



C3-LE6-P22: PLAN DE SANEAMIENTO HÍDRICO METROPOLITANO (PSHM)

**DIAGNÓSTICO Y PROYECCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL ÁREA METROPOLITANA
DE BUCARAMANGA-AMB**

(BUCARAMANGA-FLORIDABLANCA-GIRÓN-PIEDRECUESTA)

ANEXO TÉCNICO DEL PLAN INTEGRAL DE DESARROLLO METROPOLITANO-PIDM

VICTOR JULIO AZUERO DIAZ

DIRECTORA AMB

LUIS ALBERTO MORALES

SUBDIRECTOR AMBIENTAL

HELBERT PANQUEVA

COORDINADOR DE ASEGURAMIENTO LEGAL

LUDWING URIBE GARCÍA

ASESOR AMB



INDICE

INTRODUCCIÓN

I. DIAGNÓSTICO E IDENTIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE BUCARAMANGA (B), FLORIDABLANCA (F), GIRÓN (G) Y PIEDECUESTA (P)

A. SISTEMAS DE ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EXISTENTES A JUNIO DE 2015

B. SISTEMAS DE DRENAJE SANITARIO Y SU ESTADO DE FUNCIONAMIENTO

II. PROYECCIÓN SISTEMAS DE DRENAJE Y OBRAS REQUERIDAS DE EXPANSIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y LAS PTAR EN EL AMB

INTRODUCCIÓN

Según la Ley 1625 de 2013, la cual expide el régimen de las Áreas Metropolitanas, establece dentro de sus competencias y funciones el propender por el desarrollo armónico, integrado y sustentado de los municipios que lo conforman, así como la formulación y adopción del Plan Integral de Desarrollo Metropolitano-PIDM con perspectiva a largo plazo, como una norma general de carácter obligatorio a la que deben acogerse los municipios que conforman el Área Metropolitana de Bucaramanga-AMB, fundamenta en los principios de Acción basada en la Planeación, Integración Metropolitana, Gobernanza Metropolitana, Desarrollo Humano y Equidad.

El Plan Integral de Desarrollo Metropolitano-PIDM (DIME TU PLAN 2016-2026), formulado por el AMB, estableció en el Componente Estratégico 3 (C3) Infraestructura de Servicios y Conectividad metropolitana, una línea estratégica (L6) denominada Accesibilidad y Sostenibilidad de los Servicios Públicos, con un programa (P22) específico de Saneamiento Hídrico Metropolitano, así:

C3 — LE6 —P22. SANEAMIENTO HIDRICO METROPOLITANO

Objetivo. Orientar y apoyar la implementación un nuevo sistema de administración, conducción y tratamiento de los residuos líquidos generados en los municipios que conforman el Área Metropolitana de Bucaramanga, garantizando un modelo de gestión adecuada de redes, la identificación y ejecución de los proyectos de descontaminación hídrica y la adecuada operación de los sistemas de tratamiento existentes y por implementar, de manera que se minimicen los impactos negativos sobre las fuentes hídricas y se recupere en el largo plazo la calidad de las fuentes hídricas conforme a los objetivos concertados con todos los actores sociales e institucionales.

El presente documento denominado como PLAN DE SANEAMIENTO HÍDRICO METROPOLITANO-PSHM, se constituye en Anexo técnico al PIDM en el componente identificado anteriormente, el cual servirá de lineamiento para la formulación integral de los temas de infraestructura de servicios públicos de los municipios que conforman el AMB.

I. DIAGNÓSTICO E IDENTIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE BUCARAMANGA (B), FLORIDABLANCA (F), GIRÓN (G) Y PIEDECUESTA (P)

A. SISTEMAS DE ALCANTARILLADO Y PTAR EXISTENTE A JUNIO DE 2015

Los sistemas de drenajes urbanos de los 4 Municipios (B/F/G/P), ha tenido a lo largo de la historia variaciones importantes, producto de los cambios en el manejo de la captación y transporte de los residuos líquidos y principalmente en su disposición final; partiendo en el pasado con sistemas de alcantarillado de tipo combinado, instalados en las zonas antiguas de cada casco urbano y algunos barrios dispersos del sector urbano, los cuales eran llevados a las corrientes cercanas y entregando a ellas sin tratamiento alguno. Recientemente para los nuevos desarrollos urbanísticos por fuera de estas zonas (desde hace cerca de 30 años), se proyectan sistemas de alcantarillado de tipo separado (drenaje sanitario y pluvial independiente desde el interior de las edificaciones), los cuales entregan a un interceptor sanitario o una corriente receptora.

Cada uno de ellos con sus ventajas y desventajas tradicionales, en el primer caso, con una sola conexión domiciliaria lo que evita conexiones erradas entre sistemas separados, pero generándose vertimientos directos sobre las corrientes urbanas de tipo combinadas, obligando para su saneamiento, la separación diluida de los caudales sanitarios y pluviales, entregándolos a un interceptor o a una corriente receptora, respectivamente; generándose una responsabilidad importante sobre este tipo estructuras de separación de caudales, al requerirse una operatividad y atención importante y casi permanente, principalmente en épocas de invierno, en donde se pueden taponar y generar descargas sanitarias contaminantes sobre la corrientes y el interceptor receptor sanitario quedaría subutilizado o sin transportar el verdadero caudal respectivo. A pesar de tenerse las estructuras de separación trabajando adecuadamente, la dilución (1:2 o similar) con la que se dimensionaron, conlleva a que en los momentos iniciales de una lluvia, se transporte en un interceptor un caudal mayor al real sanitario, y al tener cerca de 40 o 50 estructuras en un sistema de drenaje que llega a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales-PTAR, se tendría un caudal pluvial adicional bastante representativo que podría afectar la eficiencia en las fases de la PTAR, requiriéndose en esos casos, la proyección de obras de control de caudales afluentes al sistema de tratamiento.

Para los sistemas separados se tienen sus bondades e inconvenientes, que si al ser construido y usado adecuadamente, es el sistema más conveniente en el transporte y disposición a su descarga correspondiente, en la PTAR o corriente receptora; debido a que se distribuye independientemente los caudales sanitarios y pluviales, lo que permitiría una mayor eficiencia del sistema integral de drenaje urbano; su implementación es algo más costosa que la del tipo combinado, por lo cual, en muchos sectores se prioriza resolver lo sanitario y se deja para posteriormente lo pluvial. Los problemas de este sistema, además de los aparentes costos, se

dan en el uso racional que la comunidad haga sobre él, al presentarse reformas permanentes en edificaciones y por desconocimiento hacen conexiones indebidas de los caudales, llevando a las típicas conexiones erradas, que generan trabajos operativos de evaluación ya no de 40 o 50 estructuras de separación, como sucede en los sistema combinados, sino de 100 o más viviendas de un conjunto residencial, al que se le debe exigir los correctivos respectivos, que al multiplicarse por varios barrios y en todos los municipios, un problema de gran magnitud, dispendioso de concertación y ajuste.

En la actualidad la infraestructura del sistema público de alcantarillado lo desarrollan dos (2) operadores, La Empresa pública de Alcantarillado de Santander- EMPAS, maneja los drenajes urbanos de Bucaramanga-B, Floridablanca-F y Girón-G, con una infraestructura total del orden 1.000 km y Piedecuestana de Servicios atiende el Municipio de Piedecuesta-P, con una red de 121 km.

La cobertura del sistema de alcantarillado en forma integral para estos municipios (alcantarillado sanitario y pluvial) es del orden del 98%, el aparente valor restante sin cobertura, no obedece a incumplimiento del servicio, sino principalmente a aportes que puede generar los asentamientos ilegales y desarrollos sin niveles de conexión, algunos aislados del perímetro de servicio, en procesos de consolidación o mejoramiento integral por estar ubicados en zonas de riesgo y amenaza, tanto para las viviendas y la comunidad, como para la propia infraestructura que allí se construya.

A nivel de tratamiento de aguas residuales, se tiene construida y en funcionamiento desde 1989, la PTAR de Río Frío, que sirve al drenaje urbano del 100% del Municipio de Floridablanca y cerca del 10% del Sur de Bucaramanga, perteneciente al sistema Río Frío (el cual se detallará más adelante); la planta en la actualidad tiene una capacidad media instalada de 0,50 m³/s, producto de las contingencias operativas del Proyecto de Modernización de la planta, quedando justa su capacidad para los caudales máximos que llegan de los dos municipios, los cuales pueden oscilar por encima de la capacidad de la planta y tener valores hasta los 0,8 m³/s, llevando a que operativamente se tenga que desviar sin tratamiento, un caudal menor variable durante varias horas diarias, utilizando una red tipo bypass al Río Frío, requiriéndose por consiguiente su mejora tecnológica y ampliación en forma inmediata.

Piedecuesta tiene la PTAR El Santuario, la cual se encuentra en fase constructiva, con ciertos atrasos de tipo técnico y económico, que han generado dificultades para su puesta en funcionamiento.

B. SISTEMAS DE DRENAJE SANITARIO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y SU ESTADO DE FUNCIONAMIENTO ACTUAL (2015)

Los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos-PSMV, que se tienen por parte de las dos empresas operadoras del AMB, tienen una proyección de 10 años, para los periodos 2008-2017, partiendo de 33 vertimientos sanitarios en Bucaramanga, Floridablanca y Girón y 6 vertimientos en Piedecuesta. La **Figura 1**, muestra el caso particular del sistema de alcantarillado operado por la EMPAS.

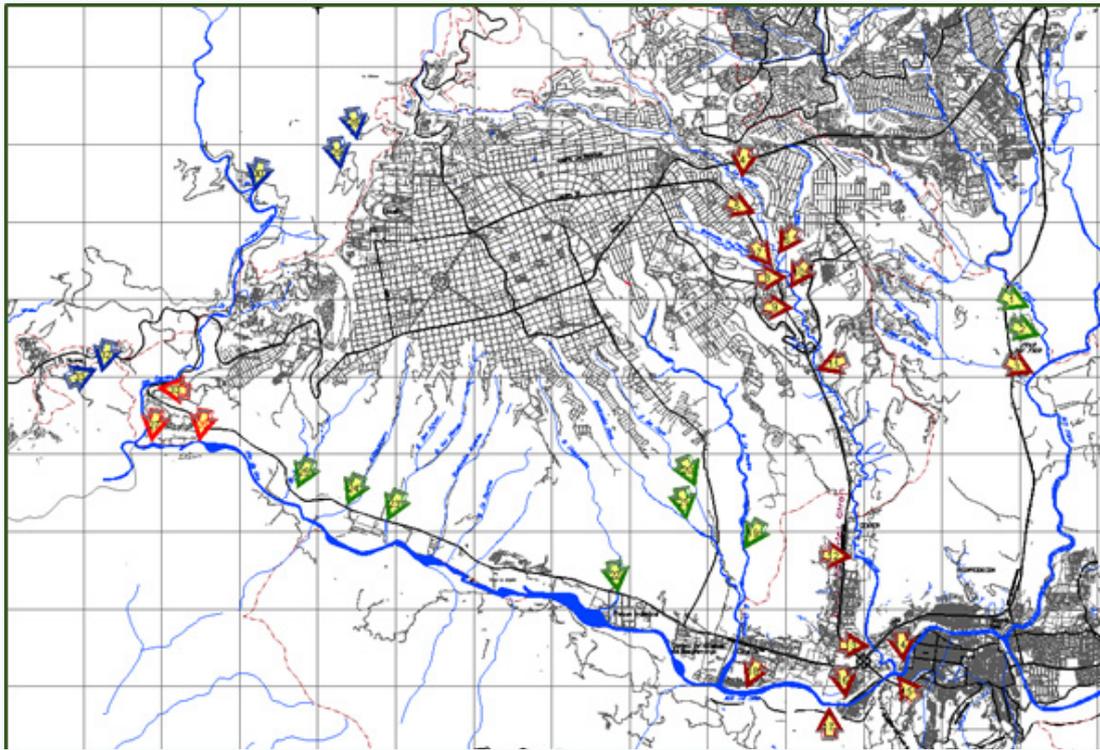


Figura 1. Vertimientos sanitarios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón-PSMV 2008

A continuación describiremos los sistemas de drenaje sanitario que conforma la infraestructura existente y proyectada del Área Metropolitana de Bucaramanga, partiendo de los sistemas integrales de Bucaramanga, Floridablanca y Girón y posteriormente, los existentes en Piedecuesta. La **Figura 2** presenta el sistema integral de Bucaramanga, Floridablanca y Girón.

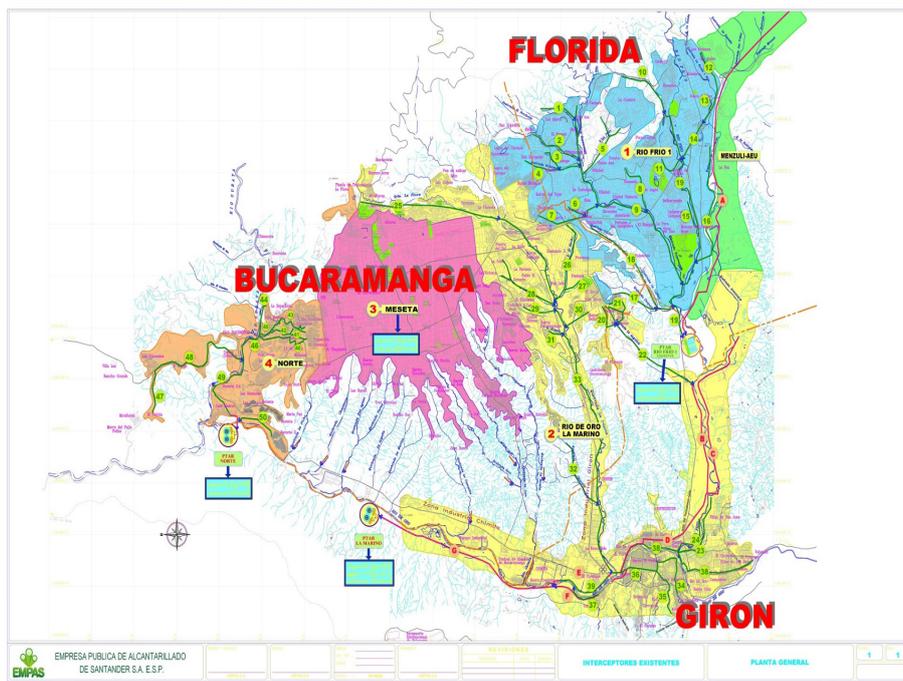


Figura 2. El PISAB-PSMV y los sistemas de drenaje sanitario de Bucaramanga, Floridablanca y Girón

Sistema Río Frío

Conformado por cerca de 33 km de interceptores construidos dentro del Plan Integral de Saneamiento Ambiental de Bucaramanga y su Área Metropolitana-PISAB, adelantado por la CDMB entre las décadas de los años 80 y 90 del siglo pasado.

Su drenaje sanitario sirve a cerca del 10% del sur de Bucaramanga y prácticamente al 100% de Floridablanca; con las obras de expansión del sistema Menzulí, se podrán incorporar en el futuro cercano, la zona norte del Municipio de Piedecuesta. En la **Tabla 1**, se distribuye los aportes al año 2015 de este sistema de drenaje

Tabla 1. Sistema de drenaje sanitario Río Frío-Año 2015

Municipio	Caudal	Población	Aporte	Sistema Tratamiento	
	(l/s)	(Miles de Hab)	Mpio-B/F/G	Q - (l/s)	Mpio.
Bucaramanga	100	46	8%	80	6%
Floridablanca	525	275	100%	420	80%
Subtotal-B/F/G:	625	321	31%	500	25%
Subtotal-AMB:			28%	23%	

Este sistema ha funcionado durante más de 25 años, reduciendo los cerca de 45 vertimientos sanitario que existan antes de las obras del PISAB (mediados de los año 80), a los dos (2) actuales en la PTAR Río Frío (el efluente de tratamiento y el bypass eventual por limitación de capacidad instalada).

Las áreas de drenaje con que fueron diseñados los diferentes interceptores que lo conforman, tomaron como referencia el avance constructivo existente y las proyecciones que estimaba el Código de Urbanismo de la década de los años 80. Tomando como partida el año 1983 y un periodo de diseño de 25 años, proyectándolo al año 2008.

El desarrollo que se ha dado a lo largo de estos años, es consistente en las áreas urbanas que se planificaron, pero se ha complementado con el uso de suelos adicionales en zonas no estimadas para ello, los cuales no tuvieron el control urbano que correspondía, llevando a que varios de los interceptores del sistema Río Frío, utilizarán la capacidad remanente o de reserva con que fueron proyectados y ya presenten problemas de capacidad en algunos de sus tramos.

Tiene construida la infraestructura de interceptores maestro para la zona urbana actual, algunos funcionando por cerca de 30 años, los cuales ya presentan problemas hidráulicos y estructurales por su envejecimiento. Los Interceptores con problemas detectados de capacidad, al cumplir su periodo de diseño de 25 años (después del 2008), serían los siguientes:

Interceptor Las Pilas

Interceptor Zapamanga

Interceptor La Calavera

Interceptor La Cuellar

Interceptor Río Frío I a IV Etapa

Interceptor La Chiquita

Desde hace cerca de 10 años y con la aparición de la Ley 388 y sus productos en los POT (2000 a 2005), se definieron zonas periféricas a los perímetros urbanos, conformadas por las Áreas suburbanas y de Expansión urbana, las cuales tienen características especiales de desarrollo para cada una de ellas, partiendo de su condición básica de suelos rurales.

