración 26 Zona de inundación del barrio Obrero, municipio de Turbo	69

<i>Ilustración 27 Detalle de la compuerta en cámara.....</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 28 Ubicación redes proyectadas en el Barrio Obrero</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración 29 Sector tramos fuera de Servicio Barrio Brisas del Mar.....</i>	<i>75</i>
<i>Ilustración 30 Ubicación redes secundarias proyectadas en el Barrio Brisas del Mar.....</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 31 Tramos Fuera de Servicio Barrio El Bosque.....</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 32 Ubicación de las redes secundarias del Barrio El Bosque.....</i>	<i>82</i>

1 INTRODUCCIÓN

Entre todos los recursos necesarios para subsistir, el agua es un recurso indispensable para el cual aún no se ha encontrado un sustituto con igual versatilidad, su uso incluye diversas actividades que van desde el doméstico, industrial, agrícola, comercial hasta el institucional; sin embargo, una vez se emplea, el agua remanente presenta características fisicoquímicas que por lo general requerirá de un tratamiento si la expectativa es reutilizar o retornar al ciclo hidrológico generando el menor efecto negativo en el ambiente; es por ello, que los sistemas de recolección y transporte de agua residual se implementan, y el objetivo, es coleccionar el agua en los puntos de generación y dirigirla a la planta de tratamiento y así realizar un vertimiento final con una carga contaminante menor.

De acuerdo al Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS 2000, un municipio clasificado como de nivel alto de complejidad debe tener una cobertura mínima del 85% y 70% para acueducto y alcantarillado respectivamente y no debe haber una brecha entre los dos servicios mayor a 15%; no obstante, Turbo a pesar de encontrarse en un nivel alto, es de los municipios de la zona de Urabá que presenta uno de los mayores rezagos en cobertura y calidad de servicios públicos de acueducto y alcantarillado en la región, situación que se atribuye a diferentes factores, entre los que se encuentran años de no inversión por parte del estado, consolidación de barrios no acordes a Planes de Ordenamiento Territorial, reducida presencia de órganos estatales para el control de urbanizadores informales, establecimiento de la comunidad sin la infraestructura adecuada de los servicios públicos domiciliarios o en carencia total de los mismos, asentamiento en áreas de alto riesgo, producto de desplazamientos forzados, déficit de vivienda/áreas para viviendas o inhabilidad de construcción de la infraestructura por encontrarse en zonas de alto riesgo, convirtiéndose esto último en un círculo vicioso ya que el estado no cuenta con recursos para reasentamientos pero se encuentra restringido para invertir en servicios públicos.

Es bien conocido por todos que la carencia de sistemas efectivos para el transporte y evacuación de las aguas residuales está asociado directamente con los niveles de pobreza de determinada población, las consecuencias asociadas a los vertimientos de aguas residuales, consistentes en contaminación de aire, suelo, agua y proliferación de vectores confluyen en un problema de salud pública, que afecta principalmente a niños y ancianos; no solo impactando la calidad de vida de los habitantes; sino que también frenando el progreso, toda vez que impide que sea visualizada como un área óptima para la fijación de compañías que impulsen la productividad y el crecimiento económico.

Para el caso particular que trata este proyecto, “Redes de Alcantarillado – Distrito Sur, Municipio de Turbo”, son 129,63 hectáreas para una población de 21005 habitantes, que carecen de un sistema para la recolección y el transporte del agua residual, por lo tanto, es vertida directamente a campo abierto, sobre las vías, o evacuadas empleando tuberías de concreto instaladas superficialmente a canales rudimentarios, los cuales por gravedad drenan hacia uno de los cinco caños que cruzan el municipio, acarreando consecuencias consistentes en contaminación de aire, suelo, agua y proliferación de vectores que confluyen en un problema de salud pública, que afecta principalmente a niños y ancianos.

Es por lo anterior, y soportados en las Políticas y Programas del Plan Nacional de Desarrollo, de Gobierno y Municipal, que todos los esfuerzos están puestos en sanear la deuda que se ha adquirido a través de la historia con la población del municipio de Turbo y para lo cual Aguas de Urabá S.A E.S.P ha trazado un plan de acción que permita alcanzar los propósitos de cobertura de acueducto y alcantarillado en el periodo 2015-2018, procurando impactar la tarifa mínimamente; a través de la ejecución de actividades de gran alcance financiadas con recursos restringidos o donados.

De las grandes acciones que ha emprendido Aguas de Urabá S.A E.S.P como la empresa prestadora del servicio de alcantarillado de Turbo en pro de la meta de saneamiento, se encuentra la contratación en el año 2013 del diseño de 26 kilómetros de redes de alcantarillado, divididas en dos sectores; 17 Km para el sector denominado Distrito Sur y 9 km para el Distrito Norte, invirtiendo \$341.630.679 millones de recursos propios, con la esperanza de establecer una ruta de priorización de las inversiones en alcantarillado y contar con materia prima disponible que permita agilizar la formulación de proyectos orientados a la gestión de recursos para financiación.

En este informe se presenta el diagnóstico del sistema encontrado, el estudio de alternativas y las conclusiones tomadas en orden a plantear una solución para el transporte y recolección del agua residual que sea técnicamente viable, operable y sostenible para el municipio, la empresa prestadora y la comunidad.

Los diseños se concibieron bajo las normas técnicas colombianas, RAS 2000 y las normas de diseño de acueducto y alcantarillado de EPM.

Este proyecto fue viabilizado por el MTVC mediante carta 2015EE0060018 en la que se incluía la extensión de redes de alcantarillado de los barrios El Obrero, Brisas del Mar y El Bosque. Sin embargo, para la fecha 26 Febrero se presentó la reformulación del proyecto Extensión de redes de Distrito Sur que incluyó la estación del bombeo LA YUQUITA, garantizando de esta manera la funcionalidad del proyecto al asegurar evacuar las aguas transportar por las redes de alcantarillado del Distrito Sur y llevarlas al sitio de tratamiento. Para la reformulación se debía conservar el valor de los \$23.475.352.270 lo que demandó no incluir las redes de alcantarillado del Barrio Obrero, para construir en una futura etapa.

Por consiguiente en el presente proyecto se presenta a consideración la construcción de 12713m de redes de alcantarillado en el barrio Obrero que beneficiará 4676 habitantes.

2 DEFINICIONES

Las definiciones utilizadas en el presente informe se interpretan con el significado que se asigna a continuación y son extraídas de los títulos D y E del RAS 2000.

Para redes de Alcantarillado sanitario- Título D:

Aguas lluvias Aguas provenientes de la precipitación pluvial.

Aguas residuales Desecho líquido proveniente de residencias, edificios, instituciones, fábricas o industrias.

Aguas residuales domésticas Desechos líquidos provenientes de la actividad doméstica en residencias, edificios e instituciones.

Aguas residuales industriales Desechos líquidos provenientes de las actividades industriales.

Aguas de infiltración Agua proveniente del subsuelo, indeseable para el sistema separado y que penetra en el alcantarillado.

Alcantarillado Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales o de las aguas lluvias.

Alcantarillado de aguas combinadas Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte, tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias.

Alcantarillado de aguas lluvias Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de aguas lluvias.

Alcantarillado de aguas residuales Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas y/o industriales.

Alcantarillado separado Sistema constituido por un alcantarillado de aguas residuales y otro de aguas lluvias que recolectan en forma independiente en un mismo sector.

Área tributaria Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado.

Autoridad regional ambiental (ARA) Entidad regional que tiene a su cargo el manejo y ordenamiento ambiental.

Caja de inspección domiciliaria Cámara localizada en el límite de la red pública de alcantarillado y la privada, que recoge las aguas residuales, lluvias o combinadas provenientes de un inmueble.

Cámara de caída Estructura utilizada para dar continuidad al flujo cuando una tubería llega a una altura considerable respecto de la tubería de salida.

Cañuela Parte interior inferior de una estructura de conexión o pozo de inspección, cuya forma orienta el flujo.

Caracterización de las aguas residuales Determinación de la cantidad y características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales.

Caudal de saturación Caudal que corresponde a las condiciones máximas de desarrollo.

Coeficiente de retorno Relación que existe entre el caudal medio de aguas residuales y el caudal medio de agua que consume la población.

Coefficiente de rugosidad Parámetro que representa el efecto friccional del contorno del conducto sobre el flujo y en general depende del tipo de material del conducto.

Colector principal o matriz Conducto cerrado circular, semicircular, rectangular, entre otros, sin conexiones domiciliarias directas que recibe los caudales de los tramos secundarios, siguiendo líneas directas de evacuación de un determinado sector.

Conexión domiciliaria Tubería que transporta las aguas residuales y/o las aguas lluvias desde la caja domiciliar hasta un colector secundario. Generalmente son de 150 mm de diámetro para vivienda unifamiliar.

Conexiones erradas Contribución adicional de caudal debido al aporte de aguas pluviales en la red de aguas sanitarias y viceversa.

Consumo Volumen de agua potable recibido por el usuario en un periodo determinado.

Cota de batea Nivel del punto más bajo de la sección transversal interna de una tubería o colector.

Cota de clave Nivel del punto más alto de la sección transversal externa de una tubería o colector.

Cuerpo receptor Cualquier masa de agua natural o de suelo que recibe la descarga del afluente final.

Densidad de población Número de personas que habitan dentro de un área bruta o neta determinada.

Diámetro Diámetro interno real de conductos circulares.

Dotación Cantidad de agua promedio diaria por habitante que suministra el sistema de acueducto, expresada en litros por habitante por día.

Emisario final Colectores cerrados que llevan parte o la totalidad de las aguas lluvias, sanitarias o combinadas de una localidad hasta el sitio de vertimiento o a las plantas de tratamiento de aguas residuales. En caso de aguas lluvias pueden ser colectores a cielo abierto.

Estructura de conexión o estructura-pozo Estructura construida para la unión de uno o más colectores, con el fin de permitir cambios de alineamiento horizontal y vertical en el sistema de alcantarillado, entre otros propósitos.

Estructuras de disipación de energía Estructuras construidas para disipar la energía del flujo.

Estructuras de entrega Estructuras utilizadas para evitar daños e inestabilidad en el cuerpo de agua receptor de aguas lluvias o residuales.

Estación de bombeo de aguas residuales Componente de un sistema de alcantarillado sanitario o combinado utilizado para evacuar por bombeo las aguas residuales de las zonas bajas de una población. Lo anterior puede también lograrse con estaciones elevadoras de aguas residuales. Una definición similar es aplicable a estaciones de bombeo de aguas lluvias.

Instalación interna Conjunto de tuberías y accesorios que recogen y conducen las aguas residuales y/o lluvias de las edificaciones hasta la caja de inspección domiciliar.

Interceptor Conducto cerrado que recibe las afluencias de los colectores principales, y generalmente se construye paralelamente a quebradas o ríos, con el fin de evitar el vertimiento de las aguas residuales a los mismos.

Periodo de retorno Número de años que en promedio la magnitud de un evento extremo es igualada o excedida.

Población servida Número de habitantes que son servidos por un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.

Población flotante Número de habitantes que frecuenta en determinadas épocas el área comprendida por el proyecto, que es significativa para el dimensionamiento de un proyecto de recolección y evacuación de aguas residuales.

Pozo de succión Tanque o estructura dentro del cual las aguas residuales son extraídas por bombeo.

Pozo o cámara de inspección Estructura de ladrillo o concreto, de forma usualmente cilíndrica, que remata generalmente en su parte superior en forma tronco-cónica, y con tapa removible para permitir la ventilación, el acceso y el mantenimiento de los colectores.

Profundidad del colector Diferencia de nivel entre la superficie del terreno o la rasante de la calle y la cota clave del colector.

Red local de alcantarillado Conjunto de tuberías y canales que conforman el sistema de evacuación de las aguas residuales, pluviales o combinadas de una comunidad, y al cual desembocan las acometidas del alcantarillado de los inmuebles.

Red pública de alcantarillado Conjunto de colectores domiciliarios y matrices que conforman el sistema de alcantarillado.

Red secundaria de alcantarillado Conjunto de colectores que reciben contribuciones de aguas domiciliarias en cualquier punto a lo largo de su longitud.

Tramo Colector comprendido entre dos estructuras de conexión.

Tramos iniciales Tramos de colectores domiciliarios que dan comienzo al sistema de alcantarillado.

Tubo o tubería Conducto prefabricado, o construido en sitio, de concreto, concreto reforzado, plástico, polietileno de alta densidad, asbesto-cemento, hierro fundido, gres vitrificado, PVC, plástico con refuerzo de fibra de vidrio, u otro material cuya tecnología y proceso de fabricación cumplan con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular.

Volumen útil Volumen del pozo de succión, comprendido entre el nivel máximo y el nivel mínimo de operación de bombeo.

Para redes de Alcantarillado sanitario- Título E:

Afluente Agua residual u otro líquido que ingrese a un reservorio, o algún proceso de tratamiento.

Aguas crudas Aguas residuales que no han sido tratadas.

Ambiente aerobio Proceso que requiere o no es destruido por la presencia de oxígeno.

Ambiente anaerobio Proceso desarrollado en ausencia de oxígeno molecular.

Ambiente anóxico Ambiente bioquímico en el cual no existe oxígeno molecular pero existe oxígeno en forma combinada como nitratos y nitritos.

Caudal máximo horario Caudal a la hora de máxima descarga.

Disposición final Disposición del efluente de una planta de tratamiento o de los lodos

Laguna anaerobia Laguna con alta carga orgánica en la cual se efectúa el tratamiento en ausencia de oxígeno disuelto (molecular), con la producción de gas metano y otros gases como el sulfuro de hidrógeno (H₂S).

Laguna de maduración Laguna de estabilización diseñada para tratar efluente secundario o agua residual previamente tratada por un sistema de lagunas (anaerobia - facultativa, aireada - facultativa o primaria - secundaria). Originalmente concebida para reducir la población bacteriana.

Laguna facultativa Laguna de coloración verdosa cuyo contenido de oxígeno varía de acuerdo con la profundidad y hora del día. En el estrato superior de una laguna facultativa primaria existe una simbiosis entre algas y bacterias, en presencia de oxígeno; en los estratos inferiores se produce una biodegradación anaerobia de los sólidos sedimentables.

3 INFORMACIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL PROYECTO

Turbo fue erigido municipio en el año de 1847 y su división político - administrativa la conforman: 23 barrios en el área urbana, 17 corregimientos y aproximadamente 213 veredas.

Con los municipios de Necoclí, Arboletes, San Juan de Urabá, San Pedro de Urabá, Apartadó, Carepa, Chigorodó, Mutatá, Murindó y Vigía del Fuerte conforma el Urabá Antioqueño y al mismo tiempo con los municipios de Apartadó, Carepa y Chigorodó conforman el “Eje Bananero” denominado así por ser el “banano” el principal renglón económico de la región.

La extensión territorial total del Municipio de Turbo es de 3.055 km², de los cuales 11.9 km² corresponden al área urbana. Para el 2005, fecha del último censo, el municipio presentaba una densidad poblacional de 40.2 hab/km² en el área total y en la cabecera de 4.1 hab/m². A pesar de tener un gran porcentaje de población rural la gran extensión de esta zona, equivalente a 3.043 km² da una concentración igual a 24.7 hab/km².

El espacio público y disposición de áreas libres, considerado también como estructurador del suelo urbano, presenta en Turbo déficit cuantitativo y cualitativo que se incrementa aún más si se tienen en cuenta las disposiciones reglamentarias de la ley 388 que establece 15 m² por cada habitante.

El municipio de Turbo presenta significativos problemas de pobreza, en término del nivel de ingreso de sus habitantes y de las necesidades básicas insatisfechas.

Carece de un adecuado sistema de prestación de los servicios públicos, aproximadamente el 70% de la población no está cubierta por los servicios básicos, un gran número de habitantes está localizado en las márgenes de los ríos, quebradas y caños catalogados como zonas de riesgo según decreto 2811 de 1974 y son altas las condiciones de ilegalidad de predios y viviendas que impiden la acción institucional.

La estructura natural, está representada por la presencia de una amplia zona de humedales, entre los que se destaca la Ciénaga de Tumaradó, importantes fuentes hidrográficas conformadas por los ríos: León, Turbo, Guadualito, Río Grande, Mulatos y Currulao. Geoformas tales como el Cerro El Cuchillo y los dos cerros denominados Lomas Aisladas, localizados en el corregimiento del mismo nombre al sur - occidente del municipio.

Asimismo, cuenta con ecosistemas estratégicos - escenarios naturales de gran belleza – como: Bahía Colombia, Bahía Candelaria, las Bocas del río Atrato, Punta Caimán, Punta Coquitos, Punta de Las Vacas; entre otras y algunas pequeñas zonas de manglar y cativales.

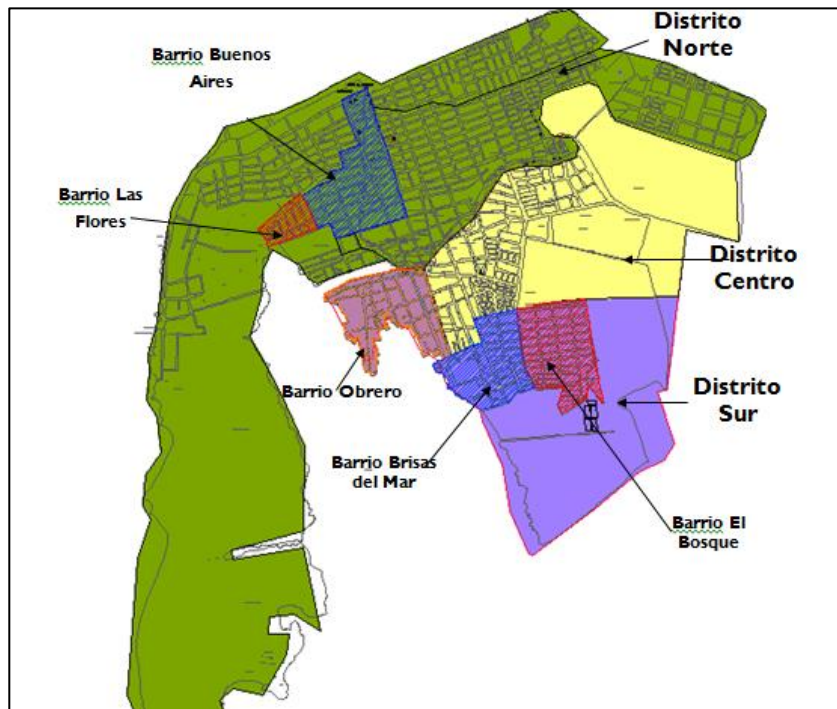
3.1 Localización Geográfica

El Municipio de Turbo se encuentra ubicado en el extremo noroeste del departamento de Antioquia, en el denominado Urabá Antioqueño, el cual hace parte del Chocó biogeográfico, considerado en el ámbito mundial como una importante reserva ecosistémica.

Los límites municipales de Turbo son: por el norte con Necoclí y Arboletes, por el oriente con los municipios de San Pedro de Urabá, Apartadó, Carepa y Chigorodó, por el sur con el municipio de Mutatá y por el occidente con los municipios de Riosucio - Chocó y Unguía - Chocó. Su territorio enmarca el espejo de agua de Bahía Colombia- accidente costero al sur del Golfo de Urabá.

Para efectos de proyección del diseño de las redes de alcantarillado se dividió el área urbana en 3 distritos; distrito norte, centro y sur, siendo este último el alcance de diseño de este informe, el cual está conformado por los barrios Obrero, Brisas del Mar y El Bosque.

Ilustración 2



3.2 Vías de acceso:

Por la cercanía al Municipio de Carepa, aproximadamente 50km, se aprovecha el Aeropuerto Antonio Roldán Betancur, por vía terrestre la carretera al mar es la principal vía de acceso al Municipio y la única desde la ciudad capital del departamento, la distancia desde Medellín es de 373 Km, en la actualidad dicha vía está siendo intervenida, lo que conseguirá una reducción significativa en el tiempo de viaje; por vía fluvial se accede a través del puerto El Waffe del golfo de Urabá y el Río Atrato.

Ilustración 3 Ruta Medellín - Turbo



3.3 División Política Administrativa

La Cabecera municipal está conformada por los siguientes barrios: Calle Larga, Centro, Hoover Quintero, La Playa, San Diego, San Jose, Santo Domingo, Buenos Aires, Ciudadela, El Bosque, Obrero, Julia Orozco, La Lucila, Brisas del Mar, San Martín, Monterrey y Veranillo.

3.4 Temperatura

La distribución de temperaturas, como es característico de la zona ecuatorial presenta una variabilidad estacional muy débil. Además la proximidad de la masa oceánica modera los cambios intradiarios. La temperatura media diaria fluctúa en un estrecho rango de 26 y 28°C, con máximos en los meses de marzo a junio y mínimos en febrero, agosto y octubre. Las temperaturas máximas históricas han alcanzado el umbral de 40°C, y es frecuente que se supere el valor puntual de 35°C.

3.5 Humedad Relativa

La humedad relativa ampliamente gobernada por la presencia de la masa oceánica, permanece básicamente invariable a lo largo del año. Los valores medios mensuales promedios fluctúan entre 83 y 86%.

3.6 Brillo Solar

Los estimativos de brillo solar en la zona estiman un total anual aproximado de 1890 horas de sol en un año típico, con valores mensuales de 130 y 170 horas de brillo solar.

3.7 Hidrología

El municipio de Turbo está irrigado principalmente por los ríos Turbo, Guadualito y Currulao, corrientes de gran caudal que atraviesan el territorio en el sentido oriente-occidente pasando por las cabeceras de los corregimientos Currulao, El Tres, El Dos. Además el León y el Atrato forman las dos grandes cuencas del Municipio.

Otro factor importante de la hidrología son las ciénagas, localizadas en las planicies aluviales, como la ciénaga de Tumaradó, ubicada en la planicie aluvial del río Atrato la cual se encuentra integrada por cuatro ciénagas: Tumaradó, Tumaradocito, Caño Seco y Cascabel, sus espejos de agua alcanzan una superficie de 3.956 ha.

En la cabecera del Municipio se encuentran algunos caños entre los cuales figuran el Puerto Tranca, Puerto Tranquita, Veranillo, Chucunate, Cuneta, El Comercio, Lleras y Wafe, en donde funciona el embarcadero.

3.7.1 Río Turbo

La cuenca del río Turbo se encuentra localizada en su totalidad en la zona norte del municipio; posee una superficie aproximada de 150 km² y una longitud de 42.5 km. La cuenca se encuentra limitada naturalmente por el occidente con el golfo de Urabá; por el oriente con la parte alta de la serranía de Abibe, por el sur con la cuenca del río Guadualito, y por el norte con la cuenca del río Mulatos. La cuenca cuenta con las siguientes quebradas afluentes: Los Indios, La Playona, Las Mercedes, San Felipe, las Cañas, la Pedregosa, Santa Bárbara y Agua Fría.

La cuenca se caracteriza por tener una zona de llanuras que va desde la desembocadura en el golfo hasta el pie de monte de la serranía de Abibe de forma plana y ondulada, de allí hacia arriba, se encuentran las montañas de la serranía que cubren el mayor porcentaje de área con pendientes fuertes pero cortas, suaves y onduladas de formas convexas y cóncavas, presentando pequeños valles en el trayecto de su cauce.

La estación El Dos mide los caudales del Río, teniéndose caudales promedios de 2.8 m³/s. Los valores mínimos se presentan en el primer trimestre del año y son del orden de 1.35 m³/s, estimado para el período comprendido entre los años 1987 y 1998.

3.8 Geología

Las características geológicas juegan un papel importante en los usos potenciales del territorio, ya que es determinante en los tipos de suelos, las amenazas de tipo natural que puedan presentarse, los recursos minerales y la morfología de la región.

De Oriente a Occidente en el Municipio de Turbo se pueden diferenciar varios tipos de roca de acuerdo a su origen, edad y composición. Es así como en la zona Oriental del Municipio, a la altura de la Serranía y sus estribaciones, se encuentran rocas sedimentarias terciarias con dirección general N-S \pm 10° y buzamientos de los estratos variable. Limitando con esta unidad al Occidente, se encuentran sedimentos cuaternarios principalmente de origen aluvial.

3.9 Litología

EN LA MACROUNIDAD GEOMORFOLÓGICA DE SERRANÍA Y PIEDEMONTE:

3.9.1 Rocas Sedimentarias Terciarias de origen marino (T1)

Esta unidad aflora al Oriente del Municipio. Su ambiente de depositación es marino. De acuerdo a los lugares cartografiados en la “Evaluación de aguas subterráneas en la región de Urabá” por INGEOMINAS, está compuesta por una secuencia de areniscas, lodolitas y arcillolitas, localmente carbonatadas.

3.9.2 Rocas Sedimentarias Terciarias de origen continental (T2)

Las rocas encontradas son areniscas, conglomerados, limolitas y arcillolitas, depositadas en un ambiente continental de carácter fluvial a transicional, en los que se alternaron regímenes de energía media a alta con periodos de tranquilidad. De acuerdo al proyecto “Evaluación del agua subterránea en la región de Urabá”, se han agrupado las rocas de edad Plioceno Superior a Holoceno de las Formaciones Corpa, Pajuil y Floresanto en los siguientes conjuntos:

- Areniscas y lodolitas (T2A): Areniscas de color amarillo grisáceo, de grano fino a medio, compuestas por cuarzo, basaltos, chert negro, las cuales se encuentran interestratificadas con capas de lodolitas friables de color gris azulado claro (INGEOMINAS, 1995).

- Areniscas y conglomerados (T2B): Las areniscas tienen las mismas características del conjunto T2A, con la diferencia de que se encuentran interestratificadas con capas de conglomerados conformados por cuarzo y basaltos en una matriz arenosa. Los conglomerados están conformados por fragmentos de cuarzo, chert y roca volcánica (basaltos), en una matriz arenosa de color amarillo grisáceo, de grano medio a grueso (INGEOMINAS, 1995)

- Lodolitas con lentes de conglomerados (T2C): Conformada por capas discontinuas de lodolitas de color gris azulado intercaladas con capas discontinuas de conglomerados. Este conjunto aflora en el flanco más occidental de la Serranía de Abibe, formando las colinas bajas que se encuentran a lo largo de la carretera Juradó-Turbo (INGEOMINAS, 1995).

Estas unidades contienen en algunos sectores (caso de la parte baja del Riógrande) con abundante materia orgánica y conchas semidestruidas por efectos de transporte.

EN LAS MACROUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS LLANURA ALUVIAL Y COMPLEJO COSTERO:

3.9.3 Sedimentos Cuaternarios (Q)

El cuaternario en el Municipio está conformado por depósitos de origen marino, aluvial y/o coluvial que conforman abanicos, terrazas, conos de deyección, aluviones y playas, los cuales están relacionados con la dinámica de los principales ríos y por la gran llanura aluvial de Mutatá-Turbo. Sobre estos depósitos se encuentran asentados la cabecera y gran parte de los cultivos de plátano y banano del Municipio.

En la zona de abanico las pendientes llegan al 10%. Está constituido en profundidad por areniscas y gravillas de limolita. Cerca de la superficie estos materiales se han meteorizado a arcillas. En el río Guadualito los materiales basales consisten en guijarros y gravillas de areniscas bien cementadas y redondeadas, envueltos en una matriz de arena fina (Proyecto Darién, 1978).

La franja paralela a la línea de costa está constituida por arenas, arcillas y materia orgánica en descomposición, la cual forma zonas de turberas como la encontrada en el área de influencia del río Atrato. Los suelos que se desarrollan no son adecuados para el desarrollo de agricultura o ganadería.

En particular la cabecera municipal se encuentra localizada sobre las Macrounidades de Abanico (sector Oriental del Municipio) y Complejo costero (sector Occidental), con sedimentos de texturas finas como limos, arcillas y localmente arenas.

3.10 Rasgos Estructurales

Los rasgos estructurales están relacionados con las deformaciones que sufren los estratos de roca producto de esfuerzos, movimientos o la forma y ambientes de deposición (marinos, fluviales, lacustres, etc.). La región de Urabá y en general todo el Noroccidente colombiano está sometido al efecto de fallas activas y fuertes deformaciones producto de la influencia de por lo menos tres placas tectónicas y dos bloques: placa Nazca, placa Caribe, placa Suramérica, bloque Panamá y bloque Andino. La diferencia de estos últimos con las placas está determinada por el tamaño y porque las placas tienen por definición su base marcada por una temperatura de 1330 °C. (Estrada, 1998)

El municipio de Turbo está enmarcado regionalmente dentro del Cinturón Sinú, el cual comprende los anticlinorios de Abibe y las Palomas dentro del continente y la plataforma y talud continental fuera de la costa.

Este cinturón está conformado por anticlinales estrechos muy pronunciados, separados por sinclinales amplios y suaves. Hacia el norte estas estructuras están generalmente cortadas por estructuras dómicas de volcanes de lodo dando la impresión que el plegamiento se hubiera formado por este tipo de eventos. Dentro de esta serie de sinclinales y anticlinales se pueden mencionar el sinclinal Tulapa y el anticlinal Caimán, ubicados al nororiente y norte de la cabecera municipal respectivamente, cuyos ejes tienen dirección general N-S±10°

Otro tipo de rasgo estructural son las fallas. Una de las más sobresalientes ubicada al Oriente del municipio es la Falla de Apartadó, la cual tiene dirección N-S a N30W y buzamientos al oriente entre 30 y 40°. Esta falla conforma el contacto entre las unidades T1 y T2 y se prolonga desde el sur de Apartadó hasta proximidades de la desembocadura al mar del río Caimán Viejo. Dadas las deformaciones encontradas en el área de influencia de la falla, concentración de pequeños movimientos alineados, concentración de diaclasas, lineamientos topográficos y de drenajes, existe la posibilidad de que tenga actividad reciente. La falla San José, al Oriente de esta, hace parte del mismo sistema de fallas (INER, 1994)

Existen otras fallas y lineamientos igualmente con una dirección general N-S, que pueden tener influencia sobre el Municipio pero sobre las que no se han realizado estudios de neotectónica que demuestren su actividad reciente (últimos 30.000 años). Es el caso de las fallas San Pedro, Murri-Mutatá, El Aguila y Murindó. Esta última relacionada con el sismo ocurrido en octubre de 1992 dentro del Municipio del mismo nombre.

3.11 Hidrogeología

Uno de los recursos de vital importancia dentro del Municipio es el acuífero, sin embargo su aprovechamiento para consumo humano y agrícola está restringido por la contaminación por óxidos, carbonatos, coliformes y en cercanías de la cabecera municipal debido a que las unidades más superficiales están saturadas con agua salina. De una forma general se puede afirmar que las características sedimentológicas para la reserva de

aguas subterráneas son más apropiadas en la parte sur del Municipio (límites con Mutatá, Chigorodó y Carepa), donde los sedimentos tienen texturas gruesas (tamaño grava y arena), las cuales se hacen más finas hacia el Norte y Occidente, con texturas de tamaño arcilla y limos.

En la parte baja de los ríos Currulao y Riogrande existen acumulaciones de agua subterránea a profundidades mayores a 30 metros sobre el Abanico, la explotación de las cuales exige de un manejo adecuado para evitar que su contaminación se incremente por factores antrópicos por el mal manejo de materia orgánica, insecticidas y sellos del pozo.

En el municipio de Turbo existe un acuífero de importancia regional que ocupa un área de 1.714 km² en la región, ubicado en el subsuelo del abanico y de la planicie aluvial de los ríos provenientes de la serranía de Abibe, las planicies de inundación de los ríos Atrato y León, con un espesor entre 5 m y 70 m. La profundidad del nivel freático varía entre 0.5 y 6 m. Constituido por intercalaciones de arcilla color café, arcilla plástica con poco contenido de arena y arenas finas a gruesas que ocasionalmente puede presentar gravas. El agua es dulce a moderadamente dulce, blanda o muy dura, presenta valores altos de color (hasta 100 Unidades), turbiedad (hasta 55 N.T.U) y hierro (hasta 4 p.p.m., la cual es mayor que el máximo permisible para consumo humano que es de 1 ppm, por lo cual requiere de un tratamiento de oxidación).

