



**CÓDIGO: MAED-03**

**VERSIÓN: 00**

**FECHA: 19/07/2019**

---

# MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS

CUADRO CONTROL DE CAMBIOS		
Versión	Fecha	Descripción del Cambio
00	19/07/2019	Emisión inicial



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CÓDIGO:  
MAED-03-00

FECHA:  
19/07/2019

ELABORÓ:  
ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE  
PROYECTOS

REVISÓ:  
COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A.  
ASESORA DE GERENCIA-  
PLANEACIÓN CORPORATIVA Y  
CALIDAD

APROBÓ: REPRESENTANTE DE  
LA DIRECCIÓN

CONTROL:  
SI

PÁGINA:  
Pág. 2 de 41

## MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS

<b>1. OBJETIVO</b>	<b>2</b>
<b>2. ALCANCE</b>	<b>2</b>
<b>3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b>	<b>3</b>
<b>4. TERMINOLOGÍA</b>	<b>3</b>
<b>5. PRESENTACIÓN</b>	<b>9</b>
<b>6. ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE DISEÑO</b>	<b>10</b>
<b>6.1 ALCANTARILLADO SANITARIO:</b>	<b>10</b>
<b>6.2 ALCANTARILLADO PLUVIAL</b>	<b>13</b>
<b>6.3 ALCANTARILLADO COMBINADO</b>	<b>19</b>
<b>7 CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL TRAZADO EN PLANTA Y PERFIL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO</b>	<b>19</b>
<b>8.1 TRAMOS DE ALCANTARILLADO</b>	<b>21</b>
<b>8.2 DIMENSIÓN DE LA RED Y PARÁMETROS DE CONTROL HIDRÁULICO</b>	<b>25</b>
<b>8.3 ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS</b>	<b>27</b>
<b>8.3.1 Estructuras de Conexión</b>	<b>27</b>
<b>8.3.2 Sumideros</b>	<b>30</b>
<b>8.3.3 Acometidas</b>	<b>31</b>
<b>8.3.4 Cimentación de los colectores</b>	<b>31</b>
<b>8.3.5 Diseño de estructuras de alivio o separación de caudales</b>	<b>32</b>
<b>8.3.6 Estructuras de entrega a corrientes</b>	<b>32</b>
<b>9. VALIDACIÓN DEL DISEÑO</b>	<b>33</b>
<b>10. CUADROS DE CÁLCULO</b>	<b>33</b>



**EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.**

**CÓDIGO:**  
MAED-03-00

**FECHA:**  
19/07/2019

**ELABORÓ:**  
ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE  
PROYECTOS

**REVISÓ:**  
COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A.  
ASESORA DE GERENCIA-  
PLANEACIÓN CORPORATIVA Y  
CALIDAD

**APROBÓ:** REPRESENTANTE DE  
LA DIRECCIÓN

**CONTROL:**  
SI

**PÁGINA:**  
Pág. 2 de 39

**MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS**

## 1. OBJETIVO

El presente documento establece los criterios para la revisión de los cálculos hidráulicos necesarios en desarrollo de los diseños de alcantarillado convencional que se entregarán a la EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P., (EMPAS S.A.) para su revisión y aprobación durante la etapa de transición hacia una Norma local específica para el diseño de redes de alcantarillado con los lineamientos resultantes de estudios especializados para el área de prestación del servicio por parte de EMPAS S.A.

## 2. ALCANCE

La presente Guía para el Cálculo de Alcantarillados ofrece el consolidado de la legislación y normas vigentes determinando los criterios que aplicará EMPAS S.A. en la revisión de los cálculos hidráulicos de proyectos propios (internos y/o externos) del Área de Expansión de Infraestructura y los presentados al Área de Proyectos Externos para su aprobación.

El presente documento puede ser actualizado sin previo aviso de acuerdo con requisitos legales, normativos y/o propios de EMPAS S.A.; por tanto, el uso de copias desactualizadas es responsabilidad de su portador.

Los estudios y diseños contratados con consultoría externa especializada para la expansión y/u optimización del alcantarillado deberán realizarse de acuerdo con los Términos de Referencia y determinaciones del supervisor o interventor designado por EMPAS S.A.

Los diseños internos para la optimización de las redes de alcantarillado a cargo de EMPAS S.A. se elaborarán siguiendo el documento CONTENIDO MÍNIMO DEL INFORME DE DISEÑO DE ALCANTARILLADOS establecido para tal fin por el Área de Expansión de Infraestructura.

Los estudios y diseños elaborados para proyectos nuevos de redes de alcantarillado se radicarán con la presentación de los documentos establecidos para su revisión y aprobación por parte del Área de Proyectos Externos.

Los diseños presentados por particulares que intervengan redes administradas por EMPAS S.A., se presentarán para su aprobación al Área de Proyectos Externos, con la presentación de los documentos establecidos para su revisión y aprobación.



**EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.**

<b>CÓDIGO:</b> MAED-03-00	<b>FECHA:</b> 19/07/2019	<b>ELABORÓ:</b> ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PROYECTOS	<b>REVISÓ:</b> COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A. ASESORA DE GERENCIA- PLANEACIÓN CORPORATIVA Y CALIDAD	<b>APROBÓ:</b> REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN
<b>CONTROL:</b> SI	<b>PÁGINA:</b> Pág. 3 de 39	<b>MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS</b>		

Por lo anterior, los criterios y cuadros de cálculo establecidos en esta Guía harán parte integral de los informes escritos que conforman el diseño del proyecto de alcantarillado presentado a consideración de EMPAS S.A., una vez sea socializada en el Sistema Integrado de Gestión y Control de EMPAS S.A.

**En todo caso, los proyectos que a 31 de diciembre de 2019 no hayan iniciado la etapa de construcción o el proceso de contratación para ésta, y se les haya aplicado normas anteriores a la Resolución 330 de junio 8 de 2017, deberán ser ajustados a lo establecido en la presente Guía.**

**Todo proyecto deberá ejecutarse de acuerdo con el Manual de Especificaciones Técnicas MAED-01 de EMPAS S.A. y las normas aplicables vigentes.**

### **3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

- EMPAS S.A. Normograma.
- CONSORCIO PMA 2016. Consultoría para la Realización de los Estudios y Diseños Correspondientes al Diagnóstico, Rehabilitación, Ampliación y Optimización del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Pluvial de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón. Bucaramanga. 2016-2018.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. Resolución No.0650. 2017.. Bogotá, D.C. Colombia.
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS. Resolución No.0330. 2017. Bogotá, D.C. Colombia. (Resolución 330/17).
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS: Título D. Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y aguas lluvias – 2da. Ed. / Bogotá, D.C. 2012. Publicado 2016. (Título D/16).
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS. Título B. Sistemas de acueducto – 2da. Ed. / Bogotá, D.C. 2010. (Título B/10).
- MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico: Título D. Bogotá D.C. 2000. (Título D/00)
- CORPORACION AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. Normas Técnicas para el Diseño de Alcantarillado. Bucaramanga. CDMB 1994. Actualización 2000 (CDMB 1994, /V2000).

### **4. TERMINOLOGÍA**

Se presenta a continuación el resumen de la terminología más representativa para la identificación de los sistemas de alcantarillado, las demás que puedan requerirse se deben consultar en la normatividad del RAS y documentos reglamentarios de respaldo.