Precisamente para el sistema Río Frío, se incorporó otra nueva cuenca de drenaje que permitiera su incorporación al contexto urbano, la cual corresponde al nuevo sistema de drenaje sanitario de la Quebrada Menzulí (también conocida como Aranzoque y en ciertos tramos de la corriente como La Estancia). Esta zona es encuentra por fuera del perímetro sanitario actual, pero ya tiene desarrollos suburbanos y anticipados de Áreas de Expansión Urbana, que han justificado en los últimos 10 años, la necesidad

Esta corriente se localiza al sur del Municipio de Floridablanca y limita con el Norte de Piedecuesta, transita dentro de los suelos suburbanos y de Expansión urbana, cerca de 12 km hasta su confluencia con el Río Frío, localizada en el Municipio de Girón. La **Figura 3**, presenta el trazado general del sistema Menzulí.

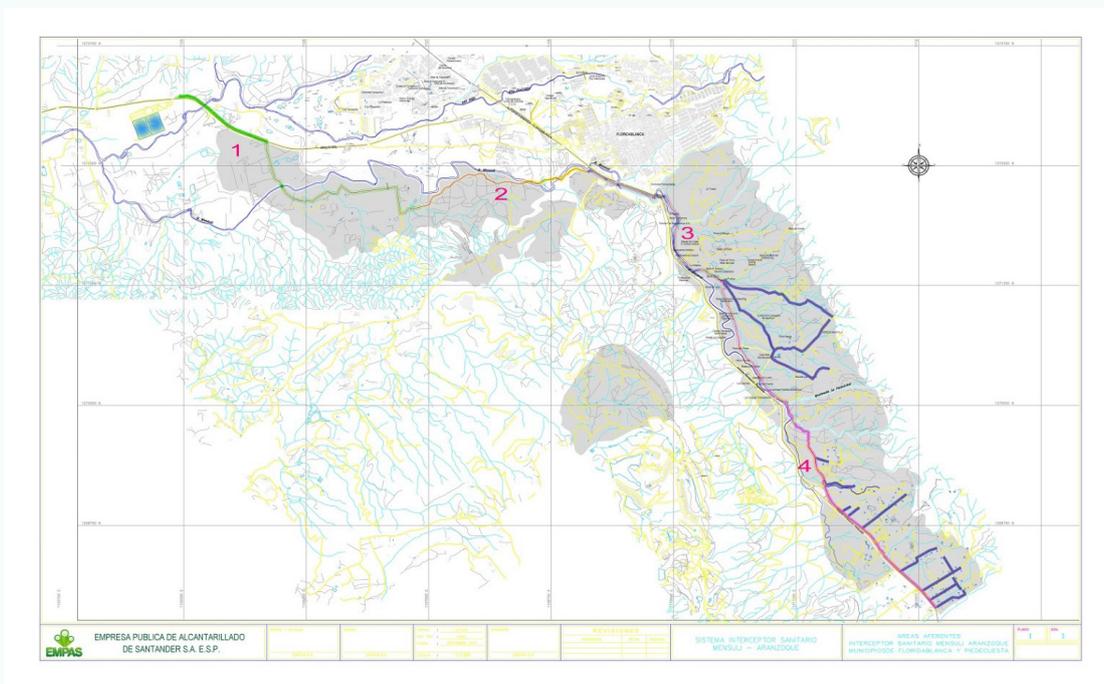


Figura 3. Sistema de drenaje Menzulí y sus Etapas constructivas

Este sector se ha venido desarrollando sin tenerse la infraestructura integral de los servicios públicos domiciliarios, por lo cual ha sido necesario que los conjuntos privados y desarrollos institucionales y comerciales, tengan su propia sistema tanto de Acueducto como de Alcantarillado; en el primer caso, con otorgamiento de concesiones y pequeños acueductos individuales, la mayoría de ellos independientes y en el segundo caso, con redes de alcantarillado privadas que confluyen a sistemas de tratamiento de aguas residuales; al no estar dentro del perímetro urbano, la operación de estos sistemas es ejecutada directamente por cada administración de los conjuntos o propietario del establecimiento.

Con el avance constructivo importante de esta zona, se vio la necesidad de anticipar la proyección de las obras del Interceptor Menzulí, estimadas para finales de esta década (2015-2020), el cual tiene como objetivo

primario la captación de los desarrollos descritos anteriormente, junto con las áreas faltantes definidas de Expansión Urbana, y trasladar estos caudales a la actual PTAR Río Frío.

Actualmente se encuentra en proceso de construcción el interceptor Menzulí, en cuatro (4) etapas que tienen un avance mayor al 50%, tiene atrasos con lo programado, ya que tienen problemas de permisos de paso en predios privados, en la vía nacional ante la Agencia Nacional de Infraestructura-ANI y recursos adicionales para los contratos. De superarse estas situaciones, las obras continuarían y en menos de un año serían terminadas; en ese orden de ideas, se estima su finalización y puesta en funcionamiento entre lo año 2016 y 2017.

El sistema Menzulí servirá a cerca de 200 mil habitantes del sector actual suburbano y de Expansión urbana de Floridablanca y Piedecuesta, lo cuales se incorporarían al contexto urbano, cuando se complemente la distribución de agua domiciliaria y demás servicio públicos acorde a la Ley 142. El drenaje aferente de servicio abarca aproximadamente 800 Ha en Floridablanca y 200 Ha en Piedecuesta.

La infraestructura a instalar será del orden de 20 km (tubería de 315 mm a 1,0 m), conformada por una línea principal de 12 km y la restante longitud son redes secundarias que permitirán la conexión de los conjuntos desarrollados actualmente y la reserva de capacidad para los nuevos proyectos que se den en la zona. Procesos que deberán surtir un enlace y vinculación integral del servicio de acueducto y alcantarillado, con operadores que asumirán la prestación de estos servicios públicos, con lo cual se reduciría los sistemas individuales descritos anteriormente.

Es importante precisar, que este sistema fue proyectado dentro de la actualización del PISAB II (elaborado en 1996), de forma independiente al sistema de Río Frío, creando la identificación del sistema Río Frío 2, el cual tenía Interceptor maestro y una PTAR independiente, localizada sobre la margen izquierda del Río Frío, frente a la planta existente (jurisdicción del Municipio de Floridablanca).

Parar los estudios de Modernización de la PTAR Río Frío, adelantados a mediados de la década pasada (2004-2006), se consideraron varios aspectos para definir al alcance de los mismos, entre los cuales se tienen:

Las condiciones de drenaje establecidas en el PISAB y el crecimiento en función de dos plantas en este sector, las PTAR Río Frío 1 existente y la proyectada PTAR Río Frío 2.

Las bondades y dificultades técnicas y operativas de cada fase o proceso del tratamiento interno en la planta. El aparente rechazo de la PTAR por sus olores ofensivos del Ácido Sulhídrico- H_2S .

Las implicaciones de proyectar otra nueva planta, junto con la zona de aislamiento o de amortiguación que limitaría más área de desarrollo en el valle de Río Frío.

Las exigencias normativas ambientales que a futuro podría tener problemas de cumplimiento por parte del sistema de tratamiento integral de la planta.

Concluyéndose que era factible realizar adecuaciones de las fases de tratamiento y ampliar la planta hasta la capacidad de servicio que daría la unión de la PTAR Río Frío 1 y 2, alcanzándose los siguientes objetivos primarios:

Tecnología más eficiente y acorde a la normatividad ambiental que se exigirá en el futuro cercano. La cual cumpliría La nueva Resolución 631 de 2015 (que reemplazará en gran parte del Decreto 1594 de 1984).

Sistema integral que mantiene la fase anaerobia primaria (UASB), pero que mitiga los problemas de olores, reduciendo el área de influencia de 1.000 m a cerca de 300 m. Franja que se acordó utilizar para desarrollos mixtos no residenciales, como lo son la zona franca, el frigorífico de Girón, los dos cementerios, bodegas y establecimientos comerciales, entre otros.

Por la baja eficiencia y potencializador de emisiones de H_2S , se eliminarán las dos (2) Lagunas Facultativas como fase secundaria y se proyecta en su reemplazo un sistema de Lodos actividades (Tanque de aeración y decantador o clarificador).

En el mismo espacio físico actual disponible de la planta, se plantea crecer de 700 l/s a una capacidad máxima de 2.000 l/s (2 m³/s), con lo cual sería factible eliminar la proyección de la PTAR Río Frío 2, ya que este caudal se llevaría a la planta modernizada y ampliada.

Aprovechamiento del subproducto del biogás de la fase primaria (UASB) y utilizarlo como fuente de energía (cerca del 40% de los requerimientos) en la fase secundaria, dándole cierta autosostenibilidad al nuevo sistema.

El proceso de implementación se haría en 4 módulos de 500 l/s cada uno, creciendo por etapas constructivas acorde al crecimiento de los caudales afluentes a la planta. Requiriéndose en forma inmediata la Etapa I y en el corto tiempo la Etapa II (preferiblemente antes del 2018).

El nuevo sistema Río Frío dará un beneficio estimado en cerca de 330 mil habitantes actuales y potencialmente se proyecta a más de 650 mil en su máxima capacidad, cuando se copen las áreas urbanísticas actuales del perímetro sanitario de Floridablanca y se desarrolle el valle de Menzulí-Aranzoque.

Sistema La Meseta

La meseta de Bucaramanga, conformada a grosso modo desde la virgen (calle 0) en el norte y la Puerta del Sol (calle 61) en el sur, cerrándose desde la zona oriental que no drena a la Quebrada La Flora hasta el escarpe occidental, es el sistema de drenaje sanitario de mayor extensión de Bucaramanga, ya que equivale a más del 50% de la población municipal, como se presenta en la **Tabla No. 2**. Posee un sistema de alcantarillado combinado, con drenajes o subcuencas independientes que parten de la zona oriental y llegan a la escarpa occidental de la Meseta de Bucaramanga; por la condición urbanística y topográfica que conforma este sector de la ciudad, el trazado de las redes de alcantarillado y su disposición final, no ha permitido unificar el sistema de alcantarillado en un solo punto de vertimiento y por ende en un interceptor que conlleve a receptionar las diferentes entregas y transportarlas en una línea unificada.

Tabla 2. Sistema de drenaje La Meseta- Año 2015

Municipio	Caudal (l/s)	Población (Miles de Hab)	Aporte Mpio-B/F/G
Bucaramanga	700l	324	56%
Subtotal-B/F/G:	700l	324	35%
Subtotal-AMB:			32%

El desarrollo histórico de la ciudad y la topografía que drena a diversas corrientes menores afluentes del Río de Oro, fue direccionando a que los diferentes sistemas de alcantarillado vertieran independientemente a cada uno de estos cauces, no sin antes salvar alturas importantes desde la zona final del urbanismo de la escarpa occidental hasta el lecho de la corriente, vertimientos que a mediados del siglo pasado, no se hacían adecuadamente y fueron uno de los actores importantes en los detonantes erosivos e inestabilidad de los taludes de la escarpa, que dieron pie a la elaboración de varios estudios para buscar solución a esta problemática, finalizándose con el Plan General de Control de la erosión-PGCE (adelantado en las décadas de los años 60 y 70 por la CDMB). En la **Figura 4**, se presenta la zona general del sistema La Meseta y sus corrientes receptoras de la escarpa.

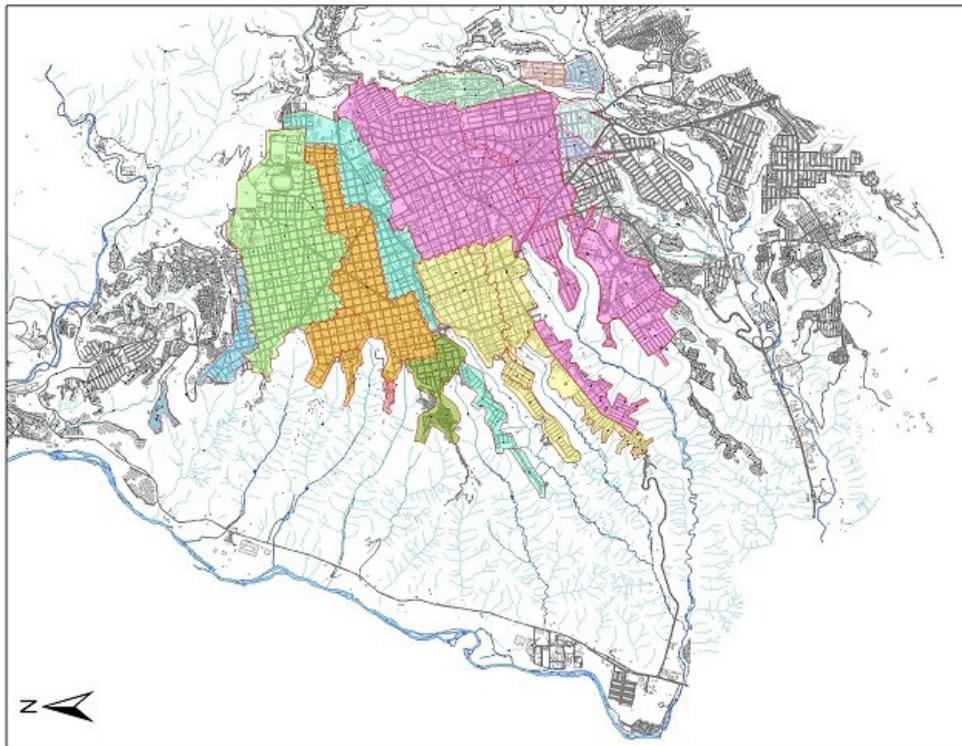


Figura 4. Drenaje sistema La Meseta y sus corrientes receptoras de la escarpa de Bucaramanga

El estudio estableció cinco (5) componentes para acometer, los cuales son los siguientes:

Plan Maestro de alcantarillado–PMA:

Producto de insuficiencia de las redes existentes y la obsolescencia de las mismas, presentándose problemas de inundaciones no controladas, así como los vertimientos que generaban procesos erosivos en las escarpa; conllevaron a la proyección de líneas de colectores maestros en diferentes sectores de la Meseta, para optimizar la captación, capacidad y transporte integral del sistema de alcantarillado, principalmente del sistema pluvial, para posteriormente ser llevados a los sitios de vertimiento buscando su adecuada disposición. A pesar de las diferentes obras, el sistema de alcantarillado mantiene la condición general de tipo combinado.

Estructuras de Vertimiento–EV:

Se proyectaron para captar los diferentes colectores que llegaban a la escarpa y vertían indebidamente y generaban problemas erosivos, para los cual se distribuyen a lo largo de las diferentes subcuencas, estructuras especiales principalmente de tipo escalonadas, que salvaban alturas entre 50 m hasta un poco más de 100 m, en donde la geología, altura de los taludes y la topografía general de la escarpa, no permitía con facilidad la proyección de un emisario convencional de alcantarillado (pozos contiguos y tubería con altas pendientes). Estas estructuras en concreto reforzado no sólo se adaptaron a la topografía de la escarpa, y evitaban intervenciones profundas en su cimentación, minimizando su incidencia sobre ella y dando mejores condiciones constructivas, sino que su funcionamiento hidráulico buscaba llevar el flujo controlado desde la cabecera de los taludes (en la zona urbana) hasta su descarga sobre la corriente receptora, logrando su objetivo primario de mitigar el impacto de los vertimientos directos o con problemas en su estructura de entrega a los cauces. De este sistema existen cerca de 18 EV, y algunos emisarios en tubería especial (fundida in situ), funcionando hace más de 40 años, los cuales ya presentan algunos problemas estructurales (incidencias sísmicas y asentamientos menores de la zona), que ameritan mejoras integrales acorde a la nueva legislación (NSR-10), buscando el funcionamiento en el futuro sin inconvenientes que desmejoren su calidad en el servicio.

Control de cauces–CC:

Al recibir las descargas de las diferentes EV, era necesario mitigar o eliminar la continuación de procesos erosivos en las corrientes receptoras, tanto por las descargas directas a ellas como por el deterioro progresivo a lo largo de su tránsito, para lo cual se proyectaron estructuras hidráulicas disipadoras de energía, mediante la amortiguación y control del flujo recibido, complementado con su adecuado transporte a lo largo de los cerca de 3 a 4 km que tienen los trayectos que comunican los drenajes de la escarpa con el Río de Oro; para lo cual se proyectó la canalización de cerca de 10 de estas corrientes, que tienen entre las características principales de su alineamiento en perfil, estructuras de control de fondo con amortiguadores hidráulicos del flujo, en caídas variables acorde a la topografía de cada corriente, y tramos entre estas estructuras, en su mayoría con pendiente 0% o muy baja, que permite el control hidráulico de la canalización. Para la construcción de estos sistemas se utilizó como materiales principales el concreto reforzado (zonas de tanques y estructuras de caída) y gaviones revestidos en concreto simple (en los tramos entre tanques o estructuras de caída).

