

ANEXO 2- SISTEMA HIDROLÓGICO

Sistema Hidrológico a Nivel Municipal

Introducción

La mayor parte del Municipio se encuentra ubicada dentro de la cuenca del Río Teusacá, lo cual nos indica una conformación topográfica extremadamente variada, en donde, en los orígenes de la cuenca predominan las altas pendientes y los valles estrechos; por lo que se puede afirmar que el municipio de Sopó se encuentra mutuamente correlacionado entre el Sistema Hidrológico y Topográfico con los Sistemas Geológico y Geotécnico.

Para el estudio hidrológico se efectuó un inventario de la información existente, basada principalmente en las sectorizaciones por microcuencas, mesocuenca, subcuenca y cuenca de acuerdo a sus características geomorfológicas, codificándolas de acuerdo al orden de vertientes teniendo como referencia los ríos principales (Río Teusacá Y Bogotá) sobre los cuales se enmarca el Municipio de Sopó.

Para realizar el presente trabajo se ha referenciado el Mapa del Estudio Hidrogeológico en la Periferia de Santafé de Bogotá y en Algunas Poblaciones Cercanas para Abastecimiento de Agua, elaborado por INGEOMINAS para la EAAB, en 1996.

Adicionalmente se supo que la oficina de Planeación Municipal tiene Información de Hidrología en SIG a escala 1:25.000, sin embargo no se pudo obtener la colaboración para este trabajo.

Metodología

Inventario

Al realizar el presente trabajo fue necesario leer e interpretar los planos desde el principio hasta el fin.

La primera parte del trabajo consistió en seguir los cauces de los ríos y quebradas desde su nacimiento hasta su desembocadura, de tal manera que se pudieran reconocer los cauces principales, secundarios y terciarios.

Lo anterior presentó bastante dificultad ya que los planos con los cuales se contaba para este trabajo se encuentran incompletos de información para todos los cauces, especialmente para aquellos ubicados en las zonas de desarrollos urbanísticos en donde los cuerpos de agua naturales se han convertido en canalizaciones artificiales, las cuales no se ubican, como por ejemplo, las quebradas que bajan del Cerro de Pionono y desaparecen en el área urbana de Sopó; y en las áreas planas de explotación agrícola en donde los

cuerpos de agua han pasado a hacer parte de la red de riegos, vallados y avenamientos de las haciendas.

Los microcauces en las Areas Urbanizadas, también resultaron difíciles de analizar en los planos ya que en su mayoría son zanjas de vías y calles, las cuales requieren de un trabajo de verificación en el sitio muy minucioso; sin embargo en el presente trabajo se alcanzaron a realizar algunas investigaciones para unos sitios puntuales, el resto de lugares será trabajo para una próxima etapa en la cual la escala sea aún más detallada.

La segunda parte del trabajo consistió en leer e interpretar las cotas o niveles de altura, para determinar las divisorias de agua desde los puntos de confluencia hacia arriba. Igual que en la primera parte, esta segunda presentó dificultad, ya que los planos obtenidos no son completos en cuanto a la información de curvas de nivel cada 50 mts, especialmente dentro de las Areas Urbanizadas (Centros Poblados).

La tercera parte del trabajo consistió en clasificar cada una de las microcuencas identificadas para luego elaborar finalmente un plano digitalizado, en donde a cada cuenca se le atribuyera un color, un nombre, un número y una divisoria de agua que la distinguiera, y así poder calcular el área de ocupación de cada una de ellas mediante una función del software empleado.

Clasificación

Una vez se han definido las divisorias de agua se hace una clasificación de las cuencas de manera jerárquica y sistematizada en forma de árbol ramificado, de tal manera que se le pueden asignar números de forma ordenada con su respectivo nombre por quebrada.

La mayoría de las quebradas y sus afluentes como se mencionó anteriormente no tenían nombre para lo cual fue necesario darle una denominación temporal para facilitar el trabajo, de la siguiente manera:

- Tomando el nombre de las vecindades o sitios conocidos dentro de la cuenca, y varias veces indicando el sector del nacimiento de la quebrada.
- Se representa la Denominación Temporal de las Quebradas y Cuencas con *Letras Itálicas y subrayadas*. Se distinguen las cuencas completas y las que aparecen de manera parcial dentro del área de estudio.