El acuífero está compuesto por intercalaciones de arcillas color café, arcilla plástica con poco contenido de arena y arenas finas a gruesas. La conductividad hidráulica promedio para la unidad varía entre 3 y 19 m/día.

El caudal de explotación varía entre 0.3 y 47 l/s. Estos acuíferos contienen aguas dulces o débilmente dulces, blandas a muy duras, con altos valores de turbiedad y hierro. El acuífero se entra hasta el piedemonte de la serranía de Abibe siguiendo la dirección aguas arriba de los cauces de los ríos Currulao y Guadualito.

El sistema de flujo de este acuífero está orientado en dirección de la serranía de Abibe hacia el occidente, golfo de Urabá. En este acuífero las isópiezas se encuentran entre 36 y 12 m.s.n.m. disminuyendo de sur a norte. El acuífero presenta una moderada vulnerabilidad a la contaminación.

3.12 Usos del Suelo

Los usos del suelo más representativos en la cabecera urbana del Municipio de Turbo son los siguientes:

- Habitacional
- Comercial
- Institucional y de servicios
- Cultural y recreativo

4 BREVE DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO

El sistema de acueducto fue operado por Conhydra S.A. E.S.P. hasta el 27 de agosto de 2011, fecha en la cual entregó dicho sistema para ser operado directamente por AGUAS DE URABÁ S.A. E.S.P. quien antes era el prestador del servicio.

El municipio de Turbo cuenta con una Planta de Potabilización ubicada en la vereda Villa María, zona rural del municipio, con una capacidad de tratamiento de 180 litros por segundo, de la cual salen las impulsiones al tanque Casanova en tubería de GRP DN400 SN5000 PN10, otra en PVC de 350mm para el tanque El Tancón y en PVC de 300mm para el tanque La Lucila.

El sistema de Acueducto del municipio de Turbo actualmente tiene los siguientes indicadores. Esta información es tomada de Indicador De Calidad Operativo (ICO) de Aguas de Urabá S.A. E.S.P. para la vigencia diciembre 2014:

Tabla 1 Índice de Calidad Operativa

INDICADORES	Diciembre 2014
Usuarios acueducto	8157
Usuarios alcantarillado	3592
Cobertura acueducto	65.95%
Cobertura alcantarillado	29.04%
Continuidad	4.5 horas/día
IRCA	0.5%
IANC	73.92%

4.1 Descripción De Los Componentes Físicos del Sistema de Acueducto

4.1.1 Captación

Existen varias estructuras de captación, caracterizadas de acuerdo con la fuente de abastecimiento, todos suman una capacidad de captación de 377 litros por segundo.

4.1.2 Fuente Superficial

El sistema de captación consiste en una Barcaza flotante que soporta 3 motobombas con capacidad de 60lt/s cada una y cuya fuente es el Río Turbo.

Igualmente se cuenta con una flauta para captación con tres salidas en 12" cuya agua es llevada a la torres de captación. La capacidad de ésta es de 150 litros por segundo y la fuente es el Río Turbo.

4.1.3 Fuente subterránea

Se cuenta con un pozo profundo, ubicado en la planta de tratamiento con una capacidad de 16 litros por segundo, adicionalmente, en febrero de 2015 entró en operación el “Pozo Salazar”, con un aporte de 26 litros por segundo.

4.1.4 Aducción

La aducción captación - desarenador consiste en 3 Líneas en PE de 8" de diámetro. La aducción desarenador – PTAP, consiste en 3 líneas; una en AC de 14" de diámetro, otra consiste en una línea en PVC de 12" de diámetro y ésta a su vez, a una distancia de 500m se reduce a un diámetro de 10" de 1300m de longitud en tubería AC; y la última, una nueva línea de aducción de 24" de diámetro en GRP.

4.1.5 Desarenador

Se cuenta con una estructura de desarenación ubicada en la captación, con una capacidad de 100 litros por segundo, está en construcción un segundo desarenador con capacidad de 130 litros por segundo para trabajar en paralelo.

4.1.6 Tanques de almacenamiento

El municipio cuenta con cinco (5) tanques de almacenamiento con las siguientes capacidades:

- Tres tanques semienterrados, ubicados en la planta de potabilización con una capacidad de almacenamiento de 3000, 1500 y 78 m³.
- Tanque La Casanova, ubicado en el barrio Casanova con una capacidad de almacenamiento de 1650 m³.
- Tanque La Lucila, ubicado en el barrio La Lucila con una capacidad de almacenamiento de 500 m³.
- Tanque tancón o tanque centro, ubicado en el barrio el centro con una capacidad de almacenamiento de 450 m³. Elemento emblemático del municipio fue sacado de operación en el año 2014 por recomendaciones extraídas del estudio estructural.

4.1.7 Planta de Potabilización

La Planta de Tratamiento, fue optimizada en el año 2009 con recursos del convenio de apoyo financiero suscrito entre el Ministerio y el municipio de Turbo, es de tipo convencional, y está localizada en la vereda Villa María, Kilómetro 4, salida de Turbo a Necoclí. Cuenta con floculación de placas, sedimentadores de alta tasa, filtración y desinfección. La capacidad actual de potabilización de la planta es de 206 litros por segundo.

5 DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

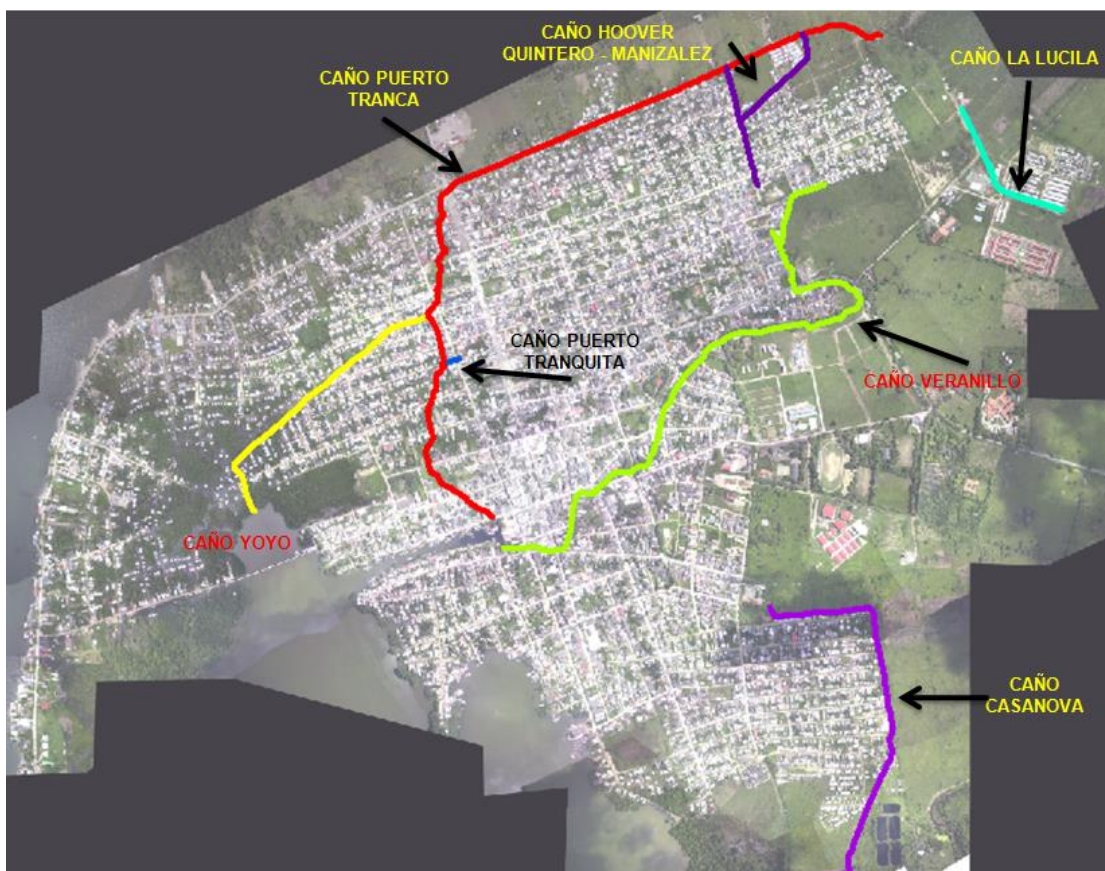
5.1 DESCRIPCIÓN

5.1.1 ESTADO ACTUAL DE CAÑOS Y QUEBRADAS

Los canales existentes en el municipio de Turbo son Caño Veranillo, Caño Puerto Tranca y Caño Yoyo como principales y los Caños La Lucila, Caño Hoover Quintero, Caño Casanova y Caño Puerto Tranquita, como secundarios, dichos cauces presentan características propias de ambientes lénticos, con caudales asociados a los vertimientos directos de aguas residuales. Para el área de influencia de este proyecto los canales de interés son Caño Casanova y Caño Veranillo.

En la siguiente figura se presenta el trazado de los diferentes canales del municipio de Turbo, sobre los cuales vierten las aguas residuales las descargas de las redes existentes comunitarias, las descargas de domiciliarios individuales y las descargas realizadas sobre las vías.

Ilustración 4. Principales Caños Municipio de Turbo



5.1.1.1 CAÑO VERANILLO

El caño Veranillo corre en dirección oriente - occidente dividiendo el municipio en dos zonas al cruzar la parte media del mismo. Nace en el barrio Gonzalo Mejía en la carrera 22 con calle 107 y continúa su recorrido por los Barrios Monterrey II y Veranillo, hasta llegar al sitio conocido como El Waffe. Este caño presenta una ramificación que nace en la carrera 24 con calle 108 siguiendo su recorrido hasta la carrera 22 con calle 105. En el recorrido recoge descargas individuales generadas en las viviendas ubicadas sobre su margen. Según el POT, está ubicado en Zona Altamente Inundable.

Ilustración 5. Condiciones actuales caño Veranillo



5.1.1.2 CAÑO CASANOVA

El caño nace en la carrera 20 con calle 97A, en el lado posterior del Colegio Diocesano, su recorrido continúa detrás de las viviendas ubicadas en el barrio El Bosque en la calle 97A hasta llegar a la carrera 23, por la que sigue su trayectoria hasta la invasión Casanova, al sur del municipio. En el recorrido recoge descargas individuales generadas en las viviendas ubicadas sobre su margen. Según el POT, no tiene zonas de riesgo.

Ilustración 6. Condiciones actuales caño Casanova




5.1.2 DESCARGAS EXISTENTES

En Turbo, el total de descargas sanitarias es de catorce (14), las cuales constituyen el principal factor de contaminación sobre las corrientes receptoras existentes en el municipio. Es importante aclarar que las descargas existentes no corresponden al sistema operado por Aguas de Urabá S.A E.S.P; sino, como se ha mencionado en anteriores oportunidades, a alcantarillados comunitarios, descargas individuales, o descargas a campo abierto que llegan a los cuerpos de agua por pendiente o escorrentía.

Ilustración 7. Descargas sanitarias Municipio de Turbo



 Descargas sanitarias Municipio de Turbo

La siguiente tabla presenta la relación de las descargas directas asociadas al sistema de alcantarillado en el municipio de Turbo:

Tabla 2. Descargas directas Municipio de Turbo

Río –Quebrada – Caño – Vía - Red	Descargas de Alcantarillado (und)
Descargas a Vías	229
Descarga Domiciliar Individual sobre Caño Puerto Tranca	112
Descarga Domiciliar Individual sobre Caño Yoyo	37
Descarga Domiciliar Individual sobre Caño Veranillo	91
Descarga Domiciliar Individual sobre Caño Hoover Quintero – Manizales	50
Descarga Domiciliar Individual sobre Caño Casanova	41

Río –Quebrada – Caño – Vía - Red	Descargas de Alcantarillado (und)
Descarga Sanitarias	14

5.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Durante el diagnóstico se identificó que el principal problema en los barrios El Bosque, Brisas del Mar y El Obrero, del municipio de Turbo, consiste en los **deficientes sistemas empleados para la recolección y evacuación de las aguas residuales generadas**, impidiendo que haya calidad de vida para las personas allí asentadas, evidenciándose en problemas de salud pública asociados a enfermedades por contacto con aguas contaminadas a través de diferentes vías de propagación, como alimentos, vectores, aire, entre otros.



Contacto directo y permanente de la población más vulnerable con el agua residual



Canal antrópico que drena el agua residual hasta los caños que cruzan el municipio



Agua residual a campo abierto, acometidas de acueducto expuestas y en riesgo permanente de contaminación



**Soluciones individuales en mal estado,
en dirección a canal cercano.**



**Soluciones colectivas en mal estado,
en dirección a canal cercano.**

Del problema anteriormente mencionado para el área de estudio, se desglosan sub-problemas que perjudican tanto la zona de interés como al municipio.

- De las catorce descargas (14) sanitarias existentes en el municipio a lo largo de los cauces, los cuales en la actualidad no tienen ningún tipo de tratamiento y representan el mayor factor de contaminación sobre éstas corrientes receptoras; cuatro (4) son responsabilidad del área de estudio.
- Vertimiento directo de 132 descargas domiciliarias individuales sobre los caños Veranillo y Casanova.
- Vertimiento de aguas residuales a campo abierto sobre vías públicas; actividad que se presenta no solo en los sectores que no tienen redes de alcantarillado, sino también en zonas donde existen problemas de evacuación de las redes existentes, registrándose el vertimiento de aguas servidas sobre zanjas o canales antrópicos.
- El agua residual que pasa por los frentes de los predios erosiona los suelos, exponiendo los cimientos de las viviendas, las cuales finalmente quedan expuestas, sin soporte y sometidas a cargas para las cuales no fueron diseñadas; adicionalmente, la humedad, corroe el acero de refuerzo reduciendo la resistencia del elemento.
- La humedad presente en las viviendas ocasiona una proliferación de hongos que pueden afectar la salud de los habitantes.
- Contaminación del agua potable por contaminación cruzada, a razón de que las acometidas se encuentran expuestas sobre el agua residual o por conexiones no autorizadas, que al no realizarse por personal idóneo no garantizan la hermeticidad durante ni después de ejecutada la conexión.
- La escasa pendiente de los caños en la zona urbana, así como la baja capacidad de dilución y la característica estacionaria del flujo de estas fuentes hídricas, incentivan la generación de gases nocivos como amoníaco (olor amoniacal), sulfuro de hidrógeno (olor a huevo podrido) y escatol (olor a heces fecales) entre otros, constituyendo efectos negativos sobre la salud de la comunidad, más aún cuando los procesos de expansión incontrolada de la urbanización han propiciado los asentamientos informales de la población en las zonas de protección de las fuentes hídricas.
- Dadas las condiciones actuales de vertimientos sobre las vías y fuentes hídricas en la zona urbana, éstas se han convertido en focos de contaminación, generando y propagando vectores transmisores de enfermedades como la malaria, el dengue, la leishmaniasis, la fiebre amarilla, cólera, disentería bacilar, enfermedades diarreicas agudas, fiebre tifoidea, leptospirosis y tularemia entre otras, representando un problema de salud pública para la comunidad. A continuación se presenta un informe ejecutado por la Seccional de Salud y Protección Social de Antioquia, en noviembre de 2012, el cual revela que la región de Urabá es una de las más afligidas en el departamento en casos de dengue, malaria y leishmaniasis.

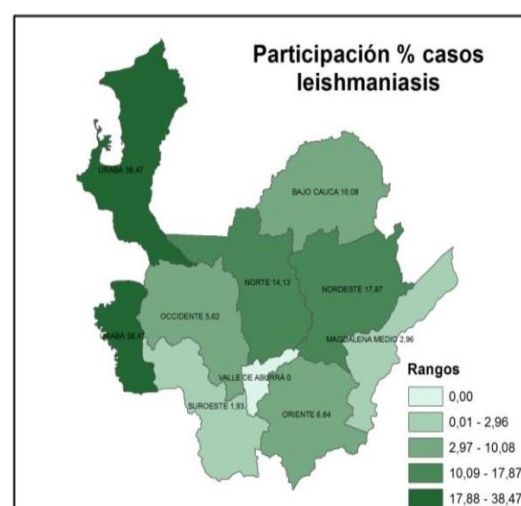
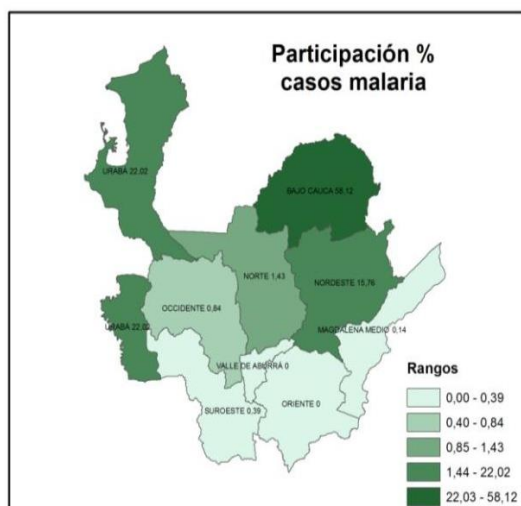


Ilustración 8 Fuente: Boletín temático de salud, Secretaría Seccional de Salud y Protección Social de Antioquia, Noviembre de 2012.

- El municipio de Turbo ocupa el segundo puesto de las regiones de Antioquia que presenta mayor mortalidad de niños menores de 5 años por enfermedades diarreicas agudas, Según la OMS en el 2009, las enfermedades diarreicas son la segunda causa de muerte en niños menores de cinco años a nivel mundial y se estima que cobra 1,5 millones de vidas cada año en este grupo poblacional, afectando principalmente a niños menores de dos años. Ésta es una enfermedad que está asociada con los niveles de pobreza de la población y con el desarrollo en materia de salud alcanzado en la región (DANE, 2011).

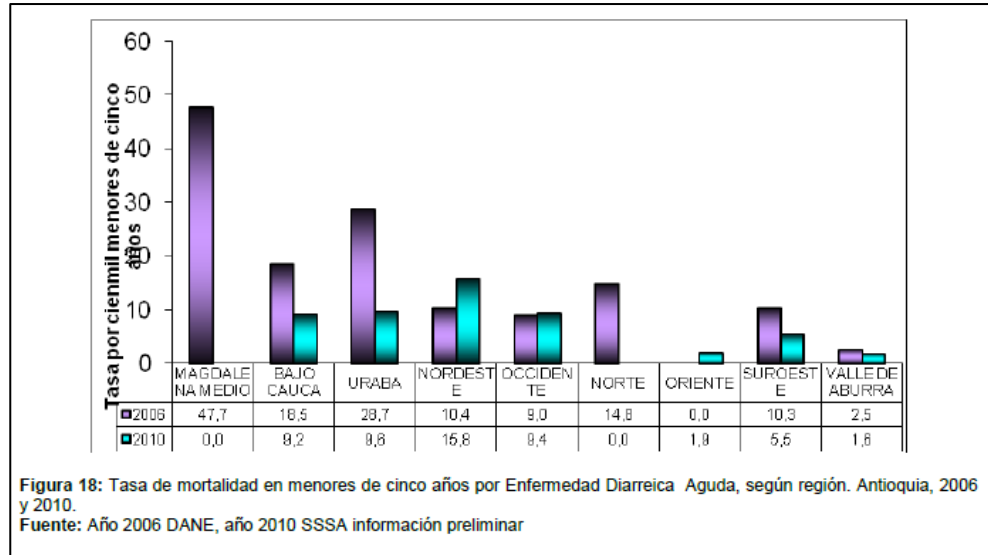


Ilustración 9 Diagnóstico de salud 2010, Gobernación de Antioquia; 4.4. Capítulo Estructura de Mortalidad 2012

- En Turbo en el año 2014 se presentaron 12 casos para los cuales el diagnóstico fue ENFERMEDAD TRANSMITIDA POR ALIMENTOS O AGUA, y en lo que va del 2015 se han presentado 8 casos, también se observan casos de Malaria, Fiebre Tifoidea, Dengue, Malaria; entre otras. Estadísticas, hospital E.S.E. Francisco Valderrama – Municipio de Turbo.

Ilustración 10 Estadísticas Hospital Turbo

HOMBRE DEL EVENTO	Con. Clín/Lab.			Probable /Sospechoso		Descartados	
	2014	2015		2014	2015	2014	2015
DENGUE	55	33	-40,0	62	35	28	32
DENGUE GRAVE	1	0	-100,0	1	0	0	0
ENFERMEDAD TRANSMITIDA POR ALIMENTOS O AGUA (ETA)	12	8	-33,3	1	2	1	0
EXPOSICIÓN A FLÚOR	9	2	-77,8	0	0	0	0
FIEBRE TIFOIDEA Y PARATIFOIDEA	0	8	N	8	0	11	0
LEISHMANIASIS CUTANEA	43	32	-25,6	0	0	0	0
LEISHMANIASIS MUCOSA	1	0	-100,0	0	0	0	0
LEPTOSPIROSIS	4	25	525,0	27	14	18	43
MALARIA ASOCIADA (FORMAS MIXTAS)	1	0	-100,0	0	0	0	0
MALARIA COMPLICADA	1	0	-100,0	1	0	0	0
MALARIA FALCIPARUM	24	10	-58,3	0	0	0	0
MALARIA VIVAX	101	62	-38,6	0	0	0	0
MENINGITIS POR HAEMOPHILUS INFLUENZAE	0	0	N	1	0	0	0
MORBILIDAD MATERNA EXTREMA	1	5	400,0	0	0	0	0
MORTALIDAD MATERNA	0	1	N	0	0	0	0
MORTALIDAD PERINATAL Y NEONATAL	11	15	36,4	0	0	0	0
MORTALIDAD POR DESNUTRICION	0	1	N	0	0	0	0
MORTALIDAD POR EDA 0-4 AÑOS	0	1	N	0	0	0	0

6 JUSTIFICACIÓN

Con base en el diagnóstico y los problemas enunciados se determina que es inminente brindar una solución al manejo de las aguas residuales generadas en los Barrios El Obrero, Brisas del Mar, y El Bosque que permita una vida digna de sus habitantes, la cual debe ser sostenible a través del tiempo para la empresa prestadora de servicios públicos y los usuarios.

Por lo tanto, se plantea como única alternativa extender redes de alcantarillado enmarcada en un proyecto denominado “EXTENSIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO, DISTRITO SUR – MUNICIPIO DE TURBO”

Dicho proyecto permitirá la óptima conducción del agua residual generada en los barrios Brisas del Mar, El Obrero y El Bosque hacia una nueva estación de bombeo Las Yuquitas y posterior conducción a la laguna de oxidación Las Yuquitas, permitiendo a la vez ampliar la cobertura del sistema de alcantarillado en el municipio de Turbo para pasar del 29% al 67% y la descontaminación gradual de los Caños Veranillo y Casanova, así como la disminución de los problemas de salud pública asociados a sus condiciones actuales.

7 DESCRIPCIÓN PRELIMINAR DEL SISTEMA EXISTENTE DE ALCANTARILLADO

A continuación se presenta una descripción preliminar del sistema de alcantarillado de los distritos en estudio del Municipio de Turbo.

7.1 SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE TURBO ZONAS DE ESTUDIO

En el municipio de Turbo existen tres distritos, los cuales son: Distrito Norte, Distrito Centro y el Distrito Sur. En la ilustración 11 se aprecia los distritos actuales y en la ilustración 12, los distritos asumidos para diseño.

Ilustración 11 Distritos actuales y barrios en estudio en el Municipio de Turbo

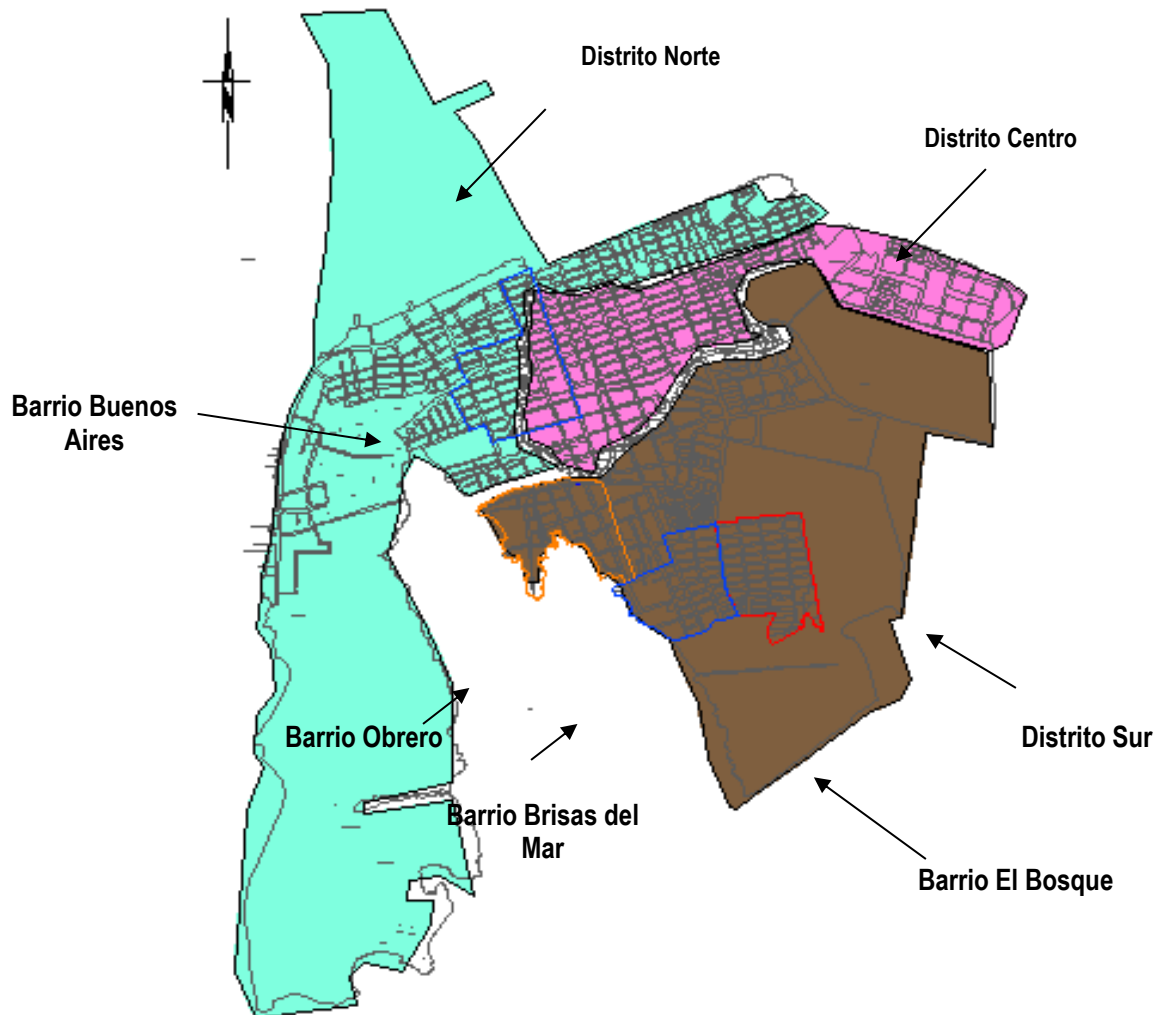
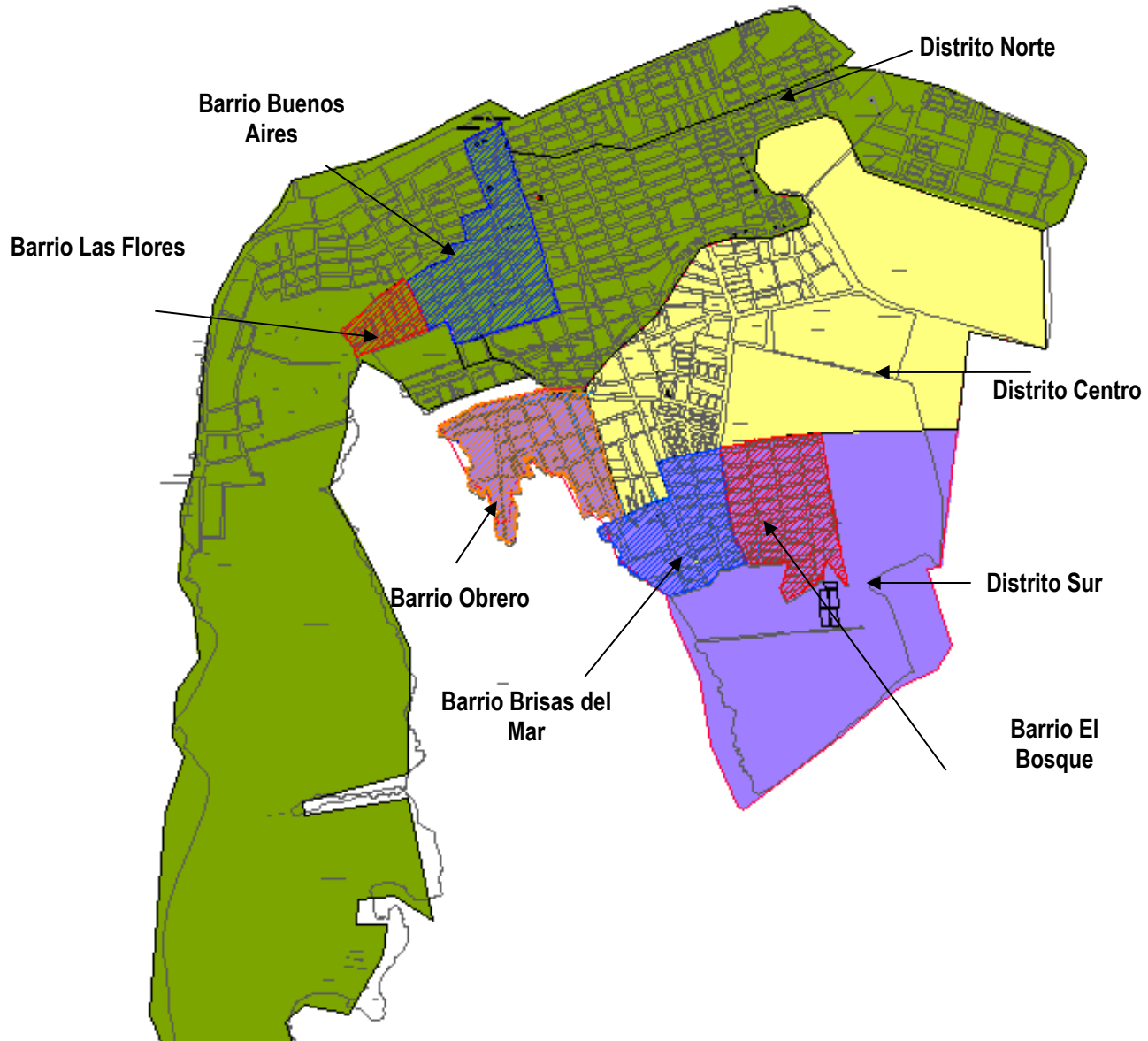


Ilustración 12 Distritos proyectados en el Municipio de Turbo que comprenden los barrios en estudio



Para la etapa de diseño, se conceptualizaron todas las áreas del municipio de Turbo; el distrito norte de diagnóstico se unificó con el distrito centro y se denominó Distrito Norte, esta área está comprendida en la EBAR Jesús Mora. El distrito Sur de diagnóstico, se dividió en Distrito Centro y Distrito Sur; donde el Distrito Centro está comprendido en la EBAR Ciudadela Bolívar y el Distrito Sur se definirá en el capítulo de alternativas dónde se tributará el área.

7.2 REDES DE ALCANTARILLADO EXISTENTES EN LOS DISTRITOS DE ESTUDIO

Para plantear las redes para los barrios Buenos Aires, Obrero, Brisas del Mar y El Bosque, se procede a identificar los colectores principales dentro del Municipio cercanos a los barrios en estudio.