Las corrientes canalizadas en gran parte de su trayecto hasta el Río de Oro son:

Quebrada Chapinero

Quebrada Dos Aguas y Las Navas

Quebrada Argelia

Quebrada La Cuyamita

Y las que tienen trayectos canalizados y sería pertinente su continuación, se encuentran:

Quebrada Seca

Quebrada La Joya

Quebrada La Rosita

Quebrada Chimitá,

Siendo esta última corriente la receptora de las tres anteriores y sobre la cual se concentra más del 60% del drenaje sanitario y pluvial de la Meseta de Bucaramanga, seguido de la Quebrada Chapinero (17% en la EV Calle 6 y las Navas (12%)

Estabilización de taludes-ET:

Complementó las obras anteriores con drenajes superficiales de coronos y pie de taludes, así como el drenaje subterráneo para mitigar los aportes del agua como agente erosivo; estos sistemas tenían sus conducciones adecuadas hasta la entrega a las corrientes cercanas. De igual forma, se evaluaron los taludes y se proyectaron obras de estabilización a lo largo de la escarpa occidental, combinado perfilado de los mismos, bermas intermedias para amortiguar la altura, cobertura vegetal, anclajes, etc.

Vía perimetral-VP:

El objetivo era crear una zona entre las edificaciones y la cercanía a los taludes y la escarpa, que permitiera dar protección hacia los barrios cercanos, espacio suficiente para la proyección de las obras de estabilización y su futuro mantenimiento y permitir una nueva vía periférica o perimetral para la ciudad. La dificultad para la negociación de predios, los costos para el desarrollo de esta actividad y las implicaciones urbanísticas, fueron siendo cada vez mayores y este quinto ítem de trabajo no se ejecutó, quedando viviendas cercanas a los taludes, la limitación de espacio para las obras de estabilización que se han requerido proyectar y la falta de una vía perimetral de descongestión de la ciudad.

Sin que hubiese sido proyectado así, pero como evaluación particular se encontró que el comportamiento integral de estos vertimientos, desde la cabecera de la Meseta hasta su confluencia con el Río de Oro, arroja resultados de recuperación de la carga contaminante del orden del 45% a nivel de DBO₅ y SST. Dada esta connotación, las condiciones topográficas que no permiten actualmente unificar el sistema a menores vertimientos de los que se tienen, la falta de sistema de tratamiento de aguas residuales receptor y la priorización de obras de los demás sectores metropolitanos, llevan a proponer que el sector de la Meseta de Bucaramanga, pueda ser catalogado por ahora como un tratamiento No Convencional, que podrá ser sujeto de mejoras en su sistema, buscando aumentar la eficiencia a niveles normativos (cerca de los 80%). De igual forma, cuando se proyecten las dos PTAR de Río de Oro (La Marino y Norte), se estudiará en forma integral la necesidad de

mantener este comportamiento particular del sistema o se proyecten obras en cada corriente receptora, para captar, separar caudales y trazar emisarios finales que se conecten a estas plantas. Análisis que realizaremos en el capítulo de proyecciones de los sistemas de drenaje y su sistema de tratamiento de aguas residuales.

Sistema Río de Oro

Corresponde a la cuenca de la corriente más importante del Área Metropolitana de Bucaramanga, ya que todas las corrientes que transitan por los sectores urbanos de cada Municipio del AMB, confluyen al Río de Oro, tales como el Río Frío y sus afluentes (Q. Zapamanga, Q. Aranzoque o Menzulí), Quebrada La Iglesia y las corrientes de las escarpa de la Meseta de Bucaramanga (descritas en el sistema La Meseta).

El Río de Oro nace al oriente del Municipio de Piedecuesta y transita hasta Girón, por algo más de 20 km, posteriormente cruza por el casco urbano de Girón y la Zona Industrial de Chimitá, límite entre este municipio y Bucaramanga, confluye finalmente en el sector norte del AMB, que corresponde al desarrollo urbano del Café Madrid, uniéndose con el Río Suratá y formando el Río Lebrija.

El sistema Río de Oro beneficia a los municipios de Bucaramanga y Girón, como se presenta en la **Tabla No. 3**. El 5% restante de Girón, pertenece al sector de Ciudadela Nuevo Girón, cuyo desarrollo urbanístico es independiente al sistema Río de Oro, ya que posee su propio sistema de tratamiento.

Tabla 3. Sistema de drenaje sanitario Río de Oro- Año 2015

Municipio	Caudal (l/s)	Población (Miles de Hab)	Aporte Mpio-B/F/G
Bucaramanga	350	162	28%
Girón	210	124	95%
Subtotal-B/F/G:	560	286	28%
Subtotal-AMB:			25%

El sistema Río de Oro lo conforman los siguientes Interceptores o subsistemas maestros de drenaje sanitario:

La Angelina: Interceptor que Capta los diferentes vertimientos que existían en el sector Sur occidental de Malpaso (El Norte es para la Q. La Iglesia y el oriente a la Q. La Chiquita), los cuales son transportados hasta la confluencia con el Río Frío, vertiéndose provisionalmente (punto de Tasa retributiva) aguas abajo de la PTAR Río Frío. A futuro se proyecta el Interceptor Río Frío Margen Derecha de Girón, que captará este vertimiento y transitará hasta el anillo vial de Girón y finalmente se incorporará este caudal a la PTAR de Río de Oro-La Marino.

Río Frío de Girón: Tiene construidos dos interceptores localizados por cada margen de la corriente, sobre la margen Derecha inicia en el sector de Brisas del Campo y se une al Interceptor El Consuelo y entrega finalmente al Interceptor Río de Oro margen Derecha III Etapa.

La margen izquierda tiene un desarrollo menor, conformado por el drenaje de los barrios de San Jorge y

sectores vecinos hasta Castilla Real I, conectándose al sistema Río de Oro y dando inicio al Interceptor Río de Oro margen Derecha IV Etapa.

Quebrada La Iglesia: Tiene un drenaje importante desde Bucaramanga, partiendo del Interceptor La Flora con los sectores de Buenos Aires y Miraflores entre otros, hasta su confluencia con la canalización de la Quebrada La Iglesia. Requiere un interceptor adicional desde el CAI de Terrazas hasta el punto de inicio del sistema Interceptor Quebrada La Iglesia.

El saneamiento de la Quebrada La Iglesia, nace con la captación de fondo a la altura del Parque extremo (costado occidental del Viaducto García Cadena) y recorre cerca de 8 km hasta su entrega al sistema Río de Oro, en el punto en donde se inicia el Interceptor Río de Oro VI Etapa.

Inicialmente con la aprobación del PSMV (año 2008), se tenían 10 vertimientos sobre esta corriente, en los últimos años se han hecho conexiones y mejoras al interceptor y se tienen actualmente 4 puntos de vertimiento (Q. La Guacamaya, Barrio Bucaramanga, Q. La Chocoíta, Barrio La Esmeralda). Con el proceso constructivo del sistema de Río de Oro y la implementación de niveles provisionales de descarga a las corrientes, se podrán disminuir estos puntos, requeridos aún más con la cercanía del proyecto del Parque lineal sobre la Quebrada La Iglesia.

Interceptor Río de Oro margen Izquierda: Para el saneamiento del Río de Oro producto de los vertimientos sobre la margen izquierda del casco antiguo de Girón, se proyectaron colectores menores que confluyen al Interceptor Río de Oro margen Izquierda, el cual nace cerca de la Plaza de Mercado y La quebrada Las Nieves, toma las carreras 23 y 26 hasta El Poblado, continua cruzando la Autopista y llega al sector de El Carrizal, finalizando con la entrega provisional por fuera del perímetro urbano, frente al Sector de Chimitá.

Interceptor Río de Oro margen derecha I a VI Etapa: Sistema de colectores que nace en el límite urbano del sur de Girón, a la altura del sector de Bahondo, toma la carrera 26 hasta cerca de la antigua batea, transita por la margen derecha del Río de Oro cruzando el Río Frío, pasa por el Rincón de Girón y entrega provisionalmente antes de su paso por la Quebrada La Iglesia, siendo otro de los puntos de vertimiento del PSMV, objeto de Tasa Retributiva.

El sistema Río de Oro margen Derecha tiene construida parcialmente la Etapa VI, la cual captará el sistema Quebrada La Iglesia y transita hasta la Zona Industrial de Chimitá, cruza subfluvialmente el Río de Oro y se une al Interceptor margen izquierda. Está pendiente de las obras de cruce en el trayecto vial frente al puente Antonia Santos (antiguo Flandes).

Emisario Río de Oro-La Marino: Actualmente se han iniciado las obras del Emisario Río de Oro, colector que capta los dos interceptores descritos anteriormente, tanto el sistema margen izquierda como el Derecha y se proyecta a lo largo de la margen izquierda por cerca de 4,2 Km hasta el sitio establecido de la PTAR La Marino. Obras que se esperan culminar antes del año 2017.

Se puede concluir que el avance de colectores es importante, ya que se tiene la infraestructura para el perímetro urbano y se desarrolla actualmente la línea principal de alcantarillado a la PTAR La Marino, tendiéndose 36 km construidos de interceptores maestros y faltarían cerca de 17 km, para el Emisario Río de Oro y los sistemas complementarios que darán servicio a las Áreas de Expansión Urbana-AEU del valle de Río Frío,

para los drenajes de crecimiento urbano del occidente de Floridablanca y oriente de Girón, localizados aguas abajo de la PTAR Río Frío.

Es claro que este sistema no tiene actualmente tratamiento de sus aguas residuales, realizando vertimientos directos en cerca de 10 puntos de los subsistemas descritos anteriormente, con un caudal sanitario del orden de 560 l/s, para una población aproximada de 286 mil habitantes. La factibilidad en su tratamiento es la construcción de la PTAR Río de Oro La Marino o la fusión con la PTAR Norte, descripción que se hará en las proyecciones de este sistema.

Sistema Norte

Pertenece al desarrollo urbanístico de Bucaramanga que se localiza al Norte de la Calle 0 o la Virgen de la Carrera 15, algunos sectores no obedecieron a un proceso de planeación urbana y se han incorporado mediante programas de legalización y consolidación in situ, siendo este factor muy importante en la solución integral para el drenaje sanitario de esta zona, dados los desarrollos dispersos desde el sector Vegas de Morrónico y Chitota, El Pablón y Los Colorados hasta el Café Madrid, lo que genera dificultad en el trazado de colectores y la unificación de un punto final para su tratamiento. La **Tabla No. 4**, presenta los datos de caudal y población aportados por este sistema metropolitano.

Tabla 4. Sistema de drenaje sanitario Norte - Año 2015

Municipio	Caudal (l/s)	Población (Miles de Hab)	Aporte Mpio-B/F/G
Bucaramanga	95l	44	8%
Subtotal-B/F/G:	95l	44	5%
Subtotal-AMB:			4%

Dentro del PISAB se ejecutaron obras desde la parte alta del sector, partiendo de los sistemas de saneamiento de la cuenca de la Quebrada Zanjón Regadero o La Esperanza, buscando como línea principal de drenaje el Río Suratá.

Con el desarrollo de las antiguas Veredas de El Paulon o Pablón y Los Colorados, en donde su crecimiento acelerado y la densificación le quitaron la connotación de Vereda, y a pesar de no tener una vecindad directa con el perímetro urbano, localizado a la altura del puente de la Cemento o la antigua fábrica de Cementos Diamante, llevó a la calificación de estos sectores como barrios y por ende justificaron dentro de su proceso de incorporación al contexto urbano, la necesidad de la proyección de obras que buscaran el saneamiento de las corrientes que se contaminaban con sus descargas, las cuales eran afluentes del Río Suratá.

El PISAB y el PSMV han ejecutado los siguientes colectores maestros, que dan servicio al norte de Bucaramanga: Interceptor Cañada El Molino.

Interceptor Independencia-Regadero-La esperanza.

Emisario Villa Helena — Villa Rosa.

Emisario El Pablón

Interceptor Los Colorados.

Emisario Suratá.

Emisario Villas de San Ignacio-Bavaria II.

La infraestructura construida es del orden de 11 km, cuyo sistema confluye actualmente en el Río de Oro, generando uno de los vertimientos objeto de Tasa Retributiva. Quedando pendiente el tramo final mediante un cruce especial para entregar a la futura PTAR Norte o Café Madrid o la unificada de Río de Oro (Ver descripción de futuros sistemas de tratamiento)

Sistemas Especiales

Pertenece a este grupo, los sistemas menores de drenaje sanitario para varios sectores de desarrollos independientes (sin vecindades urbanísticas), en donde las condiciones topográficas de su infraestructura de alcantarillado, no tienen facilidad de conectar por gravedad sus desagües a ninguno de los sistemas principales descritos anteriormente.

Representan menos del 1% de los drenajes totales y se localizan periféricamente a los perímetros urbanos, en la zona Norte y oriente de Bucaramanga y el Sur de Girón. En la **Tabla No. 5**, se presenta la lista de estos sectores especiales.

Sólo uno tiene sistema de tratamiento de aguas residuales (Ciudadela Nuevo Girón) y a los demás, habría que evaluar el impacto sobre las corrientes receptoras para definir acciones a seguir.

Es pertinente precisar que aquí no se incluyen los sectores subnormales que no están legalizados o no tienen su debida conexión al sistema de alcantarillado, los cuales, en forma general, serán objeto de evaluación en su mejoramiento integral y obras de incorporación urbanística, para conectarlos a los sistemas principales de drenaje sanitario o en su defecto, su eliminación o reubicación parcial o total.

Tabla No. 5. Sistemas especiales-Sectores sin factibilidad de conexión a drenajes principales

Municipio	Sector	Cuenca
Bucaramanga	Chitota	Río Suratá
	Vegas de Morrónico I y II	Río Suratá
	Buenavista II	Río Suratá
	El Pablón II (1*)	Río Lebrija
	El Rosal Norte	Q. La Lomera
	Portal de Los Angeles	Río Suratá
	Barrio Nuevo-La Escuadra	Río Suratá
	Las Delicias Norte	Río Suratá
Girón	Ciudadela Nuevo Girón (2*)	Río de Oro
	Villa del Sol	Río de Oro

1*: Sectores de Don Juan, La Torre y Villa Lina II

2*: Posee sistema de tratamiento de aguas residuales

Los anteriores sistemas muestran la integralidad de los tres (3) municipios en sus drenajes sanitarios, producto de la topografía de las ciudades y las condiciones del trazado de las corrientes urbanas, el caso más evidente es el de Bucaramanga, el cual aporta los caudales sanitarios a los cinco sistemas descritos anteriormente, estos en su tránsito para el tratamiento, cruzan hacia Floridablanca y Girón y terminan en la PTAR Río Frío y la futura de Río de Oro, ambas en el municipio de Girón. En la **Tabla No. 6** se presenta la distribución de los drenajes sanitarios de Bucaramanga.

Tabla No. 6 Distribución de drenajes sanitarios y tratamiento actual de Bucaramanga

Sistema	Caudal (l/s)	Población (Miles de Hab)	Aporte Municipio	Q. Tratado (l/s)	PTAR
Río Frío	100	46	8%	80	6%
La Meseta	700	324	56%	0	0%
Río de Oro	350	162	28%	0	0%
Norte	95	44	8%	0	0%
Otros	10	5	1%	0	0%
Total-B/manga:	1.255	580	100%	80	6%
Subtotal-B/F/G:		63%		4,0%	
Subtotal-AMB:		57%		3,6%	

Para el caso de Floridablanca, su drenaje pertenece actualmente al sistema Río Frío, el cual tiene su tratamiento en Girón (PTAR Río Frío), y algunos drenajes menores que no posean niveles a este sistema, tendrán que continuar a Girón al sistema Río de Oro y su respectiva PTAR.

Piedecuesta tiene también un caso particular, ya que la zona norte que drena al Interceptor Menzulí, sus aguas residuales transitarán por Floridablanca y se tratarán finalmente en Girón en el sistema Río Frío.

Girón es el único que tiene sus drenajes y tratamiento en el mismo municipio, perteneciente al sistema Río de Oro. En la **Tabla No. 7** se presenta el consolidado de drenaje de estos tres (3) Municipios y su relación con el área Metropolitana.

Tabla No. 7 Aportes de aguas residuales municipales y su avance tratamiento al año 2015

Municipio	Caudal (l/s)	Población (Miles de Hab)	Aporte Mpio-B/F/G	Q. Tratado (l/s)	PTAR	
					Mpio.	B/F/G
Bucaramanga	1.255	580	63%	80	6,4%	4,0%
Floridablanca	525	275	26%	420	80%	21%
Girón	220	130	11%	10	5%	1%
Subtotal-B/F/G:	2.000	985	100%	510		26%

Sistemas de Drenaje sanitarios en Piedecuesta

Este Municipio tiene como cuenca principal al Río de Oro, con diferentes corrientes afluentes que han venido siendo saneadas con interceptores construidos en los últimos años. En la **Tabla No. 8**, se presenta el consolidado de los colectores y sus aportes al sistema principal de alcantarillado del municipio, el cual confluye en la PTAR El Santuario. La **Figura 5**, presenta el drenaje sanitario actual del Municipio de Piedecuesta.