(Ver Anexo 2: Mapa Hidrológico del Municipio de Sopó)



Figura N° 17: **Sistema Hídrico en el Municipio de Sopó**

Sistema de Cuencas

En su mayoría, la extensión del Municipio de Sopó corresponde a la mesocuenca del Río Teusacá o Sopó, cuyos afluentes principales son las quebradas de Mi Padre Jesús, Aguas

Claras, Curubital, San Lorenzo, Cintaya, de Socha y Río Chiquito.

La mesocuenca se encuentra delimitada dentro de los municipios de Sopó y La Calera localizada dentro de los climas muy frío húmedo, frío húmedo y seco; el sector cuenta con un bajo poder de captación de aguas lluvias, índices bajos de escurrimiento y de erosión hídrica superficial.

Para mantener la humedad de las tierras y la conservación del recurso hídrico, dentro del área de la mesocuenca, se requiere del establecimiento de prácticas moderadas de manejo.

Se dividió el municipio en 22 microcuencas o sectores de cuenca, cuya ocupación es la que se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 1: **Microcuencas en el Municipio de Sopó**

Margen del Río Teusacá	N°	Microcuenca	Area (Ha)
Margen Izquierda (5.438,88 Ha)	1	<i>Q. Hacienda El Portete</i>	255,72
	2	<i>Cono de deyección Río Teusacá</i>	592,10
	3	<i>Q. Hato Grande 1</i>	125,62
	4	<i>Q. Hato Grande 2</i>	151,41
	5	<i>Q. Hato Grande 3</i>	212,23
	6	<i>Q. Hato Grande 4</i>	58,05
	7	<i>Q. Hato Grande 5</i>	93,36
	8	<i>Q. Hacienda El Boyerito 1</i>	171,59
	9	<i>Q. Hacienda El Boyerito 2</i>	260,62
	10	<i>Q. El Chaparro</i>	591,65
	11	<i>Q. del Salvio</i>	780,32
	12	<i>Q. Hacienda La Albania</i>	536,53
	13	<i>Q. Yerbabuenita</i>	979,27
	14	<i>Q. Rosa Blanca</i>	630,41
Margen Derecha (5.736,83 Ha)	15	<i>Q. Santa Helena</i>	407,64
	16	<i>Cono de deyección Río Teusacá</i>	502,05
	17	<i>Q. Fábrica Alpina / Mi Padre Jesús</i>	1965,60
	18	<i>Area de Deyección</i>	574,84
	19	<i>Q. Centro Alto</i>	463,79
	20	<i>Q. Gratamira / Q. El Cortijo</i>	966,13
	21	<i>Q. Meusa</i>	390,14
	22	<i>Q. Hacienda Casablanca</i>	466,64
AREA TOTAL			11.175,71

La letra *itálica* y subrayada, corresponde a la adopción de nombres tomada por el Consultor para el presente estudio.