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CÓDIGO: MAED-03-00	FECHA: 19/07/2019	ELABORÓ: ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PROYECTOS	REVISÓ: COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A. ASESORA DE GERENCIA- PLANEACIÓN CORPORATIVA Y CALIDAD	APROBÓ: REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN
CONTROL: SI	PÁGINA: Pág. 4 de 39	<b>MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS</b>		

**Acometida de alcantarillado (conexión domiciliar):** Derivación que parte de la caja de inspección domiciliar y, llega hasta la red secundaria de alcantarillado o al colector.

**Aguas lluvias:** Aguas provenientes de la precipitación pluvial.

**Aguas residuales:** Son las aguas vertidas, recolectadas y transportadas por el sistema de alcantarillado público, compuestas por las aguas residuales domésticas y las aguas no domésticas.

**Aguas residuales domésticas (ARD):** Son las procedentes de los hogares, así como las de las instalaciones en las cuales se desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios y que correspondan a:

1. Descargas de los retretes y servicios sanitarios
2. Descargas de los sistemas de aseo persona (duchas y lavamanos), de las áreas de cocinas y cocinetas, de las pocetas de lavado de elementos de aseo y lavado de paredes y pisos y del lavado de ropa (no se incluyen las de los servicios de lavandería industrial).

**Aguas residuales no domésticas (ARnD):** Son las procedentes de las actividades industriales, comerciales o de servicios distintas a las que constituyen aguas residuales domésticas (ARD).

**Alcantarillado:** Ver red de alcantarillado o sistema de alcantarillado.

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

**Alcantarillado convencional:** Los sistemas convencionales se dividen en alcantarillados separados y alcantarillados combinados.

**Alcantarillado pluvial (de aguas lluvias):** Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de aguas lluvias.

**Alcantarillado sanitario (de aguas residuales):** Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales domésticas y/o industriales.

**Alcantarillado separado:** Sistema en que las aguas residuales y las aguas lluvias son recolectadas y evacuadas por sistemas totalmente independientes.

**Aliviadero (localmente estructura de separación de caudales):** Estructura diseñada en sistemas combinados, con el propósito de separar los caudales de aguas lluvias de los caudales de aguas residuales y conducirlos a un sistema de drenaje de agua lluvia o a una corriente natural cercana.

**Área tributaria (afereente):** Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado.

**Caja de inspección domiciliar:** Caja ubicada en el límite de la red pública y privada que recoge las aguas residuales, lluvias o combinadas provenientes de un inmueble.



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

<b>CÓDIGO:</b> MAED-03-00	<b>FECHA:</b> 19/07/2019	<b>ELABORÓ:</b> ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PROYECTOS	<b>REVISÓ:</b> COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A. ASESORA DE GERENCIA- PLANEACIÓN CORPORATIVA Y CALIDAD	<b>APROBÓ:</b> REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN
<b>CONTROL:</b> SI	<b>PÁGINA:</b> Pág. 5 de 39	<b>MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS</b>		

**Cámara o pozo de caída:** Estructura empleada en pendientes empinadas para controlar la velocidad del flujo en los conductos. Se debe implementar cuando el colector que llegue a una estructura de conexión con una diferencia de nivel entre las cotas bateas mayor a 0.75m, respecto del colector de salida. Para desniveles mayores a 7.0m, se deben diseñar estructuras de disipación de energía.

**Cámara o pozo de inspección:** Estructura, de forma usualmente cilíndrica, localizada al inicio o dentro de un tramo de alcantarillado que permite acceso desde la superficie del terreno para inspección o mantenimiento de los conductos.

**Canal:** Cauce artificial, revestido o no, que se construye para conducir aguas lluvias hasta su entrega final en un cauce natural. Conducto descubierto que transporta agua a flujo libre.

**Cañuela:** Parte inferior al interior de la estructura de conexión (regionalmente, en la estructura-pozo), cuya forma orienta el flujo.

**Capacidad hidráulica:** Caudal que puede manejar un componente o una estructura hidráulica conservando sus condiciones normales de operación.

**Caudal de diseño:** Caudal estimado al final del periodo de diseño con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

**Coefficiente de escorrentía (o de impermeabilidad):** Valor adimensional utilizado en el método racional para la estimación del caudal de aguas lluvias; es función del tipo de suelo del área tributaria, del grado de permeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y de todos aquellos otros factores que determinen qué parte de la precipitación se convierte en escorrentía.

**Coefficiente de retorno:** Relación entre el caudal medio de aguas residuales y el caudal medio de agua que consume la población.

**Colector:** Es un conducto que recoge las aguas residuales y/o lluvias, provenientes de las descargas domiciliarias.

**Colector principal o matriz:** Conducto sin conexiones domiciliarias directas que recibe los caudales de los tramos secundarios.

**Conducto:** Estructura hidráulica destinada al transporte de agua.

**Conexión errada:** Todo empalme de una acometida de aguas residuales sobre la red de alcantarillado pluvial o todo empalme de una acometida de aguas lluvias sobre la red de alcantarillado sanitario.

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

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

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



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

<b>CÓDIGO:</b> MAED-03-00	<b>FECHA:</b> 19/07/2019	<b>ELABORÓ:</b> ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PROYECTOS	<b>REVISÓ:</b> COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A. ASESORA DE GERENCIA- PLANEACIÓN CORPORATIVA Y CALIDAD	<b>APROBÓ:</b> REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN
<b>CONTROL:</b> SI	<b>PÁGINA:</b> Pág. 6 de 39	<b>MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS</b>		

**Curvas IDF:** Curvas que sintetizan las características de los eventos extremos máximos de precipitación de una determinada zona y definen la intensidad media de lluvia para diferentes duraciones de eventos de precipitación con períodos de retorno específicos.

**Densidad de población:** Distribución de la población proyectada, en habitantes por hectárea, al periodo de diseño con base en el POT, o PBOT o EOT y Plan de Desarrollo del municipio a través de zonificación del uso de la tierra.

**Diámetro:** Diámetro real interno de conductos circulares.

**Diseño Externo:** El contratado con un consultor externo (persona natural o jurídica) por EMPAS S.A. para la expansión y/u optimización de la infraestructura existente en el área de prestación del servicio y que se ceñirá a unos términos de referencia emitidos por EMPAS S.A., y/o el presentado por particulares para su revisión y aprobación por parte del Área de Proyectos Externos.

**Diseño Interno:** El elaborado para la optimización de redes de alcantarillado realizado por los profesionales de nómina de EMPAS S.A.

**Dotación neta:** Es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas técnicas que ocurran en el sistema de acueducto.

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

**Escorrentía:** Volumen que llega a la corriente poco después de comenzada la lluvia.

**Escorrentía superficial:** Es la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje.

**Estructura de conexión (localmente, estructura-pozo):** Estructura construida para la unión de uno o más tramos de redes de alcantarillado, con el fin de permitir cambios de alineamiento horizontal y vertical en el sistema, y en muchos casos la inspección y limpieza de la red.

**Estructuras complementarias:** Son todas aquellas estructuras especiales diferentes a las tuberías fluyendo parcialmente llenas que hacen parte de un sistema de alcantarillado.

**Estructura de disipación de energía:** Estructuras construidas para minimizar el riesgo de erosión en los sitios de descarga y en algunos puntos localizados de los sistemas de alcantarillado y drenaje urbano, cuyo principio de operación es generar una pérdida de energía en un espacio controlado.