Tabla No. 8 Sistemas de drenaje sanitario del Municipio de Piedecuesta

No	Sistema	Vertimientos (u)	Caudal (l/s)	Población (Miles de Hab)	Aporte Mpio
1	Río de Oro	5	45	25	21%
2	Soratoque	1	160	92	76%
3	Otros (1*)	0	5	3	2%
Subtotal Mpio:		6	210	120	100%
Subtotal AMB:					10%

1*: Sectores periféricos urbanos sin conexión actual

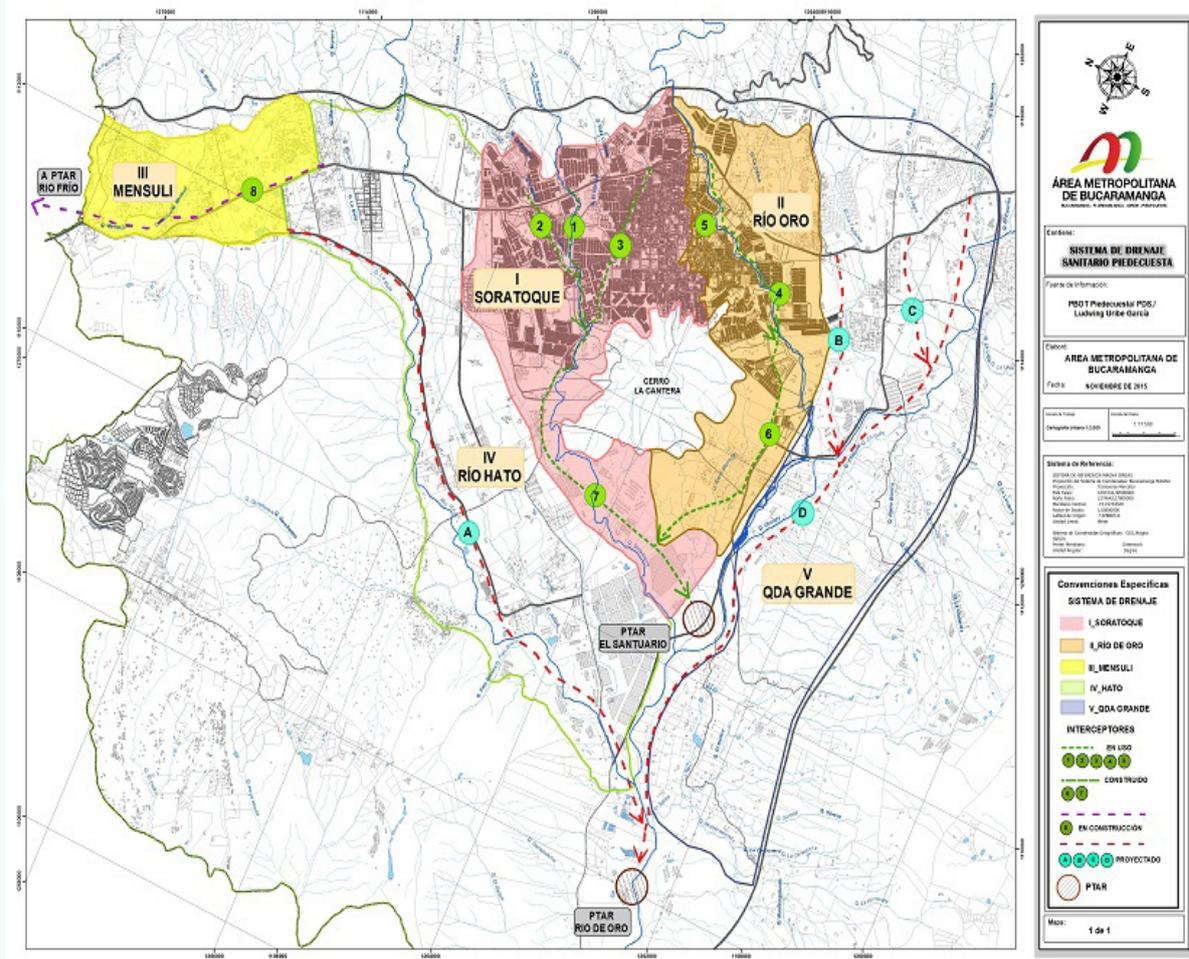


Figura 5. Drenaje sanitario de Piedecuesta-Año 2015

A continuación identificaremos estos drenajes y el estado de funcionamiento de los mismos:

Sistema Barroblanco-Río de Oro: Recibe cerca de 5 vertimientos principales de la zona sur del casco urbano del Municipio, su trazado al salir de la zona urbana se hace sobre una vía periférica sobre la margen derecha del Río de Oro, buscando la conexión final al Interceptor Soratoque. Al no estar en funcionamiento la PTAR El Santuario y no tener un descole provisional antes de la planta, el sistema no está en uso actualmente y mantiene los vertimientos sobre el Río de Oro, tanto los descritos anteriormente como algunos adicionales de los desarrollos aguas abajo de estos puntos.

Sistema Soratoque: Corresponde al mayor drenaje del Municipio (76%), el cual recibe los interceptores de los sistema afluentes de las Quebradas La Palmira, Diamante, Villaconcha, Villanueva Mata de Guadua, que corresponde a los desarrollos de la zona norte del casco urbano. Tiene un vertimiento actual establecido dentro del PSMV y el interceptor al igual que el sistema Río de Oro, no se encuentra en uso.

El colector construido hace cerca de 10 años, transita por cerca de 2 km a lo largo de las márgenes de la Quebrada Soratoque, recibe finalmente al Interceptor Río de Oro y entrega posteriormente en la PTAR El Santuario.

Otros drenajes menores: Corresponden a los sectores de suelos no urbanos que se han desarrollado periféricamente al perímetro sanitario o urbano, en suelos de tipo suburbano y de Expansión urbana, que

tienen sistemas de tratamiento independiente de sus aguas residuales o vertimientos a corrientes, y dada la magnitud y avance de estos desarrollos, se está dando un incremento importante de los caudales efluentes de estos sistemas, que pueden estar generando problemas y saturación de suelos y contaminaciones menores de las corrientes, que justificaría evaluar la reducción de estos tratamientos y vertimientos para conectarlos a los dos sistemas primarios existentes (Río de Oro y Soratoque), revisando los niveles de conexión y su capacidad hidráulica.

En caso contrario, se requiere proyectar un nuevo sistema interceptor, que abarque el crecimiento municipal hacia el norte (Quebradas La Mata y el Río Lato o Hato) y al sur sobre la cuenca de la Quebrada Grande, sistemas que describiremos en su alcance en el capítulo de las proyecciones de los drenajes futuros.

En relación con el sistema de tratamiento de las aguas residuales del Municipio de Piedecuesta, se ha venido construyendo desde hace un poco más de 5 años, las obras de la PTAR El Santuario, la cual se localiza cerca de la confluencia de Quebrada Soratoque y el Río De Oro. El sistema diseñado es similar al tratamiento de la PTAR Río Frío, con pretratamiento de rejillas y desarenador, tratamiento primario anaerobio con reactores UASB y secundario de tipo aerobio-anóxico, con Tanque de aeración y Decantador o Clarificador de lodos.

El diseño se proyectó para una población de crecimiento cercana a los 170 mil habitantes del año 2030, con un caudal máximo de 672 l/s, conformados por 3 módulos de 224 l/s c/u. A la fecha se tiene construido el pretratamiento y parcialmente un módulo secundario, siendo aparentemente una decisión técnica no secuencial a las fases de tratamiento, al no haberse construido inicialmente el tratamiento primario que el secundario, lo que repercutirá en una puesta en funcionamiento y costos operativos con mayor dificultad en el sistema.

Durante el segundo semestre del año 2015 se desarrollarán obras complementarias cuyo objetivo principal es la puesta en funcionamiento de la I Etapa; al respecto, no se tiene precisión si el alcance es para el tratamiento primario o solamente funcionando el sistema con solo la fase secundaria. En cualquier caso y más sin estar el sistema primario (Reactores UASB), se tendrá unos costos energéticos importantes que el operador deberá tener proyectado para sus gastos anuales de funcionamiento del sistema.

En la **Tabla No. 9** se presenta el consolidado del sistema de drenaje sanitario de los municipios que conforman el AMB, destacándose el 23% de avance en el tratamiento, producto de la PTAR Río Frío y la de Ciudadela Nuevo Girón, cada una con problemas particulares que deben atenderse para mejorar su funcionamiento; se espera que las obras en la PTAR El Santuario y la continuación del sistema Río de Oro, aumenten esta proporción de cobertura en tratamiento. El sistema de la Meseta de Bucaramanga tiene un tratamiento menor que se da en el funcionamiento integral de las EV y CC (cerca del 45% de remoción que no cumpliría normatividad), pero que por ahora mitiga su impacto importante sobre el Río de Oro, requiriéndose su evaluación para la incorporación en las futuras obras del sistema Río de Oro. La **Tabla No. 10**, hace un resumen de los sistemas de drenaje, su infraestructura de redes primarias y vertimientos existentes a 2015.

Tabla No. 9. Consolidado de drenajes sanitarios y tratamiento en el AMB

Municipio	Caudal		Población		Aporte		Q. Tratado		PTAR	
	(l/s)	(Miles deHab)	(l/s)	(Miles deHab)	AMB	(l/s)	Mpio.	AMB	AMB	AMB
Bucaramanga	1.255	580	57%	80	6,4%	3,6%				
Floridablanca	525	275	24%	420	80%	19%				
Girón	220	130	10%	10	5%	0%				
Piedecuesta	210	120	10%	0	0%	0%				
Subtotal-AMB:	2.210	1.105	100%	510		23%				

Tabla No. 10. Sistemas de drenajes sanitarios, infraestructura y vertimientos existentes-2015

No	SISTEMA	B/MANGA		FLORIDAB		GIRON		PIEDECUESTA		TOTAL		COLECTORES		VERTIMIENTOS	PTAR	APORTE
		Q (l/s)	Habitant. (Miles)	Q (l/s)	Habitant. (Miles)	Q (l/s)	Habitant. (Miles)	Q (l/s)	Habitant. (Miles)	Q (l/s)	Habitant. (Miles)	Existentes	Faltantes	Existentes	Capacidad	AMB
		(l/s)	(Miles)	(l/s)	(Miles)	(l/s)	(Miles)	(l/s)	(Miles)	(l/s)	(Miles)	Km	u	l/s		
1	Río Frío	100	46	525	275					625	321	37	6	2	500	23%
		16%	8%	84%	100%					28%						
2	Río de Oro	350	162			210	124			560	286	35	12,9	10	0	
		63%	28%			38%	95%			25%						
3	Norte	95	44							95	44	10	0,5	5	0	
		100%	8%							4%						
4	La Meseta	700	324							700	324			7	0	
		100%	56%							32%						
5	Menores Especiales	10	5			10	6			20	11			3	10	0,5%
		50%	1%			50%	5%			1%						
6	Soratoque - Barroblanco							210	120	210	120	5,7		6	0	
								100%	100%	10%						
Totales AMB		1.255	580	525	275	220	130	210	120	2.210	1.105	88	19	33	510	23%
		57%		24%		10%		10%		100%		82%	18%			

PROYECCIÓN SISTEMAS DE DRENAJE Y OBRAS REQUERIDAS DE EXPANSIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y LAS PTAR EN EL AMB

Con base en el estado de funcionamiento descrito anteriormente, el avance de las obras de alcantarillado y sistemas de tratamiento desarrolladas por el PISAB y los PSMV recientes del AMB, se identifica la necesidad de continuar con la planeación de los proyectos faltantes para cada uno de los sistemas, tomando como referencia los objetivos de calidad esperados para las corrientes urbanas, proyectados al año 2025.

A continuación describiremos los proyectos requeridos para cada sistema de drenaje sanitario del AMB

IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS REQUERIDOS DE SANEAMIENTO EN EL AMB

La proyección del saneamiento metropolitano se debe dar en función de los componentes secuenciales de alcantarillado y sistema de tratamiento de aguas residuales, aspectos como lo establece la planificación de obras del sistema tarifario y los PSMV; para el primero caso, lo enfocaremos con el título e identificación de un Plan Maestro Sanitario, y en el segundo se hará con las Plantas de Tratamiento de aguas residuales-PTAR.

Plan Maestro Sanitario-PMS

Corresponde a los proyectos y actividades de la infraestructura requerida del tipo primario o principal de colectores maestros, que captan los vertimientos existentes sobre las corrientes urbanas, incluyendo de igual forma, los nuevos sistemas para el crecimiento urbano de los municipios, buscando el traslado de estos caudales al sitio de tratamiento, tendiendo como objeto integral el saneamiento de las corrientes urbanas.

Las obras se plantean acorde a cada sistema de drenaje sanitario en que se ha subdividido el AMB.

Sistema Río Frío: Su avance es el mayor de todos, pero describiremos los faltantes que están en construcción y los que se requieren para terminar y optimizar el funcionamiento de este sistema afluente a la PTAR Río Frío.

a.1 Interceptor Menzulí: Dotará de servicio de alcantarillado al sector suburbano y de Expansión urbana del sur de Floridablanca y Norte de Piedecuesta, con un área aferente de 1.000 Ha, beneficiando a una población actual de orden de 40 mil habitantes y de saturación para cerca de 200 mil habitantes.

Es un proyecto en ejecución por parte de la EMPAS, el cual tiene cuatro (4) etapas o frentes de trabajo, en una longitud principal de 12 km y redes secundarias de 6 km, en donde indistintamente se presentan los siguientes problemas generales en su proceso constructivo:

Permisos de Servidumbres de paso por predios privados, que al seguir con negativas de autorización por

parte de los propietarios, podrían llevar a procesos de declaratoria de interés público. En ese caso es indispensable tener avalúos y los recursos disponibles para el pago de los derechos de paso.

Permisos de paso por las vías nacionales concesionadas, trámites que se han dilatado en el tiempo y pueden llevar a rectificación de líneas o esperar la culminación de los procesos de la emisión de la Resolución del permiso.

Ajustes menores de diseño para estructuras especiales y precisión de líneas secundarias.

Adicionales de obra que repercute en la consecución de recursos y procesos de reformulación nacional o departamental.

Una vez se surtan estos problemas y se continúe con el proceso constructivo, en menos de 1 año, se podría poner en funcionamiento este nuevo sistema. Se estima que esto sucedería entre los años 2016 y 2017.

Su conexión a la PTAR Río Frío, implicaría un nuevo caudal en el sistema de tratamiento, que llevaría a tener afluentes a tratar por encima de los 700 l/s, justificándose la construcción de la II Etapa de la planta, porque de lo contrario, se tendría que desviar directamente al Río Frío sin tratamiento.

a.2 Mejoras en el sistema Zapamanga y Río Frío: Esta infraestructura es de las más antiguas del PISAB y por efecto del crecimiento de algunas zonas no contempladas en el sistema de drenaje, se empiezan a presentar problemas de capacidad hidráulica y cumplimiento de la vida útil de la red. Se recomienda un plan de evaluación estructural de la infraestructura, desde pozos y la propia tubería y conexiones que se dan al sistema, de igual forma, la modelación y revisión hidráulica de todos los interceptores del sistema Río Frío, que permita establecer sus funcionamiento real bajo las nuevas condiciones de drenaje y proyectarlo en condiciones futuras de nuevos crecimientos de la cuenca urbana.

Este trabajo ya se desarrolló recientemente en el sistema La Cuellar y la Chiquita, evidenciándose grandes problemas de la infraestructura construida hace menos de 20 años, afectada por los asentamientos ilegales localizados marginalmente a estas corrientes, que por su intervención cercana en zonas de aislamiento, alteraron el comportamiento natural de la corriente, llevando a procesos erosivos y daños importantes de los interceptores, en algunos casos a su colapso. De igual forma, producto de estos nuevos desarrollos que se encuentran en proceso de consolidación por parte el Municipio de Bucaramanga, se evaluó la incapacidad de la red primaria y es por estas dos (2) justificaciones, que se fundamentó la proyección de un nuevo sistema que ya se ha construido parcialmente, quedando un sector menor del Interceptor La Cuellar hasta la confluencia con el Interceptor Río Fío margen Derecha IV Etapa.

En la **Tabla No. 11**, se presenta la lista de los Interceptores que deben ser estudiados por afectaciones de drenaje y cumplimiento de la vida útil por más de 30 años de servicio.

Tabla No. 11. Interceptores a revisar del Sistema Río Frío

No.	SISTEMA A EVALUAR
1	Interceptor El Penitente
2	Interceptor Las Mojarras
3	Interceptor Autopista
4	Interceptor La Calavera
5	Interceptor Zapamanga
6	Interceptor Río Frío
7	Interceptor La Cuellar final

Sistema Río de Oro Bucaramanga, Floridablanca y Girón: Posee más de 15 vertimientos sanitarios a sus diferentes corrientes urbanas afluentes al Río de Oro, que justifican la continuación de las obras del PSMV. De igual forma, deberá construirse los sistemas Interceptores para las AEU del Valle de Río Frío del Municipio de Girón y parte de la zona occidental de Floridablanca afluente a este sistema, ya que no puede conectarse por gravedad al sistema Río Frío (PTAR)

Con base en el crecimiento estimado para los POT, tanto a nivel del actual perímetro urbano, como las Áreas de Expansión Urbana-AEU que conforman los tres municipios del sistema Río de Oro, se requerirían los siguientes colectores primarios:

b.1 Interceptor Río Frío Margen Izquierda Girón II (IRFMIG-II): Sistema que dará continuidad al drenaje del Valle de río Frío en su margen izquierda, tomando como referencia límite el sistema Menzulí, por lo cual es factible que un sector de afluencia corresponda a la zona occidental del Municipio de Floridablanca y posteriormente tome la zona de crecimiento urbano de Girón, la cual terminará con el límite del perímetro sanitario actual, localizado a la altura del barrio Brisas del Campo.