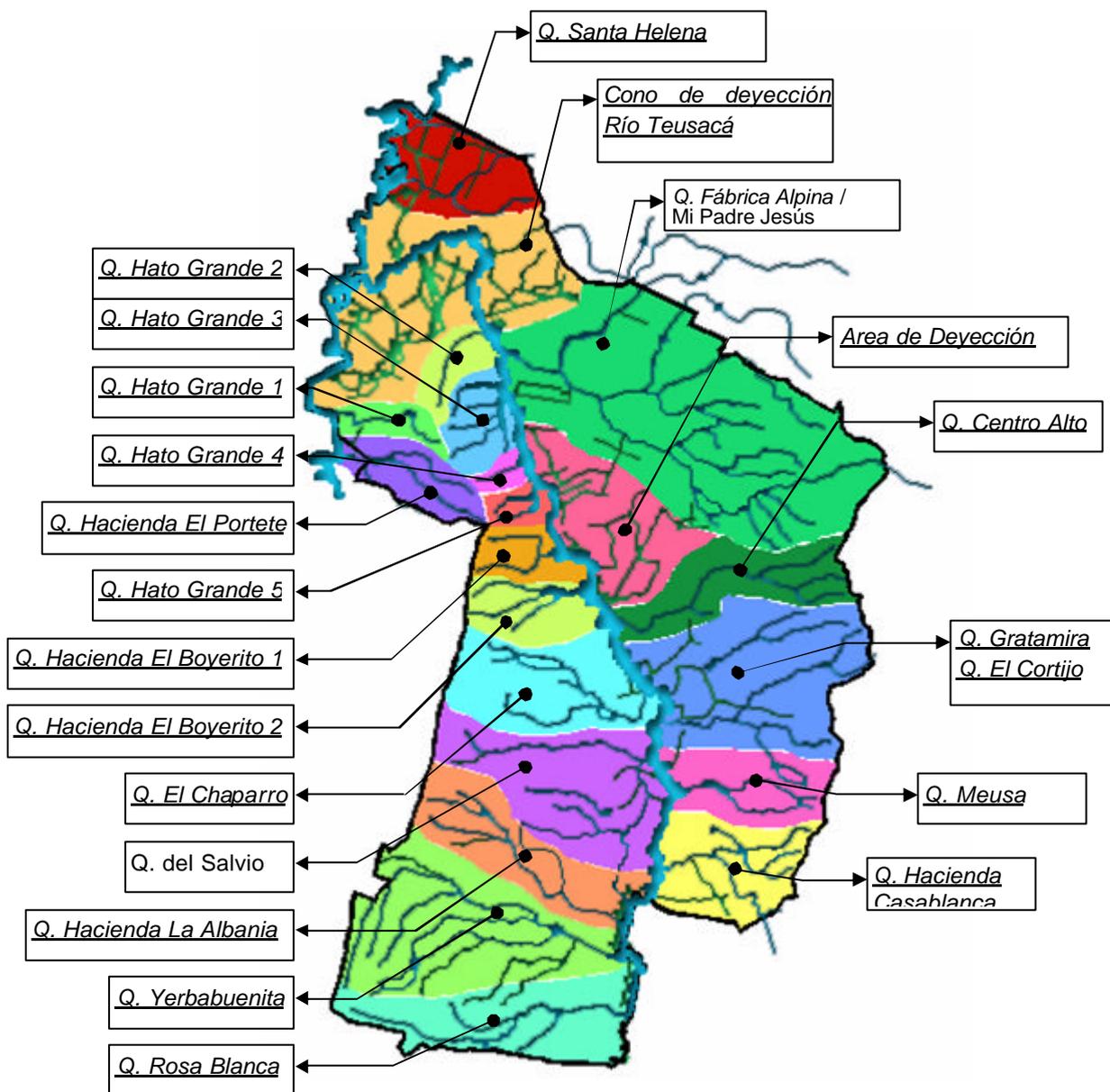


Figura N° 18: Distribución de las microcuencas o sectores de cuenca en el Municipio de Sopó

Dentro del estudio que realizó EPAM, como soporte al POT, se encontró una clasificación de microcuencas, la cual se referencia a continuación para entender un poco más la hidrología del municipio.

Quebrada Los Laureles

Es un afluente de la margen izquierda del Río Teusacá, con una superficie de 10.9 Km². Su altitud media es de 2.826 m.s.n.m., la pendiente media de la cuenca 25% y la pendiente de su cauce principal 10%. La altura máxima de la divisoria es de 3.250 m.s.n.m. El patrón de drenaje es de tipo subparalelo y asimétrico. La orientación general es Este - Oeste. Los índices morfométricos muestran muy buenas condiciones para la escorrentía superficial, especialmente en las áreas colectoras altas.

Quebrada El Carbón

Es un pequeño tributario de la margen izquierda con una superficie de 5.1 Km². La altitud media es de 2.756 m.s.n.m., la pendiente media de 16% y la pendiente del cauce de 12%. La altura máxima de la divisoria es de 3.050 m.s.n.m. Cuenca alargada con índice de Gravelius 1.38 y densidad de drenaje de 2.84 Km/Km². La razón de bifurcación R_b es de 4.13, valor alto como corresponde a cuencas alargadas. El patrón de drenaje es de tipo ramificado. La orientación general es Este – Oeste.

Tramo 1 del Río Teusacá

Este tramo considerado, comprende los pequeños tributarios de la margen izquierda del Río Teusacá entre las abscisas citadas y las cotas aproximadas 2561 m.s.n.m. y 2.550 m.s.n.m. (desembocadura en el Río Bogotá). Tiene un área de drenaje de 31.6 Km². Su altitud media es de 2683 m.s.n.m. La pendiente media es de 20% y la pendiente del cauce del Teusacá 0.1%.