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

**Estructura de alivio o derivación:** Término utilizado localmente para el aliviadero diseñado en colectores combinados, con el propósito de separar los excesos de aguas lluvias en los alcantarillados combinados, con el fin de mantener constantes los diámetros del colector, a partir de ciertos niveles de



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

<b>CÓDIGO:</b> MAED-03-00	<b>FECHA:</b> 19/07/2019	<b>ELABORÓ:</b> ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PROYECTOS	<b>REVISÓ:</b> COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A. ASESORA DE GERENCIA- PLANEACIÓN CORPORATIVA Y CALIDAD	<b>APROBÓ:</b> REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN
<b>CONTROL:</b> SI	<b>PÁGINA:</b> Pág. 7 de 39	<b>MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS</b>		

incremento del caudal por efecto de las aguas lluvias. Su periodo de uso es corto ya que funciona para aguaceros de determinada frecuencia.

**Esfuerzo cortante mínimo:** Fuerza tangencial por unidad de superficie que debe actuar sobre la pared del conducto para que se presenten condiciones de autolimpieza.

**Factor de mayoración:** Factor que tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. En los sistemas de alcantarillado hace referencia al parámetro “F” para establecer la variación entre el Caudal medio diario (Qmd) y el Caudal máximo horario (QMH).

**Expansión:** Es el conjunto de acciones encaminadas a implementar obras cuyo propósito es aumentar el área de cobertura de la prestación del servicio.

**Infiltración:** Proceso por el cual el agua penetra en (el suelo y/o en) las estructuras que hacen parte de un sistema de alcantarillado.

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

**Intensidad de la lluvia:** Cantidad de agua lluvia caída sobre una superficie durante un tiempo determinado.

**Interceptor:** Conducto cerrado que recibe las afluencias de los colectores, y usualmente se construye paralelamente al cuerpo receptor principal, con el fin de evitar el vertimiento de las aguas residuales a éste, y llevar las aguas a las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

**Manija:** Tramo de alcantarillado al cual descargan las acometidas de alcantarillado de los inmuebles a la estructura de conexión del alcantarillado inmediatamente aguas abajo, cuando deben realizarse conexiones directas entre tuberías domiciliarias y/o se presentan tuberías de diámetros nominales mayores a 600 mm de la red pública.

**Optimización:** Conjunto de acciones encaminadas a mejorar la capacidad, eficiencia y eficacia de la infraestructura componente del sistema de alcantarillado, mediante su intervención parcial o total.

**Periodo de diseño:** Tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual su capacidad permite atender la demanda proyectada para ese tiempo.

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

**Población de diseño:** Población que se espera atender por el proyecto, considerando el índice de cubrimiento, crecimiento y proyección de abastecimiento.

**Pozo de alivio:** Termino local para la estructura de conexión diseñada en sistemas combinados, con el propósito de separar los caudales pluviales que exceden la capacidad del sistema y conducirlos a un





EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

<b>CÓDIGO:</b> MAED-03-00	<b>FECHA:</b> 19/07/2019	<b>ELABORÓ:</b> ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PROYECTOS	<b>REVISÓ:</b> COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A. ASESORA DE GERENCIA- PLANEACIÓN CORPORATIVA Y CALIDAD	<b>APROBÓ:</b> REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN
<b>CONTROL:</b> SI	<b>PÁGINA:</b> Pág. 8 de 39	<b>MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS</b>		

sistema de drenaje de aguas lluvias. Cuando se proyecta antes de una estructura de separación, se denomina localmente pozo de control.

**Precipitación:** Cantidad de agua lluvia caída en una superficie durante un tiempo determinado.

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

**Red de alcantarillado:** Conjunto de colectores secundarios, principales, interceptores, emisarios, cámaras de inspección, terminales de limpieza y tubos de inspección y limpieza, y otras estructuras complementarias.

**Red secundaria o red local o de alcantarillado:** Conjunto de tuberías, accesorios, estructura y equipos que conforman el sistema de evacuación y transporte de las aguas lluvias, residuales o combinadas de una comunidad y al cual descargan las acometidas de alcantarillado de los inmuebles y llega hasta la red matriz o primara de alcantarillado. Su diseño y construcción corresponde a los urbanizadores.

**Red matriz o red primaria de alcantarillado:** Es el conjunto de tuberías, accesorios, estructuras y equipos que reciben el agua procedente de las redes secundarias o locales y las transporta hasta las plantas de tratamiento de aguas residuales o hasta el sitio de su disposición final. Su diseño, construcción y mantenimiento estará a cargo de la empresa prestadora del servicio, la cual deberá recuperar su inversión a través de tarifas de servicios públicos.

**Rehabilitación:** Implementación de proyectos enfocados a la recuperación de la infraestructura de servicio existente, cuyo estado no permite una operación adecuada del sistema, a fin de mejorarla operativamente y reestablecerle las condiciones de capacidad, calidad y continuidad, para las cuales fueron concebidas y construidas. En dichas actividades no necesariamente su intervención considera el cambio total de la infraestructura.

**Reposición:** Tiene por objeto remplazar un activo que por sus condiciones ya no es apto para cumplir a cabalidad con su función, bien porque agotó su vida útil o porque no es eficiente en su operación y las condiciones de tecnología evidencian que el activo no es eficiente para la prestación del servicio público domiciliario de que se trate.

**Sistema de alcantarillado:** Conjunto de elementos y estructuras cuya función es la recolección, conducción y evacuación hacia PTAR y/o cuerpos receptores de agua, de las aguas residuales y/o lluvias producidas en una ciudad o municipio. También se incluyen las obras requeridas para el transporte, tratamiento y disposición final de estas aguas.

**Sumidero:** Estructura diseñada y construida para cumplir con el propósito de captar las aguas de escorrentía que corren por las cunetas de las calzadas de las vías para entregarlas a las estructuras de conexión de los alcantarillados combinados o de lluvias.



**EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.**

<b>CÓDIGO:</b> MAED-03-00	<b>FECHA:</b> 19/07/2019	<b>ELABORÓ:</b> ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PROYECTOS	<b>REVISÓ:</b> COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A. ASESORA DE GERENCIA- PLANEACIÓN CORPORATIVA Y CALIDAD	<b>APROBÓ:</b> REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN
<b>CONTROL:</b> SI	<b>PÁGINA:</b> Pág. 9 de 39	<b>MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS</b>		

**Tiempo de concentración:** Tiempo de recorrido de la escorrentía superficial desde el punto más alejado de la cuenca de drenaje hasta el punto de salida considerado. En alcantarillados es la suma del tiempo de entrada y de recorrido.

**Tramo:** Colector comprendido entre dos estructuras de conexión.

**Tramo inicial:** Tramo de colector domiciliario que da comienzo al sistema de alcantarillado.

**Tubo o tubería:** Conducto prefabricado, o construido en sitio, de materiales cuya tecnología y proceso de fabricación cumpla con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular.

## 5. PRESENTACIÓN

La presente Guía para el Diseño de Alcantarillados puntualiza los criterios básicos que aplicará EMPAS S.A. para el cálculo de proyectos propios y en la revisión de proyectos presentados por urbanizadores, como paso previo obligado hacia la aplicación de la Resolución 330, y publicación de una Norma Técnica para el Diseño de Alcantarillado en la zona en que la empresa administra el servicio de alcantarillado, con la profundidad y niveles de investigación que requiere el establecimiento de una norma propia de EMPAS S.A.