La longitud de este colector es del orden de 4 km y beneficiaría a cerca 300 Ha (120 mil habitantes), proyectadas en los POT para el crecimiento urbano de estos dos (2) Municipios. Su continuidad y conexión se hará cruzando el Río Frío, mediante un paso elevado y al unirse con el sistema de la margen derecha, dar inicio al Interceptor Anillo Vial.

b.2 Interceptor Río Frío Margen Derecha Girón II (IRFMDG-II): Sistema que capta el actual vertimiento del Interceptor La Angelina, en cercanía del puente ISA sobre el Río Frío, eliminando uno de los vertimientos del PSMV actual.

Beneficiará las AEU localizadas aguas abajo entre la PTAR Río Frío y el Sector de las Bodegas de San Jorge, limitando hacia el norte con el Anillo Vial y algunas zonas menores de la escarpa colindante con la vía. Tiene una longitud aproximada de 3,5 km y beneficiaría a cerca 180 mil habitantes en 180 Ha, recibiendo el actual vertimiento del Interceptor La Angelina. Al unirse con el IRFMIG-II, dará inicio al Interceptor Anillo Vial.

Es importante diferenciar los sistemas IRFMIG-I e IRFMDG-I, los cuales existen y dan servicio hasta el perímetro sanitario actual. Las nuevas áreas de desarrollo tomaron la secuencia de la II Etapa para cada una de sus márgenes de crecimiento urbano.

b.3 Interceptor Anillo Vial: Parte de la unión o confluencia de los IRFMDG-II e IRFMIG-II, transportando los caudales que no tienen capacidad en el sistema Río de Oro margen Derecha I a V Etapa, por lo cual su trazado se proyecta por el Anillo vial hasta la zona norte del barrio Rincón de Girón, a partir de allí busca la margen derecha del Río de Oro y transita en forma paralela al actual IROMD V, reponiéndolo a la altura del sector del Portal I y II y el SENA, finalizando en el actual vertimiento del IROMD V, en la confluencia del Río de Oro y la Quebrada La Iglesia, dando inicio al IROMD VI. Tiene un alineamiento de 1,9 km y dará beneficio a cerca de 300 mil habitantes en 50 Ha propias y 530 Ha acumuladas.

b.4 Emisario Río de Oro – La Marino: Al estar construidos los dos interceptores de cada margen del Río de Oro, tanto el sistema El Poblado – Carrizal, como el IROMD VI, ya se tiene unificado estos dos colectores primarios sobre la margen izquierda del Río de Oro, punto localizado frente a la zona Industrial de Chimitá y aguas abajo del último desarrollo urbano de Girón (Carrizal Campestre), sitio en el cual se inicia el Emisario Río de Oro (ERO)-La Marino, el cual tiene como objetivo el traslado al sitio de tratamiento de las aguas residuales urbanas de más del 95% de Girón y el 28% de Bucaramanga, con un sector menor al 5% de Floridablanca, para los predios que no se conecten por niveles a la PTAR Río Frío (Cuenca baja de Aranzoque).

Su drenaje beneficiará a cerca de 2.050 Ha, con una población actual de 300 mil habitantes y proyectada para un periodo de 30 años, para una capacidad de servicio de 600 mil habitantes. El sistema quedará con la dimensión para las condiciones de crecimiento de su cuenca de drenaje urbana y para la futura conexión de los Interceptores de las AEU del valle bajo del Río Frío.

El colector tiene un trazado de 4.1 km hasta el sitio de la PTAR La Marino, a lo largo de él se deja la capacidad de conexión del sistema sanitario de la cuenca de Chimitá, el cual corresponde a más del 65% del sistema La Meseta.

Los sectores de la margen derecha del Río de Oro entre las Quebradas Chimitá y La Picha, tiene definido en el POT de Bucaramanga, un suelo mixto de tipo industrial y comercial, con muy baja o ninguna posibilidad de tipo residencial, conformado por desarrollos de grupos sectorizados de actividades variables, que tienen dificultad no sólo para el trazado de un colector o interceptor sanitario entre los dos puntos (Chimitá a la Picha), que permitiera recibir cada uno de los vertimientos y trasladarlos a una PTAR unificada, sino que esta condición de diversidad de desarrollo o actividades, generaría una PTAR atípica en su caudal, cuya área no se ha contemplado reservar en el POT.

Estos sectores como TERPEL, Centroabastos, Parque Industrial I y II, Incubadora Santander, FALCON, nuevas bodegas en ejecución, etc., tienen sus propios sistemas de tratamiento de aguas residuales y deben cumplir los trámites de permiso de vertimiento y pago de Tasa Retributiva-TR, actividades de competencia de la Autoridad Ambiental urbana.

Si a futuro se define su conexión hacia el sistema del ERO, deben tener unos pasos especiales, probablemente

con bombeo en forma subfluvial sobre el Río de Oro, ya que por gravedad no tendría niveles de conexión al emisario.

El ERO se viene construyendo desde el año 2015 por la EMPAS y se espera terminar en el año 2017. A su llegada al sitio de la planta, tendría niveles para hacer una descarga provisional sobre el Río de Oro, por lo cual se podrían captar y conectar todos los vertimientos existentes en su sistema de drenaje (10) y poner en servicio este sistema, eliminando un número importantes de los vertimientos actuales (más de 10) y se unificaría con la entrega provisional en el sitio proyectado de la PTAR La Marino. Mejorando las condiciones de saneamiento del Río Frío, La Quebrada La Angelina, La Quebrada La Iglesia y los vertimientos sanitarios del casco urbano de Girón que hoy vierten sobre las dos (2) márgenes del Río de Oro.

Se viene estudiando por parte de la EMPAS, la factibilidad de unificar las PTAR de Río de Oro-La Marino y la del Norte o Café Madrid, de ser así, el ERO debe continuarse por cerca de 3,5 km hasta llegar al sitio de la actual PTAR Norte, denominándose Emisario Río de Oro-ERO II, obra que se debería diseñar, programar y ejecutar en forma posterior al ERO.

b.5 Sistemas complementarios: Este grupo lo conformarían las conexiones menores que se deben hacer para sectores particulares que vierten actualmente a corrientes y que se incorporarían al sistema Río de Oro, tales como:

Conexión Sistema Sanitario Quebrada La Iglesia: Inició con cerca de 10 vertimientos dentro del PSMV y actualmente tiene solo cuatro(4), presenta dos (2) actividades principales que faltan por desarrollar para su óptimo funcionamiento:

Una vez se tenga facilidad de conexión de todo el interceptor Quebrada La Iglesia al sistema Río de Oro, con su respectiva entrega provisional, se puede hacer la conexión de las entregas sanitarias de los vertimientos que se tienen actualmente en la Quebrada La Iglesia, eliminando la totalidad de los vertimientos y por ende se daría el saneamiento de la corriente.

Es necesario incrementar la actividad de operación y mantenimiento del sistema existente, mediante la calibración de las cerca de 25 estructuras de separación de todos los Interceptores afluentes y las entregas directas al sistema, las cuales tienen recurrentes problemas de taponamiento y rebose contaminando la corriente. Se debe complementar con el mantenimiento de la canalización, para evitar sedimentación y sectores con depósito de material y caudales básicos que generen contaminación y posibilidad de formación de vegetación dentro del cauce.

Sistema La Flora II: Actualmente la Quebrada La Flora se encuentra saneada hasta el cruce con el CAI de Terrazas, a partir de allí se incorpora el caudal sanitario a la Canalización y recibe los aportes sanitario de un grupo de barrios y sistema importantes, corriente que posteriormente se une con la Quebrada La Cascada y forman la Quebrada La Iglesia; la separación de caudales se da en el punto en donde la canalización cerrada cambia a la canalización abierta, realizándose una captación de fondo diluida, la cual da inicio al Interceptor sanitario Quebrada La Iglesia.

Este sistema tiene problemas reiterativos en su eficiencia de captación, porque la corriente trae material de arrastre y un porcentaje menor de residuos sólidos que aporta la comunidad a las corrientes afluentes a la

Quebrada La Iglesia, ocasionando taponamiento de la rejilla de fondo y limitando el caudal captado e incorporado al Interceptor, requiriéndose actividades permanentes de tipo operativo y de mantenimiento, que al descuidarse, genera el paso del caudal sanitario diluido por la corriente. Este caudal representa cerca del 27% del sistema sanitario Quebrada La Iglesia, equivalente a una población actual del orden de 55 mil habitantes.

El objetivo del sistema La Flora II consiste en dar continuidad al saneamiento de la Quebrada La Flora y llevar este caudal directamente hasta el Interceptor Quebrada La Iglesia, eliminando la captación de fondo y sus problemas operativos. La longitud del interceptor sería del orden de 2 km (1,2 km en la Flora y 0,8 km en la Iglesia), comprendido entre los sectores del CAI de Terrazas y el Interceptor Q. La Iglesia.

Sistema La Cascada: Corriente que tiene un caudal menor sanitario descargado por el barrio Los Cedros y una parte de Pan de Azúcar que transita a lo largo de la quebrada hasta el desarenador e incorporación de la canalización Q. La Cascada y Q. La Iglesia. El sector de Pan de Azúcar puede ser incorporado al sistema La Flora II y el caudal restante podría ser estudiado su impacto a lo largo de los cerca de 1,7 km hasta la Quebrada La Iglesia y el tránsito restante hasta el Río de Oro (8 km), o de ser necesario se podría proyectar un interceptor que se una al sistema La Flora II, este colector transitaría por una zona de dificultad geológica, por tener una franja marginal corta y taludes con pendiente importante, susceptibles de inestabilidad y con alta cobertura vegetal, que limitan su trazado.

Sistema Zona Norte: Es el sistema en donde el interceptor sanitario se encuentra con más cercanía a la nueva PTAR, ya que se tiene un vertimiento sobre la margen derecha del Río de Oro en el sector del Café Madrid, frente a la PTAR Norte o Río de Oro (denominación que adquiriría de unificarse La Marino y Norte), faltando las siguientes actividades a nivel de interceptores y conexiones sanitarias principales:

c.1 **Conexión Emisario Suratá:** Actualmente se tiene el vertimiento sobre la margen derecha del Río de Oro y el objetivo es trasladar este caudal hasta la futura PTAR Río de Oro (o Norte, cuando se tenía la PTAR La Mariano). El cruce sobre la corriente sería más conveniente mediante un paso elevado, el cual debe tener en cuenta los niveles de inundación del Río de Oro en este sector y los del interceptor y su dimensión, requiriéndose una luz mayor de 100 m, lo que implica no sólo la complejidad del paso sino las condiciones en las que funcionaría el sistema y el riesgo de esta infraestructura. La otra opción sería un cruce subfluvial, el cual implicaría una Estación de Bombeo para la entrega del caudal a la PTAR, incrementado costos operativos del sistema de alcantarillado.

c.2 **Sistema de Bombeo Café Madrid II:** Drenaje menor de caudal sanitario, que corresponde a los aportes de Ciudadela Café Madrid y otras zonas topográficas bajas, las cuales por gravedad no fue posible incorporarlas al Emisario Suratá, las redes afluentes se concentran en una línea marginal que es llevada hasta el sector denominado La Playa.

Las obras faltantes consisten en la captación de este sistema, partiendo de una estación de bombeo ubicada en un predio ya definido por la EMPAS (de propiedad de Carlos Julio Afanador), y una línea de impulsión de cerca de 250 m, la cual traslada este caudal y es entregado al Emisario Suratá.

Sistema La Meseta: Zona con cerca del 56% del drenaje de Bucaramanga, el cual se concentra en vertimientos diversos sobre Nueve (9) corrientes de la escarpa (Ver **Tabla No. 12 y Figura 6**). Su impacto sobre el Río de Oro se reduce un poco, por la acción de autorecuperación que ofrece las Estructuras de Vertimiento y los tramos parciales de canalización de estas corrientes hasta el Río de Oro. En la medida de la implementación de las PTAR El Santuario, Río Frío y Río de Oro, junto con el control sobre otros vertimientos no domésticos (como el Lixiviado del Relleno sanitario El Carrasco, Zona industriales, etc.), permitiría establecer si se mantiene el sistema actual de estos vertimientos por un tiempo adicional, a la luz de los objetivos de calidad establecidos para el Río de Oro antes del año 2025 o requiera proyectar obras de saneamiento de las corrientes receptoras.

Tabla No. 12 Subsistemas de drenaje y corrientes receptoras de los vertimientos de la Meseta

No	Corriente	Subsistema	Area	Población *	Caudal * ¹	Aporte
		Afluente	(Ha)	(miles hab.) ¹	(l/s)	(%)
1	Chimitá	Q. La Rosita	499,5 ¹	127,3 ¹	275,5 ¹	39
		Q. La Joya	202,3 ¹	51,6 ¹	111,6 ¹	16
		Q. Seca	122,4 ¹	31,2 ¹	67,5 ¹	10
		Subtotal	824,2¹	210,0¹	454,5¹	65
2	La Cuyamita	La Feria	39,8 ¹	10,1 ¹	22,0 ¹	3
3	La Argelia	Nariño Sur	3,3 ¹	0,8 ¹	1,8 ¹	0
4	Las Navas	Dos Aguas	41,7 ¹	10,6 ¹	23,0 ¹	3
		Nariño	113,0 ¹	28,8 ¹	62,3 ¹	9
		Subtotal	154,7¹	39,4¹	85,3¹	12
5	Chapinero	Calle 6	212,7 ¹	54,2 ¹	117,3 ¹	17
6	La Picha	EV El Caney	27,7 ¹	7,1 ¹	15,3 ¹	2
		María Paz	6,9 ¹	1,8 ¹	3,8 ¹	1
		Subtotal	34,6¹	8,8¹	19,1¹	3
Total La Meseta:			1.269,4¹	323,5¹	700¹	100

*: Distribución uniforme por área de drenaje. Población proyectada al 2015

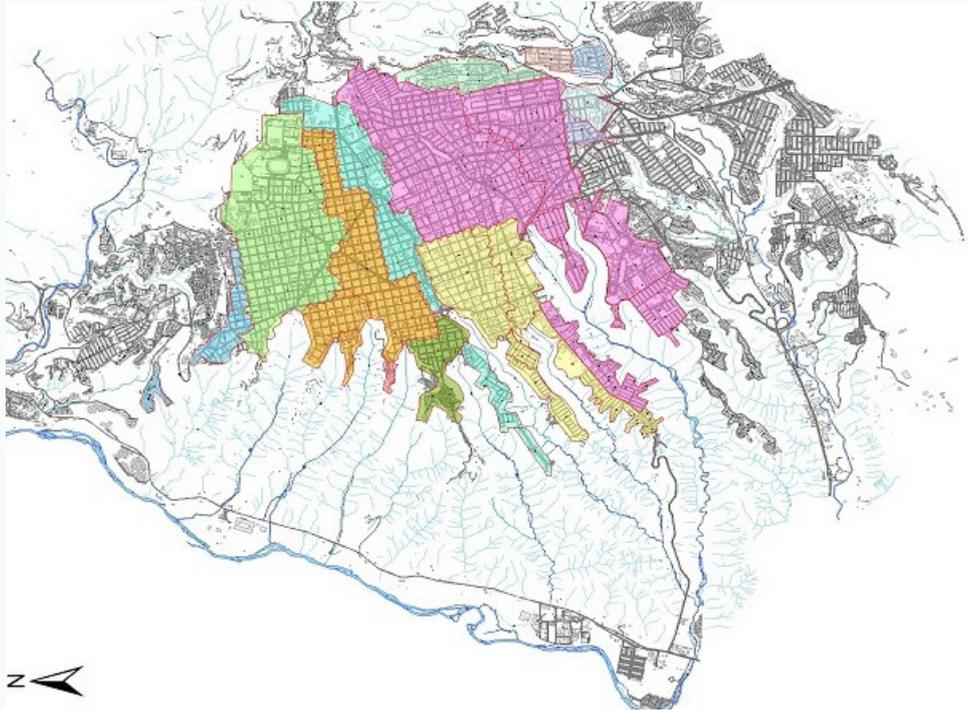


Figura 6. Áreas de Drenaje sistema La Meseta

Para este segundo caso, se parte de los vertimientos existentes en la parte alta de la escarpa y otros en la parte baja sobre las corrientes receptoras, en donde al hacer un balance de su ubicación y traslado al sitio de tratamiento, presenta dificultad para proyectar un sistema unificado que pueda captar los vertimientos y concentrarlos en una línea que se lleve marginalmente sobre el Río de Oro y conectarlos a los sitios de las PTAR La Marino y Norte o la PTAR única el Río de Oro.