En las partes altas, cercanas a la divisoria son abundantes los cauces de orden 1, sin embargo las corrientes de orden 2 y tres tienen dificultad para alcanzar el cauce del Río Teusacá por alta infiltración y aprovechamiento en la zona baja. El patrón de drenaje es de tipo ramificado. La orientación general es Este – Oeste

Tramo 2 del Río Teusacá

Comprende la vertiente derecha del Río Teusacá, entre las abscisas citadas y las cotas aproximadas 2.560 m.s.n.m. y 2.552 m.s.n.m. Tiene una superficie de 29.1 Km². La altitud media es de 2.675 m.s.n.m. La pendiente media es de 15% y la del cauce del Río Teusacá 0.1%. La altura máxima en la divisoria de aguas de esta vertiente es de 3.350 m.s.n.m. Donde se originan pequeñas corrientes que posteriormente mueren antes de alcanzar el Río debido a que son ampliamente utilizadas en el área agrícola del municipio de Sopó. El patrón de drenaje es ramificado en las corrientes de la zona alta y algunas veces invertido en la parte media y baja de la cuenca. La densidad de drenaje es de 1.69 Km/Km² indicando una baja concentración de la escorrentía. La orientación general es Este – Oeste

Quebrada Mi Padre Jesús y otras

Comprende la Q. Mi Padre Jesús y otras corrientes sin nombre en la cartografía de escala 1:25.000 del IGAC que se origina en los cerros al sur-este de la población de Sopó a alturas de 3.350 m.s.n.m. Su desembocadura esta muy cerca de la confluencia del Río Teusacá en el Río Bogotá. Tiene una superficie de 25.4 Km²; la altitud media es de 2.650 m.s.n.m. y la pendiente del cauce principal es de 13%. Sin embargo en su parte final es de solo 0.05 %, el patrón de drenaje es ramificado en las corrientes de la zona. La densidad de drenaje es de 1.69 Km/Km² indicando una baja concentración de la escorrentía. El índice de Gravelius es de 1.21 el cual corresponde a una cuenca redondeada. La orientación general es Este–Oeste

Conclusiones del balance oferta – demanda

La demanda de riego en la cuenca baja, aguas abajo del embalse de San Rafael, se satisface así: En el escenario de 220 lt/seg de descarga de San Rafael de 600 lt/seg garantizados en La Cabaña, podrían regarse hasta 2.000 hectáreas. Se hace notar que estas cifras se refieren a disponibilidad hídrica solamente sin tener en cuenta restricciones de potencialidad de suelos, topográficas o económicas.

Cuadro N° 3: Distribución de las Microcuencas en Sopó Según EPAM

Margen del Río Teusacá	Microcuenca	Area (Ha)
Margen Izquierda (4.760 Ha)	Q. Los Laureles	1.090
	Q. El Carbón	510
	Tramo 1 Río Teusacá	3.160
Margen Derecha (5.450 Ha)	Tramo 2 Río Teusacá	2.910
	Q. Mi Padre Jesús	2.540
TOTAL		10.210

De acuerdo al cuadro anterior se puede apreciar que existe una gran diferencia entre el número de microcuencas como en el total del área calculada por EPAM (10.210 Ha) y la presente Consultoría (11.175.71), por tanto es necesario que se haga un estudio que detalle el número de microcuencas así como su extensión para futuros manejos.

Hidrología

Aguas superficiales: El caudal del Río Teusacá es regulado en casi un 50% por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, es decir que del caudal medio medido en el Puente Adobes (3.14 m³/s) se desvían 1.6 m³/s para abastecer la demanda en Bogotá. Dicho caudal del Río será mucho menor en el futuro, debido a las condiciones extremas de variabilidad climática, que en épocas muy cortas de invierno permite la concentración de grandes volúmenes de agua que deben ser rápidamente evacuadas y en épocas prolongadas de sequía el almacenamiento de agua es mínimo, generando por tanto posiblemente en el futuro déficits en el suministro para atender las demandas de agua para los diversos usos, aguas abajo del embalse.

Aguas subterráneas: Se explota intensamente en la cuenca, especialmente en la zona baja, en el municipio de Sopó, con rendimientos que oscilan entre 12 lt/seg y 0.1 lt/seg. El volumen total anual explotado es de 1'454.683 m³.

Sistema Hidrológico de Sopó

- **Colector principal:**

Río Teusacá

- **Caudales del Río Teusacá:**

Mínimo 0,16 m³ / segundo (96% del tiempo)

Medio 3,17 m³ / segundo

Alto 8 m³/segundo (3% del tiempo)

- **Aporte del embalse de San Rafael:**

Mínimo 0,22 m³/ segundo y garantizado 0,6 m³/segundo

- **Aguas subterráneas:**

Zona baja: 12 .. 0,1 litros/segundo. Volumen total al año: 1 450 000 m³

Uso de Recursos Hídricos en Sopó

- **En acueductos:**

El municipio toma agua de la Planta de Tibitó

Acueductos veredales: más de 11 veredas toman aguas del Río Teusacá o de sus afluentes.