En la salida de campo realizada los días 2 y 3 de octubre de 2013, se evidencia que la carrera 15, vía por la cual va el colector principal del distrito sur está recién pavimentada, por lo tanto, se procede a trazar las alternativas de tal manera que se garantice la mínima intervención sobre vías que hayan sido recientemente sometidas a pavimentación y que no se sature las actuales EBARs.

La ilustración 13 muestra la ubicación de los colectores existentes dentro del Municipio de Turbo.

Ilustración 13 Colectores existentes de los distritos en estudio del alcantarillado de Turbo



Para el colector del Distrito Sur se obtiene actualmente un área aportante de 55,76 ha, con lo cual se realizó la simulación con los diámetros actuales recolectados del diagnóstico arriba mencionado, los parámetros establecidos por Aguas de Urabá para un período de diseño y el área tributaria de cada barrio. Los resultados de la simulación donde se muestra que el colector existente NO tiene capacidad hidráulica suficiente, se encuentran en la tabla 4. Allí se evidencia el área residual actual del colector teniendo en cuenta los tres barrios: El Bosque, Brisas del Mar y Obrero.

En la tabla 3 se evidencia el total del área densificada que aporta aguas residuales al distrito sur, y en la cual está incluida los barrios en estudio, dicha área suma un total de 129,63 ha.

Tabla 3 Resumen de áreas actuales que confluyen al colector EBAR Ciudadela Bolívar

Área por Barrio	Área (ha)	Porcentaje de Área (%)	Porcentaje de Área (%)
Área actual del colector Sur	55,76	43,01	43,01
El bosque	25,50	19,67	56,99
Brisas del mar	22,50	17,36	
Obrero	25,87	19,96	
Total Área	129,63	100,00	100,00

Tabla 4 Resumen del Colector Existente EBAR Ciudadela Bolívar

TRAMO		ΣAREA RESIDU AL	DENS. POB.	CAUDA L DE DISEÑO	LONGIT UD TUBERÍ A	DIÁM ETRO NOMI NAL	DIÁMETR O INTERNO	COTA TERRENO		PROF. BATEA		COTA BATEA		Escala en la cámar a	PENDIEN TE DE LA TUBERÍA	VEL. TUBO LLEN O	CAUDA L A TUBO LLENO	q/Q	VELOCIDA D REAL	h/D
DE CAMA RA N°	A CAMAR A N°							SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.					A.R.	A.R.	A.R.
		[ha]	[hab/ha]	[l/s]	[m]	[PUL]	[mm]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[%]	[m/s]	[l/s]	[adim]	[m/s]	[adim]
17	1	3,280	150,67	9,46	68,01	8	182	0,36	0,15	1,11	1,03	-0,75	-0,88	0,22	0,190	0,56	14,45	0,65	0,52	0,66
1	2	6,560	150,67	18,70	48,90	8	182	0,15	0,23	1,25	1,50	-1,10	-1,27	0,01	0,340	0,74	19,33	0,97	0,74	0,87
2	8	35,340	150,67	98,07	52,22	8	182	0,23	0,41	1,51	2,17	-1,28	-1,76	0,02	0,930	1,23	31,98	3,07	1,23	0,00
8	9	61,120	150,67	168,23	54,50	8	182	0,41	0,37	2,19	2,45	-1,78	-2,08	0,02	0,540	0,94	24,37	6,90	0,94	0,00
9	10	64,400	150,67	177,13	54,62	10	227	0,37	0,49	2,47	2,66	-2,10	-2,17	0,13	0,140	0,55	22,36	7,92	0,55	0,00
10	12	67,680	150,67	186,01	81,39	12	284	0,49	0,60	2,79	3,08	-2,30	-2,48	0,01	0,220	0,80	50,95	3,65	0,80	0,00
12	100	70,960	150,67	194,89	54,88	12	284	0,60	0,60	3,09	3,20	-2,49	-2,60	0,01	0,200	0,77	48,58	4,01	0,77	0,00
100	57	74,240	150,67	203,77	57,72	12	284	0,60	0,74	3,21	3,42	-2,61	-2,68	0,05	0,120	0,59	37,63	5,42	0,59	0,00
57	101	77,520	150,67	212,64	56,06	12	284	0,74	0,99	3,47	3,78	-2,73	-2,79	0,02	0,110	0,57	36,02	5,90	0,57	0,00
101	28	80,800	150,67	221,50	121,00	16	362	0,99	1,08	3,80	3,96	-2,81	-2,88	0,01	0,060	0,49	50,82	4,36	0,49	0,00
28	29	84,080	150,67	230,36	75,66	16	362	1,08	1,41	3,97	4,49	-2,89	-3,08	0,01	0,240	0,99	101,64	2,27	0,99	0,00
29	50	87,360	150,67	239,21	44,34	16	362	1,41	1,30	4,50	4,51	-3,09	-3,21	0,01	0,290	1,09	111,72	2,14	1,09	0,00
50	32	90,640	150,67	248,06	52,23	16	362	1,30	1,13	4,52	4,46	-3,22	-3,33	0,01	0,200	0,90	92,78	2,67	0,90	0,00

Calle 97A N°104-13 Barrio El Humedal, Apartadó – Antioquia

Teléfono: 828 66 57 Fax: 828 99 57, Correo Electrónico: aguasdeuraba@gmail.com

32	48	119,790	150,67	326,54	45,59	16	362	1,13	0,99	4,47	4,35	-3,34	-3,36	0,02	0,050	0,45	46,39	7,04	0,45	0,00
48	56	123,070	150,67	335,35	73,34	18	407	0,99	1,82	4,37	5,36	-3,38	-3,54	0,01	0,210	1,00	129,94	2,58	1,00	0,00
56	53	126,350	150,67	344,16	53,35	18	407	1,82	1,68	5,37	5,34	-3,55	-3,66	0,01	0,210	1,00	129,94	2,65	1,00	0,00
53	EBAR	129,630	150,67	352,97	30,30	18	407	1,68	1,49	5,35	5,22	-3,67	-3,73	0,00	0,210	1,00	129,94	2,72	1,00	0,00

De lo anterior se concluye que el colector existente no tiene capacidad para coleccionar las aguas residuales generadas en los barrios objeto de este estudio y el área de expansión proyectada, por lo tanto, será mandatorio la optimización, evitando al máximo la intervención de pavimento nuevo.

8 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

8.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Con la información suministrada por Aguas de Urabá S.A. E.S.P, se obtiene que el Municipio de Turbo es un sistema de alcantarillado con tres distritos, distribuidos de la siguiente forma: Distrito Norte, Distrito Centro y Distrito Sur. El distrito norte tiene una estación de Bombeo localizada en el barrio Buenos Aires y llamada EBAR Buenos Aires, la cual no está en funcionamiento, además no cuenta con la infraestructura necesaria para operar. Adicionalmente, cuenta una PTAR llamada “La uno o Yarumal”, conformada por tres lagunas: una anaerobia, una facultativa y otra de maduración.

El distrito centro, lleva las aguas a una estación de bombeo llamada EBAR Jesús Mora, ésta tiene una línea impulsión que lleva el agua a la PTAR “La Yuquita”, la cual está compuesta por cinco lagunas: una anaerobia, dos facultativas y dos de maduración. También tiene otra línea de impulsión que conduce a la PTAR “Yarumal”, que se describe en el distrito norte.

El distrito Sur, conduce las aguas residuales a la estación de Bombeo llamada EBAR Ciudadela Bolívar, que ésta a la vez impulsa el agua residual a la PTAR “La Yuquita”, que se describe en el colector centro.

Con todo lo anterior, se trabajó por distrito y se contaron los predios por distritos para obtener el número de viviendas, cabe anotar que el distrito centro se le sumó el barrio en estudio llamado Buenos Aires, ya que se plantea que sus aguas se conduzcan a la EBAR Jesús Mora, puesto que la EBAR del mismo barrio no está en funcionamiento. Por otro lado, nos concentraremos en los distritos centro y sur, ya que el distrito norte no comprende los barrios en estudio.

En la siguiente tabla se muestran las viviendas por distrito:

Tabla 5 Viviendas por Distrito

Municipio Turbo		
Parámetro	Viviendas	Porcentaje
Distrito Centro + B. Buenos Aires	3679	50,41%
Distrito Sur	3619	49,59%
Total viviendas en Estudio	7298	100,00%

Calle 97A N°104-13 Barrio El Humedal, Apartadó – Antioquia

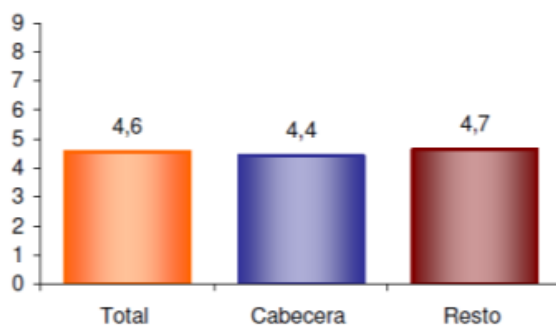
Teléfono: 828 66 57 Fax: 828 99 57, Correo Electrónico: aguasdeuraba@gmail.com

Fuente: Aguas de Urabá S.A. E.S.P

Luego, del censo del DANE, información con una proyección al 13 de septiembre de 2010, se obtuvo el índice Ocupacional, el cual se observa en el siguiente gráfico.

Ilustración 14 Índice Ocupacional (habitantes/Viviendas)

Promedio de personas por hogar



El Promedio de personas por hogar en TURBO es de 4,6.

Fuente: Censo DANE

Para el cálculo de los habitantes se usó para el Municipio de Turbo como índice Ocupacional 4,4 (hab/viv) por tratarse de la zona urbana del municipio, correspondiente a la cabecera.

Teniendo en cuenta el número de viviendas y los habitantes por vivienda se calcula por distrito la población, con la cual se procede hacer el cálculo de los caudales.

Tabla 6 Viviendas y habitantes por distrito

Municipio de Turbo			
Parámetro	Viviendas	Índice Ocupacional (hab/viv)*	Habitantes por distrito Año 2010
Distrito Centro + B. Buenos Aires	3679	4,4	16188
Distrito Sur	3619		15924
Total	7298	4,4	32111

Calle 97A N°104-13 Barrio El Humedal, Apartadó – Antioquia

Teléfono: 828 66 57 Fax: 828 99 57, Correo Electrónico: aguasdeuraba@gmail.com

Conclusión: en esta etapa del proyecto se decide trabajar con un índice Ocupacional 4,4 (hab/viv), de acuerdo a datos del DANE, Censo 2010. Ver Anexo, ficha Turbo.

8.2 DETERMINACIÓN POBLACIÓN FLOTANTE

Los barrios que van a ser el objeto de diseño no cuentan con componentes turísticos importantes, por lo que la población flotante fue considerada teniendo en cuenta el cálculo de la población para el año 2010, correspondiente al 10 % de ésta.

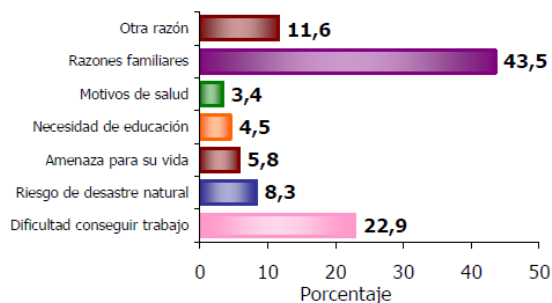
Tabla 7 Población Flotante

Municipio de Turbo			
Parámetro	Habitantes por distrito Año 2010	Población Flotante Año 2010	Población Total Año 2010
Distrito Centro + B. Buenos Aires	16188	1619	17806
Distrito Sur	15924	1592	17516
Total	32111	3211	35322

Como se expuso al principio de este ítem, se conoce que los barrios en mención no presentan un componente turístico a resaltar, no obstante, el censo del DANE 2010, presenta situaciones migratorias que decidieron tenerse en cuenta, toda vez que se evidencia en el día a día la ocurrencia del mismo, los cuales son desplazamientos por motivos de trabajo y estudio, población que usualmente retorna los fines de semana, en temporada de vacaciones o fiestas decembrinas. De los valores allí extraídos, el promedio de los porcentajes revelan una razón de migración promedio del 16,77%, con el ánimo de ser prudentes en la selección del porcentaje asignado para la población flotante, y en consecuencia velar por la no sobre dimensión pero al mismo tiempo la no sub dimensión de la infraestructura a diseñar, ya que no toda la población retorna de manera sincrónica, o toda la población migratoria corresponde al área urbana, y a que el censo del DANE no especifica valores para migraciones a otros municipios del país, se optó por trabajar únicamente con un valor del 10%, porcentaje que permite al diseñador tener un parte de tranquilidad en la calidad del entregable en cuanto a la garantía de cumplimiento de un horizonte de diseño a una población de saturación.

Ilustración 15 Migración

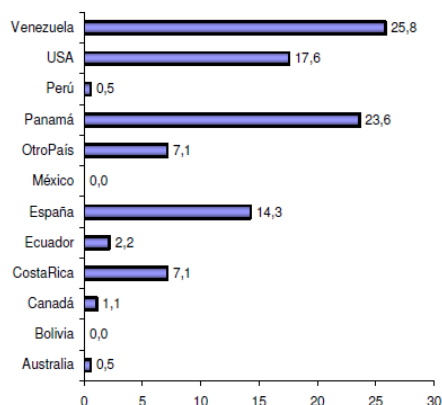
Causa cambio de residencia durante los últimos cinco años



La población de Turbo que cambió de residencia en los últimos cinco años, lo hizo por:

22,9% Dificultad para conseguir trabajo.
 43,5% lo hizo por Razones familiares.
 11,6% por Otra razón.
 5,8% por Amenaza para su vida.

Personas viviendo en el exterior



Del total de hogares censados el 0,5% tiene experiencia emigratoria internacional.

8.3 TASA DE CRECIMIENTO

Para calcular la tasa de crecimiento del Municipio de Turbo se tomó como fuente de información los datos del DANE, censos de los años 1964, 1973, 1985, 1993 y 2005 para el municipio de Turbo.

Las tasas de crecimiento y las proyecciones de la población se calcularon por varios métodos, entre ellos el aritmético, el geométrico y exponencial. Las ecuaciones de los métodos que se tuvieron en consideración son las siguientes:

ARITMÉTICO
$$Pf = Puc + \frac{Puc - Pci}{Tuc - Tci} \times (Tf - Tuc)$$

GEOMÉTRICO
$$Pf = Puc \times (1 + r)^{(Tf - Tuc)}$$

$$r = \frac{Puc}{Pci}^{\frac{1}{Tuc-Tci}} - 1$$

EXPONENCIAL $Pf = Pci \times e^{K \cdot (Tf - Tci)}$

$$K = \frac{\ln Pcp - \ln Pca}{Tcp - Tca}$$

Donde:

Pf = Población futura

Puc = Población último censo

Pci = Población censo inicial

Tuc = año último censo

Tci = año censo inicial

Tf = año futuro

r = tasa de crecimiento para método geométrico

K = tasa de crecimiento para método exponencial

Tcp = año censo posterior

Tca = año censo anterior

Af = año futuro

Ai = año inicial

Tabla 8 Tasas de Crecimiento con fuentes de información

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN	
AÑO	CENSOS DE POBLACIÓN (1)
	DANE

Calle 97A N°104-13 Barrio El Humedal, Apartadó – Antioquia

Teléfono: 828 66 57 Fax: 828 99 57, Correo Electrónico: aguasdeuraba@gmail.com

2005	47747
2010	55059
Tasa de Crecimiento de la Población	2,891

Tabla 9 Tasas de Crecimiento

CENSOS		TASAS DE CRECIMIENTO				
AÑO	POBLACIÓN	FUENTE	AÑOS COMPARADOS	PROYECCIÓN GEOMÉTRICA	PROYECCIÓN EXPONENCIAL	PROYECCIÓN WAPPAUS
				r (%)	k	i (%)
MUNICIPIO DE TURBO						
2010	55059	CENSO DANE				
POBLACIÓN CABECERA TURBO						
1964	7553	Anuario Estadístico de Antioquia, Censos del Dane	1964-1973	6,506	0,063	6,140
1973	13320		1973-1985	6,315	0,061	5,862
1985	27775		1985-1993	3,379	0,0332	3,303
1993	36233		1993-2005	2,239	0,022	2,201
2005	47259		1964-2005	4,574	0,045	3,534
Promedio tasa de Crecimiento Municipio de Turbo				4.603	0.045	4.208

Fuente: Datos DANE, Tasa de crecimiento zona Urabá

En la tabla 9 se presenta que las tasas de crecimiento por los diferentes métodos son muy similares. Las tasas, según los censos del DANE para la cabecera de Turbo son elevadas y el promedio está alterado por cambios bruscos durante los periodos de análisis, lo cual no refleja un crecimiento exponencial y al final vegetativo, sino que son el resultado de condiciones de habitabilidad oscilantes a razón de las temporadas de violencia que ha surtido el país y para la cual, la región de Urabá se ha visto fuertemente afectada. Se observa que en los periodos comprendidos entre 1985 y 2005 la población se redujo significativamente, pero para el 2005, la población comienza a incrementar, posiblemente por motivo del retorno de aquellos que estuvieron desplazados.

Con la intención de proyectar una infraestructura acorde a las necesidades de la población que hoy está asentada en los barrios El Obrero, Brisas del Mar y El Bosque, se adopta trabajar con una tasa inicial que no refleje la afectación pico en la máxima expresión y que permita dar continuidad a las tasas sustentadas en anteriores proyectos para Turbo, del **3.7%**.

La interventoría de Aguas de Urabá S.A. E.S.P. y la asesoría técnica de EPM, atendiendo la observación realizada por la firma consultora referente a la tasa de crecimiento, en la que resaltan *“la experiencia de la firma AAS S.A. E.S.P, ante el Plan Departamental del Agua y ante el Ministerio, donde se determina que las tasas mayores al 2% son altas, dado que en la zona no existen proyectos macro de desarrollo.”* Determinó establecer 3 tasas de crecimiento que varían en el horizonte del proyecto cada 10 años, según lo muestra la tabla siguiente; soportados en los argumentos que varían de acuerdo a cada temporada y respectiva tasa de crecimiento.

Tabla 10 Tasas de Crecimiento acordadas con Interventoría

Tasas de Crecimiento Asumidas por la Zona de Urabá	
AÑO	TASA
2013-2023	3,7
2023-2033	3
2033-2045	2

Tasa de crecimiento 3.7%:

1. La población desplazada está retornando a sus lugares de orígenes.
2. Urabá se encuentra en el Plan de Desarrollo de la Gobernación de Antioquia, en la línea estratégica 6 “Proyecto Integral Regional para el Desarrollo de Urabá – Urabá un Mar de Oportunidades”; el cual tiene por objetivo “Promover el desarrollo integral de la región de Urabá, posicionándola en la agenda nacional e internacional, aprovechando sus potencialidades y localización geoestratégica en el Caribe, y desarrollando sus capacidades, para que se convierta en un nuevo centro regional capaz de jalonar el desarrollo de Antioquia y del noroccidente del país, y de transformar sustancialmente las condiciones de vida de su población.”
3. En Urabá hay macro proyectos que inciden directamente a favor de la comunidad Turbeña, en el inmediato está la pavimentación de la vía Turbo – Montería y Turbo – Medellín, facilitando labores de transporte y acarreo, dejando mayores ganancias y posibilidades de atracción de inversión de la industria y el comercio.
4. Establecimiento de la Universidad de Antioquia en Apartadó, ampliando la oferta académica, minimizando la necesidad de abandonar la región para acceder a programas de educación superior.

5. Se visualizan 2 macro proyectos en la región, en primer lugar, un Puerto, el cual se ha mencionado será en el municipio de Turbo y en segundo lugar la construcción del Túnel del Toyo 2018 - 2025, que se espera reducirá el tiempo de viaje Turbo – Medellín en 2 horas.

Tasas de crecimiento 3% y 2%:

Una vez las regiones se ven favorecidas por la inversión en industria, comercio e institución, reducción de los índices de violencia, aumento en la calidad de vida por acceso a servicios públicos domiciliarios de calidad, el crecimiento de la población se puede representar a través de una función exponencial; pero cuando el auge ha pasado, hay equilibrio entre la demanda y la oferta, las oportunidades de emprendimiento versus empleabilidad, se empiezan a identificar comportamientos vegetativos, los cuales tienden a presentar tasas promedios de ciudades desarrolladas que oscilan alrededor del 2%, situación que se visiona ocurra en el municipio de Turbo y razón por la cual se estableció una tasa de crecimiento de la población decreciente.

Aunque los métodos Exponencial, Geométrico y Wappaus presentan iguales tasas de crecimiento la consultoría adoptó el método geométrico para la proyección de la población, siguiendo los lineamientos dados en el numeral B.2.2.4 del RAS, con base en los cuales se recomienda este método para poblaciones que poseen áreas de expansión importantes que pueden ser dotadas sin mayores dificultades de la infraestructura de servicios públicos.

8.4 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

La información que corresponde al año 2010 se proyecta hasta el año 2013, 2015 actual y hasta el 2045 futuro abarcando los 30 años del horizonte de diseño.

Para el Distrito Sur, se obtiene para el año 2010, 15.924 habitantes permanentes y 1.592 población flotante, para un total de 17.516 habitantes; para el año 2013, 17.757 habitantes permanentes y 1.776 población flotante, para un total de **19.533** habitantes actuales en dicho distrito y para el 2015 **21.005** habitantes.

Tabla 11 Población proyectada con el método geométrico

	DISTRITO SUR	
Año	Proyección Geométrica	PROYECCIÓN VIVIENDAS
Tasa	3,70%	
2010	17516	3981
2011	18164	4128
2012	18836	4281
2013	19533	4439

	DISTRITO SUR	
Año	Proyección Geométrica	PROYECCIÓN VIVIENDAS
2014	20256	4604
2015	21005	4774
2016	21782	4951
2017	22588	5134
2018	23424	5324
2019	24291	5521
2020	25190	5725
2021	26122	5937
2022	27088	6156
2023	28090	6384
Tasa	3,00%	
2024	28933	6576
2025	29801	6773
2026	30695	6976
2027	31616	7185
2028	32564	7401
2029	33541	7623
2030	34548	7852
2031	35584	8087
2032	36652	8330

	DISTRITO SUR	
Año	Proyección Geométrica	PROYECCIÓN VIVIENDAS
2033	37751	8580
Tasa	2,00%	
2034	38506	8751
2035	39276	8926
2036	40062	9105
2037	40863	9287
2038	41680	9473
2039	42514	9662
2040	43364	9855
2041	44231	10053
2042	45116	10254h
2043	46018	10459
2044	46939	10668
2045	47878	10881

8.5 NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA

De acuerdo con la metodología RAS/2000, el nivel de complejidad está en función de la población proyectada y de la capacidad económica de los usuarios y a su vez, la población proyectada depende del nivel de complejidad; para lo cual se proyectó la población a 30 años como lo sugiere la resolución 2320 de 2009 y se evaluó la capacidad económica para luego definir el nivel de complejidad.

Para determinar el nivel de complejidad se tiene como referencia la Tabla A.3.1 del RAS/2000.

Tabla 12 Asignación del nivel de complejidad

Nivel de complejidad	Población de la zona ⁽¹⁾ (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios ⁽²⁾
Bajo	< 2.500	Baja
Medio	2.501 a 12.500	Baja
Medio Alto	12.501 a 60.000	Media
Alto	> 60.000	Alta

Fuente: RAS/2000 Tabla A.3.1.

- Notas: (1) Proyectado al periodo de diseño, incluida la población flotante.
- (2) Incluye la capacidad económica de población flotante. Debe ser evaluada según metodología del DNP.

La cabecera del municipio de Turbo se tiene 47.747 habitantes para el año 2010, según DANE, asumiendo el 10% de población flotante dan 4.775 habitantes para un total de 52.522 habitantes; si se cuenta con una tasa de crecimiento del 2% y el Método geométrico, para el año 2017, se proyectaría 54.846 habitantes permanentes y 5.485 población flotante, para un total de 60.331 habitantes, lo cual permite concluir que para dentro de 5 años, en el año 2017, la cabecera municipal de Turbo pasaría a un nivel de complejidad Alto, según la tabla 12, donde el rango se ubica en > 60.000 habitantes. Por lo anterior, se considera que la cabecera municipal se desarrolla gradualmente y de manera rápida, por tanto, se enmarca la población en un nivel de Complejidad Alto.

Con respecto a la capacidad económica, se considera que los sectores de diseño corresponden a un Nivel Medio, por lo que no cuenta con zona industrial ni comercial, pero a futuro, es posible que en la zona de expansión se presente un crecimiento económico.

Continuando con lo establecido por el RAS/2000, se compara el crecimiento poblacional y la capacidad económica, y se determina que los barrios a diseñar, y la revisión de capacidad hidráulica de los colectores donde vierten sus aguas residuales domésticas dichos barrios, tienen nivel de complejidad **Alto**.

8.6 PARÁMETROS PARA LA REVISIÓN HIDRÁULICA

Para efectos de la simulación hidráulica del sistema de alcantarillado se tendrán en cuenta los parámetros recomendados por el RAS/2000 y las Normas Técnicas de Diseño de EPM para alcantarillados sanitarios.

Población actual. De acuerdo con los datos obtenidos del DANE 2010 y la proyección, se obtiene para el Distrito Sur, año 2015, 19.096 habitantes permanentes y 1.910 población flotante, para un total de **21.005 habitantes**.

Área tributaria. El área de los distritos del municipio de Turbo se tomó del Diagnóstico Técnico de las redes de Alcantarillado del municipio durante el año 2009. A continuación se muestran las áreas que tributan los colectores por barrio.

Tabla 13 Resumen de área Tributaria Distrito Sur

Calle 97A N°104-13 Barrio El Humedal, Apartadó – Antioquia
Teléfono: 828 66 57 Fax: 828 99 57, Correo Electrónico: aguasdeuraba@gmail.com

RESUMEN ÁREAS TRIBUTARIAS DISTRITO SUR		
BARRIO	ÁREA PROPIA	ÁREA EXPANSIÓN
Obrero	28,05	0
Brisas del Mar	7,94	31,61
El Bosque	41,03	73,95
Colector Existente EBAR Ciudadela Bolívar	64,76	0
SUBTOTAL ÁREAS	141,78	105,56
TOTAL ÁREA	247,34	

- Es preciso anotar que para el distrito sur se obtuvo información de Aguas de Urabá S.A. E.S.P; En los planos suministrados se obtiene un distrito con 350ha, pero este dato corresponde al total del distrito, para los barrios en estudio solo se debe contar con áreas propias de los barrios y de expansión de éstos, el cual corresponde a 247.3ha

Dotación neta. La dotación neta para los dos distritos es de 120 L/hab-día, dato suministrados por Aguas de Urabá.

La selección del valor de dotación neta de 120 L/hab - día, obedece en primer lugar a una medida de precaución que propenda por evitar el sobre dimensionamiento de la infraestructura a desarrollar y responde a valores promedios identificados por el área comercial de Aguas de Urabá S.A E.S.P a través de la facturación, estableciendo un consumo promedio por usuario de 13m³/mes para uso doméstico en los estratos 1, 2 y 3 del municipio de Turbo. Consumo que equivale a 108 L/ hab – día, dado a que la dotación obedece a un promedio, a que es probable que se den otros tipos de usos como comercios de menor escala una vez cuenten con la prestación del servicio de alcantarillado, se aproxima la dotación neta hasta 120 L/hab.

Densidad poblacional.

Tanto el análisis de alternativas como el diseño final se ejecutarán con densidad de saturación; partiendo de las premisas de que hay 4.4 hab/ viv y un área desarrollar de 247,34 ha para el año 2015 y se da por la relación entre las viviendas proyectadas al Año 2013 y al año y 2045 para Distrito Sur:

Año 2013 Distrito Sur: (4.439 viviendas) y el área neta poblada (129,63ha). Índice Ocupacional (4.4 hab/viv)
Densidad poblacional = 150.67 hab/ha.

Año 2013 Distrito Sur: (4.439 viviendas) y el área neta poblada (129,63ha). Índice Ocupacional (4.4 hab/viv)
Densidad poblacional = 150.67 hab/ha.

Año 2015 Distrito Sur: (4.774 viviendas) y el área neta poblada (129,63ha). Índice Ocupacional (4.4 hab/viv)
Densidad poblacional = 162 hab/ha.

Contribución por infiltraciones. Se tomará un aporte por infiltración de 0,20 L/s-ha, dato suministrados por Aguas de Urabá.

Este valor se toma como recomendación del RAS 2000, considerando que será un sistema completamente nuevo, que el material de la tubería es resistente a daños y que a pesar de encontrarse en una zona con alto nivel freático se garantizará hermeticidad durante el proceso constructivo y la implementación de la cimentación indicada en las Normas y Especificaciones Generales de Construcción en redes de servicios para suelos con presencia de nivel freático.

Contribución por Conexiones Erradas. Se tomará un aporte por conexiones erradas de 2.0 L/s-ha, dato suministrados por Aguas de Urabá.

Este valor se toma como recomendación del RAS 2000, considerando que es un área que no cuenta con sistema de alcantarillado pluvial, lo cual hace que el alcantarillado residual proyectado pueda verse afectado por conexiones erradas de aguas lluvias en el horizonte de vida del proyecto. Es importante mencionar que Aguas de Urabá S.A E.S.P, implementa campañas radiales que indican las buenas prácticas para el uso adecuado del alcantarillado residual, a través de las cuales se invita a la comunidad a no conectar sumideros, bajantes y en conclusión zonas descubiertas a las redes locales sanitarias.

Coefficiente de retorno. Se adoptará un coeficiente de retorno de 0.85, dato suministrado por Aguas de Urabá.

Este valor se toma como recomendación del RAS 2000, considerando que el 85% del agua empleada vuelve al sistema como agua residual y que el comportamiento de este retorno es similar al de las ciudades desarrolladas.

Caudal de Aguas residuales. El caudal de diseño de las redes corresponderá al caudal máximo horario de aguas residuales, más los caudales de infiltración y conexiones erradas.

Caudal de Aguas residuales Industriales, Comerciales e Institucionales. En la concepción de este proyecto no se tuvieron en cuenta las contribuciones de agua residual para estos usos, toda vez que el área de estudio obedece a zona de uso residencial.

Caudal máximo de aguas residuales. El caudal máximo horario de aguas residuales se determina multiplicando el caudal medio diario por un coeficiente de mayoración que permite tener en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. El factor de mayoración se estimó con base en la fórmula:

$$F = \frac{3.70}{Q_{MD}^{0.0733}}$$

La fórmula corresponde al RAS/2000, Tchobanoglous, que es para un rango de 4 a 5000 L/s. Esta última relación es adecuada cuando la contribución de aguas residuales de procedencia comercial, industrial e institucional no representa más del 25% del caudal total de aguas residuales, dato suministrados por Aguas de Urabá.

Diciembre 2014		
Tipo de Uso	Suscriptores	Suscriptores Con Medicion
ESTRATO 1	3.047	2.106
ESTRATO 2	2.926	2.253
ESTRATO 3	1.506	1.321
ESTRATO 4	27	24
INDUSTRIAL	5	4
COMERCIAL	596	562
OFICIAL	56	42
EXENTA	13	12
Total	8.176	6.324

Tabla 14 Información comercial Aguas de Urabá a diciembre de 2014

Velocidad media. El principio de funcionamiento de los alcantarillados es a flujo libre por gravedad. La velocidad se calcula con la fórmula de Manning:

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

Donde:

V : Velocidad media (m/s)

R : Radio hidráulico (m)

S : Pendiente de la tubería (m/m)

n: Coeficiente de rugosidad de Manning, el cual depende del tipo de material de la tubería. Los valores recomendados por el RAS/2000 son: para concreto 0,013 y para PVC 0,011, dato suministrados por Aguas de Urabá

Velocidad mínima. La velocidad mínima permitida de las aguas residuales es $V_{\min(ARU)} = 0,45$ m/s dato suministrado por Aguas de Urabá, tomado por recomendación del RAS 2000. Este parámetro busca proveer al colector de una velocidad suficiente para lavar los sólidos depositados durante períodos de caudal bajo.