Dada la complejidad de establecer cuál sería el paso a seguir, se recomienda estudiar un grupo de alternativas que permita direccionar las acciones a tomar con respecto a este sistema. Entre las cuales se tienen algunas de las siguientes opciones:

Colectores para conexión al sistema Río de Oro, de los subsistemas principales de Chimitá, Chapinero y Las Navas: Los cuales representan más del 90% del caudal sanitario de la Meseta. Iniciando con obras sobre las corrientes afluentes a la Quebrada Chimitá. No se tienen estudios detallados y deben partir de las condiciones topográficas de cada corriente y el avance de las canalizaciones existentes en cada una de ellas, ya que todas se encuentran con tramos parciales de corriente canalizada y los estudios y las condiciones de trazado de interceptores o emisarios, definirán la justificación de continuar con las canalizaciones hasta la Quebrada Chimitá o puede llevarse los colectores sin el requerimiento de ellas. Al parecer es más factible la necesidad de proyectar un sistema integral de canalización y colector, debido a que no se tiene zonas marginales amplias para el trazado de la red sin tener riesgo de afectación por la inestabilidad de los taludes y procesos erosivos marginales de estos cauces.

Se pueden hacer diseños para cada corriente, partiendo de la Quebrada La Rosita, la cual representa casi el 40% del caudal de todo el sistema La Meseta y se continua con la quebrada Chapinero, cuya canalización

existente y la topografía facilita más su trazado que otras zonas, así mismo su aporte del 17% es el segundo en importancia.

La gran dificultad de esta opción consiste en hacer la entrega de los caudales hacia el Emisario Río de Oro o directamente a la PTAR Río de Oro, ya que las corrientes afluentes de la Escarpa se encuentran sobre la margen derecha del Río de Oro, lo que hace necesario el paso sobre la corriente, el cual sería subfluvial y con posibles requerimientos de bombeo, generando un sistema operativo costoso y vulnerable. Se podría reducir el número de pasos sobre el Río de Oro, en función de la factibilidad de concentrar interceptores sobre la margen derecha, que permita la unificación de algunos subsistemas; esto depende de la topografía con niveles justos por ser el valle marginal de la corriente.

Las otras corrientes tienen un grado de contaminación menor, ya que representan menos del 10% de drenaje del sistema La Meseta (La Cuyamita, Argelia y la Picha), por tal razón, podrían mantenerse con la autorecuperación actual cercana al 40% de la remoción de materia orgánica o combinar con algún tipo de pretratamiento o tratamiento primario que mitigue su impacto. Es posible proyectar colectores o emisarios que se conecten al sistema más cercano de los descritos anteriormente o tener conexiones individuales al sistema Río de Oro, en este último caso, incrementaría los pasos subfluviales y sus costos operativos y de vulnerabilidad de este sistema.

Sistemas de Tratamiento para los subsistemas prioritarios de la Meseta: A diferencia de la alternativa anterior, en donde se proyecta colectores que se conectan al sistema Río de Oro, con la complejidad constructiva que incluiría desde la canalización de las corrientes para brindar estabilidad integral al sistema, hasta los pasos sobre el Río de Oro y sus respectivas Estaciones de Bombeo para su conexión; este escenario contempla evaluar la posibilidad de realizar pretratamientos a tratamientos primarios en los sitios de vertimiento actual, tomando los grandes vertimientos de los sistemas La Rosita V, La Joya, La Seca, Las Navas y Chapinero, separando sus caudales sanitarios de las entregas combinadas actuales y trasladándolos a un sitio evaluado para cada caso, que permite tener el área de implementación de las obras de tratamiento.

La dificultad de esta alternativa, radica en la ubicación de los sitios para la proyección de los sistemas de tratamiento, dado que la zona de escarpa alrededor de estas corrientes, no permite áreas amplias para ello, así mismo, se tendría la dificultad de acceso, aspectos que deben ser estudiados para definir si es factible su implementación.

Redireccionamiento de drenajes: Con base en la topografía, los niveles de los colectores primarios y minimizando estaciones de bombeo para trasvase de cuencas, se puede evaluar la factibilidad de Redireccionar drenajes que busquen concentrar grupos mayores, reducir el drenaje rectificado y menores vertimientos. De esta forma, se puede manejar la solución de saneamiento en menores corrientes. Los sistemas de mayor importancia serían La Rosita, Las Navas y Chapinero.

Combinación de opciones de Tratamiento y conexión a la PTAR Río de Oro: Se puede considerar la alternativa de combinar zonas con sistemas de tratamiento cerca a los sitios de vertimiento actual, juntos

con interceptores o emisarios que trasladen estos caudales al valle de Río de Oro, y a partir de allí, se estudie la posibilidad de sistemas independientes o unificados sobre la margen derecha del Río de Oro, entre la zona de Chimitá y la Quebrada La Picha o el cruce de estos caudales hasta el sistema Río de Oro.

Cada alternativa tiene su particularidad que debe ser evaluada en aspectos del cumplimiento de objetivos de calidad del Río de Oro, complejidad técnica y constructiva, costos de inversión inicial y de operación, con el fin de establecer el escenario más adecuado para su diseño definitivo e incorporación dentro del PSMV y la planificación de obras del operador del sistema de alcantarillado.

Sistema Río de Oro Piedecuesta: Dado el importante crecimiento del municipio de Piedecuesta, en donde se ha desarrollado zonas suburbanas y de Expansión urbana, con vocación de suelos urbanos pero sin su adecuada infraestructura de servicios públicos, se hace necesario la planificación de las obras requeridas para adecuar este tipo de anomalías y prever de igual forma, los requerimientos para la expansión de la infraestructura de los futuros desarrollos del municipio.

A continuación describiremos los requerimientos generales de saneamiento de la zona urbana re Piedecuesta y sus áreas cercanas que se incorporaran a su perímetro, especialmente las de expansión urbana que se proyectan desarrollar en los próximos 25 años. La **Figura 7**, presenta el futuro sistema de drenaje para el crecimiento municipal.

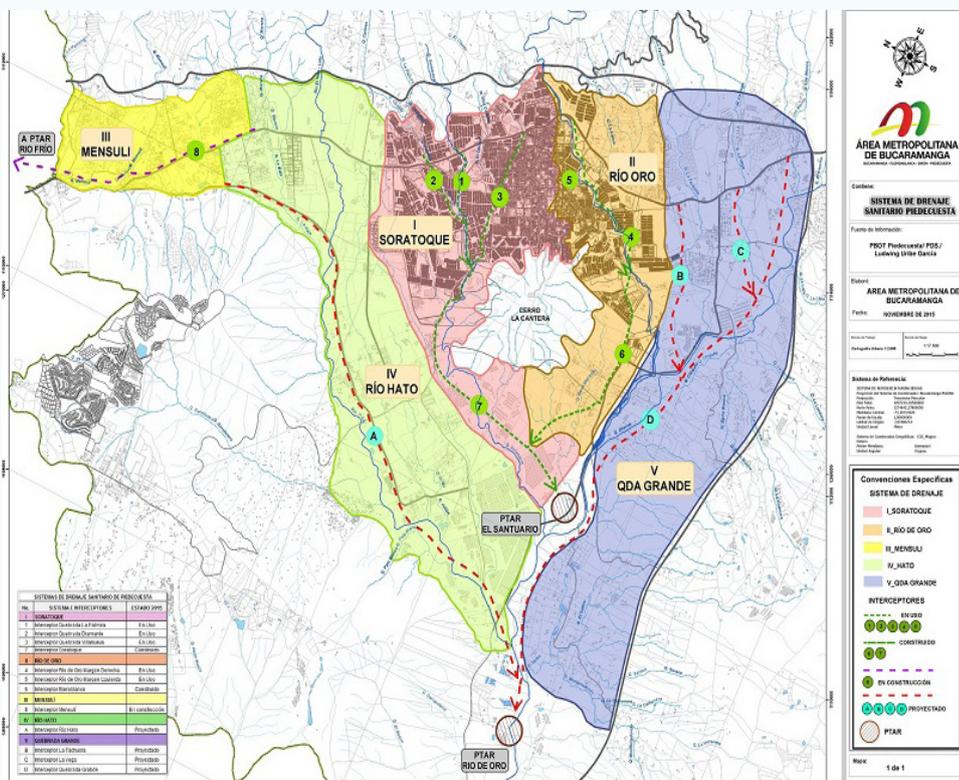


Figura 7. Sistema futuro de drenaje de Piedecuesta

e.1 Puesta en funcionamiento sistemas Soratoque y Barroblanco: Estos dos (2) Interceptores están contruidos hace cerca de 10 años, pero no se han puesto en funcionamiento, debido a que llegan a la PTAR El Santuario y no tienen una entrega directa a la Quebrada Soratoque, conectándose al sistema preliminar de la planta, pero condicionado a su culminación y puesta en funcionamiento, para que estos colectores se pongan en servicio.

Se tienen identificados dentro del PSMV vigente (Resolución No. 01816 de 2011, periodo 2009 a 2015), seis (6) vertimientos principales del sistema de alcantarillado sanitario a las corrientes urbanas, de los cuales uno (1) se conectarían al sistema Soratoque y cinco (5) al sistema Barroblanco-Río de Oro. Esta situación ha venido siendo aplazando desde el año 2011, debido a la condición actual de entrega de los interceptores a la PTAR El Santuario.

Se debe adelantar en forma prioritaria la construcción de un sistema de alivio del interceptor Soratoque antes de su llegada a la PTAR El Santuario, que permita el desvío provisional de los caudales sanitarios, ya sea mientras se ejecutan las obras de culminación y puesta en funcionamiento de la planta o como sistema permanente de redundancia o contingencia, ante eventualidades de no poderse tratar la totalidad del caudal afluente a la PTAR El Santuario.

Este sistema permitirá realizar las conexiones a los interceptores Soratoque y Barroblanco, de los vertimientos sanitarios del casco urbano y la entrega de nuevos desarrollos de crecimiento que sus niveles y capacidad hidráulica lo permita a lo largo de trazado, situación que está limitada actualmente, por estar sellado el sistema a su llegada a la planta.

Por el dimensionamiento y el drenaje estimado en los diseños de estos interceptores, es factible que se incorporen nuevas áreas que no fueron contempladas, entre las cuales se encuentran:

Zona Suroriental del Casco Urbano: Desarrollos actuales como San Miguel, Condominio Campestre Bremont, Paseo del Puente, Sector margen izquierda Río de Oro frente al desarrollo Miraflores, Barroblanco, algunos desarrollos dentro de la cuenca de la Quebrada La Tachuela, la cual es afluente de la Quebrada Grande y a su vez del Río de Oro. Podría haber algunos bombeos menores, pero es más conveniente conexiones a gravedad. Las áreas restantes se deben incorporar al nuevo sistema Quebrada Grande y su PTAR Río de Oro.

Zona Noroccidental del Casco Urbano: Desarrollos existentes y algunos futuros del Noroccidente del Condominio Campestre Santillana y las áreas que por división de drenaje entre la cuenca de la Quebrada Soratoque y el Río Hato, se puedan conectar técnicamente al Interceptor Soratoque.

e.2 Sistema Quebrada Grande – Río de Oro Margen Izquierda: Las áreas que no sea posible conectar al sistema Barroblanco-Río de Oro margen Derecha (Bélgica, Terminal de Buses, otros Condominios Campestres existentes, etc.), requieren de un nuevo sistema de drenaje sanitario, que tomará este límite aferente y la cuenca de la Quebrada Grande, incluyendo sus corrientes afluentes, como las Quebradas La Tachuela, La Vega y otras menores de la margen izquierda del Río de Oro,

El PBOT vigente establece sobre esta zona, un suelo rural con vocación de cierta Área de expansión Urbana-AEU, el cual deberá delimitarse y precisar su área total, ya que se tiene un sector adicional vecino tanto de la parte oriental de La Autopista (La Venta y Otros), pasando por la zona de la Escuela Tres Esquinas y el valle bajo de

la Quebrada Grande, antes de su entrega al Río de Oro. El área bruta de drenaje supera las 500 Ha y beneficiará en su saturación, a más de 100 mil habitantes, por lo cual debe ser un sistema planeado adecuadamente por el Municipio, precisando las áreas netas que serán urbanas y las demás que se limitará entre suburbanas y rural convencional.

La topografía y las áreas de drenaje, establecerá la factibilidad de proyectar un solo interceptor o requerirá de varios, tanto para las Quebradas La Tachuela y La Vega, como sobre las márgenes de la Quebrada Grande. Se podría extender su alineamiento hasta la cuenca siguiente de la Quebrada El Salitre y su factible paso al sitio de tratamiento sobre la margen Derecha del Río de Oro, aguas abajo de la confluencia con el Río Hato, en sitio por definir, en función del desarrollo del proyecto Pienta, la continuidad del crecimiento urbano hacia el occidente del municipio y las condiciones de sitios disponibles para la proyección de una segunda PTAR. La longitud de los colectores requeridos estaría entre 8 y 10 km. En el PISAP de mediados de los años 90, se estimaba una sola PTAR en un sitio similar al que se requeriría para concentrar estos sistemas de drenaje sanitario.

Se debe estudiar la posibilidad de conectar una parte de este sistema de drenaje, ya sea por gravedad o bombeo, hacia el colector Barroblanco y su posterior PTAR El Santuario.

e.3 Sistema La Mata-Río Lato o Hato: Al igual que los otros drenajes sanitarios, se debe evaluar el límite de los sistemas Menzúl y Soratoque y con base en él y el drenaje de la Quebrada La Mata y el Río Hato, se cree un nuevo sistema sanitario que dará servicio a una mezcla de áreas suburbanas y de expansión urbana, donde predominan desarrollos existentes con sistemas de tratamiento de aguas residuales individuales y la potencialidad de áreas de expansión urbana, que por la limitación de suelo disponible para el crecimiento del Área Metropolitana, se ubicarán en su mayoría más como suelos urbanos que suburbanos, siendo por ello necesario la proyección de un sistema de drenaje sanitario integral para esta zona. La zona abarca un área bruta cercana a las 800 Ha, que permitirían un crecimiento municipal de más de 150 mil habitantes. Nuevamente toma importancia, la planeación organizada de esta zona, con sus áreas netas desarrollables, vías, zonas de protección, la proyección de infraestructura integral de servicios públicos y demás aspectos de urbanismo para su adecuada incorporación al contexto urbano.

Se debe estudiar la proyección de un interceptor que inicie sobre la Quebrada La Mata a la altura de la Autopista, en inmediaciones del sector denominado la Hispañolita, captado los diferentes desarrollos existentes con las PTAR individuales que saldrían de servicio, posteriormente el colector se proyecta marginalmente sobre esta corriente hasta su llegada al Río Hato, su trazado seguirá por sus márgenes hasta el sitio de entrega a la PTAR, alcanzando una longitud total cercana a los 8 km de interceptor maestro.

Dado que el proyecto urbanístico de PIENTA se plantea sobre la parte final de esta cuenca, es importante el conocimiento urbanístico y la entrega final a su sistema de tratamiento, teniendo en cuenta que no se tiene niveles de conexión por gravedad a la PTAR El Santuario y por consiguiente se requiere de otra PTAR adicional.

Este sistema de tratamiento podría unificar los tres (3) drenajes que no pueden ser atendidos por la PTAR El Santuario, conformado por La Quebrada Grande-Río de Oro Margen Izquierda, El Río Hato y el proyecto de PIENTA. Su ubicación debe ser estudiada sobre sectores aguas abajo de la confluencia del Río Hato con el Río de Oro.

Sistema Río de Oro—AEU Girón: El municipio de Girón posee Áreas de Expansión urbana en el POT Vigente, entre las cuales se encuentran las del Valle de Río Frío y la zona sur del Río de Oro, entre Bahondo y Ciudadela Nuevo Girón. Estas zonas no se han desarrollado por limitaciones de servicios públicos y sin haber resuelto por completo tal situación, busca nuevas zonas y ha planteado los sectores cercanos al perímetro urbano actual.

Los nuevos sectores propuestos se localizan principalmente sobre la margen izquierda del Río de Oro entre Ciudadela Nuevo Girón y el sector frente a Café Madrid de Bucaramanga, identificados como Río de Oro Norte, Centro y Sur, los cuales no son claros en el límite entre ellos. A continuación se hará una evaluación de estas áreas y la factibilidad del servicio de alcantarillado para su incorporación al contexto urbano. La **Figura 8**, presenta las posibles áreas de crecimiento municipal

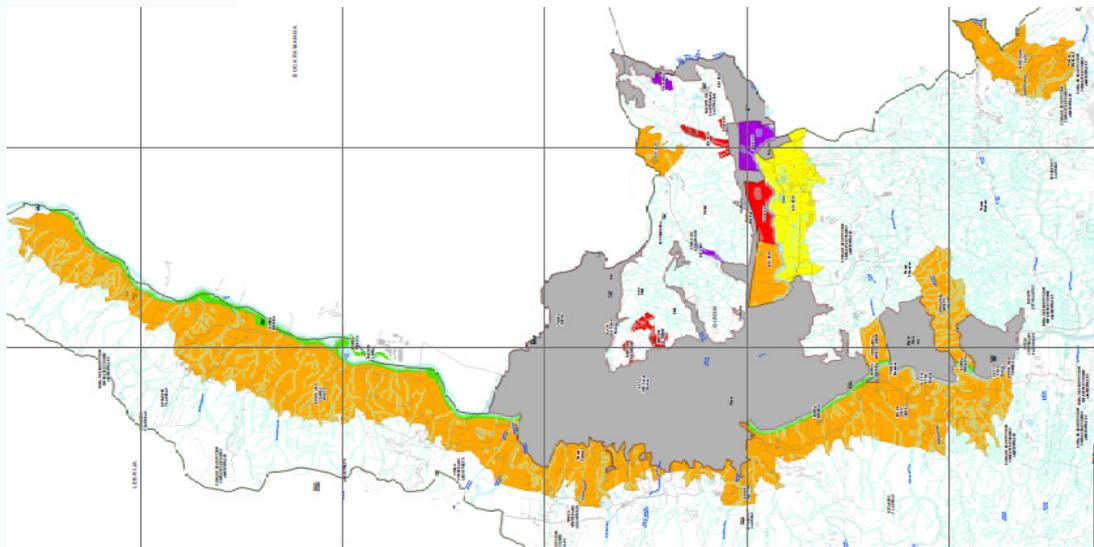


Figura 8. Áreas potenciales de crecimiento urbano de Girón

f.1 Sector Río de Oro margen Izquierda Entre Carrizal y Café Madrid (Río de Oro Occidental Vereda El Carrizal-Norte): Esta zona la conforman suelos marginales del Río de Oro, con potencialidad de desbordar la sección de su cauce básico y generar inundación en los predios que se plantean desarrollar, complementado con sectores en media y alta ladera, susceptibles a procesos erosivos y de inestabilidad. Por lo cual es muy importante definir el área neta a desarrollar.