- **En riego:**

Se toma tanto agua superficial como subterránea

La disponibilidad no ha sido suficiente

Con los 600 litros/segundo pueden regarse hasta 2 000 hectáreas

- **En uso industrial:**

Mayores consumidores Alpina y Leona.

Abastecimiento principal: pozos profundos

Contaminación hídrica en Sopó

- Vertimientos de aguas negras:

De La Calera y Sopó

De marraneras, industrias de productos lácteos, cultivos de flores y viviendas.

- Riesgos hidrometeorológicos:

Lluvias intensas que producen encharcamientos y fuertes crecientes en corrientes de montaña en inundaciones en zonas bajas de poca pendiente

La sequía o déficit hídrico, aunque de poca duración, genera más pérdidas que el fenómeno anterior.

Sistema Hidrológico en el Area de los Planes Parciales

Aspectos Generales

La Mayoría de las problemáticas ambientales en el área de los Planes Parciales del Municipio de Sopó se encuentran de manera compleja y relacionadas con el sistema regulado del Río Teusacá, las quebradas y las escorrentías efímeras; dichas problemáticas son entre otras: deforestación, usos inadecuados (ganadería y agricultura), densa concentración de viviendas en zonas inestables, abandonos de basura y escombros, minería extractiva a cielo abierto sin ningún control, derrumbes y deslizamientos en canteras abandonadas, vertimiento de aguas negras, entre otras; las cuales son producto de un inadecuado uso del suelo, del aprovechamiento insostenible de los recursos naturales y la carencia del manejo ambiental.

El presente estudio debe ser el inicio de una serie de trabajos similares que puedan servir para identificar y caracterizar la situación actual de cada una de las quebradas del Municipio.

El Sistema de microcuencas es muy complejo, como se indicó anteriormente, por su gran número de pequeñas quebradas y sumado a ello el crecimiento de desarrollos urbanísticos y canalizaciones artificiales que obstruyen el reconocimiento de dicho Sistema por parte de la gente, de hecho parte de las quebradas y afluentes que fueron clasificados en este estudio se encuentran desaparecidas, ocultas o subterranizadas, como es el caso de la Quebrada ubicada en el centro poblado de Briceño y que a su vez sirve de límite municipal con Tocancipá, la cual no existe ya que probablemente fue sepultada por llenos antrópicos con el fin de optimizar el área aprovechable de la tierra construable.

Riesgos

El análisis de la forma de captación de las aguas lluvias es importante para diagnosticar los riesgos por inundación en los sectores bajos de las cuencas.

La zona de estudio se encuentra localizada, en su mayoría, en la vertiente de la Cordillera Oriental, razón por la cual los procesos erosivos naturales y los movimientos en masa son muy altos, debido a las fuertes pendientes, precipitaciones abundantes, a los efectos de la fuerza de la gravedad y al desequilibrio causado por el uso inadecuado de las tierras.

En síntesis, el análisis de las Cuencas Hidrográficas (Componente Hidrofísico) es importante para dar información sobre la dinámica de las aguas superficiales, permitir ordenar las tierras de acuerdo con sus riesgos a eventos torrenciales, a sus procesos erosivos naturales y, de una manera complementaria, para facilitar la recomendación sobre las prácticas de manejo que se requieren, para llegar a un uso equilibrado de las tierras y a un manejo sostenible del recurso suelo. La información destacada en el Componente Hidrofísico hace parte de una capa que se involucra en el análisis de la zonificación de tierras con fines de desarrollo y ordenamiento del territorio, de ahí su importancia para el ordenamiento del territorio de Sopó (Ver Anexo 3: Mapa de Riesgos Según I.G.A.C. para el Municipio de Sopó).

Riesgos antrópicos

La contaminación del recurso hídrico se da por vertimiento de aguas negras, vertimientos de complejos agroindustriales y aporte de sedimentos por erosión natural o lavados de arenas y construcción de carretables.

Otros riesgos

Los riesgos naturales de origen hidrometeorológico están representados en invierno por lluvias intensas que producen crecientes rápidas en las corrientes de montaña, e inundaciones en la zona plana y en verano déficit hídrico durante el periodo de bajas precipitaciones. La regulación de los caudales en el embalse San Rafael, permite actualmente controlar el riesgo de inundación y de sequía, aguas abajo de éste.