Velocidad máxima. La velocidad máxima permitida de las aguas residuales es $V_{\max} = 5$ m/s para alcantarillados contruidos en tubería de concreto y de 10,0 m/s para alcantarillados contruidos en tubería de PVC. Valores límites recomendados en el RAS 2000.

Relación de caudales.

Tabla 15 Resumen de la relación h/D

Relación h/D	
Diámetro interno real	Relación h/D
<500	70%
500-1000	80%
>1000	85%

Fuerza tractiva. Este parámetro está dado por la expresión

$$\tau = \gamma \times R_h \times S$$

Donde:

τ : Esfuerzo cortante (kg/cm²)

γ : Peso específico del agua residual

R_h : Radio hidráulico (m)

S : Pendiente (m/m)

Para aguas residuales debe ser mayor de 0,15 kg/m², Cuando por las condiciones topográficas existentes no sea posible alcanzar la velocidad mínima, debe verificarse que el esfuerzo cortante cumpla lo establecido por el RAS 2000.

8.7 ALTERNATIVAS DE CONEXIÓN A LAS EBAR Y PTAR

La formulación de alternativas para el sistema de redes de alcantarillado urbano del municipio de Turbo para los barrios Obrero, Brisas del Mar y El Bosque, tiene como objeto principal plantear diferentes soluciones a la problemática encontrada en el componente de recolección y transporte de las aguas residuales.

El sistema de tratamiento de las aguas residuales del Municipio de Turbo es mediante lagunas, la PTAR La Yuquita recibe las aguas residuales de las dos EBARs en funcionamiento del municipio.

Según lo anterior, se plantean (2) dos alternativas, todo esto de acuerdo a lo socializado en las reuniones y recorridos realizados con Aguas de Urabá y EPM.

8.7.1 PARÁMETROS DE DISEÑO PARA EL PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DISTRITOS - MUNICIPIO DE TURBO

Para establecer el cálculo de los caudales y trazado de los colectores, se establece un resumen de los parámetros de diseño del sistema de alcantarillado para el Sur del Municipio de Turbo, los cuales se muestran en el siguiente resumen.

Cabe resaltar que en las alternativas propuestas se presentan para los dos distritos de evaluación; es decir, Distrito Norte y Distrito Sur para finalmente seleccionar una alternativa viable simultánea para los dos distrito; sin embargo, en los capítulos de diseños de las redes y cálculo de cantidades de la alternativa seleccionada se presenta la información de manera aislada.

Tabla 16 Parámetros de diseño del sistema de alcantarillado para los distritos del Municipio de Turbo

Parámetro	Distrito Sur	Unidad
	Valor	
Nivel de Complejidad	Alto	-
Viviendas Actuales 2015	4.774	Viviendas
Viviendas Futuras 2045	10.881	Viviendas
Población Actual 2013	21.004	Habitantes
Población Futura 2043	47.878	Habitantes
Población Beneficiada	100%	Porcentaje
Área Tributaria Actual	129,63	ha
Área Tributaria Proyectada	247.3	ha
Dotación Neta Diseño*	120	L/hab-día
Densidad Poblacional Actual	162	Habitante/ha
Densidad Poblacional Futura	193	Habitante/ha
Contribución por conexiones erradas	2	L/s-ha

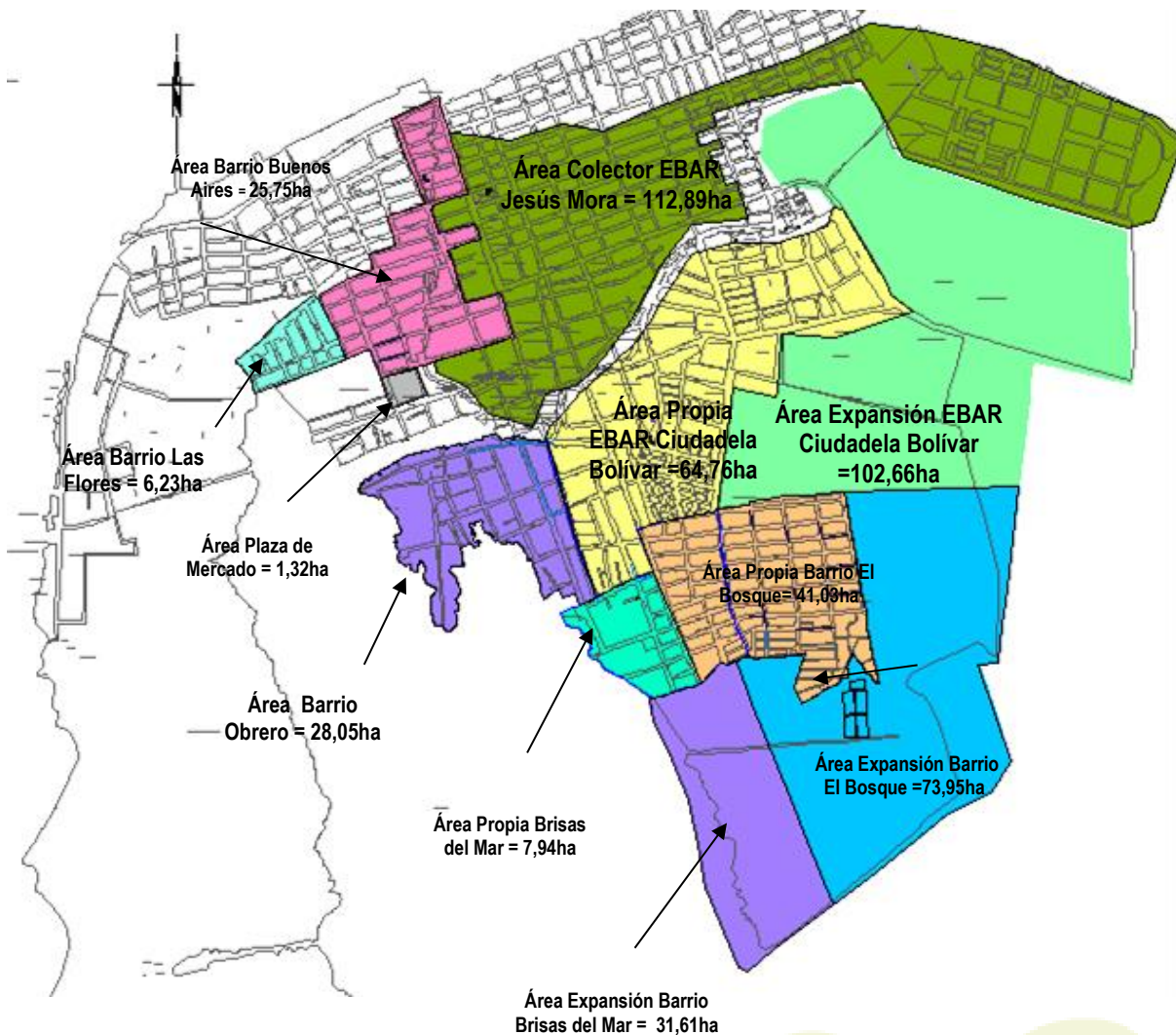
Parámetro	Distrito Sur	Unidad
	Valor	
Contribución por infiltraciones	0.2	L/s-ha
Coefficiente de Retorno	0,85	Adimensional
Factor de Mayoración	2,76	Adimensional
Caudal de Diseño de Aguas Residuales	$Q_{DT} = Q_{MH} + Q_{INF} + Q_{CEF}$ =L/s	
Coeficiente de rugosidad (N) Manning	Concreto $n = 0,013$	Adimensional
	Acero y PVC $n = 0,011$	
Velocidad Mínima	Aguas residuales = 0,45	m/s
Velocidad Máxima para tubería de PVC	Aguas residuales = 10,00	m/s
Fuerza Tractiva**	$t = \frac{1}{2} \times S$	kg/m ²
	Aguas Residuales $\geq 0,15$	

* Según lo estipulado en la Resolución 2320 del 27 de Noviembre 2009, expedido por el MAVDT.

** Este parámetro se evalúa para determinar la capacidad autolimpiante de las redes del sistema de alcantarillado, se aclara que la evaluación del mismo debe tenerse en cuenta cuando la red de alcantarillado no cumpla con el requisito de velocidad mínima y se establece que se valida el diseño en el momento en que el sistema de alcantarillado cumpla con cualquiera de los anteriores requisitos.

Para la evaluación de alternativas se distribuyeron las áreas tal como se muestra en la ilustración 16. Es importante tener en cuenta que el área de expansión de la EBAR Ciudadela Bolívar, distrito centro (64.76+102.66) Ha, no se tendrá en cuenta en la fase de alternativas ni en la fase diseño, ya que dicho crecimiento no abarca los barrios en estudio.

Ilustración 16 Áreas tributarias de diseño



Calle 97A N°104-13 Barrio El Humedal, Apartadó – Antioquia

Teléfono: 828 66 57 Fax: 828 99 57, Correo Electrónico: aguasdeuraba@gmail.com

8.7.2 **ALTERNATIVA N°1. Colector que reúne los tres barrios Brisas del Mar, El Bosque y El Obrero y vierte a la EBAR La Yuquita**

Esta alternativa tiene como objetivo llevar todas las aguas residuales mediante colectores principales a la EBAR existente Jesús Mora y a la proyectada EBAR La Yuquita. Con esta alternativa el Barrio Buenos Aires y Las Flores se conectarán al colector EBAR Jesús Mora. Los barrios El Bosque, Brisas del Mar y Obrero se conectarán a la EBAR La Yuquita, mediante un colector que recoge primero las aguas residuales del barrio Obrero, segundo las aguas del barrio Brisas del Mar y por último las aguas del barrio El bosque. Ver ilustración 17.

Es importante tener en cuenta que en la salida de campo realizada el 2 y 3 de octubre de 2013 se evidenció algunos sitios donde probablemente se van a construir casas, ya que según la cartografía se nota una vía conformada pero en la realidad había algunos lotes señalizados. Debido a lo anterior se procede a trazar los colectores por vías amplias y conformadas, teniendo en cuenta no intervenir la carrera 15 del distrito sur, la cual está recién pavimentada.

Para esta alternativa es importante tener en cuenta la delimitación del área a intervenir, a continuación se presentarán algunas precisiones:

En el distrito centro, se incluye dentro del diseño el Barrio Las Flores, ya que ésta es una zona aledaña al barrio Buenos Aires por el costado occidental, de poca extensión, la cual claramente por configuración urbanística debe ser hacia el oriente del Municipio de Turbo, y de no considerarse la conexión de este barrio en el diseño, repercutiría en el futuro, en un rediseño del colector del barrio Buenos Aires, con las consecuencias económicas que esto representa. De igual manera a la delimitación del Barrio Buenos Aires le son extraídas algunas cuadras pertenecientes al Barrio Manuela Beltrán antes contemplado en los cálculos hidráulicos del colector Barrio Buenos Aires.

El distrito sur direcciona las aguas a las lagunas de oxidación, pero mediante el chequeo hidráulico la profundidad del colector que recoge los tres barrios: El Bosque, Brisas del Mar y Obrero, es de aproximadamente 4.50m, por lo que es necesario proyectar una estación de bombeo, para lograr que se impulse el agua a la laguna cuya entrada es superficial.

La conformación de los barrios El bosque, Brisas del Mar y Obrero del distrito sur están definidos al igual que sus áreas de expansión

La siguiente tabla muestra la ubicación de cada colector trazado en cada distrito del municipio de Turbo. Ver 16 y 17 e ilustración 17.

Tabla 17 Ubicación trazado Colectores Distrito Centro Alternativa 1

UBICACIÓN COLECTOR BARRIO EL BUENOS AIRES - ALT 1		
INICIA	TERMINA	CONECTA A
Calle 106 con Carrera 10	Calle 103 con Carrera 15	C-26A Colector EBAR Jesús Mora
UBICACIÓN COLECTOR BARRIO LAS FLORES - ALT 1		
INICIA	TERMINA	CONECTA A
Calle 103 con Carrera 7B	Calle 103 con Carrera 11	C-828 Colector Barrio Buenos Aires
UBICACIÓN COLECTOR PLAZA DE MERCADO- ALT 1		
INICIA	TERMINA	CONECTA A
Calle 101 con Carrera 10	Calle 103 con Carrera 10	C-810 Colector Barrio Buenos Aires

Ubicación trazado Colectores Distrito Sur Alternativa 1

UBICACIÓN COLECTOR BARRIO EL BOSQUE - ALT 1		
INICIA	TERMINA	CONECTA A
Calle 91 con Carrera 20	Calle 89 con Carrera 23	EBAR NUEVA
UBICACIÓN COLECTOR BARRIO BRISAS DEL MAR - ALT 1		
INICIA	TERMINA	CONECTA A
Calle 96 con Carrera 13	Calle 91 con Carrera 20	C-211 Colector Barrio El Bosque
UBICACIÓN COLECTOR BARRIO OBRERO - ALT 1		
INICIA	TERMINA	CONECTA A
Calle 98A con Carrera 10	Carrera 13 con Calle 96	C-170 Colector Barrio Brisas del Mar

En la siguiente tabla se encuentra el resumen de la simulación de cada colector para la alternativa 1:

Tabla 18 Resumen de Cálculos por colector Alternativa 1

Colector	Área (ha)	Caudal (L/s)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diámetro (pulgada)	Cota terreno Inicial	Cota terreno final	Cota batea inicial	Cota batea final
Barrio Buenos Aires	25,75	111,90	880,18	0,1 - 0,25	(8-24)	0,41	1,19	-0,39	-2,77
Barrio Las Flores	6,23	26,36	529,16	0,1 - 0,2	(10-12)	0,00	0,48	-0,80	-0,16
Plaza de Mercado	1,32	4,83	209,85	0,4	8	0,69	0,47	-0,11	-0,96
Principal EBAR Jesús Mora	112,89	473,88	785,32	0,07 - 0,47	(10-33)	-0,13	0,84	-2,16	-3,92
Barrios Obrero-Brisas del Mar- El Bosque	182,58	514,88	2124,74	0,0107 - 0,30	(10-33)	0,40	1,60	-0,40	-2,41
Principal EBAR Ciudadela	64,76	185,80	1024,11	0,06 - 0,93	(8-18)	0,36	1,49	-0,75	-3,73

En la tabla anterior se evidencia que el área del colector EBAR Ciudadela Bolívar es 64,76ha, que corresponde al área del estudio actual que comprende la zona urbanizada del distrito sur; es decir, que las 102,66ha de expansión son a futuro, y tributarán a dicho colector pero no son objeto de análisis, ya que esta área de expansión requerirá diseño u optimización del colector existente y la optimización de la EBAR Ciudadela Bolívar.

Ilustración 17 Alternativa 1

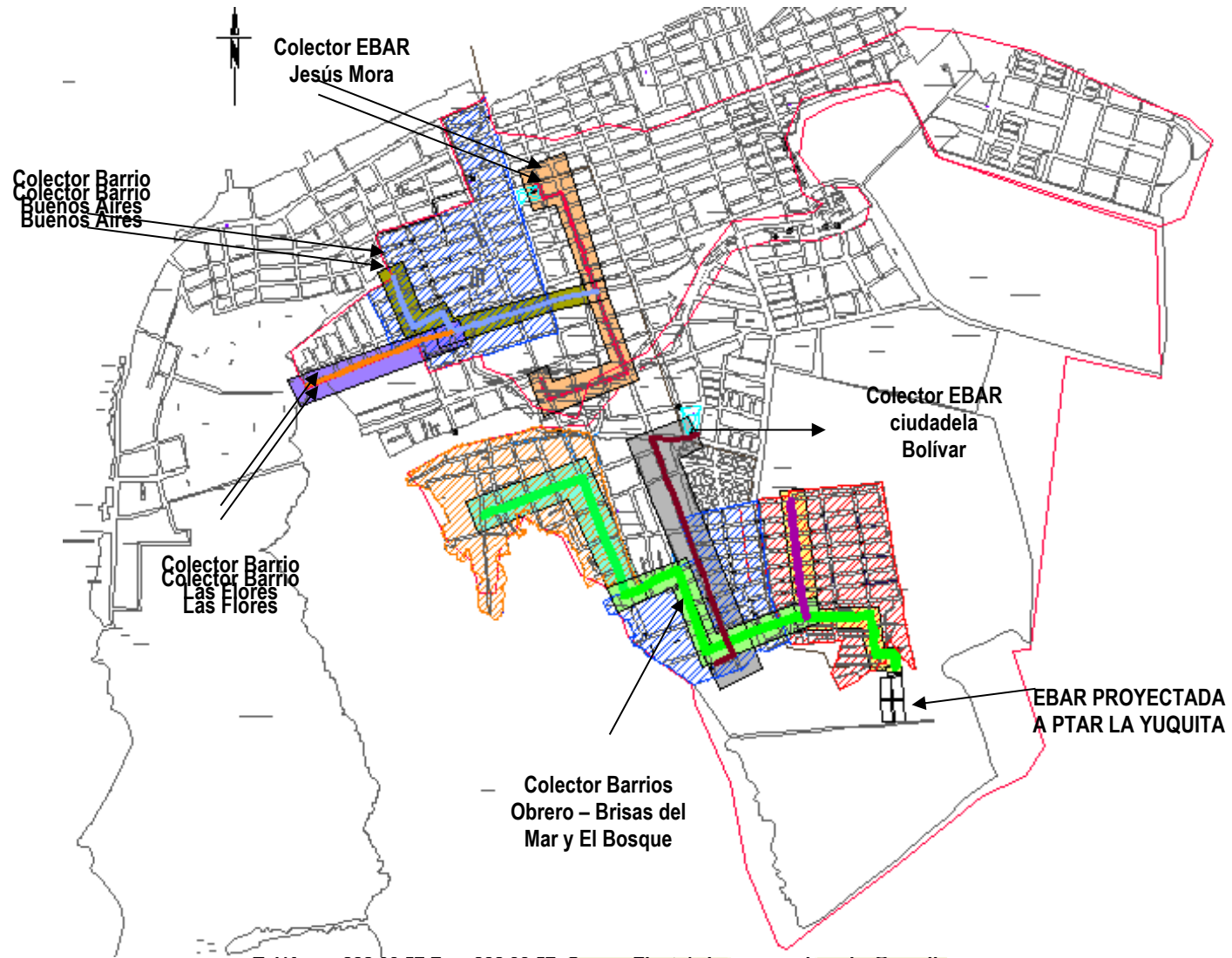
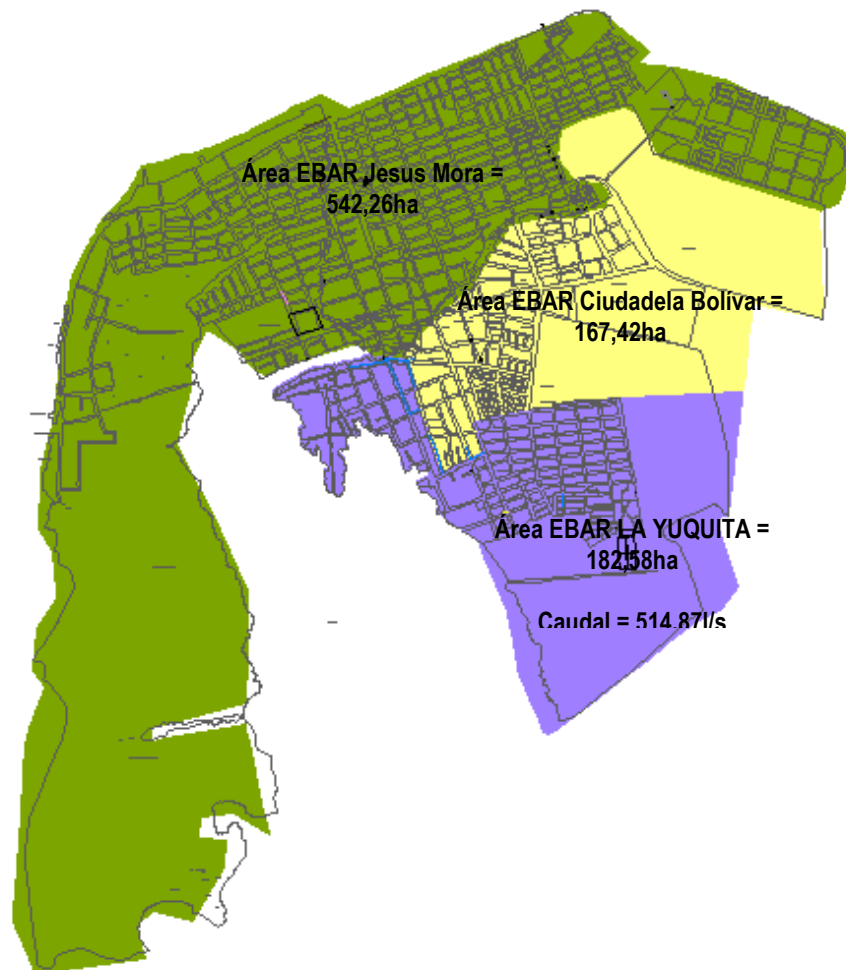


Ilustración 18 Ventaja Alternativa 1 Distribución equitativa de Caudales del Municipio de Turbo



Debido a todo lo anterior se establece el siguiente cuadro de ventajas y desventajas:

Tabla 19 Ventajas y desventajas de la alternativa 1

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> Disminución del área que tributa al colector principal (carrera 15) del distrito sur. Distribución equitativa y equilibrada de las áreas tributarias y caudales residuales del municipio de Turbo a las distintas EBAR, existentes y Proyectadas. Ver 0. Disminuir el caudal de entrada a la EBAR Ciudadela Bolívar. Aprovechamiento de las redes existentes del colector principal (carrera 15) No intervención de vías principales (Carrera 15) Disminuye la vulnerabilidad del sistema de alcantarillado, ya que si se tiene tres EBAR, si una sale de operación, se tendrían dos que suplan las necesidades específicas del municipio de Turbo. 	<ul style="list-style-type: none"> Costos de inversión inicial, por la construcción de una EBAR proyectada. Generación de impacto comunitario por la ubicación de la EBAR en zona de invasión. Requiere de servidumbres.

8.7.3 ALTERNATIVA N°2. Trazado colectores por barrio que entregan a EBAR Ciudadela Bolívar sin intervención de la carrera 15

Esta alternativa tiene como objetivo llevar todas las aguas residuales mediante colectores por barrio. Con esta alternativa el Barrio Buenos Aires y Flores se conectarán al colector EBAR Jesús Mora, al igual que en la alternativa 1. El Barrio Brisas del mar conectaría al Barrio Obrero y éste a su vez conectaría al barrio El Bosque. El colector del barrio El bosque conectaría en un solo punto al colector EBAR Ciudadela Bolívar, generando el cambio de los últimos 2 tramos de Ø18" a Ø33" sobre la calle 99. Ver ilustración 19.

A continuación se muestra el alineamiento de los colectores del distrito sur, el distrito centro se conserva al igual que la alternativa 1 y se observa en la tabla 20.

Tabla 20 Ubicación trazado Colectores Distrito Sur Alternativa 2

UBICACIÓN COLECTOR BARRIO EL BOSQUE - ALT 2		
INICIA	TERMINA	CONECTA A
Calle 95 con Carrera 23	Carrera 16 con Calle 99	C-56 Colector EBAR Ciudadela Bolívar

Calle 97A N°104-13 Barrio El Humedal, Apartadó – Antioquia

Teléfono: 828 66 57 Fax: 828 99 57, Correo Electrónico: aguasdeuraba@gmail.com

UBICACIÓN COLECTOR BARRIO BRISAS DEL MAR - ALT 2		
INICIA	TERMINA	CONECTA A
Calle 93 con Carrera 13	Carrera 14B con Calle 98	C-25C Colector Barrio Obrero
UBICACIÓN COLECTOR BARRIO OBRERO - ALT 2		
INICIA	TERMINA	CONECTA A
Calle 98A con Carrera 9	Calle 98 con Carrera 16	C-518 Colector Barrio El Bosque

En la siguiente tabla se encuentra el resumen de la simulación de cada colector para la alternativa 2:

Tabla 21 Resumen de Cálculos por colector Alternativa 2

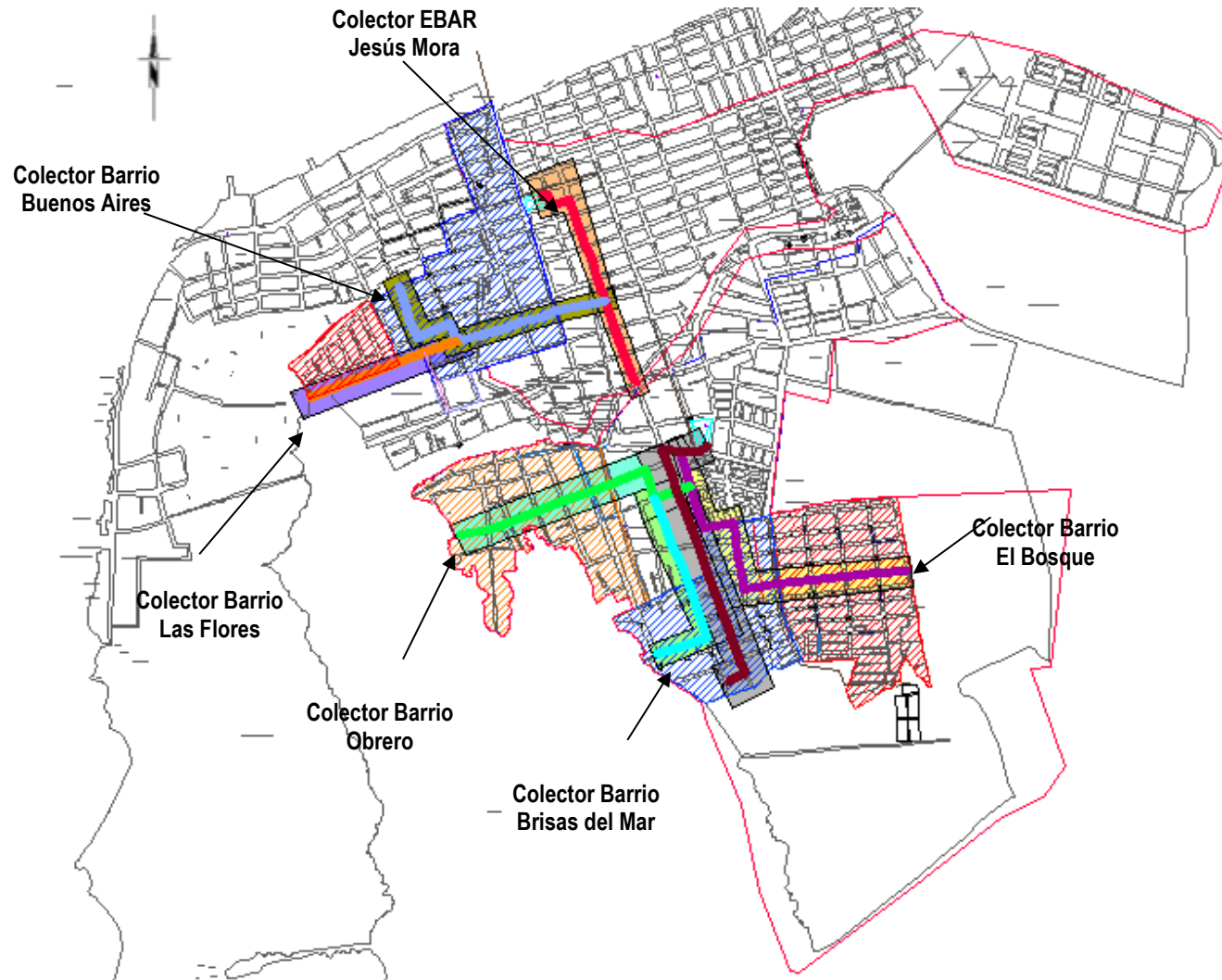
Colector	Área (ha)	Caudal (L/s)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diámetro (pulgada)	Cota terreno Inicial	Cota terreno final	Cota batea inicial	Cota batea final
Barrio Buenos Aires	25,75	111,90	880,18	0,1 - 0,25	(8-24)	0,41	1,19	-0,39	-2,77
Barrio Las Flores	6,23	26,36	529,16	0,1 - 0,2	(10-12)	0,00	0,48	-0,80	-0,16
Plaza de Mercado	1,32	4,83	209,85	0,4	8	0,69	0,47	-0,11	-0,96
Principal EBAR Jesus Mora	112,89	473,88	785,32	0,07 - 0,47	(10-33)	-0,13	0,84	-2,16	-3,92
Barrio Obrero	28,05	193,80	889,36	0,05 - 0,39	(10-24)	0,35	1,48	-0,65	-2,77
Barrio Brisas del Mar	39,55	114,44	674,67	0,12 - 0,60	(10-20)	0,46	1,02	-0,59	-2,28
Barrio El Bosque	182,58	514,87	1148,42	0,07 - 0,50	(20-33)	0,50	1,82	-0,72	-3,52
Principal EBAR Ciudadela	247,33	694,13	1024,11	0,06 - 0,93	(8-33)	0,36	1,49	-0,75	-3,73

Debido a todo lo anterior se establece el siguiente cuadro de ventajas y desventajas:

Tabla 22 Ventajas y desventajas de la alternativa 2

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menores costos de inversión inicial, ya que se seguiría utilizando la EBAR existente Ciudadela Bolívar. ▪ Impacto comunitario es mínimo. ▪ Cambiar solo 2 tramos del colector principal existente del distrito sur de Ø18" a Ø33". ▪ No intervención de vías principales (Carrera 15) ▪ No se requiere servidumbre para proyectar estructuras, puesto que se están utilizando las existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se dejarían de atender sectores del Barrio El Bosque bajo el argumento de zona de difícil recolección ya que por condiciones topográficas no sería factible la conexión al colector principal sobre la calle 99. ▪ Aumento de caudales de la EBAR existente Ciudadela Bolívar. ▪ Inadecuada distribución de las áreas tributarias ▪ Costos de inversión inicial, por la optimización de la EBAR e impulsión existente Ciudadela Bolívar ▪ Aumenta la vulnerabilidad del sistema ya que se está centralizando el 100% del área del distrito sur en una sola EBAR, si ésta presenta alguna falla, colapsaría el 70% del sistema de alcantarillado del municipio.