El antecedente más evidente de sectores similares, se presentan en la zona urbana del municipio de Girón, localizada sobre las márgenes del Río de Oro, comprendido desde el sector de Bahondo hasta la Quebrada Chimitá, en donde los últimos años se han incrementado las incidencias de las inundaciones del Río de Oro a su paso por estos sectores, afectando principalmente a estructuras viales, desarrollos subnormales y proyectos legales que no conservaron aislamientos que permitieran distanciarse de esta amenaza natural, dejando un precedente para que los futuros desarrollos que se planteen sobre las zonas marginales del Río de Oro, tengan en cuenta esta situación.

Con esta visión general, se podría considerar que tienen bastante limitación para ubicar vivienda y otro tipo

de estructuras sobre estos suelos y por ello han sido considerados en las últimas décadas, como suelos de protección ambiental sin permitir ningún desarrollo urbanístico.

La necesidad de nuevas áreas de crecimiento urbano del Área Metropolitana, ha llevado a considerar estas zonas para poder suplir las falencias que se poseen al respecto.

Con este antecedente y como precaución para definir la factibilidad de desarrollar estas zonas, Se debe estudiar aspectos tales como:

Los niveles de inundación del Río de Oro para periodo mayores a 100 años, y sus repercusiones sobre el valle que se desea desarrollar, estableciendo con ello las condiciones de aislamientos y zonas de espacio público, sobre las cuales no deben hacerse edificaciones que se ubicarían en riesgo medio y alto.

La dinámica del Río del Río de Oro, como corriente que se encuentra en su cuenca baja, y tiene movilidad que afecta sus márgenes, requiriendo áreas de amortiguación de los picos de lluvia, que se deben dejar para el mejor comportamiento de la corriente.

Por estas dos condiciones de la corriente (inundación y movilidad), no debería fijarse sus márgenes con muros, que puedan inestabilizar su comportamiento natural y afectar indistintamente una u otra margen, es decir, los muros de protección que se pretendan proyectar, deberían estar por fuera de las zonas de movilidad y amortiguación de las lluvias extremas, situación que debe ser estudiada y definida claramente a nivel normativo, para que no se proyecten muros para aprovechar mayor área de desarrollo, afectando gravemente a la corriente y sin garantizar incidencias sobre las edificaciones que se localicen sobre estas zonas.

La otra variable de control urbano, lo debe definir la cercanía a la zona montañosa o de alta pendiente, estableciendo claramente los límites con las zonas de media y alta ladera, que permita la proyección de desarrollos estables, respetando aislamientos a taludes y proyectando obras de estabilización de las zonas que lo requieran.

La viabilidad del servicio de agua potable, el cual tiene cotas que limitan el crecimiento en las zonas de ladera.

Las corrientes torrenciales o de caudal básico bajo, que existen por la topografía de la zona, las cuales deben ser consideradas para los proyectos urbanísticos que se planteen.

El trazado de vías metropolitanas y su incidencia urbanística, teniendo en cuenta su accesibilidad y la factibilidad de cruces viales sobre el Río de Oro, buscando evitar largos recorridos por la margen izquierda de la Corriente.

El cono de aproximación sobre el aeropuerto Palonegro y sus limitaciones urbanísticas.

Las áreas netas que se habiliten en cumplimiento de las anteriores condiciones y otras variables ambientales y urbanísticas, podrían tener un suelo en condiciones aptas para su desarrollo, siendo necesario evaluar ahora sí, la factibilidad del servicio integral de alcantarillado (transporte y tratamiento de aguas residuales).

Para esta primera zona, se tiene en construcción el Emisario Río de Oro-ERO, el cual transita sobre la margen izquierda de la corriente, desde el sector de Carrizal Campestre hasta la PTAR La Marino; se debe revisar la capacidad hidráulica de este sistema, dado que sus diseños son de hace más de 10 años y estas áreas eran

de protección y no de Expansión Urbana, pero el dimensionamiento permite un caudal remanente para conexiones adicionales, que daría la viabilidad a las zonas habilitadas.

De no hacerse la PTAR La Marino, se requiere la construcción de la PTAR Río de Oro, la cual se desarrollaría en la actual PTAR Norte, esto implica continuar con el Emisario Río de Oro, dándole la identidad de ERO-II Etapa. Este sistema deberá tener la capacidad de transporte de estos nuevos caudales del AEU Río de Oro Norte.

f.2 Sistema Río de Oro Occidental Sector Central: Corresponde a una zona al occidente del perímetro urbano entre Bahondo y El Carrizal, la cual presenta condiciones topográficas de alta pendiente e irregularidad para unificar un colector sanitario que recepcione y transporte su caudal hasta la red urbana.

Precisamente la infraestructura existente de alcantarillado no tiene capacidad para recibir estos nuevos aportes y todo el sistema Río de Oro tendría estos problemas hasta el Emisario Río de Oro.

Adicionalmente se tiene limitación por servicio de agua potable, dado que estas áreas se encuentran por encima de la cota 730, la cual es limitante para el suministro del servicio por parte del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga-amb.

Con las dificultades de los suelos y viabilidad de servicio de agua y alcantarillado, se parte para evaluar la factibilidad del desarrollo de esta zona, lo que podría llevar al aplazamiento mientras se adelantan otros sectores de expansión urbana con mayor factibilidad para estas variables.

Independientemente de lo que se decida en su momento, en relación con la dotación del servicio de alcantarillado, se tendrían los siguientes escenarios para estudiar:

Revisar la capacidad de las redes urbanas existentes y proyectar mejoras de ampliación en los tramos que se requieran. La mayor limitante la tendría Los Interceptores de Río de Oro hasta el Emisario que lleva estos caudales a la futura PTAR, en donde se tendría que hacer mejoras importantes, ya que sus diámetros son de gran dimensión para adecuar.

Por la dificultad del escenario anterior, se justificaría crear un nuevo sistema independiente de colectores sanitarios agrupados o independientes, que se concentren en uno o más sistemas de tratamiento de aguas residuales, con lo cual se daría la incorporación de un nuevo sistema de drenaje sanitario para Girón.

f.3 Sistema Río de Oro Occidental Sector Sur-Laguneta y Llanadas: Presenta topografía irregular similar al sector anterior, lo que no permite la proyección de un sistema interceptor que reciba todos los aportes y se transporten a un único sitio de conexión.

Toda la zona propuesta para expansión urbana, colinda con la margen izquierda del Río de Oro, conformado por dos (2) tipos de topografía marginal, la primera con valles inundables y la otra con una formación rocosa y de mediana y alta pendiente; la factibilidad de proyectar un Interceptor a lo largo de toda la zona se dificultaría en el segundo sector.

El área que conforma esta zona de expansión urbana, no fue contemplada en el sistema Río de Oro, y al incorporar las adicionales de los sectores de Carrizal y Río de Oro Occidental, se coparía la capacidad remanente del Emisario Río de Oro. Así mismo, los niveles y condiciones geotécnicas y topográficas no permiten

proyectar con facilidad un interceptor unificado con niveles de conexión al comienzo del sistema Río de Oro, localizado a la altura del sector de Bahondo. Por consiguiente, esto implica que se debe proyectar un sistema de drenaje sanitario nuevo e independiente al sistema Río de Oro, el cual por las condiciones irregulares de las zonas a desarrollar y su limitación para unificar un interceptor sobre la margen izquierda del Río de Oro, conlleva a que se tengan que proyectar subsistemas sanitarios para cada grupo de sectores homogéneos, los cuales deben tener áreas de reserva para establecer el sitio de tratamiento de las aguas residuales.

Con la anterior particularidad de estos suelos y su ubicación geográfica, se debe estudiar la factibilidad de mantener la expectativa de expansión urbana o de revisarlos detalladamente y hacer una combinación con suelos suburbanos.

Sistema Ruitoque Bajo: Corresponde al área de expansión urbana que se localiza en el límite entre el sistema Menzulí y la zona suburbana de Ruitoque Medio y alto, repartida entre los Municipios de Floridablanca y Girón, cuyo drenaje natural pertenece una parte a la Quebrada Menzulí y la otra a la Quebrada Ruitoca.

La parte de la cuenca del sistema Menzulí, no fue contemplada ni tiene capacidad hidráulica para conectarse en el Interceptor Menzulí, de igual forma presenta dificultades topográficas para incorporarla a este sistema, lo cual implica el desarrollo de sistemas agrupados de tratamiento de sus aguas residuales.

Para el área a desarrollar en la cuenca de la Quebrada Ruitoca, su condición natural no permite conectarse a ningún sistema de drenaje sanitario existente, a pesar de ser una corriente afluente al Río de Oro, la infraestructura existente no tiene capacidad hidráulica y la ubicación de este sector, presenta dificultades en su trazado para llegar a la red de la carrera 26 cerca al sector de Bahondo. La factibilidad del manejo de las aguas residuales, estaría dada en alternativas de sistema independientes por grupos de desarrollo urbanísticos o un sistema unificado con una PTAR, en donde debe estudiarse alternativas para definir su localización y tecnología ambientalmente sostenible y de bajo costo de inversión y operación.

Sistemas Menores de Bucaramanga: Sectores particulares que no pueden incorporarse al sistema de drenaje de la zona Norte y deben ser estudiados para evaluar su impacto y la factibilidad de proyectar PTAR de especificaciones menores para el manejo de sus aguas residuales y su impacto con el entorno urbano.

h.1 Sistema Suratá Alto: Corresponde a zonas dispersas de la cuenca del Río Suratá, algunas dentro del perímetro urbano, producto de desarrollos particulares y en su mayoría sin planeación, los cuales han sido clasificados como barrios, pero realmente son asentamientos humanos consolidados que difícilmente se reubicarían; entre los que se encuentran Vegas de Morrórico, Las Delicias, Puerto Rico y Chitota.

Actualmente se tienen colectores sanitarios independientes para esta zonas, con 2 vertimientos del PSMV, los cuales son objeto de pago de Tasa Retributiva, pero que tienen dificultada en sus condiciones topográficas, para ser llevados a los colectores del sistema zona Norte o Suratá.

Sus caudales son menores y su carga contaminante es asimilable por el Río Suratá, pero a futuro se deberá

estudiar su continuidad en estas condiciones o se proyecte un interceptor que unifique los vertimientos y se complemente con una PTAR de bajo costo de inversión y operación, amigable con el entorno urbano y sostenible ambientalmente.

h.2 Zona Norte-La Lomera: Sector por fuera del perímetro urbano del norte de Bucaramanga, situado en la franja de este sector de la ciudad, conformado por desarrollos como El Rosal Norte, El Pablón Villa Lina y proyectos de vivienda entre la zona de Los Colorados y La Vereda Vijagual, los cuales son aferentes a la cuenca de drenaje de la Quebrada La Lomera, cuya entrega final se da sobre el Río Lebrija.

El objetivo será proyectar un interceptor sanitario para descontaminación de la corriente y el traslado de este colector hasta el sitio de tratamiento que se obtenga de un análisis de alternativas. Con estas obras, el suelo pasará de protección y/o rural a un suelo de expansión urbana que se desarrollará acorde a una planeación que defina el Municipio de Bucaramanga, llegando finalmente a su condición de suelo urbano.

Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales–PTAR

Describiremos las PTAR existentes y sus etapas faltantes y las futuras por ejecutar para el saneamiento Integral del AMB.

Sistema Río Frío: En la actualidad se ejecutan las obras de finalización de la Etapa I del proyecto de Modernización de la PTAR Río Frío, en donde se espera su inmediata puesta en funcionamiento. De realizarse las adecuaciones necesarias y se culminen los faltantes técnicos, la planta se podría poner en funcionamiento en el año 2016. La capacidad instalada será de $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ y para los caudales medios actuales y las conexiones del sistema Menzulí, su caudal afluente a tratar es del orden de $0,6$ a $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$, justificándose la urgencia de implementar la Etapa II cuyo caudal adicional de $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, permitirá tener una capacidad instalada de $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

EMPAS ya ejecuta las obras de la Etapa II y requiere de un cierre financiero para culminar las obras faltantes, una vez se obtengan los recursos, las obras se podrían ejecutar en menos de 2 años; en este punto es importante las gestiones metropolitanas para alcanzar las partidas y el seguimiento técnico para su adecuada implementación.

La ejecución de la Etapa III, cuya capacidad de servicio será para $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$, se dará acorde al crecimiento urbano de las áreas actuales y sus proyectos de renovación, así como el avance en las zonas de Expansión urbana de Floridablanca y el norte de Piedecuesta. Con la tendencia del crecimiento de este sector metropolitano, las obras de esta Etapa se darían para mediados o finales de la próxima década. Durante este lapso de tiempo, es importante trabajar sobre los sistemas de Río de Oro y Norte de Bucaramanga, logrando la mejora de las corrientes y buscando los objetivos de calidad que ha proyectado la autoridad ambiental para antes del año 2025.

Sistema Río de Oro Bucaramanga y Girón (La Marino y Norte unificada): Se encuentra en evaluación a nivel de prefactibilidad, la selección de mantener las dos (2) PTAR proyectadas en el PSMV (La Marino y Norte) o la unificación en el sitio de la PTAR Norte, denominada Río de Oro.

Para el primer caso se ejecuta el Emisario Río de Oro-La Marino (ERO) y faltaría los diseños de la PTAR que tendría una caudal a tratar inicialmente (2020-2022) cercano a $0,80 \text{ m}^3/\text{s}$ y total para su periodo de diseño (30 años), del orden de $2,1 \text{ m}^3/\text{s}$, contemplando en este caso, aportes del sistema Río de Oro y parte de la Meseta, como puede ser el sistema Chimitá y la Cuyamita (si es posible su conexión).

En este escenario se tendría la PTAR Norte, que trataría en su fase inicial de puesta en funcionamiento (2020-2021) un caudal de $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ y para su fase de saturación $0,9 \text{ m}^3/\text{s}$.

Para la opción de unificación en la PTAR Río de Oro, se requiere proyectar el ERO II, que trasladaría el caudal del sitio de La Marino al Norte. La PTAR en su fase inicial de puesta en funcionamiento, estimada antes del año 2025, tendría un caudal consolidado del orden de $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$, en la medida que se vayan desarrollando de las conexiones que se decidan del sistema La Meseta, la tendencia de renovación urbana de las áreas actuales y el crecimiento de las Áreas de Expansión Urbana del Valle de Río Frío, el sistema de tratamiento llegaría a una capacidad máxima de servicio cercano a los $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$, equivalente a una población de 1.000.000 de habitantes; por lo cual el áreas que se reserve y la dimensión del sistema deberá proyectarse a estas condiciones, incluyendo los componentes de incidencia ambiental en su entorno urbano, tanto por las afectaciones a la propia infraestructura (inundación, niveles de conexión de colectores afluentes, accesos viales, fuentes de energía, manejo de subproductos, etc.), como a las vecindades existentes de la zona del Café Madrid y el sector de Villas de San Ignacio.

Es importante precisar, que si se decide proyectar uno o varios sistemas de tratamiento para los vertimientos de La Meseta, estos caudales reducirían la dimensión final de La PTAR Río de Oro, oscilando en valores entre $2,0$ y $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Sistema La Meseta: Como se describió en los colectores del PMS, existen varias alternativas para lo que sería el tratamiento de las aguas residuales del sistema de la Meseta de Bucaramanga, y dada la importancia que representa este drenaje sanitario, se debe elaborar un estudio integral de prefactibilidad y factibilidad, el cual será la base para establecer cual será la mejor de ellas.

A nivel de tratamiento se podrían tener entre otras, las siguientes opciones que serían la línea base del comienzo para definir lo que se implementaría dentro del PSMV respectivo.

Aspectos generales de selección de Alternativas: Definir variables comparables y que permitan establecer metodologías claras para la selección de las alternativas que permitan establecer el direccionamiento de los diseños definitivos del sistema de drenaje sanitario de La Meseta de Bucaramanga.