Actualmente, el cálculo de las redes de alcantarillado que acompañan el diseño de proyectos elaborados por consultores externos, y de proyectos internos mezclan de diferente manera la normatividad que de alguna manera se considera vigente en el área, bien porque no ha sido notificada su obsolescencia, porque no ha sido aclarada su aplicabilidad o simplemente por falta de claridad en la implementación de criterios emanados de la nueva reglamentación. Es así como los proyectos se presentan con diferente grado de cumplimiento de las NORMAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO, publicadas por la CDMB en 1994; diferente grado de aplicación del TÍTULO D Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domésticas y Aguas Lluvias de los Manuales de Prácticas de Ingeniería para alcantarillados publicado en su versión 2016 del ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio; la Resolución 330, por la cual se adopta el REGLAMENTO TÉCNICO PARA EL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 424 de 2001, 668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320, y finalmente, la Resolución 650 de octubre 2 de 2017 por la cual se adiciona el artículo transitorio que establece un régimen de transición para aplicación del RAS.

El criterio general para la elaboración de la presente Guía es la de determinar la metodología que utilizará EMPAS S.A. a partir de la Resolución 330 de 2017, complementada con la información obtenida para el área de prestación del servicio de EMPAS S.A. por la consultoría especializada contratada para el desarrollo de los proyectos del Plan Maestro de Alcantarillado (CONSORCIO PMA 2016).



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CÓDIGO:  
MAED-03-00

FECHA:  
19/07/2019

ELABORÓ:  
ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE  
PROYECTOS

REVISÓ:  
COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A.  
ASESORA DE GERENCIA-  
PLANEACIÓN CORPORATIVA Y  
CALIDAD

APROBÓ: REPRESENTANTE DE  
LA DIRECCIÓN

CONTROL:  
SI

PÁGINA:  
Pág. 10 de 39

**MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS**

## 6. ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE DISEÑO

Se presenta a continuación la metodología a seguir para el cálculo de los caudales de diseño para los alcantarillados de aguas residuales, de aguas lluvias y combinadas en el área de prestación del servicio a cargo de EMPAS S.A.

### 6.1 ALCANTARILLADO SANITARIO:

El caudal de diseño para cada uno de los tramos del sistema de alcantarillado sanitario se obtendrá como la sumatoria del caudal máximo horario de aguas residuales, el caudal por infiltración y el caudal por conexiones erradas:

$$Q_s = Q_{MH} + Q_I + Q_{CE}$$

Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea menor que 1.5 L/s, debe adoptarse este último. Para el caso de proyectos para optimización de redes, para cada tramo se deberá estimar y evaluar el comportamiento de la red para los caudales en las condiciones iniciales y finales del periodo de diseño (25 años).

En que el Caudal máximo horario de aguas residuales ( $Q_{MH}$ ) se obtiene como el producto del Caudal medio diario de aguas residuales ( $Q_{MD}$ ) y el Factor de mayoración (F), determinado con la *figura 1*.

**Figura 1.** Curva de relación de caudales medio y máximo



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CÓDIGO:  
MAED-03-00

FECHA:  
19/07/2019

ELABORÓ:  
ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE  
PROYECTOS

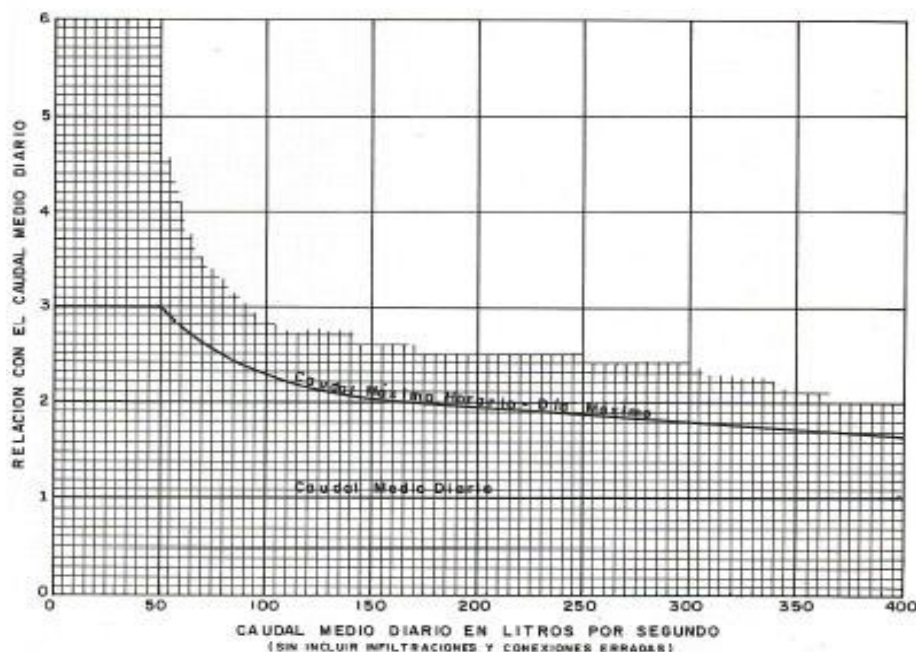
REVISÓ:  
COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A.  
ASESORA DE GERENCIA-  
PLANEACIÓN CORPORATIVA Y  
CALIDAD

APROBÓ: REPRESENTANTE DE  
LA DIRECCIÓN

CONTROL:  
SI

PÁGINA:  
Pág. 11 de 39

## MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS



El Caudal medio diario corresponde a la sumatoria de los caudales de aguas residuales correspondientes a los aportes doméstico, comercial, industrial e institucional.

$$Q_{MD} = Q_D + Q_C + Q_I + Q_{IN}$$

- Aporte doméstico:  $Q_D = \frac{C_R \cdot D \cdot A_D \cdot D_{NETA}}{86400}$

Donde:

$C_R$  Coeficiente de retorno. Se adoptará un valor 0.85

$D$  Densidad bruta de población; se tomará de la proyección poblacional entregada por EMPAS S.A. [hab/ha]. El diseño se hará para proyecciones con periodo de 25 años.

**Nota:** Para proyectos urbanístico con multifamiliares, se preferirá estimar la población (Densidad por el Área D.A) claramente definida como un promedio de habitantes/solución, que se acordará con EMPAS S.A. (entre 4 y 5 hab/soluc). En cualquier caso, el cálculo de las dos (2) formas debe dar igual en toda la red y cumplir Densidad definida por EMPAS S.A.

$A_D$  Área bruta acumulada doméstica [ha]

$D_{NETA}$  Dotación neta según la altura sobre el nivel del mar de la zona del proyecto [L/hab.día] de acuerdo con la **tabla 1**.