Ilustración 19 Alternativa 2



Calle 97A N°104-13 Barrio El Humedal, Apartadó – Antioquia

Teléfono: 828 66 57 Fax: 828 99 57, Correo Electrónico: aguasdeuraba@gmail.com

Tabla 23 Resumen de alternativas para el trazado de las redes de alcantarillado del Municipio de Turbo

Ítem	Alternativa 1	Alternativa 2
REDES DE ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO	<p>Con esta alternativa el Barrio Buenos Aires y las Flores se conectarán al colector EBAR Jesús Mora. El otro colector se formaría desde el barrio Obrero, conectando al barrio Brisas del Mar y por último recogiendo las aguas del barrio El Bosque. Este último colector dirige las aguas a la PTAR La Yuquita, el cual llega con una profundidad batea de 4.50m, por lo que es necesario una EBAR NUEVA para lograr descargar en la laguna de manera superficial. Este colector le tributa el área de expansión y la propia de los barrios</p>	<p>Con esta alternativa el Barrio Buenos Aires y las Flores se conectarán al colector EBAR Jesús Mora. Se plantea otro trazado, en el que el barrio Brisas del Mar se conecta con el colector del barrio Obrero y éste a su vez se conecta al colector del Barrio El Bosque, para entregar en UN PUNTO al colector EBAR Ciudadela Bolívar. En esta alternativa se cambiarán 2 tramos del colector principal de Ø18" a Ø33" SIN INTERVENIR la carrera 15. El colector de los Barrios El bosque y Brisas del Mar se le tributa el área de expansión, además del área propia del barrio.</p>
FIGURAS	 <p>Mapa de la Alternativa 1 de alcantarillado. Muestra la red de colectores y PTAR en el municipio de Turbo, con colores que indican diferentes tramos y conexiones.</p>	 <p>Mapa de la Alternativa 2 de alcantarillado. Muestra la red de colectores y PTAR en el municipio de Turbo, con colores que indican diferentes tramos y conexiones, destacando los cambios propuestos en la Alternativa 2.</p>

Antes de hacer el análisis de costos de cada alternativa se establecen los siguientes parámetros para realizar el cálculo del costo de energía:

Tabla 24 Parámetros para la evaluación del costo de energía

PARÁMETROS	UN	BOMBEO JESÚS MORA		BOMBEO CIUDADELA BOLÍVAR		BOMBEO LA YUQUITA
		ACTUAL	PROYECTADO	ACTUAL	PROYECTADO	PROYECTADO
Longitud de Impulsión	m	2620	2620	1430	1430	500
Diámetro	pulg	12	20	14	20	20
Caudal	l/s	65	195	63	252	186
Altura Dinámica total	m	31,03	28,91	19,93	23,09	8,59
Horas de bombeo	h	12	18	12	18	18
Costo de Energía por mes	\$ kWhr	\$ 4.192.780	\$ 17.579.731	\$ 2.610.746	\$ 18.146.867	\$ 4.980.735

La siguiente tabla muestra la programación de inversión a corto y largo plazo sobre las estructuras existentes y proyectadas para el municipio de Turbo.

Tabla 25 Programación de Inversión de las EBARs

ÍTEM	CONSTRUCCIÓN EBAR LA YUQUITA		OPTIMIZACIÓN EBAR CIUDADELA BOLÍVAR		OPTIMIZACIÓN EBAR JESÚS MORA	
	Inversión a Corto Plazo	Inversión a Largo Plazo	Inversión a Corto Plazo	Inversión a Largo Plazo	Inversión a Corto Plazo	Inversión a Largo Plazo
Servidumbre	\$ 250.000.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Lote	\$ 700.000.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
EBAR	\$ 700.000.000	\$ 600.000.000	\$ 300.000.000	\$ 200.000.000	\$ 300.000.000	\$ 300.000.000
Tubería de Impulsión	\$ 400.000.000	\$ 0	\$ 820.000.000	\$ 0	\$ 1.500.000.000	\$ 0
SUBTOTAL	\$ 2.050.000.000	\$ 600.000.000	\$ 1.120.000.000	\$ 200.000.000	\$ 1.800.000.000	\$ 300.000.000
TOTAL	\$ 2.650.000.000		\$ 1.320.000.000		\$ 2.100.000.000	

A continuación se presenta el análisis de costos de cada alternativa:

Tabla 26 Costos Alternativa 1

ALTERNATIVA 1			
TRAZADO COLECTORES			
DIÁMETROS	CANTIDAD	VALOR	TOTAL
φ8"-φ14"	1472,53	\$ 500.000	\$ 736.265.000
φ16"-φ24"	1437,5	\$ 1.100.000	\$ 1.581.250.000
φ27"-φ33"	1618,98	\$ 1.300.000	\$ 2.104.674.000
SUBTOTAL	4529,01		\$ 4.422.189.000
BOMBEO CUIDADELA BOLIVAR			
OPERACIÓN	CANTIDAD	VALOR/ANUAL	TOTAL
HORAS DE BOMBEO (8-12 HORAS DIARIAS)	30	\$ 31.328.950	\$ 939.868.506
OPERADOR	1	\$ 16.000.000	\$ 16.000.000
SUBTOTAL			\$ 955.868.506
BOMBEO LA YUQUITA			
CONSTRUCCIÓN DE EBAR LA YUQUITA (Incluye compra de lote, Servidumbre, y línea de impulsión)	1	\$ 2.650.000.000	\$ 2.650.000.000
HORAS DE BOMBEO (18-24 HORAS DIARIAS)	30	\$ 61.676.212	\$ 1.850.286.348
OPERADOR	2	\$ 16.000.000	\$ 32.000.000
SUBTOTAL			\$ 4.532.286.348
BOMBEO JESÚS MORA			
OPERACIÓN	CANTIDAD	VALOR/ANUAL	TOTAL
OPTIMIZACIÓN DE EBAR (Incluye Línea de Impulsión)	1	\$ 2.100.000.000	\$ 2.100.000.000
HORAS DE BOMBEO (12-18 HORAS DIARIAS)	30	\$ 210.956.778	\$ 6.328.703.335

Calle 97A N°104-13 Barrio El Humedal, Apartadó – Antioquia

Teléfono: 828 66 57 Fax: 828 99 57, Correo Electrónico: aguasdeuraba@gmail.com

OPERADOR	2	\$ 16.000.000	\$ 32.000.000
SUBTOTAL			\$ 8.460.703.335
TOTAL			\$ 18.371.047.189

Tabla 27 Costos Alternativa 2

ALTERNATIVA 2			
TRAZADO COLECTORES			
DIÁMETROS	CANTIDAD	VALOR	TOTAL
φ8"-φ14"	1653,19	\$ 500.000	\$ 826.595.000
φ16"-φ24"	2460,1	\$ 1.100.000	\$ 2.706.110.000
φ27"-φ33"	1087,08	\$ 1.300.000	\$ 1.413.204.000
SUBTOTAL	5200,37		\$ 4.945.909.000
BOMBEO CUIDADELA BOLÍVAR			
OPERACIÓN	CANTIDAD	VALOR/ANUAL	TOTAL
OPTIMIZACIÓN DE EBAR (Incluye Línea de Impulsión)	1	\$ 1.320.000.000	\$ 1.320.000.000
HORAS DE BOMBEO (18-24 HORAS DIARIAS)	30	\$ 217.762.399	\$ 6.532.871.958
OPERADOR	2	\$ 16.000.000	\$ 32.000.000
SUBTOTAL			\$ 7.884.871.958
BOMBEO JESÚS MORA			
OPERACIÓN	CANTIDAD	VALOR/ANUAL	TOTAL
OPTIMIZACIÓN DE EBAR (Incluye Línea de Impulsión)	1	\$ 2.100.000.000	\$ 2.100.000.000
HORAS DE BOMBEO (12-18 HORAS DIARIAS)	30	\$ 210.956.778	\$ 6.328.703.335
OPERADOR	2	\$ 16.000.000	\$ 32.000.000
SUBTOTAL			\$ 8.460.703.335
TOTAL			\$ 21.291.484.294

Tabla 28 Resumen costos Alternativas

Alternativa 1		Alternativa 2	
Con esta alternativa el Barrio Buenos Aires y las Flores se conectarán al colector EBAR Jesús Mora. El otro colector se formaría desde el barrio Obrero, conectando al barrio Brisas del Mar y por último recogiendo las aguas del barrio El Bosque. Este último colector dirige las aguas a la EBAR proyectada		Con esta alternativa el Barrio Buenos Aires y las Flores se conectarán al colector EBAR Jesús Mora. Se plantea otro trazado, en el que el barrio Brisas del Mar se conecta con el colector del barrio Obrero y éste a su vez se conecta al colector del Barrio El Bosque, para entregar al colector EBAR Ciudadela Bolívar.	
Distrito Centro EBAR Jesús Mora= 146,18ha		Distrito Centro EBAR Jesús Mora= 146,18ha	
Distrito Sur EBAR Ciudadela= 64,76ha		Distrito Sur EBAR Ciudadela = 247,3ha	
Distrito Sur EBAR LA YUQUITA=182,58ha			
Caudal Barrio Buenos Aires-Las Flores-Plaza de Mercado y Colector Existente= 473,88 l/s		Caudal Barrio Buenos Aires-Las Flores-Plaza de Mercado y Colector Existente= 473,88 l/s	
Colector existente Ciudadela Bolívar =185,80L/s		Caudal Barrios Obrero-Brisas del Mar -El Bosque y Colector existente =694,13L/s	
Caudal Barrios Obrero-Brisas del Mar -El Bosque a EBAR Nueva = 514,88L/s			
ÍTEM	Valor	ÍTEM	Valor
Colectores por Barrio L= 4529,01 m	\$ 4.422.189.000	Colectores por Barrio L= 5200,37 m	\$ 4.945.909.000

Calle 97A N°104-13 Barrio El Humedal, Apartadó – Antioquia

Teléfono: 828 66 57 Fax: 828 99 57, Correo Electrónico: aguasdeuraba@gmail.com

Operación EBAR Ciudadela Bolívar	\$ 955.868.506	Optimización y Operación EBAR Ciudadela Bolívar	\$ 7.884.871.958
Construcción y Operación EBAR LA YUQUITA	\$ 4.532.286.348	Operación EBAR Jesús Mora	\$ 8.460.703.335
Operación EBAR Jesús Mora	\$ 8.460.703.335		
Total	\$ 18.371.047.189	Total	\$ 21.291.484.294

8.8 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para valorar las alternativas que se plantean, se presentan en la siguiente tabla los parámetros de evaluación, los cuales son los que mayor incidencia tienen al momento de definir la alternativa más apropiada.

Tabla 29 Criterios usados en la selección de alternativas

Criterio	Descripción	Puntaje máximo
Costos por inversión inicial	Hace referencia a los costos presupuestados para cada alternativa durante su fase constructiva, contempla el desarrollo de redes nuevas, optimización de la EBAR Ciudadela Bolívar y la Construcción de la EBAR La Yuquita. Se calificará con el máximo puntaje a la alternativa de costos más bajos y con el mínimo puntaje a la alternativa de costos más altos.	25
Costos de operación, mantenimiento.	Compara el costo en un período de tiempo (30 años) asociado a los requerimientos de personal calificado, contratistas y equipos necesarios para realizar la operación y el mantenimiento de las redes y estaciones de bombeo.; Se calificará con el mínimo puntaje al que se estima exigirá los mayores costos y con el máximo puntaje al de menor costo.	25
Aspectos técnicos	Determina la facilidad constructiva de las alternativas propuestas, de acuerdo con diferentes aspectos como: las áreas la topografía del terreno a intervenir, vías a intervenir y trazado de las redes y redes a reponer. La distribución equitativa de las áreas y de los caudales por distritos en las diferentes EBARs existentes y proyectadas, vulnerabilidad del sistema y el trazado de los colectores.	25
Impacto Comunitario	Evalúa los trastornos que se puedan generar durante el tiempo que dura la construcción de las obras, como son las afectaciones por movimientos de tierra, generación de ruidos, olores y material particulado, y restricciones a la movilidad.	25

8.9 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

A continuación se presenta la matriz de evaluación de las alternativas de solución planteadas; en la página anterior se sustenta la ponderación asignada a cada parámetro. Para la selección de la alternativa ganadora se escogerá aquella que acumule mayor puntaje

Tabla 30 Matriz de evaluación de las alternativas

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN		Puntaje máximo	Nivel de incidencia	Puntaje x Calificación	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
					Clasificación	Clasificación
Costos económicos (50)	Costos por inversión inicial	25	Alto	10	Alto 10	Medio 20
			Medio	20		
			Bajo	25		
	Costos por operación y mantenimiento	25	Alto	10	Medio 20	Alto 10
			Medio	20		
			Bajo	25		
Aspectos técnicos (25)	Distribución de caudales, vulnerabilidad del sistema y trazado de colectores	25	Alta	25	Alta 25	Bajo 10
			Media	20		
			Baja	10		
Socio-ambiental (25)	Impacto comunitario	25	Alto	10	Medio 20	Bajo 25
			Medio	20		
			Bajo	25		
Calificación Total		100			75	65

8.10 ANÁLISIS DE LA SELECCIÓN

Frente a los costos económicos la alternativa 1 es la más costosa por la construcción de la EBAR y la compra de predios que se necesitarían, por ello se le da una calificación Alta. Mientras que la alternativa 2 se le dio una calificación de Media porque además de la construcción de las redes de alcantarillado se requiere la optimización de la EBAR Ciudadela Bolívar que no es tan costosa como construir una nueva EBAR. Lo anterior deja a la alternativa 2 como la más favorable económicamente.

En cuanto a los costos por operación y mantenimiento, la alternativa 1 obtiene el puntaje más alto, puesto que los costos de bombeo son mucho menor dado que la EBAR se proyectará contigua a la PTAR; por el contrario, la alternativa 2, tendría unos costos de bombeo mayor porque aumentaría el caudal en la EBAR Ciudadela Bolívar; se le asigna el menor puntaje por ser más costoso a nivel energético. Lo anterior deja a la alternativa 1 como la mejor en este parámetro.

En lo que respecta a los aspectos técnicos de facilidad constructiva y la distribución equitativa de las áreas y caudales a las EBAR existentes, trazado de colectores y vulnerabilidad del sistema, la alternativa 1 se le otorga el mayor puntaje porque de esta manera el municipio de Turbo distribuirá los caudales, y ninguna EBAR quedará sobre cargada; adicionalmente el trazado de los colectores en la alternativa 2 está sujeto a lo existente, mientras para la alternativa 1 se trazan los colectores sin ningún tipo de restricción. Lo anterior implica que la alternativa 1 es la mejor por distribución de caudales y trazado de colectores

En cuanto al impacto comunitario se calificará con el máximo puntaje la alternativa cuya afectación fuese más baja y con el mínimo puntaje a la alternativa cuya afectación del entorno sería la más crítica. Se da un puntaje medio a la alternativa 1, ya que se genera un impacto considerable, pero no alto puesto que en la zona ya existen las lagunas de oxidación, mientras que para la alternativa 2 se da un puntaje bajo puesto que el impacto sería mínimo.

De acuerdo con los resultados de la matriz de evaluación, se recomienda por parte del consultor que la **alternativa 1**, sea la elegida, al obtener un mayor puntaje.

9 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO TURBO

El distrito sur conservará el colector existente Ciudadela Bolívar y se proyectará un colector nuevo que verterá las aguas residuales a la estación de bombeo que quedará situada donde actualmente se encuentran las lagunas “La Yuquita”

Adicionalmente se proyectaron también redes de alcantarillado para los barrios en estudio, incluyendo la zona de inundación del municipio en el barrio Obrero, que actualmente carece del servicio, estas son independientes de todo el sistema del municipio.

Según el diseño planteado en esta etapa, se consideran entonces 2 zonas en el municipio, las cuales se definen de la siguiente manera:

Zona1: La conforman las redes de alcantarillado del distrito Norte del municipio, que reúne sus aguas en la EBAR Jesús Mora y corresponde al 61% del total del área tributaria del municipio

Zona 2: La conforman las redes de alcantarillado del Distrito Sur; y corresponden al 39% del área tributaria del Municipio. Al mismo tiempo ésta zona se dividen en dos subzonas, las cuales se describen a continuación:

Subzona 1: La conforman las redes de alcantarillado que vierte sus aguas a la EBAR Ciudadela Bolívar. Corresponde al 19% del área tributaria del municipio. y 12% de esta área es expansión.

Subzona 2: La conforman las redes de alcantarillado que vierten sus aguas residuales a la EBAR proyectada La Yuquita y corresponde al 20% del área tributaria del Municipio, en donde están los barrios Obrero, Brisas del Mar, El bosque y su zona de expansión.

En la 0 se pueden apreciar las zonas anteriormente descritas:

Ilustración 20 Configuración de las zonas que definen el sistema de alcantarillado proyectado para el municipio Turbo

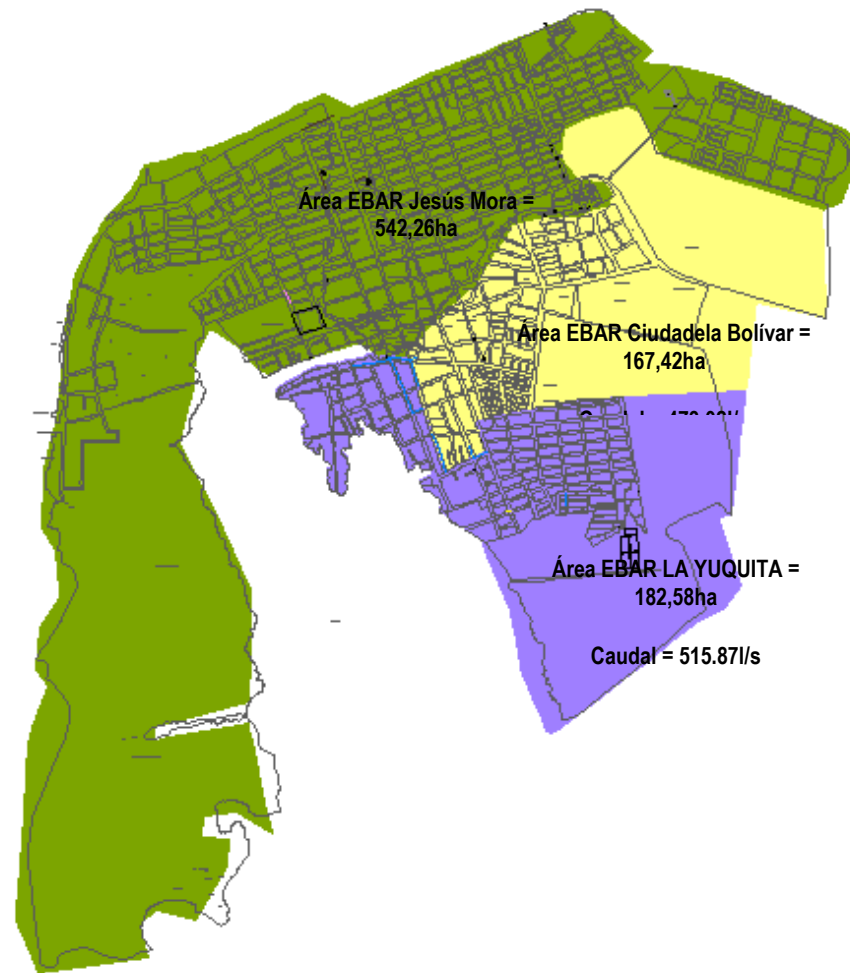
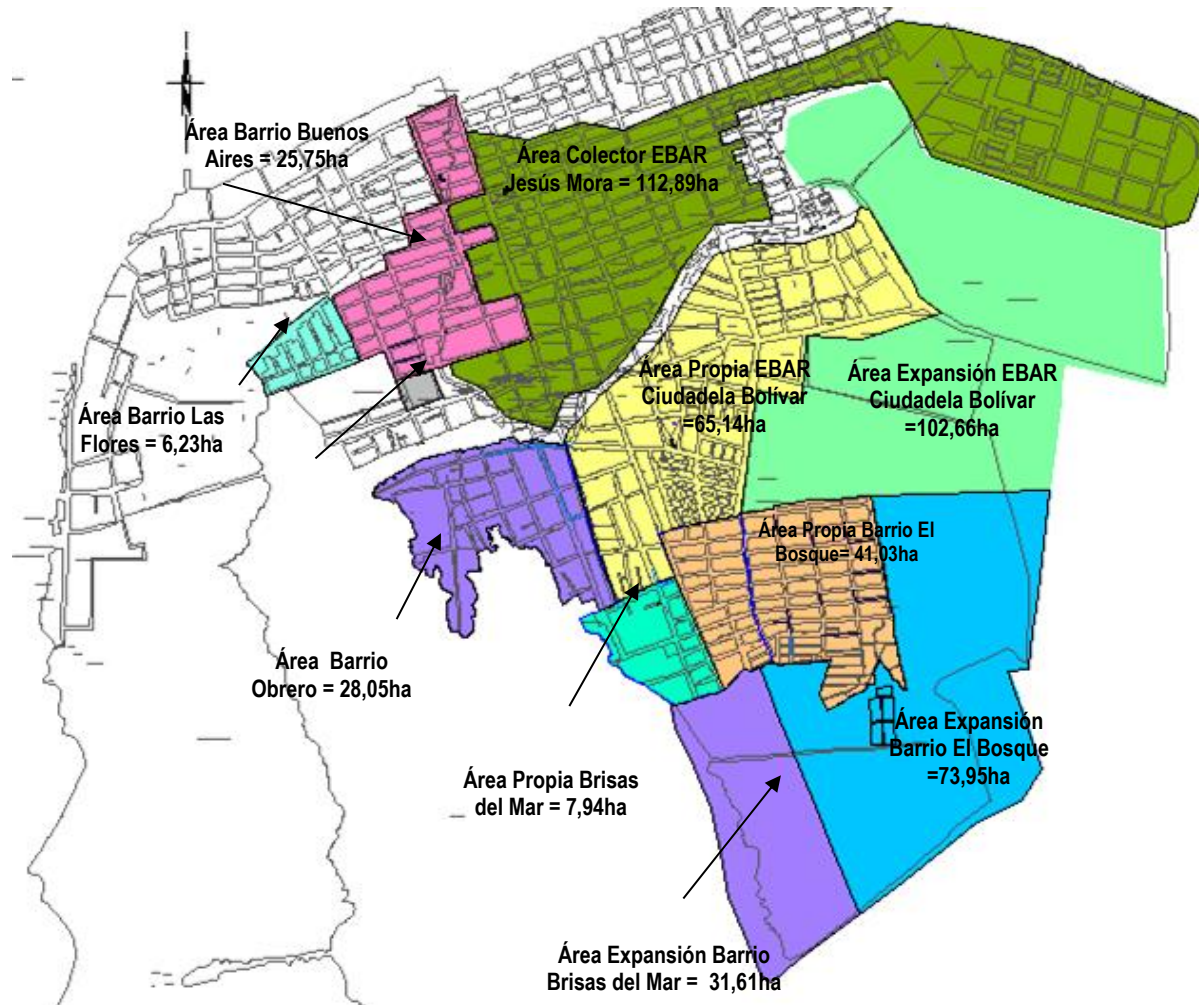


Ilustración 21 Configuración de las áreas de estudio que definen el sistema de alcantarillado proyectado para el municipio Turbo



Antes de iniciar con la descripción de las redes de alcantarillado urbano, se presentan los parámetros y estudios definidos para el diseño.

9.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

A continuación se presentan los aspectos más sobresalientes del estudio topográfico, ANEXO 1.

9.1.1 Equipo empleado

- 4 Estaciones totales Horizon HTS-585R
- 8 Prismas
- 4 Mini prismas
- 4 Bastones de 5 m.
- 2 Bastones de 2.15 m.
- 6 Bastones de 2.6 m.
- 4 Niveles Marca Nikon Ax 2s: Nivel de precisión para levantamiento topográfico.
- 15 Trípodes para trabajo de topografía.
- 20 Miras: En aluminio, con código de barras el nivel electrónico y en sistema métrico.
- 3 Niveles Leica Sprinter 100m: Nivel digital electrónico, libre de errores, el lector digital lee el código de barras de la mira, determinando automáticamente altura y distancia.
- 1 Nivel electrónico Sokkia SDL 30: 0.06mm de precisión, lectura electrónica.
- 3 GPS Thales Promark 3: Equipo para medición de cotas y coordenadas, incluye, receptor de datos, protector de equipo, extensión, antena vertical, antena coaxial, soporte de campo, adaptador, flexómetro y batería de litio.
- 1 Brújula
- 3 Altimetros
- 2 Estereoscopios

9.1.2 Sistema de levantamiento

El sistema empleado en el levantamiento topográfico fue el Sistema de coordenadas planas OESTE_MAGNA, amarrado a la red geodésica Urabá 2009.

La longitud trabajada para Amarre a la Red Geodésica de Urabá en el Municipio de Turbo fue 2.671 Km y para los cierres poligonales fue 1.471Km; en las siguientes tablas se presentan los resultados de nivelación de los mojones.

Tabla 31 Levantamiento Topográfico

LUGAR:	Turbo
FECHA LEVANTAMIENTO:	20 Diciembre de 2010
TOPÓGRAFO:	Yinna Perafán Ortega
COMISIÓN:	GP
AMARRE:	1.659

NIVELACIÓN					
EN	V (+)	V (-)	VI	COTA	OBSERVACIÓN
C#E12016CM	1.378			1.659	Delta Carolina Mosquera
C#1GP		1.414		1.623	Cambio Yinna Perafán

C#1GP	1.282			1.623	Cambio Yinna Perafán
C#TUR_01		0.916		1.989	Mojon Turbo -01 de 2010

C#TUR_01	0.867			1.989	Mojon Turbo -01 de 2010
C#2GP		1.222		1.634	Cambio Yinna Perafán

C#2GP	1.417			1.634	Cambio Yinna Perafán
C#E12016CM		1.392		1.659	Delta Carolina Mosquera

CONTRA NIVELACIÓN						ERROR
EN	V (+)	V (-)	VI	COTA	OBSERVACIÓN	
C#1GP	1.421			1.623	Cambio Yinna Perafán	0.000
C#E12016CM		1.385		1.659	Delta Carolina Mosquera	0.000

C#TUR_01	0.909			1.989	Mojon Turbo -01 de 2010	0.000
C#1GP		1.275		1.623	Cambio Yinna Perafán	0.000

C#2GP	1.251			1.634	Cambio Yinna Perafán	0.000
C#TUR_01		0.896		1.989	Mojon Turbo -01 de 2010	0.000

C#E12016CM	1.399			1.659	Delta Carolina Mosquera	0.000
C#2GP		1.424		1.634	Cambio Yinna Perafán	0.000

LUGAR:	Turbo
FECHA LEVANTAMIENTO:	20 Diciembre de 2010
TOPÓGRAFO:	Yinna Perafán Ortega
COMISIÓN:	GP
AMARRE:	2.575

NIVELACIÓN					
EN	V (+)	V (-)	VI	COTA	OBSERVACIÓN
C#TUR_04	1.459			2.575	Mojon Turbo -04 de 2009
C#TUR_02		1.452		2.582	Mojon Turbo -02 de 2010

C#TUR_02	1.001			2.582	Mojon Turbo -02 de 2010
C#TUR_04		1.009		2.574	Mojon Turbo -04 de 2009

CONTRA NIVELACIÓN						ERROR
EN	V (+)	V (-)	VI	COTA	OBSERVACIÓN	
C#TUR_02	1.456			2.582	Mojon Turbo -02 de 2010	0.000
C#TUR_04		1.463		2.575	Mojon Turbo -04 de 2009	0.000

C#TUR_04	1.100			2.574	Mojon Turbo -04 de 2009	0.000
C#TUR_02		1.092		2.582	Mojon Turbo -02 de 2010	0.000

9.1.3 Mojones

Se construyeron dos mojones en el Municipio de Turbo, amarrados a la red geodésica de Urabá, fueron identificados con una placa de bronce que contiene el año, el número del punto y las iniciales del municipio.

Tabla 32. Ubicación de los Mojones en Placa de Acero Georeferenciados

MUNICIPIO	ID_MOJÓN	DIRECCIÓN
Turbo	TUR_01 2010	Carrera 16 Calle 99 Estación de Bombeo Ciudadela Bolívar
	TUR_02 2010	Carrera 21 Calle 107 Iglesia El Divino Niño

Adicionalmente, se materializaron ocho mojones de referencia, con el fin de permitir el replanteo.

Calle 97A N°104-13 Barrio El Humedal, Apartadó – Antioquia

Teléfono: 828 66 57 Fax: 828 99 57, Correo Electrónico: aguasdeuraba@gmail.com

Tabla 33. Ubicación Mojones de Referencia Materializados

MUNICIPIO	ID	UBICACIÓN
TURBO	TUR-03_LAG1	Laguna Yarumal
	TUR-04_LAG1	Laguna Yarumal
	TUR-05_LAGY	Laguna La Yuquita
	TUR-06_LAGY	Laguna La Yuquita
	TUR-03	Calle 107 Carrera 22
	TUR-04	Calle 107 Carrera 21
	TUR-05	Calle 102 Carrera 17
	TUR-06	Calle 101 Carrera 17
	TUR-07	Calle 115 Carrera 22
	TUR-08	Calle 115 Carrera 22
	TUR-09	Carrera 19 Calle 98
	TUR-10	Carrera 19 Calle 97 A
	TUR-03_LAG1	Laguna Yarumal

9.2 ESTUDIO GEOTÉCNICO

A continuación se presentan las conclusiones del estudio geotécnico realizado en el Municipio de Turbo, ANEXO 2.

9.2.1 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

El programa de exploración de campo consistió en la ejecución de Treinta y siete (37) perforaciones que alcanzaron como máximo los 5.00m y/o Rechazo localizadas estratégicamente, de estos sondeos se hace una descripción general en este capítulo y en los Anexos, se presenta cada uno de los registros campo, donde se indican la descripción de las muestras recobradas, la posición del nivel freático, la secuencia estratigráfica y demás detalles pertinentes.

La selección de los sitios a explorar respondió a las necesidades de conocer la distribución de los suelos en profundidad, según las condiciones geológicas y geomorfológicas reconocidas.

Las perforaciones se realizaron mediante el sistema de percusión, en las cuales, se tomaron muestras para ensayos de laboratorio. Adicionalmente se hizo una inspección en los alrededores de cada una de las zonas exploradas para verificar la presencia de áreas inestables cerca de cada región de interés.

9.2.2 ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

Se exploraron los Sectores dentro de la zona de interés, las muestras se describieron visualmente, donde se anotó la clasificación de campo, el color, la plasticidad, la consistencia, el cambio de estrato y demás observaciones complementarias.

Las muestras de las cucharas se empacaron en bolsas plásticas y fueron enviadas al laboratorio inmediatamente para el análisis de laboratorio.

Los S.P.T se llevaron a cabo con un martillo de seguridad de 0.62 kN de peso, que se dejaba caer desde una altura de 0.76 m (párrafo 5.4.1 de la norma ASTM D 1586-92), a intervalos de aproximadamente 1.25 m.

El valor de la resistencia a la penetración estándar (valor de N) se obtuvo como el número de golpes requerido para introducir la cuchara (split barrel sampler) 305 mm, después de hacerla penetrar 150 mm. Una vez determinado el valor de N, la cuchara se penetraba 305 mm adicionales con el fin de obtener una mayor cantidad de muestra y así confirmar la continuidad del estrato.

Las muestras se recobraron en tubos de pared delgada tipo Shelby de 76 mm de diámetro exterior (A.S.T.M D 1587), hincados a presión, y en cucharas (split-barrel sampler) de 50.8 mm de diámetro exterior, 38.1 mm de diámetro interior y un tubo muestreador de 700 mm de longitud (norma A.S.T.M D 1586, aprobada en 1992), penetradas para el S.P.T. En el anexo se presentan los resultados y sus respectivas representaciones gráficas.

9.2.3 ESTRATIGRAFIA DE LOS SUELOS EN LAS ZONAS DE ESTUDIO

En los diferentes sectores de estudio (Barrio Obrero, Brisas del Mar, El Bosque) se evaluó la estratigrafía del subsuelo con base en la descripción detallada de las muestras recuperadas y la inspección visual, con base en lo anterior, se define la estratigrafía general del sector.

Barrio Obrero y Brisas del Mar:

Desde el nivel del terreno hasta una profundidad variable de 0.40 y 0.80 m se encontraron materiales de llenos Antrópicos correspondientes a excedentes de construcción, restos de escombros, balastro y algo de basuras juntos con un material Limo Arcilloso de color café amarillento y vetas pardas de consistencia media a blanda.

Por debajo del material mencionado hasta las profundidades exploradas (Entre 2.50 y 5.1 m) se encuentra un material areno arcilloso de color grisáceo de consistencia media y/o arenas gravosa o gravas arenosas de color gris oscuro de consistencia media y origen aluvial.

Barrio El Bosque:

En este sector las vías cercanas a la escuela se encuentran una material Limo arcilloso junto con Balastro hasta una profundidad aproximada de entre 0.50 y 0.70 m desde ese estrato hasta las profundidades exploradas se encuentra un material arcilloso de color grisáceo.