Tratamiento por corrientes o total: Se debe analizar la factibilidad del saneamiento integral para las nueve (9) corrientes que conforman el sistema de drenaje sanitario o para las más representativas. En este tema, es importante precisar el impacto que existe sobre cada corriente y los caudales y cargas contaminantes que se tienen sobre cada una ellas y las repercusiones sobre el Río de Oro y sus objetivos de calidad de la corriente que se concerten con la Autoridad Ambiental; Quebradas como La Rosita (39%), La Joya

(16%), Seca (10%), Chapinero (17%) y Las Navas (12%), representan más del 90% del sistema, y deberían ser priorizadas sobre las demás.

Sitio de Ubicación de sistemas de Tratamiento: Este análisis es de los más importantes para definir la alternativa más pertinente a implementar, ya que se debe estudiar la factibilidad de áreas aptas para proyectar sistemas de tratamiento en cada corriente priorizada, ya sea en la parte alta al recibir las Estructuras de Vertimiento o emisarios finales o en un trayecto específico a lo largo de la corriente, evaluando sus costos de inversión, operatividad y demás variables que se definan, para compararla con respecto a llevar los caudales de cada corriente al sistema Río de Oro, analizando para este caso, la dificultad de los suelos para proyectar colectores marginales a las corrientes y que ante esta situación, se requeriría trazados integrales de canalización y colector para dar estabilidad a esta infraestructura, finalizando con Estaciones de Bombeo para conectar al sistema Río de Oro, recibiendo tratamiento en dicha planta.

Aprovechamiento del sistema de estructuras de Vertimiento: Se debe incorporar la incidencia que tiene las Estructuras de Vertimiento-EV existentes, tanto para la localización o los procesos y tecnología del sistema de tratamiento proyectado, tomando como referencia la aparente eficiencia (menor del 40% en DBO_5 y SST) en la remoción de la carga contaminante, en cumplimiento de la normativo ambiental y los objetivos de calidad estimados para el Río de Oro.

Estabilidad de los sistemas proyectados: Partiendo de la de la ubicación dispersa de los vertimientos actuales de la Meseta, lo cual no facilita proyectar un colector unificado y un paso de conexión al sistema Río de Oro. Además, las condiciones geotécnicas de la escarpa y sus corrientes receptoras, son muy propicias a sufrir procesos erosivos y de inestabilidad de las estructuras que se proyecte para este tipo de infraestructura. Se debe incorporar en los estudios de factibilidad, el componente del suelo de la escarpa y las medidas de protección para los sistemas de saneamiento proyectados.

Operatividad de la infraestructura: Las dificultades descritas anteriormente, conllevan a que en la evaluación de alternativas, se considere los aspectos operativos de los sistemas proyectados, desde la accesibilidad a los colectores y sitios de tratamiento, como a las propias condiciones de los espacios disponibles, la tecnología del sistema de tratamiento y los costos operativos.

Sistema Río de Oro Piedecuesta: Tendrá en el futuro dos drenajes principales que establecen requerimiento de sistemas de tratamiento de Aguas residuales, para lo cual analizaremos cada uno de ellos

d.1. Sistema Soratoque-Barroblanco: Pertenece a la cuenca del desarrollo urbano vigente y concentra su drenaje en la PTAR El Santuario, en donde actualmente se ejecutan obras de la Etapa I, que dará capacidad de servicio a cerca de 225 l/s. En la medida del crecimiento de las zonas urbanas existentes y de las áreas que saturaran estos dos colectores, se requerirán nuevas etapas de expansión de la planta, implementadas modularmente al sistema constructivo, requerimientos de caudal a tratar y condiciones financieras para su ejecución.

El crecimiento de este sistema podría superar la población de 200 mil habitantes y acercarse a un caudal de 450 l/s. la tendencia de desarrollo lo dará la factibilidad de dotación de agua que tiene el municipio para los diferentes proyectos urbanos y suburbanos.

Es importante precisar, que la factibilidad de desarrollar a futuro las cuencas del Río Hato y Quebrada Grande, tendrían dificultades de niveles para conectarse por gravedad a la PTAR El Santuario, lo que implicaría la evaluación de proyectar algunos sectores con estación de bombeo y para las zonas restantes, necesariamente una nueva PTAR aguas abajo de la existente.

d.2 Sistema Río Hato-Quebrada Grande: Al darse el crecimiento urbano del Municipio de Piedecuesta, los colectores del Hato y Quebrada Grande, tendrían dificultad de conexión en la PTAR El Santuario, por lo cual se requiere proyectar otro sistema adicional, ubicado aguas abajo de la confluencia del Río Hato o Lato con el Río de Oro. Este sitio ya se había propuesto en el Plan Integral de Saneamiento Ambiental de Piedecuesta-PISAP, elaborado en el año 1996 y al parecer existieron dificultades de negociación con los propietarios y se cambió su localización en un sector aguas arriba en donde hoy se localiza la PTAR El Santuario.

Esta nueva PTAR que tendría la denominación de Río de Oro, la cual tratará las aguas de estos dos nuevos sistemas de drenaje sanitario. Para el desarrollo de vivienda denominado PIENTA, Se debe estudiar tanto el alineamiento y dimensión del Interceptor del Río Hato, como la posibilidad de su conexión y posterior traslado a la PTAR Río de Oro, evitando en lo posible, la proyección de otro sistema de drenaje independiente al sistema del Río Hato y de igual forma, otro sistema de tratamiento de sus aguas residuales. Para evitar esta dualidad de sistemas, el Municipio debe realizar los diseños integrales de colectores y PTAR, y establecerá las condiciones de conexión del proyecto PIENTA; en donde se pueda ejecutar inicialmente para el desarrollo del proyecto, un tramo parcial del Interceptor y una etapa de la nueva PTAR.

En la medida de la factibilidad de ofrecer las necesidades de agua para estos nuevos sistemas, así como la construcción de la infraestructura de servicios públicos primarios, se dará las etapas de crecimiento constructivo de la nueva PTAR. Su cuenca de drenaje es la mayor para el crecimiento del Área Metropolitana de Bucaramanga y debe darse una planeación adecuada y ordenada para su desarrollo, no permitiendo proyectos individuales aislados y sin factibilidad de servicios públicos domiciliarios. Estas dos zonas (Río Hato y Quebrada Grande), podrían abarcar una población equivalente a la del sistema Soratoque-Barroblanco, es decir que podría superar los 200 mil habitantes y un caudal cercano a los 450 l/s.

Sistema Río de Oro Sur AEU—Lagunetas, Llanadas y otros: Para dar continuidad y consolidar lo descrito anteriormente para los interceptores y el drenaje sanitario de estas nuevas zonas de expansión urbana, que no tienen capacidad en el sistema Río de Oro (tanto en colectores como en Tratamiento), se crea la necesidad de establecer como se desarrollaran estos suelos, con sus densidades bajas por su geomorfología, la dificultad de proyectar un colector tipo interceptor que reciba los vertimientos y traslade estos caudales a un sitio de PTAR unificado.

De acuerdo con lo anterior, se debe evaluar integralmente la zona, para proyectar colectores y sistemas de tratamiento agrupados por zonas, o se defina si hacen desarrollos individuales por pequeñas cuencas de subdrenaje, que posean su propio sistema de tratamiento independiente y acorde a cada proyecto que se apruebe desarrollar. En este último caso, se debe analizar si las condiciones de servicios públicos domiciliarios son factibles en su totalidad, con su respectivo operador, con lo cual se garantizaría su incorporación a los suelos urbanos, o se dejan como suelos suburbanos, cuya principal característica para su desarrollo es que exista la autosuficiencia en servicios públicos.

Sistema Ruitoca – AEU Ruitoque Bajo: Presenta limitación de conexión a los sistemas de drenaje Menzulí y Río de Oro y al igual que el sistema anterior, debe ser estudiado su enlace al contexto urbano, conformado por colectores y sistema de tratamiento de aguas residuales, con su respectivo operador de servicio público domiciliario o se defina el desarrollo de estos suelos como suburbanos.

Luego de estudiar ambiental y urbanísticamente la zona, el área que se defina desarrollar se podría agrupar en un solo sistema a lo largo de la Quebrada Ruitoca, proyectándose un colector sanitario marginalmente y la selección de un sitio acorde para proyectar una PTAR.

Sistemas Menores de Bucaramanga: Nos referimos al sector de Suratá Alto y al Norte de Los Colorados, ambos con dificultades para conectarlos al sistema Suratá Norte y dado su avance constructivo, requeriría evaluar el impacto sobre las corrientes y/o la proyección de un sistema de tratamiento para cada uno de ellos. La dificultad que presentan estos sectores de la ciudad, es la ubicación de una zona adecuada para el sistema de tratamiento, ya que se encuentran en zonas de media ladera y los sectores marginales a sus corrientes contaminadas, no tienen áreas amplias para selección de un sitio acorde para ello. Adicionalmente, quedarían en zonas alejadas del entorno urbano, con limitación importante para la accesibilidad al sitio de la planta, lo que ocasionaría dificultades para la operatividad y mantenimiento de estos sistemas, requiriéndose la proyección de carretables o caminos de acceso que se deben implementar desde el comienzo constructivo de las obras. Es por ello, que entre menos sitios se establezcan, menores serán sus repercusiones operativas y los costos que esto implica.

g.1 Suratá Alto: Se debe evaluar la factibilidad de un sistema unificado cerca al sector de Chitota o sistemas individuales desde Vegas de Morrórico y el propio sector de Chitota. La decisión se deberá fundamentar con base en la combinación del trazado de la prolongación del Emisario Vegas de Morrórico y su enlace con la red de alcantarillado del barrio Chitota, para posteriormente definir un sitio de ubicación del sistema de tratamiento y su entrega al Río Suratá.

De no ser factible este escenario unificado, se debería evaluar el impacto de los vertimientos y dar prioridad de tratamiento en sitios cercanos a los vertimientos actuales.

g.2 Sistema Norte-La Lomera: Para complementar lo descrito en el sistema de Colectores del PMS, al existir desarrollos dispersos en el sector norte de Los Colorados, los cuales no tiene condiciones técnicas para conectar al sistema Norte-Suratá, se debe estudiar si las condiciones urbanísticas y ambientales, permiten consolidar esta zona, o requiera su reubicación parcial o total.

Para el escenario de permanencia de gran parte de los desarrollos existentes, se debe evaluar la factibilidad de proyectar colectores que transporten los desagües sanitarios a un sitio unificado de tratamiento, siguiendo como eje la Quebrada La Lomera; de igual manera, la localización de la planta debe ser estudiada técnicamente para su selección. Se recomienda proyectar una PTAR cuya tecnología sea de bajo costo de inversión inicial y operativa, la cual debe cumplir la normatividad ambiental.

De tenerse dificultad para un sistema unificado, se deberá proyectar tratamientos individuales, los cuales

tendrían la dificultad de los costos operativos por ser sistemas independientes y dispersos.

En las **Tablas 13, 14, 15, 16 y 17**, se presenta el consolidado de los sistemas de drenaje principales del AMB, con sus colectores y obras faltantes a nivel de las PTAR, para la proyección del saneamiento actual y futuro del periodo 2016-2045.

Tabla No. 13 Sistema Río Frío. PMS y PTAR 2016-2045

No	Identificación	Estado o Faltante	Obra y Puesta en Funcionamiento
I. PLAN MAESTRO SANITARIO-INTERCEPTORES (15 km)			
1	Menzulí-Aranzoque (AEU)	En obra (60%)	2016-2018
2	Adecuaciones Zapamanga-Río Frío (Penitente, Mojarras, Autopista, La Calavera, Zapamanga, La Cuellar, Río Frío)	Func.-Proyectado	2017-2020
II. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL-PTAR			
1	Modernización PTAR Río Frío		
a	I Etapa - 500 l/s	En obra final (90%)	2016-2017
b	II Etapa - 1.000 l/s	En obra (50%)	2016-2018
c	III Etapa - 1.500 l/s	Proyectada	>2030
d	IV Etapa - 2.000 l/s	Proyectada	>2040

Tabla No. 14 Sistema Río de Oro. PMS y PTAR 2016-2045

No	Identificación	Estado o Faltante	Obra y Puesta en Funcionamiento
I. PLAN MAESTRO SANITARIO-INTERCEPTORES (20 Km)			
1	Emisario Río de Oro-ERO I	En obra (30%)	2015-2017
2	Q. La Iglesia - Conexiones finales	Func.-Adecuaciones	2016-2018
3	Int. Río de Oro Margen Derecha	Func.-Conexiones	2017-2018
4	Int. Río de Oro Margen Izquierda	Func.-Conexiones	2017-2018
5	La Flora II	Proyectado	2016-2020
6	Emisario Río de Oro-ERO II	En factibilidad	2016-2020
7	Int. Río Frío Margen Izq.-Girón II-AEU	Diseñado-2004	2019-2022
8	Int. Río Frío Margen Der.-Girón II-AEU	Diseñado-2004	2019-2022
9	Int. Anillo Vial-AEU	Diseñado-Ajustes	2019-2022
10	Conexión Emisario Suratá y Norte	Diseñado-Ajustes	2019-2022
II. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL-PTAR			
1 PTAR Río de Oro (Unificada La Marino y Norte)			
a	I Etapa - 600 l/s	En Factibilidad, Requiere Estudio y Plan Financiero y de obras	2016-2022
b	II Etapa - 1.200 l/s		2023-2026
c	III Etapa - 1.800 l/s		2027-2030
d	IV Etapa - 2.400 l/s		>2035
e	V Etapa - 3.000 l/s		>2040

Tabla No. 15 Sistema de Drenaje Piedecuesta. PMS y PTAR 2016-2045

No	Identificación	Estado o Faltante	Obra y Puesta en Funcionamiento
I. PLAN MAESTRO SANITARIO-INTERCEPTORES (17 km)			
1	Adecuaciones Soratoque-Barroblanco (La Palmira, Diamante, Villanueva)	Funcionamiento-Adecuaciones y Conexiones	2016-2017
2	Int. La Mata-El Hato (Rural/SU/AEU)	En Evaluación	2017-2020
3	Int. Q. Grande (Tachuela, La Vega) (Rural/SU/AEU)	En Evaluación	2017-2020
II. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL-PTAR			
1 PTAR El Santuario			
a	I Etapa - 225 l/s	En obra (60%)	2015-2017
b	II Etapa - 450 l/s	Diseñada	2018-2022
c	III Etapa - 675 l/s	Proyectada	>2030
2 PTAR Río de Oro (Piedecuesta)			
a	II Etapa - 225 l/s	Requiere estudio, plan financiero y de obras	2017-2020
b	II Etapa - 450 l/s		2021-2025
c	III Etapa - 675 l/s		>2030

Tabla No. 16 Sistema La Meseta. PMS y PTAR 2016-2045

No.	Vertimiento	Corriente	Solución Total para eliminar Vertimiento
1	La Rosita V	Q. La Rosita	PTAR por corrientes priorizadas, emisarios para cada sistema y PTAR Río de Oro II Etapa. Principalmente para los Vertimientos: 1-39%, 2-16%, 3-10%, 5-12% y 6-17%. Los otros son menores del 5% y podría asimilarlos la corriente y el Río de Oro.
2	Sistema La Joya	Q. La Joya	
3	Sistema Q. Seca	Q. Seca	
4	Sistema Q. Cuyamita	Q. Cuyamita	
5	Sistema Las Navas	Q. Las Navas	
6	Sistema Calle 6	Q. Chapinero	
7	Sistema El Caney	Q. La Picha	

Tabla No. 17 Sistemas Especiales menores. PMS y PTAR 2016-2045

No.	Vertimiento	Corriente	Solución Total para eliminar Vertimiento
1	Vegas de Morrórico I y II	Río Suratá	PTAR Individual o Colectiva
2	Chitota	Río Suratá	
3	B. Nuevo - La Escuadra	Río Suratá	Bombeo o PTAR propia
4	B. Las Delicias	Río Suratá	Estación de Bombeo + Conexión final y PTAR Río de Oro I

La **Tabla No. 18**, estima una proyección de crecimiento metropolitano y sus tendencias a nivel de caudal y población para cada sistema existente y nuevo que se requerirá para el saneamiento Integral del AMB.

Tabla No. 18 Estado y proyección del crecimiento de los Sistemas de drenaje del AMB

No	SISTEMAS DE DRENAJES	SITUACIÓN 2015		SITUACIÓN >2040		B/MANGA	FLORIDAB	GIRÓN	PIEDECUESTA				
		Q	P	Q	P					CAUDALES FUTUROS			
		(l/s)	(Miles Hab)	(l/s)	(Miles Hab)					(l/s)			
1	Río Frío	625	321	1.100	500	143	845	33	79				
2	Río de Oro	560	286	1.150	550	460	45	645					
3	Norte	95	44	150	75	150							
4	La Meseta	700	324	950	450	950							
5	Menores-Especiales	20	11	50	25	20		30					
6	El Santuario	210	120	400	180				400				
7	Río de Oro-Piedecuesta	0	0	400	180				400				
8	Río de Oro-Occidente	0	0	80	40			80					
9	Ruitoque Bajo	0	0	20	10			20					
TOTALES		2.210	1.105	4.300	2.010	1.723	890	808	879				
APORTE MUNICIPAL:						40%	21%	19%	20%				

Elaboró: Ludwing Uribe García-Contratista Subdirección Ambiental AMB