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

<b>CÓDIGO:</b> MAED-03-00	<b>FECHA:</b> 19/07/2019	<b>ELABORÓ:</b> ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PROYECTOS	<b>REVISÓ:</b> COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A. ASESORA DE GERENCIA-PLANEACIÓN CORPORATIVA Y CALIDAD	<b>APROBÓ:</b> REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN
<b>CONTROL:</b> SI	<b>PÁGINA:</b> Pág. 12 de 39	<b>MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS</b>		

**Tabla 1.** Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA [L/hab.día]
> 2000 m.s.n.m.	120
1000 a 2000 m.s.n.m.	130
< 1000 m.s.n.m.	140

FUENTE: Tabla 1 Resolución 330/17

Para zonas mixtas, los aportes correspondientes a pequeñas áreas comerciales ( $A_C$ ), industriales ( $A_I$ ) e institucionales ( $A_{IN}$ ) dentro del área residencial, podrán adoptarse los siguientes:

- Aporte comercial:  $Q_C = C_C \cdot A_C$   $C_C = 0.5 \text{ L/s-ha}_c$
- Aporte industrial:  $Q_I = C_I \cdot A_I$   $C_I = 1.0 \text{ L/s-ha}_i$
- Aporte institucional:  $Q_{IN} = C_{IN} \cdot A_{IN}$   $C_{IN} = 0.5 \text{ L/s-ha}_{in}$

En caso de zonas netamente industriales, comerciales e institucionales deberá el diseñador elaborar y presentar análisis específicos de aportes de aguas residuales.

El caudal por infiltración, de acuerdo con la ubicación de las redes respecto al nivel freático de la zona, se estimará como el producto entre el coeficiente de infiltración ( $C_{INF}$ ) y la sumatoria de las áreas brutas acumuladas en el tramo considerado ( $A$ ), de acuerdo con la *tabla 2*.

$$Q_{INF} = C_{INF} \cdot A$$

**Tabla 2.** Coeficiente de infiltración de acuerdo con la zona de ubicación del proyecto

DESCRIPCION DE LA ZONA	CLASIFICACION DE LA ZONA	$C_{INF}$ [L/s-ha <sub>INF</sub> ]
Son aquellas áreas planas o bateas topográficas cuya diferencia de nivel con las quebradas aledañas sea menor de 10 metros o estén en cercanías de un lago, pantano o similar. Generalmente estos sectores se encuentran <b>localizados en las zonas bajas de las quebradas Zapamanga, La Estancia</b>	Zona de infiltración alta	0.3



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CÓDIGO:  
MAED-03-00

FECHA:  
19/07/2019

ELABORÓ:  
ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE  
PROYECTOS

REVISÓ:  
COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A.  
ASESORA DE GERENCIA-  
PLANEACIÓN CORPORATIVA Y  
CALIDAD

APROBÓ: REPRESENTANTE DE  
LA DIRECCIÓN

CONTROL:  
SI

PÁGINA:  
Pág. 13 de 39

## MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS

<b>y el Río Frío, y en los municipios de Girón y Piedecuesta.</b>		
Son todas aquellas zonas con pendiente mayor al 20% cuya diferencia de nivel con el lecho de las quebradas aledañas está entre 10 y 20 metros. Generalmente estos sectores se encuentran <b>localizadas entre la carretera antigua de Bucaramanga a Floridablanca y la Autopista.</b>	Zona de infiltración media	0.2
Son todas aquellas zonas montañosas con pendiente mayor a los 20% circundadas por quebradas y cuya diferencia de nivel entre la zona urbanizada y la quebrada circundante sea mayor a 20 metros. Generalmente estas zonas se encuentran <b>localizadas en el sector del Río Suratá, al oriente de la carretera antigua de Bucaramanga a Floridablanca y en la meseta.</b>	Zona de infiltración baja	0.1

La empresa hace control estricto a la ocurrencia de conexiones erradas a los alcantarillados sanitarios y verifica con pruebas antes del recibo de una red por parte del Área de Proyectos Externos; como eventualidad se estimará un aporte mínimo para la sumatoria de las áreas brutas acumuladas en el tramo considerado (A), de la siguiente manera:

$$Q_{CE} = C_{CE} \cdot A$$

$$C_{CE} = 0.2 \text{ L/s.ha}$$

### 6.2 ALCANTARILLADO PLUVIAL:

El método básico para el cálculo del caudal de diseño para un alcantarillado pluvial será el Racional (áreas menores a 80 ha), teniendo en cuenta los siguientes factores:

$$Q_P = C \cdot I \cdot A$$

C Coeficiente de escorrentía [adimensional]

I Intensidad de la lluvia [L/(s.ha)]

A Área tributaria acumulada de drenaje [ha]



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

<b>CÓDIGO:</b> MAED-03-00	<b>FECHA:</b> 19/07/2019	<b>ELABORÓ:</b> ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PROYECTOS	<b>REVISÓ:</b> COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A. ASESORA DE GERENCIA-PLANEACIÓN CORPORATIVA Y CALIDAD	<b>APROBÓ:</b> REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN
<b>CONTROL:</b> SI	<b>PÁGINA:</b> Pág. 14 de 39	<b>MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS</b>		

- Coeficiente de escorrentía: Para determinar su valor se presenta la *tabla 3* como guía para su selección.

**Tabla 3.** Coeficientes de escorrentía. Los valores no especificados deberán justificarse

SECTOR	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)
1. Cubiertas	0.90
2. Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0.90
3. Zonas comerciales o industriales	0.90
4. Vías adoquinadas	0.85
5. Desarrollo residencial con casas contiguas y predominio de zonas duras	0.75
6. Desarrollos residenciales multifamiliares con bloques contiguos y zonas duras entre ellos	0.75
7. Desarrollos residenciales unifamiliares con casas contiguas y predominio de jardines	0.60
8. Residencial con casas rodeadas de jardines	0.50
9. Desarrollos residenciales multifamiliares considerablemente separados, con jardines	0.45
10. Laderas sin vegetación	0.60
11. Áreas recreacionales con predominio de zonas verdes, cementerios tipo jardines y laderas con vegetación	0.3

FUENTE: *Tabla D.4.7 Título D/16*

Para aquellas áreas que incluyan sectores con diferentes coeficientes de escorrentía, el valor se estimará de acuerdo con la ecuación:

$$C = \frac{\sum C_i \cdot A_i}{\sum A_i}$$

- Intensidad de la lluvia: se determinará con las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (I-D-F) de las *figuras 2 y 3*, en función del periodo de retorno.