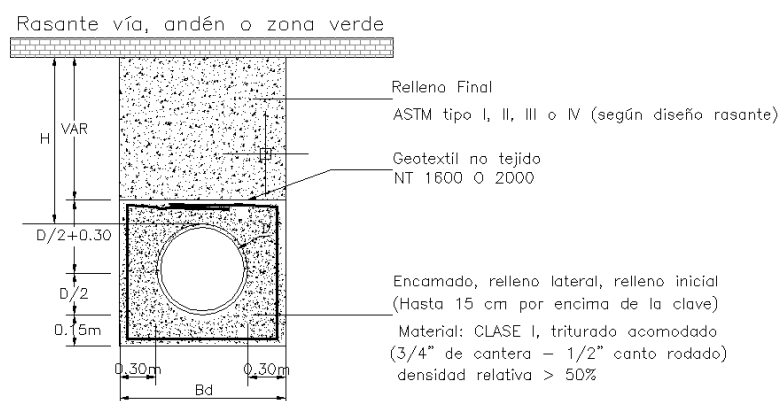
9.2.4 NIVEL FREÁTICO

El municipio de Turbo y los sectores donde se realizaron las exploraciones de campo se encuentran ubicados en la costa oriental del Golfo de Urabá, hecho por el cual se detectó en la mayoría de perforaciones nivel freático los cuales fluctúan entre los 0.50 m y los 1.40 m de profundidad, se debe tener sumo cuidado ya que estas fluctuaciones pueden modificar de forma desfavorable las propiedades mecánicas de los suelos presentes y de las estructuras desplantadas en él.

9.2.5 SISTEMA DE CIMENTACIONES

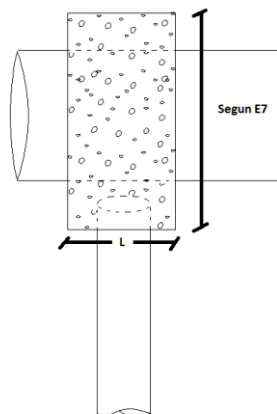
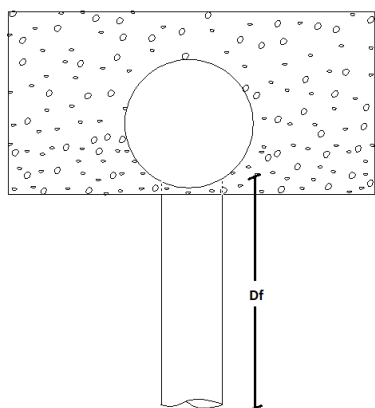
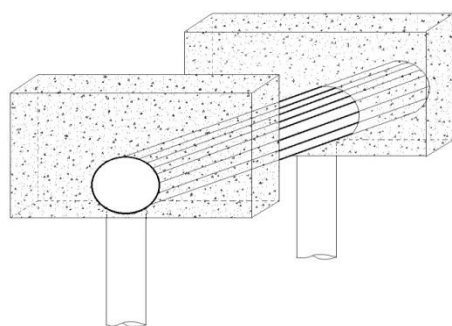
(N.A.P.A. = Se detectó nivel freático, Diciembre de 2013)

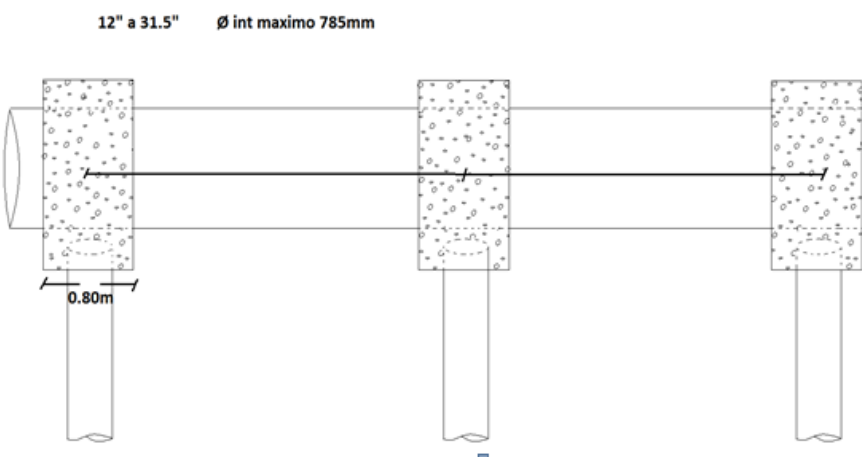
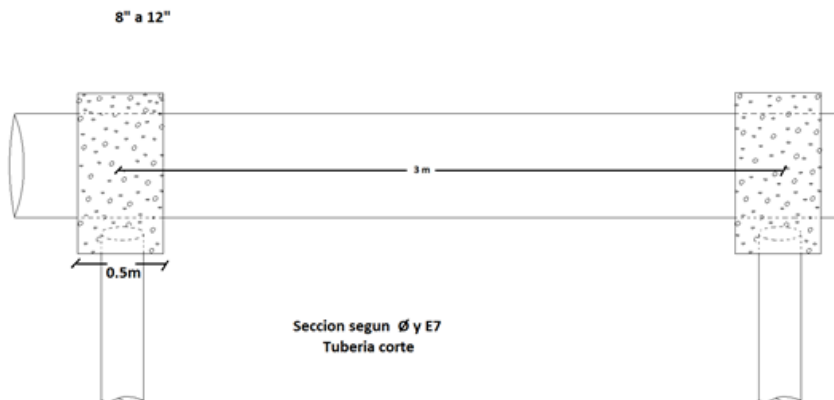
Detalle cimentación con nivel freático



<u>Longitud de Micro pilotes</u>	<u>Tipo de Fundación</u>	<u>Capacidad Portante (Ton-f/m²)</u>
<u>Df: 0.5 – 1.5, L : 2.00m</u> <u>Df: 1.50 – 4.50, L:2.50 m</u>	<u>Micro pilotes hincados, de madera inmunizada, con un diámetro entre:</u> <u>0.15 m - 0.20 m</u>	<u>Varía para cada Perforación.</u>

- ❖ K_{300} = Coef. Balasto Asumido = 0.09 N/mm³
- ❖ Nota: El Df varía para cada punto, pues su profundidad está dada a partir de la batea de la tubería en la excavación.

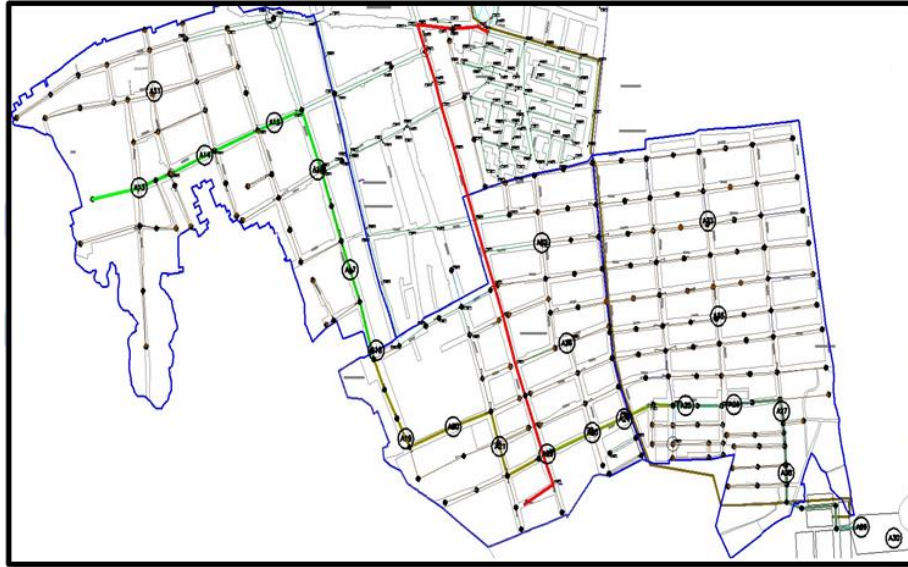




- ❖ La longitud de los tubos es de Seis (6) metros, por lo tanto utilizaremos soportes de **L**: Cincuenta (50) cm cada Tres (3) metros, medidos desde su eje, lo anterior esta propuesto para la tubería desde Ocho pulgadas (8") hasta Doce pulgadas (12").
- ❖ Para tubería de doce pulgadas (12") hasta treinta pulgadas (30") se propone utilizar soportes de **L**: Ochenta (80) cm, distribuidos Dos (2) en los extremos y Uno (1) en el medio de los dos anteriores, medidos desde los ejes de los soportes.

TABLA LOCALIZACIÓN PUNTOS DE PERFORACIÓN, ESFUERZO ADMISIBLE Y NIVEL FREÁTICO

Perforación	Localización	Df.	Nivel Freático [m]	Esfuerzo admisible
1	CL 103 CR 8 BIS	1.5	0.50	2.00
2	CL 103 ENTRE CR 88 Y CR 9	1.8	Entre 1.00-1.20	2.00
3	CL 103 ENTRE CR 10 Y CR 11	2.5	Entre 0.80-1.00	8.00
4	CL 103 CR 12 JUNTO AL CAÑO	2.6	Entre 0.80-1.00	3.00
5	CL 103 ENTRE CR 12 Y CR 13	3.2	1.00	6.00
6	CL 103 ENTRE CR 13 Y CR 14 HACIA LA CR 14	3.2	Se encuentra pavimentado	
7	CL 103 CR 14B	4	1.2	9.00
8	SOBRE LA CR 8 BIS ENTRE EL CABO YOYO Y CL 104	1.7	0.4	5.00
9	CL 105 CR 11	2	Entre 0.50-0.70	10.00
10	CL 106 CR 14	3	1	9.00
11	CL 106 CR 15	4.45	1	10.00
12	CL 111 CR 14	1.2	1.2	7.00
13	CL 98A CR 10	1.5	Entre 0.90-1.20	5.00
14	CL 98A CR 12 SOBRE LA CL 98A	1.9	0.5	9.00
15	CL 98A ENTRE CR 12 A Y CR 13	2	Entre 0.50-0.70	7.00
16	CL 98 CR 13	2.2	1.2	9.00
17	CL 97 CR 13 HACIA LA CR 13 A SOMTS	2.5	Entre 0.80-1.00	5.00
18	CL 96 CR 13	3	Entre 1.00-1.20	9.00
19	CL 93 CR 13	3.2	Entre 1.00-1.20	11.00
20	CL 19 ENTRE CR 13 Y CR 14B	3.2	1.2	7.00
21	CL 92 CR 14B	3.5	1	9.00
22	CL 91 CR 15 HACIA LA CL 91	3.5	1.2	7.00
23	CL 91 CR 17A	3.6	Entre 1.00-1.20	7.00
24	CL 91 CR 19 HACIA LA CL 91	3.7	Entre 1.20-1.40	10.00
25	CL 91 ENTRE CR 20 Y CR 21	3.8	1.2	12.00
26	CL 91 CR 21	3.9	1.3	11.00
27	CL 91 CR 22	4.5	1.4	11.00
28	ANTES DE CRUZAR PUENTE HACIA LAS LAGUNAS	4.5	1.2	11.00
29	LOTE FUTURA EBAR LA YUQUITA	5	1	5.00
30	LOTE FUTURA EBAR LA YUQUITA	5	1.8	9.00
31	CL 98C CR 11	2.5	1.2	5.00
32	CL 96A CR 17	2.5	Entre 1.00-1.20	5.00
33	CL 96A CR 21	2	1.2	5.00
34	CL 94 CR 17A	3	1.2	7.00
35	CL 94 CR 21	3	Entre 0.50-1.00	8.00
36	CR 10 ENTRE CL 102 Y 101 SECTOR PLAZA DE MERC	2	Entre 0.50-0.70	4.00
37	CL 101 CR 88 SECTOR PLAZA DE MERCADO	2.5	Entre 0.50-0.70	7.00



APIQUES: (A): De 13 a 35

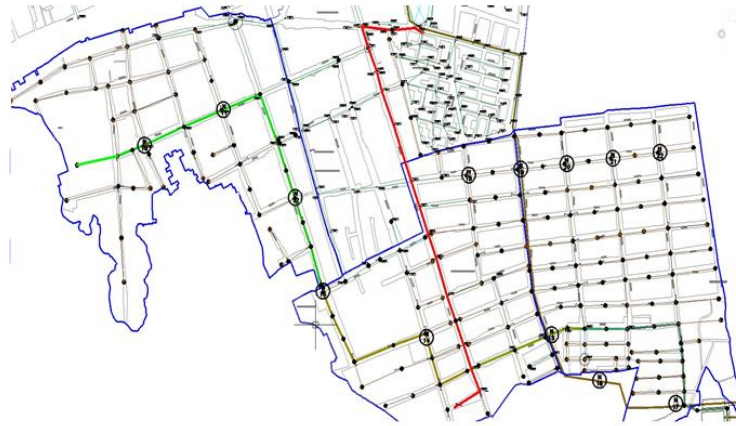
TABLA LOCALIZACIÓN PUNTOS DE NICHOS, DIMENSIONES Y NIVEL FREÁTICO

NICHO	Localización	Profundidad [m]	Dimensiones [m]	Nivel Freático [m]
1	CLL 114 CR 13	1.5	0.80 * 0.50	Entre 0.80 - 1.20
2	CL 113 CR 14	1.5	1.00 * 0.60	Entre 0.80 - 1.20
3	CL 111 CR 13	1.5	0.70 * 0.55	Entre 0.70 - 1.20
4	CL 109 CR 14	1.5	1.10 * 0.50	Entre 0.70 - 1.00
5	CL 109 CR 12	1.5	1.00 * 0.60	Entre 0.70 - 1.00
6	CL 107 CR 14	1.5	0.90 * 0.50	Entre 0.80 - 1.10
7	CL 104 B CR 10	1.5	1.00 * 0.60	Entre 0.50 - 1.00
8	CL 103 CR 13	1.6	1.20 * 0.65	Entre 0.40 - 1.10
9	CL 101 CR 10	1.6	1.00 * 0.60	Entre 0.80 - 1.30
10	CL 98A CR 11	1.6	1.17 * 0.50	Entre 0.60 - 1.10
11	CL 98A CR 12A	1.6	0.80 * 0.40	Entre 0.70 - 1.20
12	CL 97 CR 13	1.6	1.10 * 0.60	Entre 0.70 - 1.00
13	CL 96 CR 13	1.6	1.20 * 0.70	Entre 0.50 - 1.00
14	CL 93 CR 14B	1.6	1.10 * 0.65	Entre 0.80 - 1.20
15	CL 91 CR 19	1.6	0.70 * 0.50	Entre 1.00 - 1.30
16	CARNICERIA BARRIO EL BOSQUE LLEGANDO A LA LAGUNA	1.6	1.00 * 0.60	Entre 0.70 - 1.20
17	ANTES DE CRUZAR PUENTE HACIA LAS LAGUNAS	1.6	1.10 * 0.50	Entre 0.60 - 0.80
18	CL 97 CR 17	1.6	1.10 * 0.65	Entre 0.50 - 0.90
19	CL 97 CR 19	1.6	1.00 * 0.45	Entre 0.50 - 1.00
20	CL 97 CR 20	1.6	1.40 * 0.50	Entre 0.60 - 1.10
21	CL 97 CR 21	1.6	1.20 * 0.40	Entre 0.50 - 0.80
22	CL 97 CR 22	1.6	1.70 * 1.00	Entre 0.50 - 0.90

Calle 97A N°104-13 Barrio El Humedal, Apartadó – Antioquia

Teléfono: 828 66 57 Fax: 828 99 57, Correo Electrónico: aguasdeuraba@gmail.com

BARRIOS: OBRERO, BRISAS DEL MAR Y EL BOSQUE



9.2.6 CONCLUSIONES

El reconocimiento geomorfológico en los diferentes sitios permitió concluir que las zonas a intervenir presentan llenos antrópicos mal conformados con espesores irregulares, sin ningún tipo de conformación y compactación por medio mecánicos, estos llenos se encuentran sobre estratos arcillo arenosos, arenas con presencia de niveles freáticos altos, lo que para la sismicidad de la zona la hace altamente vulnerable a la licuación, lo que obliga a que la fundación de las líneas de alcantarillado tengan un desplante entre 2.50 y 3.00 m en los estratos arenosos tipo micro pilotes hincados por debajo de la línea freática y de esta manera garantizar que en un proceso de acomodación de partículas la fundación no pierda su funcionalidad por punta y parte por fricción del fuste.

Como mejor estrato portante podría considerarse el material clasificado como una mezcla de arenas arcillosas y/o arenas gravosas, presente en el estrato luego de cada excavación con respecto al nivel del terreno actual, el cual posee relativamente mejores condiciones geotécnicas.

9.2.7 RECOMENDACIONES

Los materiales para los llenos donde se requiera la proyección de estructuras especiales como muros de contención u otras deben tener los siguientes requerimientos:

- ❖ Φ = *Angulo de fricción interno del suelo de lleno* = 30°
- ❖ γ = *peso específico del suelo de lleno* = 1800 Kg/m^3
- ❖ C = *cohesión del suelo de lleno* = 1000 Kg/m^2
- ❖ $K300$ = *Coef. Balasto Asumido* = 0.09 N/mm^3

Los materiales para llenos necesarios para adecuar obras no deben contener arcillas expansivas, materia orgánica, desechos sólidos, troncos y raíces objetables y provenientes de otras excavaciones, requiriendo el visto bueno del Interventor para ser aprobados.

Los materiales para utilizar en la obra deben previamente ser sometidos a ensayos de laboratorio para su aprobación por la Interventoría y deben cumplir las normas pertinentes.

Las dimensiones finales de los elementos de cimentación deben ser coherentes con la capacidad de soporte del suelo y las solicitudes a las que estarán sometidos, el refuerzo de tales elementos será definido por el ingeniero estructural.

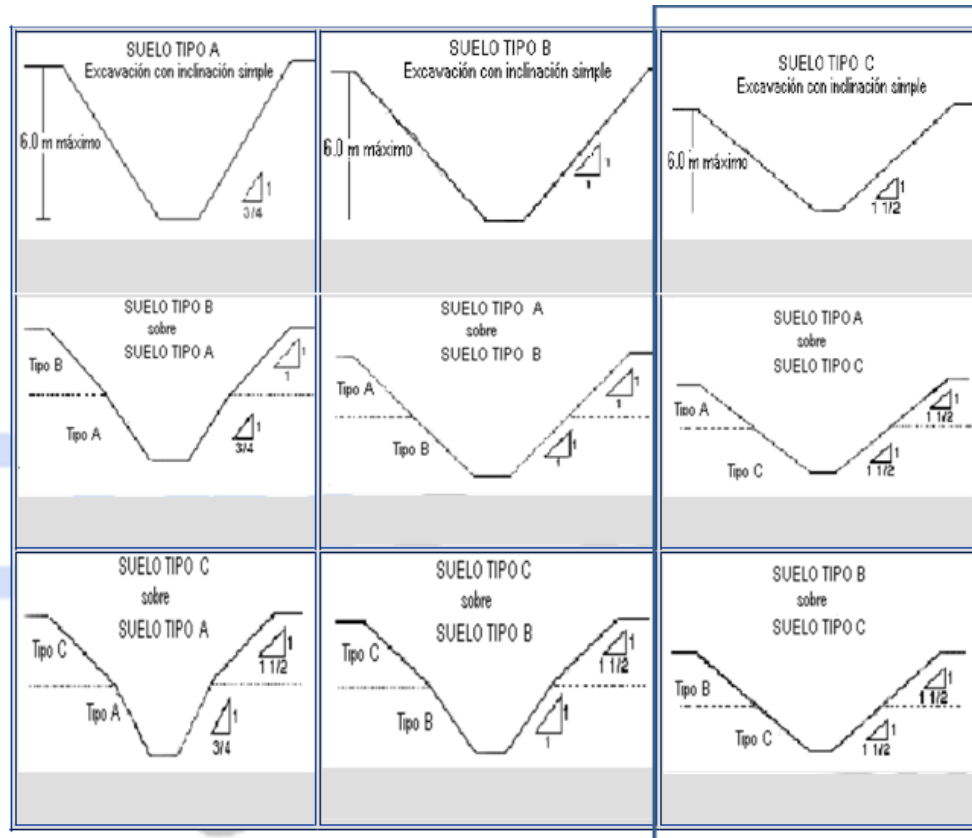
Antes de dar inicio a las excavaciones, se debe tener MUCHA precaución con las fundaciones de las estructuras colindantes, debido a que son muy superficiales y por la vetustez de las mismas pueden ser de mala calidad y proceso constructivo deficiente. (Realizar actas de vecindad con reseñas fotográficas y filmicas), se deben recintar y/o submuración de cada una de las fundaciones de las estructuras de manera individual, No dejando expuestas demasiado tiempo estas para evitar la pérdida o ganancia de humedad, migración de finos y pérdida de capacidad portante y no generar colapsos parciales o totales.

Las excavaciones se deben hacer por Terraceos, en cortes No mayores a 0,80 m vertical y dejando taludes cuña como se indica y observa en las figuras siguientes.

Las Excavaciones deben permanecer protegidas con polietileno grueso mientras No se esté trabajando y en horas nocturnas.

De acuerdo al tipo de estratigrafía de la zona arenas arcillosas, gravas y arcillas arenosas, el proceso de construcción de las zanjas o brechas para la colocación de la tubería es la siguiente;

SUELO TIPO C: Son suelos cohesivos con resistencia a la compresión simple menor o igual a 50 kPa. Otros suelos TIPO C incluyen suelos granulares como gravas, arenas y limos arenosos, suelo sumergido, suelo donde el agua brota libremente y roca sumergida inestable. También se incluye en esta clasificación material en pendientes y sistemas de estratos donde la inclinación dentro de la excavación tienen una pendiente de cuatro horizontal y uno vertical (4H:1V) o mayor.



En los bombeos se debe garantizar que la velocidad de evacuación del agua no exceda la permeabilidad de la zona.

9.3 PARÁMETROS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO TURBO

Los parámetros de diseño del sistema de alcantarillado para el municipio de Turbo se muestran en el siguiente resumen.

Tabla 34 Parámetros de diseño del sistema de alcantarillado para los distritos del Municipio de Turbo

Parámetro	Distrito Norte	Distrito Sur	Unidad
	Valor	Valor	
Nivel de Complejidad	Alto	Alto	-

Calle 97A N°104-13 Barrio El Humedal, Apartadó – Antioquia

Teléfono: 828 66 57 Fax: 828 99 57, Correo Electrónico: aguasdeuraba@gmail.com

Parámetro	Distrito Norte	Distrito Sur	Unidad
	Valor	Valor	
Viviendas Actuales 2015	5.018	4.774	Viviendas
Viviendas Futuras 2045	11.401	10881	Viviendas
Población Actual 2015	21.631	21.005	Habitantes
Población Futura 2044	45.131	47.878	Habitantes
Población Beneficiada	100%	100%	Porcentaje
Área Tributaria Actual	112.88	129,63	ha
Área Tributaria Proyectada***	155.91	245.04	ha
Dotación Neta Diseño*	120	120	L/hab-día
Densidad Poblacional Actual	142.78	162	Habitante/ha
Densidad Poblacional Futura	321.76	193	Habitante/ha
Contribución por conexiones erradas	2	2	L/s-ha
Contribución por infiltraciones	0.2	0.2	L/s-ha
Coeficiente de Retorno	0.85	0.85	Adimensional

Parámetro	Distrito Norte	Distrito Sur	Unidad
	Valor	Valor	
Caudal Medio Diario de Diseño de Aguas residuales	59.22	40.99	L/s
Factor de Mayoración	2.74	2.82	Adimensional
Caudal Máximo Horario de Diseño de Aguas Residuales	162.47	115.52	L/s
Caudal de Diseño de Aguas Residuales	505.46	511.30	$Q_{DT} = Q_{MH} + Q_{INF} + Q_{CEF}$ =L/s
Coeficiente de rugosidad (N) Manning	Concreto n = 0,013		Adimensional
	Acero y PVC n = 0,011 PE = 0,011		
Velocidad Mínima	Aguas residuales = 0,45		m/s
Velocidad Máxima para tubería de PVC	Aguas residuales = 10,00		m/s
Fuerza Tractiva**	$t= \gamma \times R_h \times S$		kg/m²

Parámetro	Distrito Norte	Distrito Sur	Unidad
	Valor	Valor	
	Aguas Residuales $\geq 0,15$		

* Según lo estipulado en la Resolución 2320 del 27 de Noviembre 2009, expedida por el MAVDT.

** Este parámetro se evalúa para determinar la capacidad autolimpiante de las redes del sistema de alcantarillado, se aclara que la evaluación del mismo debe tenerse en cuenta cuando la red de alcantarillado no cumpla con el requisito de velocidad mínima y se establece que se valida el diseño en el momento en que el sistema de alcantarillado cumpla con cualquiera de los anteriores requisitos.

***Tiene en cuenta el área tributaria de todo el distrito Su

9.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PROYECTADO PARA EL MUNICIPIO DE TURBO - DISTRITO SUR

En la etapa de Alternativas se determinó para el Distrito Sur llevar las aguas residuales de los barrios Obrero, Brisas del Mar, El bosque y sus áreas de expansión a una EBAR proyectada, cerca de las lagunas, la cual se denominó EBAR La Yuquita. Por otro lado, la EBAR Ciudadela Bolívar continuará con el trazado, diámetros y pendientes a lo existente. Esta EBAR deberá ser optimizada cuando el área de expansión centro oriente del municipio se conecte a los tramos existentes.

Adicionalmente, se contempla el diseño de las redes de alcantarillado del 30% de la zona de invasión, la cual se encuentra antes de cruzar el caño que separa el sector de la laguna con el barrio El Bosque. Además, se incluye el diseño de la zona de inundación del barrio Obrero; para este caso específico se proyectó una cámara con compuerta la cual se debe cerrar manualmente en el evento de inundación. Ver ilustración 22.

La población beneficiada con la implementación de las obras proyectadas para el sistema de alcantarillado será de 47.878 habitantes, valor que corresponde a la población futura a un periodo de diseño de 30 años.

Tabla 35 Resumen de redes de alcantarillado proyectadas para el municipio Turbo Distrito Sur

Colector o Interceptor	Longitud de la red	Porcentaje (%)	Áreas tributarias Residuales
	(m)		(ha)
Diseño Redes Colector La Yuquita	2273.07	13.17%	79.86

Colector o Interceptor	Longitud de la red	Porcentaje (%)	Áreas tributarias Residuales
	(m)		(ha)
Diseño Redes secundarias Barrio El Obrero	3786.96	21.93%	19.61
Diseño Redes secundarias Barrio Brisas del Mar	1229.59	7.12%	5.17
Diseño Redes secundarias Barrio El Bosque	9975.53	57.78%	75.26
Total	17265.15	100.00%	179.9
Revisión Capacidad Hidráulica	970.91	100.00%	65.14

Tabla 36 Resumen de profundidades en las redes de alcantarillado proyectadas para el Distrito Sur municipio Turbo.

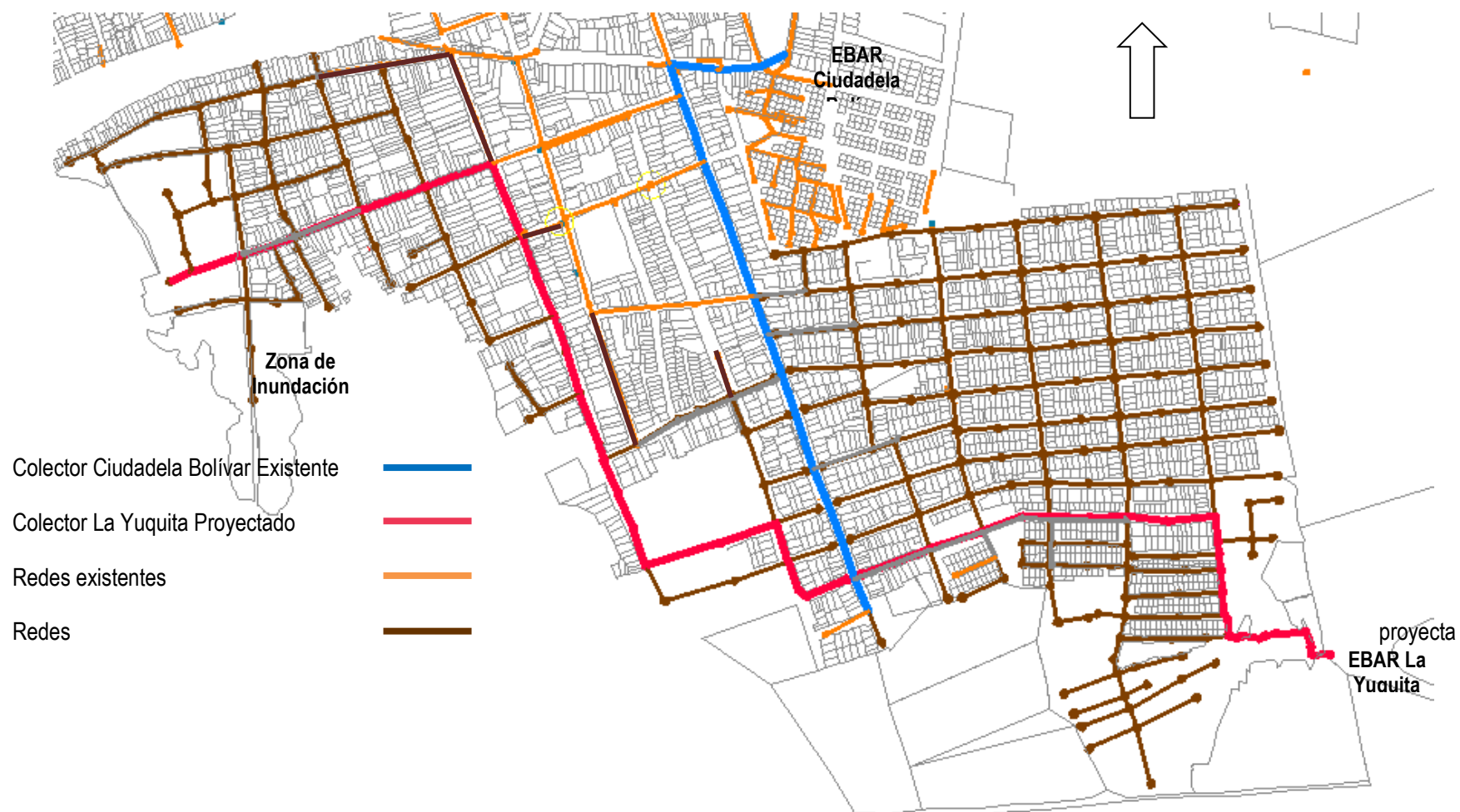
Profundidad	Cantidad	Porcentaje
Menor o igual que 1,2	82	30,71%
Entre 1,2 y 2	60	22,47%
Entre 2 y 3	67	25,09%
Entre 3 y 4	50	18,73%

Entre 4 y 5	7	2,62%
Mayor que 5	1	0,37%
TOTAL	267	100,00%

En la ilustración 22 se muestra la configuración de las redes que conformarán el alcantarillado del municipio de Turbo, distinguiendo las redes existentes que se dejarán, las redes a optimizar y las redes nuevas proyectadas, incluyendo la zona de inundación, además se muestra la ubicación de los colectores Ciudadela Bolívar y La Yuquita y las estaciones de bombeo de aguas residuales (EBAR).

La planta y los perfiles de las redes de alcantarillado en diseño se muestran en los planos CONS-085-13-TUR-DIS-RAL 1 al 35. La modelación hidráulica de las redes se presenta en el Anexo 7 y las cantidades de obra en el Anexo 8.

Ilustración 22 Configuración del sistema de alcantarillado proyectado para el Distrito Sur municipio Turbo



A continuación se presenta la descripción detallada de las obras proyectadas para el sistema de alcantarillado del municipio Turbo.