El fenómeno mas común al que están sometidas las áreas bajas de la cuenca del Río Teusacá, es el de inundación o encharcamientos, especialmente aquella que están por debajo de la cota 2.600 m.s.n.m. Las inundaciones por desbordamiento del Río serán menos frecuentes hacia el futuro, por la regulación del embalse de San Rafael. Sin embargo el mal drenaje, y las bajas pendientes de la parte final de la cuenca seguirán ocasionando encharcamientos ocasionales.

Riesgos naturales puntuales por Centro Poblado

A nivel de los Centros Poblados analizados dentro del presente estudio, solamente tres presentaron riesgos debidos al componente hidrofísico, ellos son:

- **Gratamira:** el sector actualmente cuenta con un bajo poder de captación de aguas lluvias, índices moderados de escurrimiento y de erosión hídrica superficial. Para mantener la humedad de las tierras y la conservación del recurso hídrico se requiere del establecimiento de prácticas moderadas de manejo. El riesgo se genera una vez dichas practicas se hacen de manera antitécnica ocasionando el incremento en los índices de escurrimiento y erosión.
- **Mercenario:** riesgos por erosión, debido al incontrolado flujo de las aguas superficiales y subsuperficiales a través de la pendiente.
- **Hato Grande:** riesgo por inundación hacia la parte plana, por ser mal a imperfectamente drenada, muy susceptibles a encharcamientos que afectan principalmente las áreas ribereñas. Riesgo por erosión y avalancha hacia la parte de ladera debido al arrastre y desestabilización de materiales en épocas de máxima precipitación. La intensidad de los limitantes (crecidas del Río, precipitaciones continuas e intensas), así como los escarpes generados por la actividad minero extractiva incrementan igualmente el riesgo a inundaciones y posibilidad de avalanchas, no permite el establecimiento de una actividad diferente a la de protección del cauce y la ronda de las corrientes de agua y sus tributarios.

Cuadro N° 4: **Matriz Evaluativa de Afectación Ambiental del Recurso Hídrico en el Area de los Planes Parciales**

Centro Poblado (Plan Parcial)	Microcuenca	Río/ Quebrada Principal	Estado Actual del Recurso Hídrico	Acueducto	Alcantarillado	Pozos Sépticos	Riesgos	Observaciones
Mercenario	<u>Q. El Salvio</u>	Q. Carbón Q. Zapata	Escaso y Contaminado	Veredal (A.V. Progresar E.S.P.), que se abastece de la Q. Zapata y el nacedero de la Q. El Carbón	No Hay	Si hay con un 90% de cobertura	Contaminación	Escasez del recurso agua y aumento del número de predios de pequeña área para uso residencial
Hato Grande	<u>Cono de devección Río Teusacá</u>	Vertimiento directo al Río Bogotá	Escaso en el área de ladera	Municipal, atiende a 111 usuarios incluyendo a Aposentos	Si hay, pero solo atiende a 15 usuarios legalmente conectados	Si hay	En la parte plana inundación permanente, en la ladera derrumbes	Deficientes servicios sanitarios
Briceño	<u>Q. Fábrica Alpina/ Mi Padre Jesús</u>	Q. Mi Padre Jesús	Contaminado	Municipal, atiende 130 usuarios	Si, en estado deficiente por sobrecarga	Si hay	Inundaciones frecuentes	Contaminación del recurso hídrico
Pueblo Viejo y La Diana		Q. Mi Padre Jesús (occidente) Q. Casablanca y Valentín (norte) Q. La Carolina			Si hay para 65 usuarios, Existe otro construido sin planificación y sufre problemas de reflujos	Si hay	Contaminación del recurso hídrico	Reflujo del alcantarillado, problema de plagas y malos olores
Gratamira	<u>Q. Gratamira</u> <u>Q. El Cortijo</u>	Q. La Culebrera Q. Santa Helena Q. La Zorrera		Municipal y Veredal (La Zorrera)	Si hay, con un 80% de cobertura	Si hay	Mal manejo sanitario de los predios.	Zona de alta concentración de vivienda, Falta de Espacios Públicos
Meusa	<u>Q. Meusa</u>	Q. El Edén, Q. Santa Helena Q. El Manantial		Municipal y Veredal (El Manantial) para 65 viviendas	Si hay, con un 65% de cobertura	Si hay	Mal manejo sanitario de los predios. Falta de Espacios Públicos y Comunitarios	Zona de Recarga de Acuíferos, Proteger la Cobertura Vegetal Arbórea