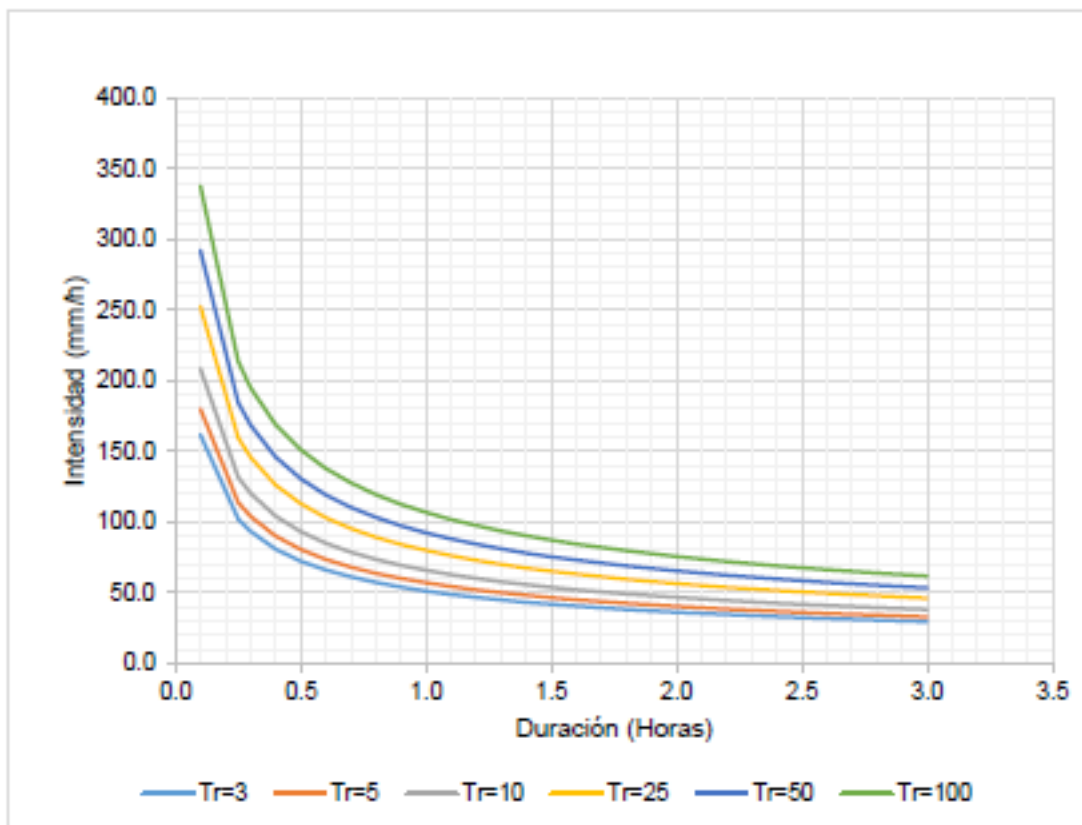
La empresa hace control estricto a la ocurrencia de conexiones erradas a los alcantarillados pluviales y verifica con pruebas antes del recibo de una red por parte del Área de Proyectos Externos.

**Figura 2.** Curvas y datos para IDF en el área urbana de Bucaramanga y Floridablanca



**EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.**

<b>CÓDIGO:</b> MAED-03-00	<b>FECHA:</b> 19/07/2019	<b>ELABORÓ:</b> ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PROYECTOS	<b>REVISÓ:</b> COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A. ASESORA DE GERENCIA-PLANEACIÓN CORPORATIVA Y CALIDAD	<b>APROBÓ:</b> REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN
<b>CONTROL:</b> SI	<b>PÁGINA:</b> Pág. 15 de 39	<b>MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS</b>		



**Cuadro No. 5. Datos Curvas IDF estación La Floresta**

Periodo de retorno (años)	Duraciones (Minutos) / Intensidad (mm/h)							
	5	10	15	30	45	60	120	1440
3	177.2	125.3	102.3	73.7	59.1	51.1	36.2	10.4
5	197.3	139.5	113.9	80.5	65.8	56.9	40.3	11.6
10	228.2	161.3	131.7	93.1	76.1	65.9	46.6	13.4
25	276.6	195.6	159.7	112.9	92.2	79.8	56.5	16.3
50	319.9	226.2	184.7	130.6	106.6	92.3	65.3	18.9
100	370.0	261.7	213.6	151.1	123.3	106.8	75.5	21.8
500	518.8	366.9	299.5	211.8	172.9	149.8	105.9	30.6

FUENTE: Curvas IDF para Bucaramanga y su Área Metropolitana. CONSORCIO PMA 2016.

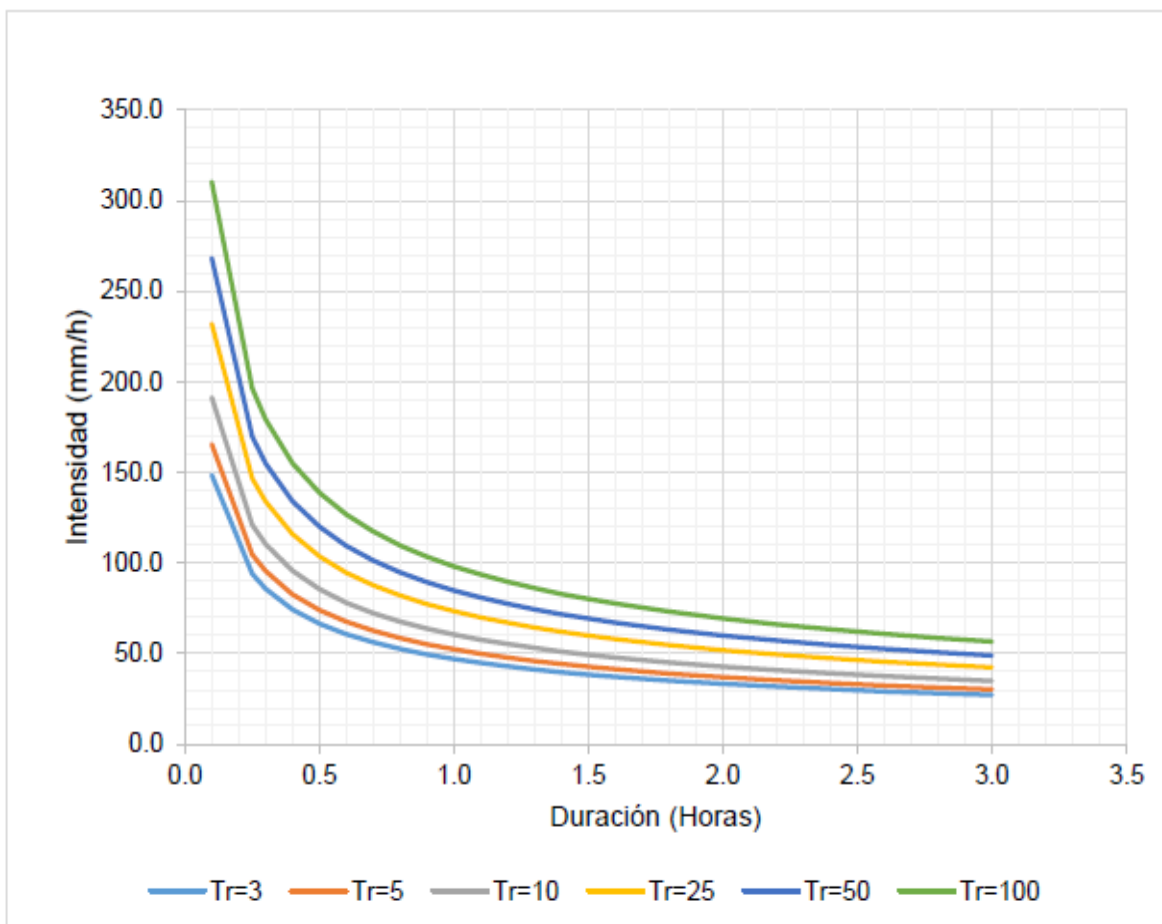
**Figura 3. Curvas y datos para IDF en el área urbana de Girón**





**EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.**

<b>CÓDIGO:</b> MAED-03-00	<b>FECHA:</b> 19/07/2019	<b>ELABORÓ:</b> ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PROYECTOS	<b>REVISÓ:</b> COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A. ASESORA DE GERENCIA- PLANEACIÓN CORPORATIVA Y CALIDAD	<b>APROBÓ:</b> REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN
<b>CONTROL:</b> SI	<b>PÁGINA:</b> Pág. 16 de 39	<b>MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS</b>		