9.4.1 Revisión de Capacidad Hidráulica Colector Ciudadela Bolívar

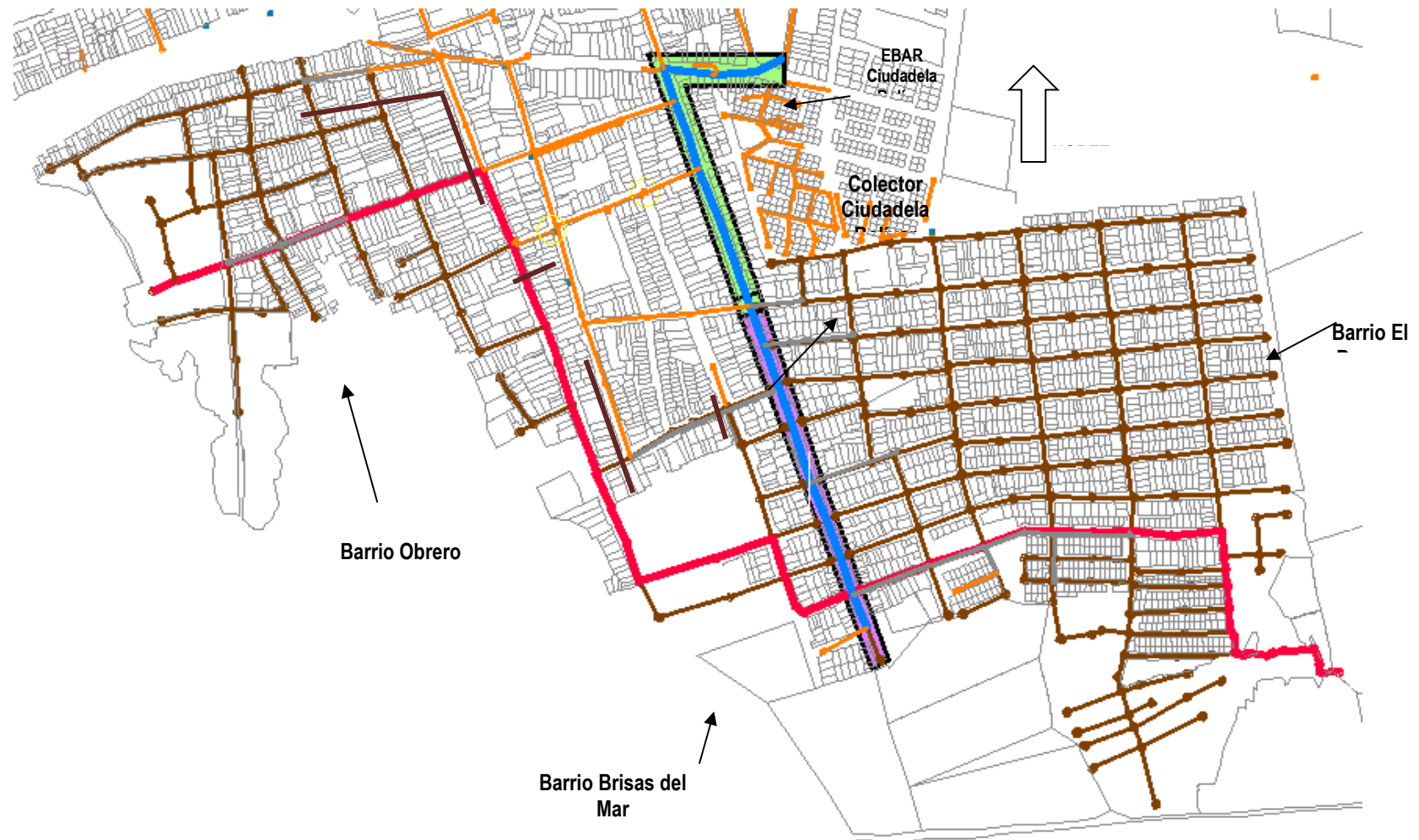
Las redes del colector de Ciudadela Bolívar se conservan tal cual a lo existente. En esta se observan algunos tramos insuficientes por capacidad, velocidad y Fuerza Tráctiva, esto se debe a que los parámetros de diseño aumentan considerablemente al tener el coeficiente de conexiones erradas en el límite máximo. En la tabla 37 se encuentra el resumen de la tubería del colector existente y en la ilustración 23 se muestra la ubicación de éste. En el Anexo 7 Simulación hidráulica se presenta la revisión de capacidad hidráulica de estas redes.

El colector existente Ciudadela Bolívar tiene la capacidad de recolectar y transportar en algunos tramos un área tributaria de 65.14ha y un caudal de diseño de 187.25L/s

Tabla 37 Resumen de diámetros y longitudes del colector existente Ciudadela Bolívar

DESCRIPCIÓN	LONGITUD	CANTIDAD	PORCENTAJE
Tubería PVC Øint. 182mm	210,27	-	21,66%
Tubería PVC Øint. 284mm	249,90	-	25,74%
Tubería PVC Øint. 362mm	338,88	-	34,90%
Tubería PVC Øint. 407mm	171,86	-	17,70%
TOTAL	970,91		100,00%
Cámara de inspección Ø1,20m	67,40	0	-
Cámara de inspección Ø1,20m sin cono	0	0	-
Cámara de caída Øint. 145	0	0	-

Ilustración 23 Ubicación del Colector Ciudadela Bolívar del sistema de alcantarillado existente.



9.4.1.1 Colector La Yuquita Proyectado

Se proyectaron redes en tubería de acueducto PE 100 RDE 26 PN 6 de 8 a 24 pulgadas hasta la cámara C527 ubicada en la carrera 14B con calle 91, de allí hasta llegar a la EBAR La Yuquita se proyecta tubería de alcantarillado corrugada en PE 100 SN 8; para lograr llegar a una profundidad 4.35m, cabe aclarar que la profundidad batea máxima del colector es de 5.04m en la cámara C566. Este colector recorre los barrios del distrito Sur en el siguiente orden: primero el barrio Obrero, segundo el barrio Brisas del Mar y por último el barrio El Bosque. Estos barrios no cuentan con servicio de alcantarillado y las redes secundarias que confluyen al colector se les tributaron el área de expansión de cada barrio. En la 25 se encuentra la ubicación del colector en el recorrido por los tres diferentes barrios.

El colector la Yuquita tiene la capacidad de recolectar y transportar un área tributaria de 79.86ha y un caudal de diseño de 219.54L/s

Tabla 38 Ubicación de Colector la Yuquita

UBICACION COLECTOR BARRIO OBRERO		
INICIA	TERMINA	CONECTA A
Calle 98A con Carrera 9	Carrera 13 con Calle 96	C-518 Colector Barrio Brisas del Mar
UBICACION COLECTOR BARRIO BRISAS DEL MAR		
INICIA	TERMINA	CONECTA A
Calle 96 con Carrera 13	Calle 91 con Carrera 20	C-534 Colector Barrio El Bosque
UBICACION COLECTOR BARRIO EL BOSQUE		
INICIA	TERMINA	CONECTA A
Calle 91 con Carrera 20	Calle 86 con Carrera 23	EBAR LA YUQUITA

Las redes nuevas se integraron al colector proyectado, debido a esto algunos tramos existentes se redefinieron, algunos cambiando el sentido del flujo y aumentando las pendientes, con el fin de que el nuevo sistema

Calle 97A N°104-13 Barrio El Humedal, Apartadó – Antioquia

Teléfono: 828 66 57 Fax: 828 99 57, Correo Electrónico: aguasdeuraba@gmail.com

funcione adecuadamente y no se presente el estancamiento de las aguas residuales en las redes como se evidencia actualmente. Las siguientes tablas evidencian que tramos y que cámaras van a salir de servicio ya que se proyectaron nuevos tramos, cuáles tramos van a ser optimizados, y además las cámaras a demoler porque deben ser optimizadas.

Tabla 39 Tramos Fuera de Servicio Colector La Yuquita

TRAMO		DIAMETRO	LONGITUD
C-200	C-001	6"	72.58
C-001	C-2B	6"	97.62

Tabla 40 Tramos en optimización Colector La Yuquita

TRAMO		DIAMETRO EXISTENTE	DIAMETRO PROYECTADO	LONGITUD	OBSERVACION
C-2B	C-3B	10"	18"	95.34	
C-3B	C-5B	10"	18"	97.25	
C-5B	C-4B	8"	20"	107.81	Sentido de Flujo Invertido para direccionar el Colector

Tabla 41 Cámaras Fuera de Servicio Colector La Yuquita

CAMARA	UBICACIÓN
C-200	CL 98A CR 10
C-001	CL 98 A CR 11

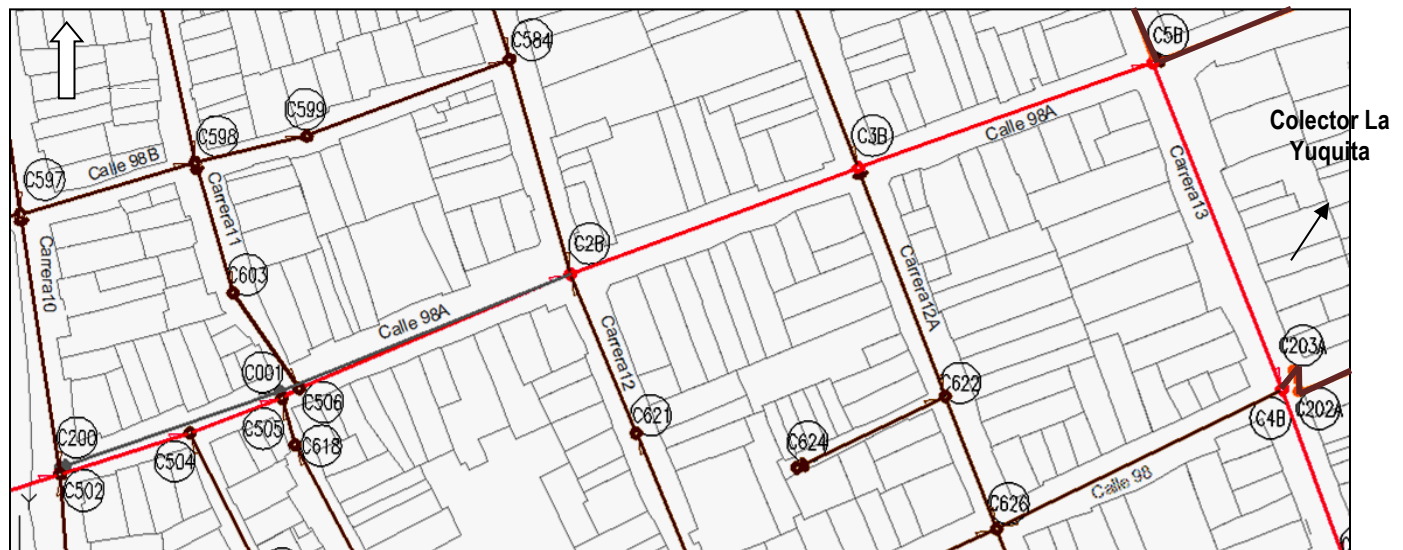
Tabla 42 Cámaras a Demoler por Optimización Colector La Yuquita

CAMARA	PROFUNDIDAD EXISTENTE	PROFUNDIDAD PROYECTADA	DIFERENCIA DE PROFUNDIDADES	UBICACIÓN
--------	-----------------------	------------------------	-----------------------------	-----------

C-2B	1.71	3.17	1.46	CL98A CR 12
C-3B	2.18	3.36	1.18	CL 98A CR 12A
C5B	1.9	2.89	0.99	CL 98 A CR 13
C-4B	1.07	3.21	2.14	CL 98 CR 13

La siguiente figura muestra el sector en el que se presenta los tramos fuera de servicio, los tramos optimizados y las cámaras a demoler por optimización

Ilustración 24 Sector de los tramos fuera de servicio y a optimizar colector La Yuquita

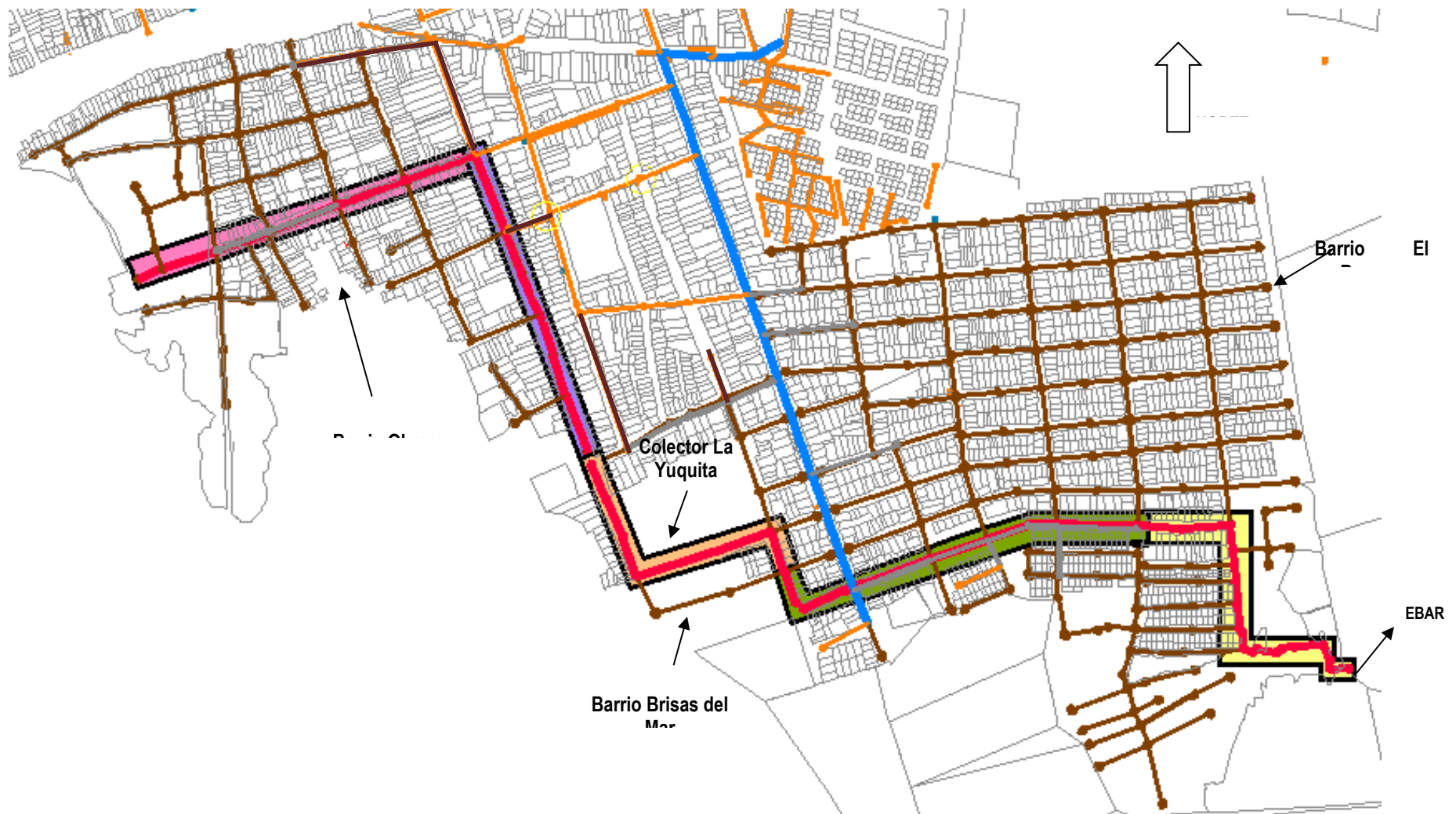


Las redes nuevas que se proyectaron en el colector La Yuquita se encuentran en la tabla 43 separadas por diámetro y longitud. La modelación hidráulica se presenta en el Anexo 7. Es importante saber que el tramo de la cámara C552 –C554 es de 31.5" de Acero ya que es el cruce del caño que separa el barrio El Bosque de la Zona de invasión de la laguna. Es preciso tener en cuenta el desvío del caño en el momento de la construcción, ya que el método de instalación de la tubería implica la excavación de la zanja, y el sector está muy saturado de viviendas y no permite instalar maquinaria para realizar cualquier tecnología de excavación sin zanja.

Tabla 43 Resumen de diámetros y longitudes del colector proyectado La Yuquita

DESCRIPCIÓN	LONGITUD	CANTIDAD	PORCENTAJE
Tubería PE Øint. 230.8mm	107,97	-	4,75%
Tubería PE Øint. 290.8mm	170,37	-	7,50%
Tubería PE Øint. 415.6mm	192,59	-	8,47%
Tubería PE Øint. 461.8mm	225,24	-	9,91%
Tubería PE Øint. 581.8mm	650,69	-	28,63%
Tubería PE Øint. 785mm	926,21	-	40,75%
TOTAL	2273,07		100,00%
Cámara de inspección Ø1,20m	66,08	21	-
Cámara de inspección Ø1,50m	108,2	27	-
Cámara de inspección Ø1,20m sin cono	1,2	1	-
Cámara de caída Øint. 145	0	0	-

Ilustración 25 Redes proyectadas para el Colector La Yuquita



Redes secundarias proyectadas del Barrio Obrero

Se proyectaron también redes secundarias hacia el sur de la carrera 10 con calle 98, los cuales pertenecen a la zona de inundación del barrio, ya que los habitantes del sector afirman que el mar llega hasta ese punto. Para el diseño se estableció que las redes de esta zona se recojan en una única cámara C608, con el fin de poder aislar esta red del sistema proyectado para cuando ocurra una eventual inundación, y de esta forma no afectar todo el sistema.

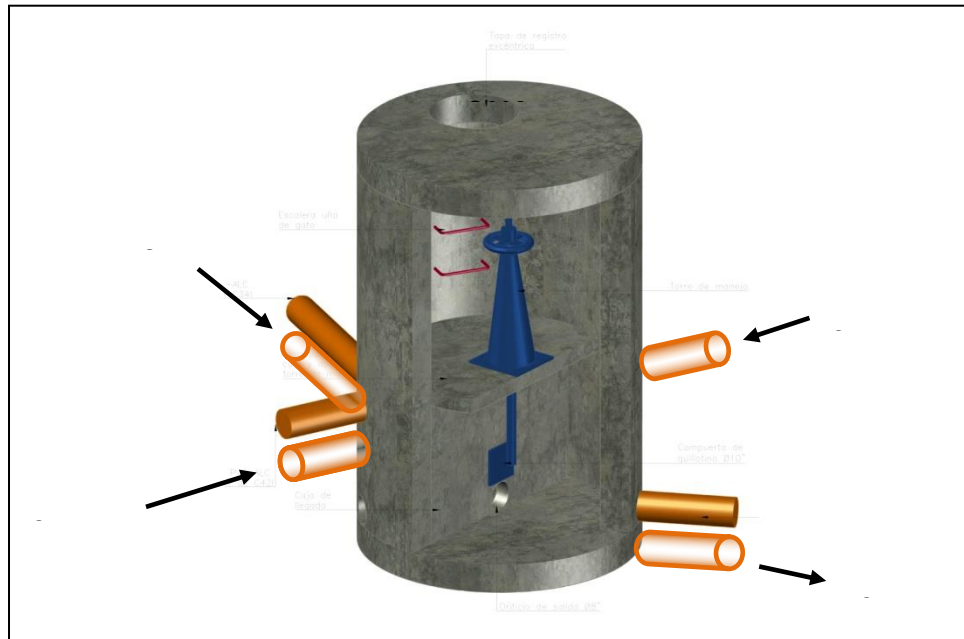
El sistema plantea recolectar las aguas residuales de la zona de inundación del barrio Obrero, las redes de esta zona se conectarán en la cámara C608 ubicada en la carrera 10 con calle 98, y ésta a su vez se conectará al sistema proyectado por gravedad a la cámara con nomenclatura C502, la cual pertenece al colector la Yuquita, igualmente las redes podrán independizarse por medio de una compuerta, la cual deberá ser colocada en la cámara C608, y deberá manipularse manualmente en caso de una inundación. En la 0 se encuentra la compuerta a instalar. En el plano CONS-085-13-TUR-DIS-DEL 2/2 se encuentra el detalle.

Las redes secundarias proyectadas del barrio Obrero tienen la capacidad de recolectar y transportar un área tributaria de 19.61ha y un caudal de diseño de 57.59L/s



Ilustración 26 Zona de inundación del barrio Obrero, municipio de Turbo

Ilustración 27 Detalle de la compuerta en cámara.



Las siguientes tablas evidencian que tramos van a ser optimizados, y además las cámaras a demoler porque deben ser optimizadas.

Tabla 44 Tramos en optimización Barrio Obrero

TRAMO		DIÁMETRO EXISTENTE	DIÁMETRO PROYECTADO	LONGITUD
C-10A	C-9B	6"	8"	87.23
C-9B	C-8C	6"	8"	97.26
C-8C	C-8D	8"	8"	96.95
C-8D	C-5B	8"	8"	63.27
C-204A	C-202A	6"	8"	52.04

Calle 97A N°104-13 Barrio El Humedal, Apartadó – Antioquia

Teléfono: 828 66 57 Fax: 828 99 57, Correo Electrónico: aguasdeuraba@gmail.com

C-202A	C-203A	6"	8"	6.51
C-203A	C-4B	6"	8"	6.83

Tabla 45 Cámaras a Demoler por Optimización Barrio Obrero

CAMARA	PROFUNDIDAD EXISTENTE	PROFUNDIDAD PROYECTADA	DIFERENCIA DE PROFUNDIDADES	UBICACIÓN
C-10A	0.86	0.80	-0.06	CL 99 CR 12
C-9B	1.17	1.23	0.06	CL 99 CR 12 A
C-8C	1.25	1.59	0.34	CL 99 CR 13
C-8D	1.3	2.08	0.78	CR 13 ENTRE CL 99 Y CL98A
C-204A	0.884	1.00	0.12	CL 98 CR 14
C-202A	1.16	2.06	0.90	CL 98 CR 13
C-203A	1.21	2.17	0.96	CL 98 CR 13

La tabla 46 muestra el resumen de la longitud y diámetro de las redes secundarias del barrio Obrero.

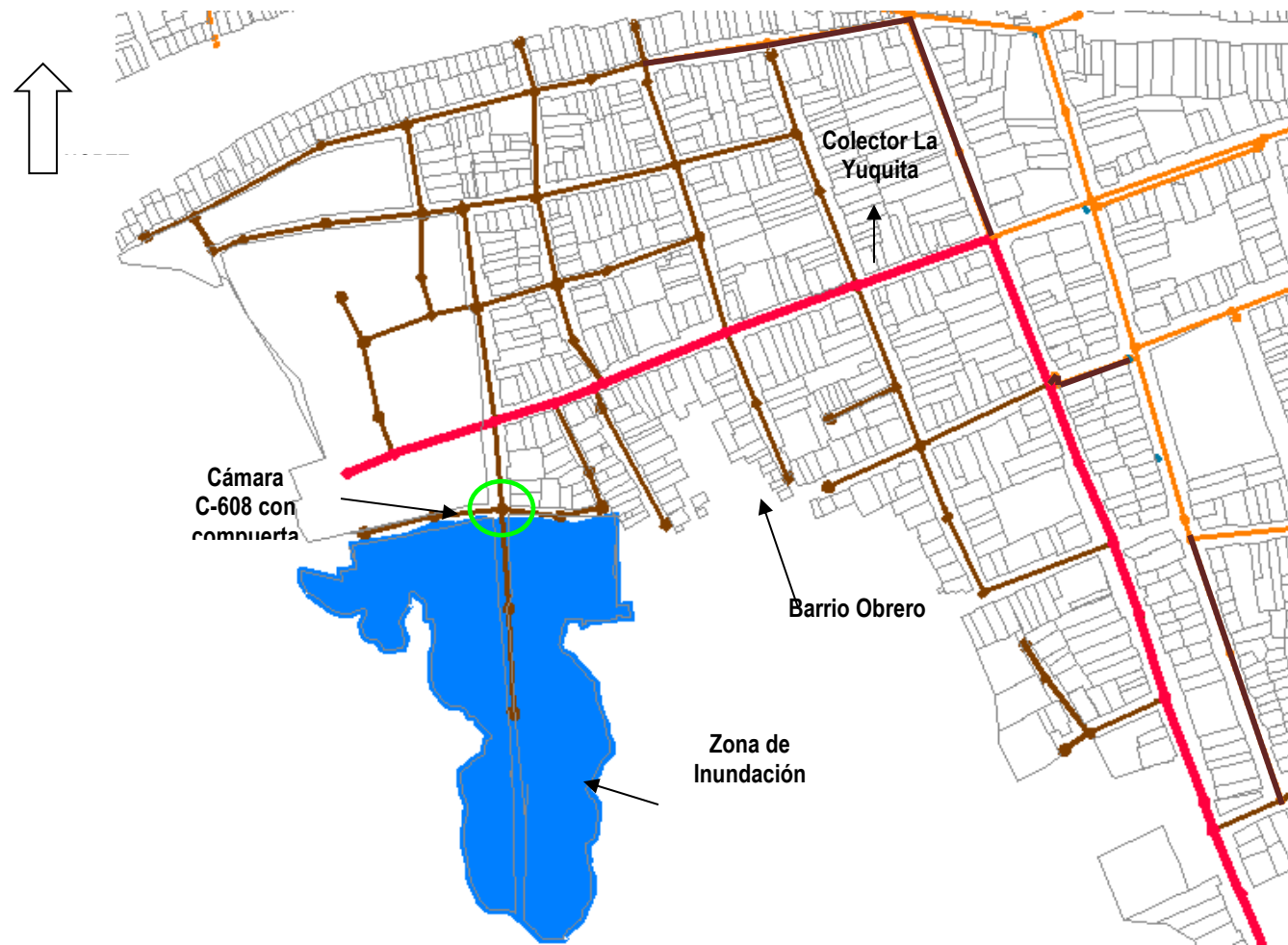
Tabla 46 Resumen de los diámetros y longitudes de tubería proyectada del Barrio Obrero

DESCRIPCIÓN	LONGITUD	CANTIDAD	PORCENTAJE
Tubería PE Øint. 184.6mm	3040,81	-	80,30%

Tubería PE Øint. 230.8mm	513,66	-	13,56%
Tubería PE Øint. 290.8mm	232,49	-	6,14%
TOTAL	3786,96		100,00%
Cámara de inspección Ø1,20m	94,87	46	-
Cámara de inspección Ø1,20m sin cono	25,36	26	-
Cámara de caída Øint. 145	0	0	-

En la ilustración 28 se presenta la configuración de las redes proyectadas para el barrio Obrero y la zona de inundación.

Ilustración 28 Ubicación redes proyectadas en el Barrio Obrero



Redes Secundarias proyectadas del Barrio Brisas del Mar

Este barrio es el más pequeño de todos los barrios que conectan al colector La Yuquita. La tubería utilizada en el diseño es tubería de acueducto PE 100 RDE 26 PN 6 diámetro de 200mm.

La cámara C528 del colector La Yuquita ubicada en la carrera 14B calle 91 se encuentran tributadas 31.62 ha de expansión que lindan con este barrio, que equivalen a 92.05L/s

Las redes secundarias proyectadas del barrio Brisas del Mar tienen la capacidad de recolectar y transportar un área tributaria de 5.17ha y un caudal de diseño de 15.57L/s

Las siguientes tablas evidencian qué tramos y qué estructuras van a salir de servicio ya que se proyectaron nuevos tramos, y además las cámaras a demoler porque deben ser optimizadas.

Tabla 47 Tramos Fuera de Servicio Barrio Brisas del Mar

TRAMO		DIÁMETRO	LONGITUD
C639	C-109	8"	63.84
C-109	C-110	8"	33.62
C-110	C-8A	8"	51.27
C-8A	BOT-18A	8"	23.7
C-57A	C-8A	6"	54.8

Tabla 48 Estructuras Fuera de Servicio Barrio Brisas del Mar

CÁMARA	UBICACIÓN
C-109	CL 96 CR14A
C-110	CL 96 ENTRE CR 14 A Y CR 14 B
C-57A	CL 96 CR 15

BOT-18A	CL 95 CR 14 B
---------	---------------

Tabla 49 Tramos en Optimización Barrio Brisas del Mar

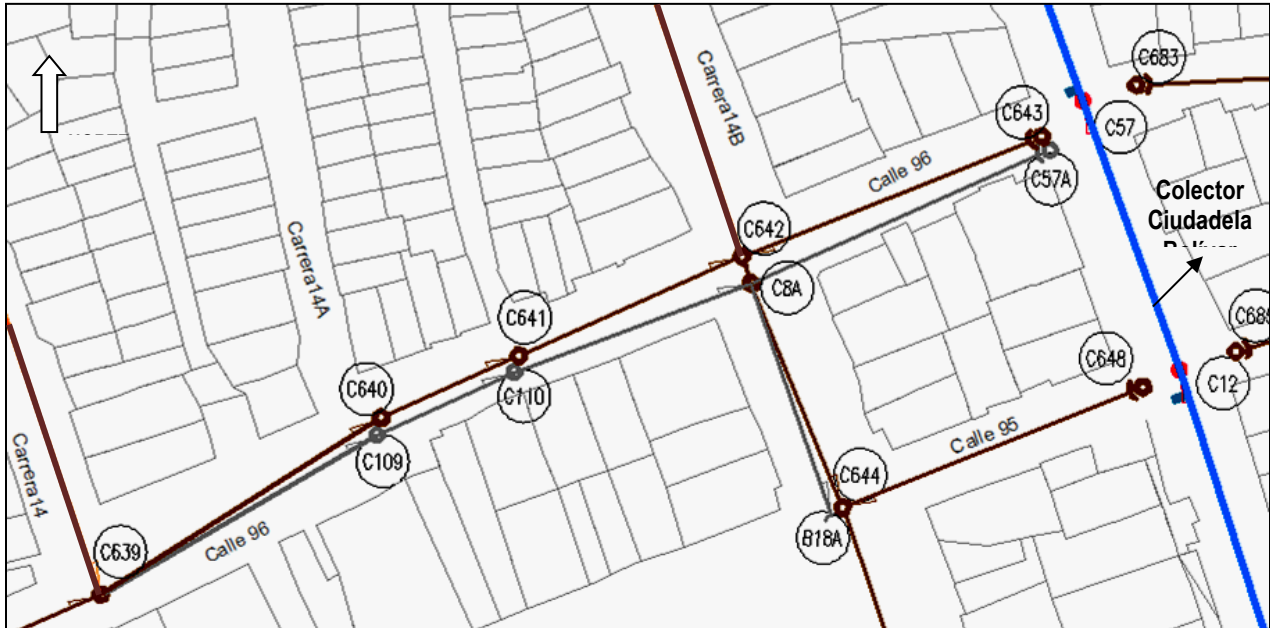
TRAMO		DIÁMETRO EXISTENTE	DIÁMETRO PROYECTADO	LONGITUD
C-17B	C-18B	6"	8"	83.81
C-18B	C-639	6"	8"	106.06
C-58B	C-642	6"	8"	57.33

Tabla 50 Cámaras a demoler por optimización Barrio Brisas del Mar

CAMARA	PROFUNDIDAD EXISTENTE	PROFUNDIDAD PROYECTADA	DIFERENCIA DE PROFUNDIDADES	UBICACIÓN	OBS
C-17B	0.6	0.80	0.20	CR 14 CL 97	
C-18B	0.65	1.27	0.62	CR 14 ENTRE CL 97 Y CL 96	
C-639	1.09	2.31	1.22	CL 96 CR 14	Cámara en muy mal estado
C-58B	1.17	1.20	0.03	CR 14B ENTRE 97 Y CL 96	
C-8A	1.16	2.39	1.23	CL 96 CR 14 B	

La siguiente figura muestra el sector en el que se presenta los tramos fuera de servicio, y las estructuras a demoler por optimización, tales como cámaras y un botadero.