**Cuadro No. 10. Datos Curvas IDF estación Llano Grande**

Periodo de retorno (años)	Duraciones (Minutos) / Intensidad (mm/h)							
	5	10	15	30	45	60	120	1440
3	162.8	115.1	94.0	66.5	54.3	47.0	33.2	9.6
5	181.3	128.2	104.7	74.0	60.4	52.3	37.0	10.7
10	209.7	148.3	121.1	85.6	69.9	60.5	42.8	12.4
25	254.2	179.7	146.7	103.8	84.7	73.4	51.9	15.0
50	294.0	207.9	169.7	120.0	98.0	84.9	60.0	17.3
100	340.1	240.5	196.3	138.8	113.4	98.2	69.4	20.0
500	476.8	337.1	275.3	194.6	158.9	137.6	97.3	28.1



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CÓDIGO:  
MAED-03-00

FECHA:  
19/07/2019

ELABORÓ:  
ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE  
PROYECTOS

REVISÓ:  
COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A.  
ASESORA DE GERENCIA-  
PLANEACIÓN CORPORATIVA Y  
CALIDAD

APROBÓ: REPRESENTANTE DE  
LA DIRECCIÓN

CONTROL:  
SI

PÁGINA:  
Pág. 17 de 39

**MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS**

*FUENTE: Curvas IDF para Bucaramanga y su Área Metropolitana. CONSORCIO PMA 2016.*

El periodo de retorno de la lluvia de diseño se debe determinar de acuerdo con la importancia de las áreas y los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones puedan ocasionar a los habitantes, el tráfico, el comercio, la industria y la infraestructura. En ningún caso menores a los valores mostrados en la *tabla 4*:

**Tabla 4.** Periodos de retorno

SECTOR	PERIODO DE RETORNO
Tramos iniciales en zonas residenciales comerciales o industriales, con áreas tributarias menores a 2 hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores a 10 hectáreas, donde el caudal que exceda al de diseño tenga la posibilidad de verter por una ladera o escarpa	10
Tramos del sistema donde el caudal que exceda al de diseño tenga posibilidad de verter por una ladera o escarpa	25
Emisarios finales o estructuras de vertimiento, se utilizará un periodo de retorno de 25 años, con un borde libre tal que permita alojar, sin desbordamiento, la escorrentía ocurrida por un aguacero de 50 años como periodo de retorno	50
Para canales de cañadas, quebradas y ríos deberán cumplirse los requisitos especificados por la autoridad ambiental competente. El proyecto deberá ser aprobado por dicha autoridad.	

El tiempo de concentración ( $T_C$ ) a considerar para el uso de las curvas I-D-F se estimará como la suma del tiempo de entrada ( $T_E$ ) y el tiempo de recorrido ( $T_R$ ), en minutos

$$T_C = T_E + T_R$$

Se tendrá en cuenta un tiempo de concentración mínimo, para tramos iniciales de alcantarillado sin sistemas afluentes, igual a 8 minutos.



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

<b>CÓDIGO:</b> MAED-03-00	<b>FECHA:</b> 19/07/2019	<b>ELABORÓ:</b> ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PROYECTOS	<b>REVISÓ:</b> COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A. ASESORA DE GERENCIA- PLANEACIÓN CORPORATIVA Y CALIDAD	<b>APROBÓ:</b> REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN
<b>CONTROL:</b> SI	<b>PÁGINA:</b> Pág. 18 de 39	<b>MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS</b>		

El tiempo de recorrido dentro del colector ( $T_R$ ) de longitud  $L$ , se estimará teniendo en cuenta la velocidad media del flujo ( $V$ ) en cada tramo.

$$T_R = L / (60V)$$

El tiempo total de concentración para cada tramo será la suma del tiempo de concentración inicial más el tiempo de recorrido dentro de los conductos que le preceden. En los puntos de convergencia de dos o más colectores, deberá usarse el mayor de los tiempos de concentración encontrados.

El tiempo de entrada se obtendrá con ayuda de la ecuación desarrollada por el antiguo Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (SCS) para estimar el tiempo de viaje como función de la velocidad media de la escorrentía superficial sobre el área de drenaje y la longitud del recorrido a través de la superficie del terreno:

$$T_E = \frac{L}{60V_s}$$

Donde:

$T_E$  Tiempo de entrada [min]

$L$  Longitud máxima de flujo de escorrentía superficial [m]

$V_s$  Velocidad media de escorrentía superficial [m/s]

En que:

$$V_s = \infty \sqrt{S}$$

$\infty$  Constante que depende del tipo de superficie [adimensional] estimada a partir de la *tabla 5*:

**Tabla 5.** Constante  $\infty$  de velocidad superficial

TIPO DE SUPERFICIE	$\infty$
1. Bosque con sotobosque denso	0.70
2. Pastos y patios	2.00
3. Áreas cultivadas en surcos	2.70
4. Suelos desnudos	3.15
5. Áreas pavimentadas	6.50

FUENTE: *Tabla D.4.10 Título D/16*

$S$  Pendiente promedio entre el punto más alejado y el punto de entrada a la red [m/m]

Para áreas mayores de 80ha se hará la estimación de caudales con modelos de lluvia-escorrentía basados en modelos de abstracciones, debidamente sustentados.



**EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.**

<b>CÓDIGO:</b> MAED-03-00	<b>FECHA:</b> 19/07/2019	<b>ELABORÓ:</b> ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PROYECTOS	<b>REVISÓ:</b> COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A. ASESORA DE GERENCIA- PLANEACIÓN CORPORATIVA Y CALIDAD	<b>APROBÓ:</b> REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN
<b>CONTROL:</b> SI	<b>PÁGINA:</b> Pág. 19 de 39	<b>MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS</b>		

### **6.3 ALCANTARILLADO COMBINADO:**

El caudal de diseño para los tramos de un sistema de alcantarillado combinado será igual al caudal estimado para un alcantarillado pluvial. Sin embargo, cuando el caudal de aguas residuales es mayor que el 5% del caudal de aguas lluvias, debe tomarse como caudal de diseño la suma de los caudales de aguas residuales y aguas lluvias. En este caso, el caudal de aguas residuales no incluye el caudal de conexiones erradas.

## **7 CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL TRAZADO EN PLANTA Y PERFIL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO**

Una vez determinados los caudales de diseño por tramo de alcantarillado, se deberán tener en cuenta los siguientes criterios para determinar el trazado en planta y perfil del sistema de alcantarillado y localización relativa entre ellas y otras redes de servicios públicos.

Para la localización y profundidad de redes de alcantarillado, se deberá cumplir el Artículo 138 y 139 de la Resolución 330:

**“ARTICULO 138. Localización de redes de alcantarillado.** Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Para sistemas nuevos, las redes de alcantarillado pluvial y combinado deben localizarse cerca del eje de la calzada, mientras las redes de alcantarillado sanitario deben ubicarse hacia uno de los costados, a una distancia aproximada de un cuarto del ancho de la calzada, respetando la distancia libre con respecto a otras redes.
2. Las tuberías de alcantarillado deben estar a una distancia mínima de 0.5 m de la acera y 1.5 m del paramento, medida entre las superficies externas del conducto, y del sardinel y el paramento, según corresponda.
3. Las tuberías de alcantarillado no pueden estar ubicadas en la misma zanja de una tubería de acueducto, y su cota clave siempre debe estar por debajo de la cota de la tubería de acueducto.
4. En aquellos casos en los cuales existan vías con separador central se deben diseñar redes independientes en cada calzada. Cuando por el costado de una vía se vaya a construir un alcantarillado sanitario y por otro costado uno de aguas lluvias, este último deberá estar más cerca al centro de la vía.
5. Las distancias mínimas libres entre los colectores que conforman la red del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales y/o lluvias, y las tuberías de otras redes de servicios públicos deben ser 1.0 m en la dirección horizontal y 0.3 m en la dirección vertical, medidas entre las superficies externas de los dos conductos.