Ilustración 29 Sector tramos fuera de Servicio Barrio Brisas del Mar



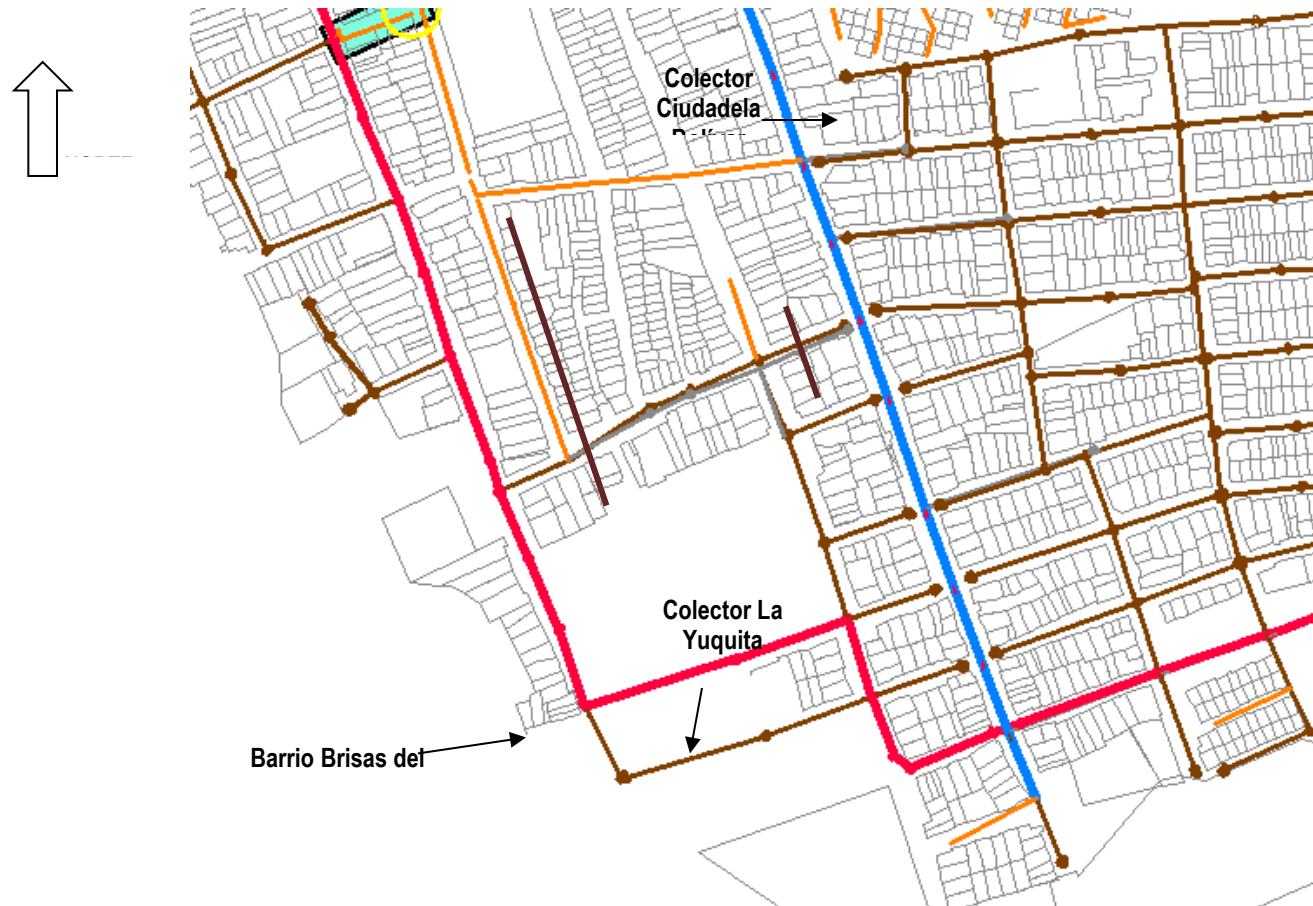
Las redes proyectadas del barrio Brisas del Mar se encuentran en la tabla 51 separadas por diámetro y longitud. La modelación hidráulica se presenta en el Anexo 7.

Tabla 51 Resumen de los diámetros y longitudes de tubería proyectada del Barrio Brisas del Mar

DESCRIPCIÓN	LONGITUD	CANTIDAD	PORCENTAJE
Tubería PE Øint. 184.6mm	1229,59	-	100,00%
TOTAL	1229,59		100,00%
Cámara de inspección Ø1,20m	25,8	10	-
Cámara de inspección Ø1,20m sin cono	10,3	10	-
Cámara de caída Øint. 145	0	0	-

En la ilustración 30 se encuentra la ubicación de las redes del Barrio Brisas del Mar.

Ilustración 30 Ubicación redes secundarias proyectadas en el Barrio Brisas del Mar



Redes Secundarias proyectadas del Barrio El Bosque

Las redes proyectadas para el barrio El bosque incluyen la zona de expansión del sur oriente del Distrito Sur del municipio. Tiene cambios en el trazado de algunos tramos existentes para que cumpla por pendiente y capacidad. La cámara C566 del colector La Yuquita ubicada en la zona de la laguna, se encuentran tributadas 34.45 ha de expansión que lindan con este barrio, que equivalen a 100.14L/s

Las redes secundarias proyectadas del barrio El Bosque tienen la capacidad de recolectar y transportar un área tributaria de 75.26ha y un caudal de diseño de 215.80L/s

Las siguientes tablas evidencian qué tramos y qué cámaras van a salir de servicio ya que se proyectaron nuevos tramos, y además las cámaras a demoler porque deben ser optimizadas o porque están fuera de servicio, ya que puede que obstaculicen el nuevo trazado proyectado.

Tabla 52 Tramos Fuera de Servicio Barrio El Bosque

TRAMOS		DIÁMETRO	LONGITUD	OBSERVACIÓN
C-56F	C-12A	8"	72.18	Direccionamiento del Flujo
C-16F	C-11	8"	119.78	Direccionamiento del Flujo
C-11D	C-10	10"	111.09	Direccionamiento del Flujo
C-1E	C-2E	10"	101.99	Direccionamiento del Flujo
C-2E	C-3E	10"	43.17	Direccionamiento del Flujo
C-3E	C-5E	10"	51.87	Direccionamiento del Flujo
C-5E	C-4E	8"	86.16	Direccionamiento del Flujo
C-4E	C-2	8"	107.39	Direccionamiento del Flujo
C-4F	C-2E	8"	66.42	
C-7A	C-5E	8"	33.77	

Tabla 53 Cámaras Fuera de Servicio Barrio El Bosque

CAMARA	UBICACIÓN
C-56F	CL 97 CR 16 A
C-16F	CL 96 A CR 17
C-11D	CL 94 CR 17 A
C-1E	CL 91 CR 21
C-2E	CL 91 CR 20
C-3E	CL 91 ENTRE CR 20 Y CR 19
C-5E	CL 91 CR 19
C-4E	CL 91 CR 17 A
C-4F	CL 89 CR 20

Tabla 54 Cámaras a demoler por Optimización Barrio El Bosque

CAMARA	PROFUNDIDAD EXISTENTE	PROFUNDIDAD PROYECTADA	DIFERENCIA DE PROFUNDIDADES	UBICACIÓN
C-7A	0.96	2.55	1.59	CL 90 CR 19
C-700	1.33	1.00	-0.33	CL 97A CR 19
C-702	1.77	1.49	-0.28	CL 97 CR 19
C-704	1.95	1.79	-0.16	CL 96A CR 19

C-706	2.04	2.06	0.01	CL 96 CR 19
C-706A	1.95	2.14	0.19	CL 96 CR 19
C-710	2.29	2.65	0.36	CL 94 CR 19
C-716	1.61	3.19	1.58	CL 92 CR 19

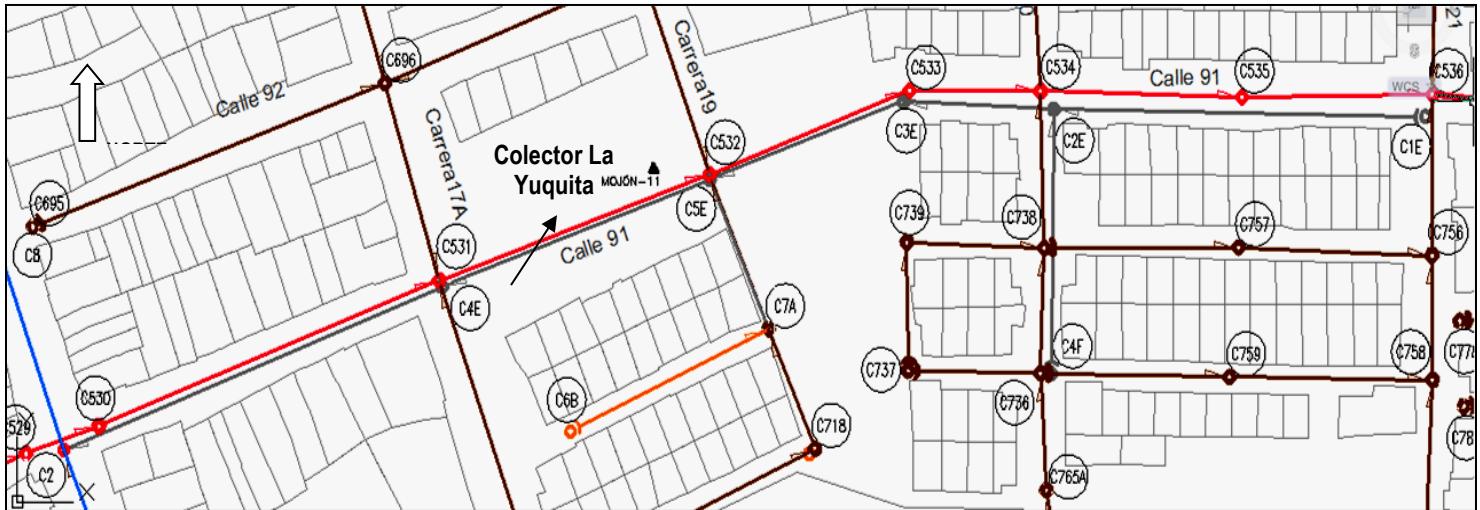
La tabla 54 muestra las cámaras de la C-700 a C-716, las cuales corresponden a las cámaras de la carrera 19 del barrio el Bosque, y los tramos correspondientes a dichas cámaras se deben optimizar porque cambian la dirección de flujo en algunos tramos. La tabla 55, por su parte muestra las cámaras a demoler del barrio El Bosque porque están fuera de servicio, ya que se proyecta un trazado de alcantarillado que obliga cruzar dichas cámaras existentes; lo anterior se debe a la separación mínima que debe existir entre la red proyectada y el paramento y/o borde de vía.

Tabla 55 Cámaras a demoler por Fuera de Servicio Barrio El Bosque

CAMARA	UBICACIÓN
C-56F	CL 97 CR 16 A
C-16F	CL 96 A CR 17
C-5E	CL 91 CR 19
C-4E	CL 91 CR 17 A
C-4F	CR 20 CL 89

La siguiente figura muestra el sector en el que se presenta los tramos fuera de servicio, los tramos optimizados y las cámaras a demoler por optimización.

Ilustración 31 Tramos Fuera de Servicio Barrio El Bosque



Las redes nuevas que se proyectaron en el barrio El Bosque se encuentran en la tabla 56, separadas por diámetro y longitud. La modelación hidráulica se presenta en el Anexo 7

Tabla 56 Resumen de los diámetros y longitudes de tubería proyectada del Barrio El Bosque

DESCRIPCIÓN	LONGITUD	CANTIDAD	PORCENTAJE
Tubería PE Øint. 184.6mm	8992.01	-	90.14%
Tubería PE Øint. 230.8mm	728.45	-	7.30%
Tubería PE Øint. 290.8mm	147.04	-	1.47%
Tubería PE Øint. 327.8mm	108.03	-	1.08%
TOTAL	9975.53		100.00%
Cámara de inspección Ø1,20m	287.95	126	-

Cámara de inspección Ø1,20m sin cono	56.81	55	-
Cámara de caída Øint. 145	0	0	-

La 0, muestra las redes de alcantarillado proyectadas para el Barrio El Bosque.

Ilustración 32 Ubicación de las redes secundarias del Barrio El Bosque



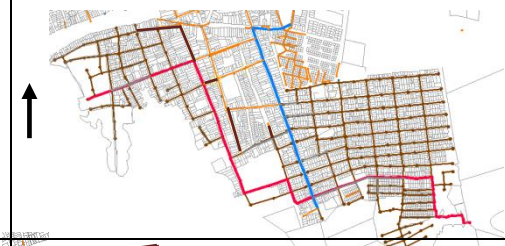
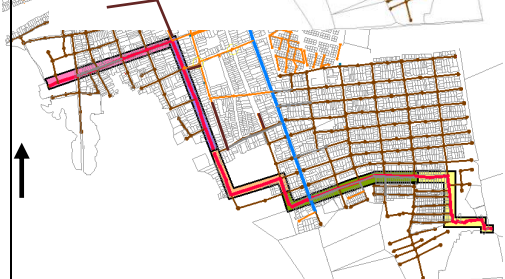
En la tabla 57 se puede observar la conformación del sistema de alcantarillado del Distrito Sur del municipio Turbo.

Tabla 57 Cuadro de despiece general, sistema de alcantarillado proyectado para el Distrito Sur del municipio de Turbo

Díámetro	Redes secundarias Barrio Obrero	Redes secundarias Brisas del Mar	Redes secundarias El Bosque	Colector La Yuquita	Total	Porcentaje (%)
(PE 100 RDE 26 PN 6- mm)	proyectados (m)	proyectados (m)	proyectados (m)	proyectados (m)		
Tubería PE Øint. 184.6mm	3040.81	1229.59	8992.01	-	13262.41	76.82%
Tubería PE Øint. 230.8mm	513.66	-	728.45	107.97	1350.08	7.82%
Tubería PE Øint. 290.8mm	232.49	-	147.04	170.37	549.9	3.19%
Tubería PE Øint. 327.8mm	-	-	108.03	-	108.03	0.63%
Tubería PE Øint. 415.6mm	-	-	-	192.59	192.59	1.12%
Tubería PE Øint. 461.8mm	-	-	-	225.24	225.24	1.30%
Tubería PE Øint. 581.8mm	-	-	-	650.69	650.69	3.77%
Tubería PE Øint. 785mm	-	-	-	926.21	926.21	5.36%
Total	3786.96	1229.59	9975.53	2273.07	17265.15	100.00%
Porcentaje	22%	7%	58%	13%	100%	-

	Longitud	Cantidad
Número de tramos	-	322
Cámaras de inspección proyectadas Ø1,20m	474.7	203
Cámaras de inspección proyectadas Ø1,20m Sin cono	93.67	92
Cámaras de inspección proyectadas Ø1,50m	108.2	27
Cámaras de caída proyectadas	0	0

Tabla 58 Tabla resumen del diseño del sistema de alcantarillado del Distrito Sur.

Componente	Medidas de optimización-Diseño	Registro fotográfico
REDES	Rediseñar algunos tramos existentes que se conectarán a las redes proyectadas. Integrar las redes actuales del sistema a las redes diseñadas, para los sectores que carecen del servicio de alcantarillado actualmente. Establecer que tramos y cámaras deben salir de servicio y cuáles deben ser optimizadas.	
COLECTORES	<p>Se proyectó un colector nuevo llamado la Yuquita, que recogerá las aguas de los barrios Obrero, Brisas del Mar y El bosque, en ese respectivo orden. La longitud del colector es de 2273.07m y se proyectaron en tubería PE 100 RDE 26 PN 6 de los Ø8"-24" y PE 100 SN 8 de Ø31.5". Adicionalmente un tramo en acero por ser el cruce de un caño.</p> <p>Se plantea dejar el colector Ciudadela Bolívar existente, sin optimizaciones</p> <p>"</p>	

9.5 CONSIDERACIONES Y CONCLUSIONES SOBRE EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE TURBO

- Se proyectaron redes nuevas y optimizadas de alcantarillado, alcanzando una cobertura en el Municipio de Turbo tanto para el distrito Sur y Norte de 70% y 75% respectivamente., adicionalmente en la zona de inundación también se proyectaron redes dando cobertura total de los barrios en estudio.
- Se proyectaron los trazados de varios colectores que permitan la recolección de las aguas de los tres barrios en estudio del distrito Sur: Obrero, Brisas del Mar, El Bosque y sus Zonas de expansión, en el caso del Distrito Sur, llamado Colector la Yuquita y para el caso del Distrito Norte se proyectó el Colector Buenos Aires, que recolecta las aguas del Barrio Buenos Aires al igual que las aguas de las redes del Barrio Las Flores y en el Sector Plaza de Mercado, todo esto con el fin de aumentar la cobertura de alcantarillado en la población atendida
- Con la configuración obtenida por distrito se logra dividir el Municipio de Turbo en tres distintos Distritos y de esta manera no sobrecargar ninguna de las EBAR existente o proyectadas.
- El sistema del alcantarillado del distrito sur mediante el colector La Yuquita, transportará un caudal residual de 511.30 L/s, calculado teniendo en cuenta el caudal de infiltración, el caudal por conexiones erradas, el factor de mayoración y con una dotación neta de 120L/hab-día, de acuerdo con el decreto 2320 de noviembre de 2009, Normas EPM y los parámetros de diseño. Adicionalmente a dicho colector le tributa 179.37ha.
- El sistema de alcantarillado en el distrito norte transportará por el Colector Jesús Mora un caudal residual de 505.46 L/s y un área de residual tributaria de 155.91Ha. Dicho caudal contiene, el caudal de infiltración, de conexiones erradas y la dotación neta de acuerdo con el decreto 2320 de noviembre de 2009, Normas EPM y los parámetros de diseño.

10 NORMAS TÉCNICAS

Como especificaciones generales AGUAS DE URABÁ S.A. E.S.P. ha adoptado las normas AISI, ANSI, ASME, ASTM, AWS, DIN, IEEE, IEC, ISO, MSS SP, NEMA, NTC, SAE, y VDI, entendiéndose que regirá la última edición aprobada de cada una de ellas aplicables a los equipos e instrumentos. ANEXO 5

Materiales

Para la ejecución del proyecto, la entidad en sus procesos de contratación, exige el cumplimiento de las especificaciones técnicas requeridas para garantizar la estabilidad y correcto funcionamiento de la obra. Cabe anotar que las tuberías y accesorios, deberán ser homologados por la casa matriz, Empresa Públicas de Medellín y por medio del contrato de interventoría se hará el seguimiento a las actividades y suministros que se realicen durante de la ejecución.

A continuación se relacionan los materiales y actividades más representativas que se utilizarán:

Tuberías y accesorios

Todas las tuberías y accesorios que se utilizarán en la ejecución del proyecto deberán cumplir con la resolución 1166 del 20 de Junio de 2006, "Por la cual se expide el Reglamento Técnico que señala los requisitos técnicos que deben cumplir los tubos de acueducto, alcantarillado, los de uso sanitario y los de aguas lluvias y sus accesorios que adquieran las personas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado".

Las resistencias hidrostáticas serán de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana 4585.

Corte pavimento flexible

Corresponde a algunos tramos donde se encuentra pavimento flexible.

Demolición pavimento flexible

Equivale a la longitud de los tramos donde existe pavimento flexible, por el ancho de la zanja en la parte superior.

Excavaciones

El proyecto se formuló, considerando que las excavaciones se harán mecánicamente dado las profundidades estimadas, la seguridad del recurso humano y el rendimiento en la ejecución de la obra. No se contemplan voladuras, ni excavaciones en roca.

En el costo contemplado para la excavación, se consideraron los equipos necesarios para el bombeo de las aguas que se puedan presentar en la brecha. Se contempla de 0-2 m de 2-4 y >4.

Entibados < 3m

Se entibarán las brechas que de acuerdo a las propiedades del suelo, la profundidad de la excavación y a los requerimientos, que por seguridad industrial, ordene el interventor. Se empleará madera

El entibado se colocará en forma continua (toda la pared cubierta) o discontinua (las paredes cubiertas parcialmente) según lo requieran las condiciones del terreno o de las vecindades.

Los elementos del entibado en madera deben tener las siguientes dimensiones mínimas: 25 mm (1") de espesor para los tablones, los puntales o tacos estarán distanciados máximo 1,0 m. y tendrán una sección cuadrada de 100 mm x 100 mm (4" x 4") o sección de 100 mm (4") de diámetro. Se utilizarán tablones, maderas o puntales de madera de pino o similar, con una densidad mayor o igual a 0,4 gr/cm³, con una resistencia de trabajo a la flexión mayor o igual a 6 Mpa (0,6 Kg/cm²) y un contenido de humedad menor o igual al 20%. Ningún elemento podrá presentar hendiduras, nudos o curvaturas que afecten la calidad del entibado.

Entibados >3m

Se entibarán aquellas brechas que superen los 3m de profundidad como elemento de contención y que de acuerdo a las propiedades del suelo, la profundidad de la excavación y a los requerimientos, que por seguridad industrial, ordene el interventor. Se empleará madera

El entibado se colocará en forma continua (toda la pared cubierta) o discontinua (las paredes cubiertas parcialmente) según lo requieran las condiciones del terreno o de las vecindades.

Los elementos del entibado en madera deben tener las siguientes dimensiones mínimas: 25 mm (1") de espesor para los tabloncillos, los puntales o tacos estarán distanciados máximo 1,0 m. y tendrán una sección cuadrada de 100 mm x 100 mm (4" x 4") o sección de 100 mm (4") de diámetro. Se utilizarán tabloncillos, maderas o puntales de madera de pino o similar, con una densidad mayor o igual a 0,4 gr/cm³, con una resistencia de trabajo a la flexión mayor o igual a 6 Mpa (0,6 Kg/cm²) y un contenido de humedad menor o igual al 20%. Ningún elemento podrá presentar hendiduras, nudos o curvaturas que afecten la calidad del entibado.

Llenos

Podrá utilizarse para el lleno los materiales que a juicio de la Interventoría y previos análisis de laboratorio, presente propiedades físicas y mecánicas apropiadas para lograr una compactación que garantice la resistencia adecuada y el mínimo asentamiento.

Arenilla para protección de tuberías

Se utilizarán arenillas, cuyo suministro se realizará de la cantera de pavimentos de Urabá, teniendo en cuenta que las especificaciones de éstas son aprobadas por los diferentes proveedores de las tuberías y accesorios que se emplearán y de la interventoría asignada al proyecto. Estas deberán ser limpias y libres de cualquier material orgánico. Se podrán utilizar arenillas de otra fuente previa autorización del interventor.

La arenilla será utilizada cuando el nivel freático no se presente y su función principal es la protección de la tubería y la cama para apoyo de esta.

Triturado ¾" para protección de tuberías

Se utilizará triturado ¾", cuyo suministro se realizará de la cantera de pavimentos de Urabá, teniendo en cuenta que las especificaciones de éstas son aprobadas por los diferentes proveedores de las tuberías y accesorios que se emplearán y de la interventoría asignada al proyecto. Estas deberán ser limpias y libres de cualquier material orgánico. Se podrán utilizar arenillas de otra fuente previa autorización del interventor.

El triturado ¾" será utilizado cuando el nivel freático se presente y la función principal de este será la protección de la tubería y la cama para apoyo de esta.

Material de préstamo

El material de préstamo que se utilizará, será empleado en el lleno de la brecha, cuando a criterio de los profesionales encargados de la interventoría técnica del proyecto, considere que ningún material es apto para lleno. Este material es conocido como crudo de río y las fuentes más cercanas están en el río Apartadó y el río Carepa.

Material seleccionado de la brecha

Este material será seleccionado de la excavación hecha para la instalación de la tubería, dicha selección la hará el profesional encargado de la supervisión técnica de la obra, teniendo en cuenta que esté libre de cualquier tipo de contaminación, tenga propiedades mecánicas que permitan compactación y que se garantice la estabilidad de la obra, de tal forma que no se vayan a presentar asentamientos futuros.

Cargue, retiro y botada del material sobrante

Cuando el material sobrante proveniente de las excavaciones deba retirarse a un sitio fuera de las áreas de trabajo, la disposición final del material en los botaderos, contará con la autorización de la autoridad competente. La cantidad de material a retirar será determinada por la Interventoría.

Quien ejecute el contrato deberá cumplir para la ejecución de esta actividad con la Resolución 541 de diciembre 14 de 1994 expedida por el Ministerio del Medio Ambiente y el transporte de este igualmente deberá cumplir con la normatividad vigente en Colombia.

Pavimentos

Mezcla asfáltica de gradación abierta, preparada en planta y en caliente, extendida sobre una base granular; esta actividad incluye el riego de liga la cual se realiza con cemento asfáltico AC 60100 aplicado entre 110°C y 150°C o con emulsión asfáltica.

Base Granular

Para la conformación de la estructura de la vía en la zanja o apiques que se realicen se utilizará triturado $T_{máx} = 1\frac{1}{2}$ ", el cual deberá estar compactado con una densidad mayor al 98%.

Base, cañuela y tapa en concreto (sin marco) 0,5x0,5 externa

Concreto de 3000 psi, resistencia que será verificada por el interventor quien solicitará los respectivos ensayos de laboratorio; la construcción se hará de acuerdo a las NEGC y los estipulado en los planos de diseño.

Construcción en concreto de 3000 psi de mesa y cañuela para cámara de inspección cualquier altura

Concreto de 3000 psi, resistencia que será verificada por el interventor quien solicitará los respectivos ensayos de laboratorio; la construcción se hará de acuerdo a las NEGC y los estipulados en los planos de diseño.

Construcción en concreto de 3000 psi de cono. Cuello, anillo y tapa para cámara de inspección

Concreto de 3000 psi, resistencia que será verificada por el interventor quien solicitará los respectivos ensayos de laboratorio; la construcción se hará de acuerdo a las NEGC y los estipulados en los planos de diseño.

Construcción en concreto de 3000 psi de cilindro cámara de inspección de cualquier altura

Concreto de 3000 psi, resistencia que será verificada por el interventor quien solicitará los respectivos ensayos de laboratorio; la construcción se hará de acuerdo a las NEGC y los estipulado en los planos de diseño.

11 LOCALIZACIÓN TRAMOS A INTERVENIR

En la ejecución del proyecto EXTENSIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO, BARRIO OBRERO–MUNICIPIO DE TURBO, se intervendrán vías públicas.

A continuación se lista cada tramo y su ubicación.

Tabla 59 Localización tramos

RAMALES BARRIO OBRERO		DIRECCIÓN	RAMALES BARRIO OBRERO		DIRECCIÓN
C-602	C-501	CRA 09 CLL 98A	C-578	C-592	CRA 11 CLL 99 Y 98C
C-597	C-502	CRA 10 CLL 98B Y 98A	C-600	C-583	CLL 98C CRA 12A Y 12
C-604	C-605	CRA 10 CLL 97	C-593	C-594	CRA 08 CLL 98B
C-605	C-608	CRA 10 CLL 98	C-594	C-596	CLL 98B CRA 8 Y 9
C-608	C-502	CRA 10 CLL 98 Y 98A	C-596	C-597	CLL 98B CRA 9 Y 10
C-606	C-607	CLL 98 CRA 09	C-597	C-598	CLL 98B CRA 10 Y 11
C-607	C-608	CLL 98 CRA 09 Y 10	C-598	C-599	CRA 11 CLL 98B
C-614	C-612	CRA 10A CLL 98	C-599	C-584	CLL 98B CRA 12
C-612	C-608	CLL 98 CRA 10	C-590	C-595	CLL 98C CRA 9
C-614	C-613	CLL 98 CRA 10A	C-595	C-596	CRA 9 CLL 98B
C-613	C-504	CRA 10A CLL 98A	C-591	C-597	CRA 10 CLL 98C Y 98B
C-616	C-618	CRA 11	C-592	C-598	CRA 11 CLL 98C Y 98B
C-618	C-505	CRA 11 CLL 98A	C-620	C-621	CLL 98 CRA 12
C-598	C-603	CLL 98B CRA 11	C-621	C-2B	CRA 12 CLL 98A
C-603	C-506	CRA 11 CLL 98A	C-9A	C-600	CRA 12A CLL 99
C-570	C-572	CLL 99 CRA 08	C-600	C-601	CLL 98C CRA 12A
C-572	C-574	CLL 99	C-601	C-3B	CRA 12A CLL 98A
C-574	C-576	CLL 99 CRA 09	C-10A	C-9B	CLL 99 CRA 12 Y 12A

C-576	C-578	CLL 99 CRA 09 Y 11	C-9B	C-8C	CLL 99 CRA 12A Y 13
C-578	C-579	CRA 11 CLL 99	C-8C	C-8D	CLL 99 CRA 13
C-579	C-580	CLL 99 CRA 12	C-8D	C-5B	CRA 13 CLL 98A
C-580	C-582	CLL 99 CRA 12	C-204A	C-202A	CLL 98 CRA 14 Y 13
C-582	C-583	CRA 12 CLL 99 Y 98C	C-202A	C-203A	CLL 98 CRA 13
C-583	C-584	CRA 12 CLL 98C Y 98B	C-203A	C-4B	CRA 13 CLL 98
C-584	C-2B	CRA 12 CLL 98B Y 98A	C-3B	C-622	CRA 12A CLL 98A
C-577	C-578	CRA 11 CLL 99	C-622	C-626	CRA 12A CLL 98
C-581	C-580	CRA 12 CLL 99	C-626	C-630	CLL 98 CRA 12A
C-572	C-585	CRA 08 CLL 99 Y 98C	C-630	C-632	CRA 12A CLL 97
C-585	C-586	CRA 08 CLL 98C	C-632	C-510	CRA 12A CLL 97
C-586	C-587	CRA 08 CLL 98C	C-624	C-622	CALLEJON CRA 12A
C-587	C-588	CRA 08 CLL 98C	C-628	C-626	CLL 98 CRA 12A
C-588	C-590	CLL 98C CRA 09	C-4B	C-626	CLL 98 CRA 13 Y 12A
C-590	C-591	CLL 98C CRA 9 Y 10	C-634	C-635	CRA 12A INTERMEDIO
C-591	C-592	CLL 98C CRA 10 Y 11	C-635	C-636	CRA 12A CLL 96A
C-592	C-583	CLL 98C CRA 11 Y 12	C-636	C-514	CLL 96A CRA 12A Y 13
C-576	C-590	CRA 09 CLL 99 Y 98C	C-638	C-636	CALLEJON CRA 12A

COLECTOR BARRIOS OBRERO - BRISAS DEL MAR - EL BOSQUE		DIRECCIÓN	COLECTOR BARRIOS OBRERO - BRISAS DEL MAR - EL BOSQUE		DIRECCIÓN
C-500	C-501	CRA 09 CLL 98A	C-530	C-531	CRA 15 Y 17A CLL 91
C-501	C-502	CLL 98A CRA 09 Y 10	C-531	C-532	CLL 91 CRA 17A Y 19
C-502	C-504	CLL 98A CRA 10 Y 10A	C-532	C-533	CRA 19 CLL 91
C-504	C-505	CLL 98A CRA 10A Y 11	C-533	C-534	CLL 91 CRA 20
C-505	C-506	CLL 98A CRA 11	C-534	C-535	CRA 20 CLL 91

C-506	C-2B	CLL 98A CRA 11 Y 12	C-535	C-536	CLL 91 CRA 21
C-2B	C-3B	CLL 98A CRA 12 Y 12A	C-536	C-537	CRA 21 CLL 91
C-3B	C-5B	CLL 98A CRA 12A Y 13	C-537	C-538	CLL 91 CRA 22
C-5B	C-4B	CRA 13 CLL 98A Y 98	C-538	C-540	CRA 22 CLL 91
C-4B	C-508	CLL 98 CRA 13	C-540	C-542	CRA 22 CLL 90
C-508	C-510	CRA 13 CLL 97	C-542	C-544	CRA 22 CLL 89
C-510	C-512	CLL 97 CRA 13	C-544	C-546	CRA 22 CLL 89 Y 88
C-512	C-514	CRA 13 CLL 96A	C-546	C-548	CRA 22 CLL 88 Y 87
Hasta este punto se construirá con el proyecto y se conectará con la cámara que se mencionan a continuación:					
C-514	C-516	CLL 96A CRA 13	C-548	C-550	CRA 22 CLL 87