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CÓDIGO:  
MAED-03-00

FECHA:  
19/07/2019

ELABORÓ:  
ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE  
PROYECTOS

REVISÓ:  
COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A.  
ASESORA DE GERENCIA-  
PLANEACIÓN CORPORATIVA Y  
CALIDAD

APROBÓ: REPRESENTANTE DE  
LA DIRECCIÓN

CONTROL:  
SI

PÁGINA:  
Pág. 20 de 39

## MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS

6. Los cruces de redes deben analizarse de manera individual, para establecer la necesidad de diseños especiales, en particular en aquellos casos donde sea imposible cumplir la distancia mínima vertical definida.

7. Los cruces aéreos de cauces de agua deben proyectarse en puntos no susceptibles de socavación. Igualmente, deben ubicarse a 0.5 m por encima de la cota de aguas máximas generada por el caudal máximo instantáneo anual, calculado para un periodo de retorno de 100 años. En todo caso, es indispensable cumplir los requerimientos que la autoridad ambiental competente determine.

8. Para los cruces subterráneos de cauces naturales se debe hacer un análisis de socavación para el caudal máximo instantáneo anual calculado para el periodo de retorno de la *tabla 6* y con la granulometría del lecho de la corriente en el punto de cruce; la tubería se instalará mínimo 0.50 m por debajo de la cota de socavación máxima, con el fin de garantizar que no se presentará flotación del tubo. En todo caso, deberán cumplirse los requerimientos que la autoridad ambiental competente determine.

**Tabla 6.** Periodos de retorno para estudios de cota de aguas máximas para cruces de cauces de agua

LONGITUD DEL CRUCE (L)	PERIODO DE RETORNO [años]
$L < 10 \text{ m}$	25
$10 \text{ m} \leq L \leq 50 \text{ m}$	50
$L > 50 \text{ m}$	100

FUENTE: *Tabla 17 Resolución 330/17*

9. De ser necesaria la ubicación de tuberías en zonas de riesgo, se debe realizar un análisis en el cual se indique la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo a los que se encuentra expuesto el tramo de tubería, y las obras necesarias para la mitigación del mismo. En este evento, no se aceptarán conexiones domiciliarias en el tramo aludido.

10. Para cruces con infraestructura como vías férreas, líneas de media y alta tensión, vías nacionales, entre otras, la localización de las redes debe cumplir las exigencias previstas por las autoridades correspondientes.

11. Los cauces naturales que crucen las zonas urbanas no deben entrar a los sistemas de alcantarillado pluvial o combinado.

12. Cuando se haga uso de tecnologías sin zanja para la instalación de tramos nuevos en sistemas de alcantarillado, es obligatorio respetar todo lo anteriormente establecido.



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CÓDIGO:  
MAED-03-00

FECHA:  
19/07/2019

ELABORÓ:  
ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE  
PROYECTOS

REVISÓ:  
COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A.  
ASESORA DE GERENCIA-  
PLANEACIÓN CORPORATIVA Y  
CALIDAD

APROBÓ: REPRESENTANTE DE  
LA DIRECCIÓN

CONTROL:  
SI

PÁGINA:  
Pág. 21 de 39

## MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS

**Parágrafo 1º.** En callejones donde se demuestre que no se puede cumplir con las distancias horizontales establecidas anteriormente, se deben ubicar las tuberías sobre el eje del callejón.

**Parágrafo 2º.** Cuando se construyan redes nuevas en vías con infraestructura existente y de no ser posible el cumplimiento de uno o varios de los anteriores requisitos, se deberán hacer las consideraciones y diseños especiales que deberán quedar documentados en las memorias correspondientes.

**ARTICULO 139.** Profundidad de instalación de la tubería en alcantarillados. La profundidad de instalación de los colectores debe estar sustentada por estudios geotécnicos y de estabilidad, teniendo en cuenta las condiciones mecánicas y estructurales de la tubería, las uniones y el suelo. Los valores mínimos permisibles de recubrimiento de los colectores que no requieren protección a cargas vivas, con relación a la rasante definitiva, se definen en la *tabla 7*.

**Tabla 7.** Profundidades a la cota clave del colector

SERVIDUMBRE	PROFUNDIDAD A LA CLAVE DEL COLECTOR [m]
Vías peatonales o zonas verdes	0.75
Vías vehiculares	1.20

FUENTE: *Tabla 18 Resolución 330/17*

Únicamente por cruces, puntos de descarga, depresiones del terreno o proyectos internos con longitudes  $\leq 200$ m de reposición de redes que generen profundidades menores a las estipuladas, deberán presentarse las protecciones a la tubería de acuerdo con los requerimientos de cada fabricante. En todos los casos se debe garantizar la entrega de las conexiones domiciliarias por gravedad sin sótano. Los colectores de aguas lluvias deben localizarse a una profundidad que no interfiera con las conexiones domiciliarias de aguas residuales, y que permita la adecuada conexión de los sumideros“.

En general con respecto a los niveles relativos en los colectores, se debe tener en cuenta que las claves de los alcantarillados pluviales se localicen 0.50 m por debajo de las de batea de los colectores sanitarios.

## 8 CALCULO HIDRAULICO

### 8.1 TRAMOS DE ALCANTARILLADO



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CÓDIGO:  
MAED-03-00

FECHA:  
19/07/2019

ELABORÓ:  
ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE  
PROYECTOS

REVISÓ:  
COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A.  
ASESORA DE GERENCIA-  
PLANEACIÓN CORPORATIVA Y  
CALIDAD

APROBÓ: REPRESENTANTE DE  
LA DIRECCIÓN

CONTROL:  
SI

PÁGINA:  
Pág. 22 de 39

## MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS

En general, los tramos de un sistema de alcantarillado deben diseñarse a flujo libre por gravedad. Los cálculos para el dimensionamiento de la red se realizarán teniendo en cuenta hipótesis de flujo uniforme para los caudales de diseño estimados de acuerdo con el numeral 7, con el diámetro real interno de la tubería.

Considerando que la ecuación de Darcy-Weisbach (Título D/16, Pg.123) es la ecuación físicamente basada para representar el flujo uniforme en diferentes tipos de ducto, y cubre todo el rango de flujo turbulento desde hidráulicamente liso hasta hidráulicamente rugoso, y combinando esta ecuación con la ecuación de Colebrook-White, es posible obtener la siguiente ecuación que relaciona el caudal que pasa por la tubería, bajo condición de flujo uniforme, como función de la rugosidad absoluta de la tubería, del radio hidráulico de la sección transversal, de la viscosidad cinemática del agua y de la pendiente de la tubería:

$$Q = -2A \sqrt{(8g.R.S)} \cdot \text{Log}_{10}((K_s/(14.8R) + 2.51 \nu/(4R\sqrt{(8g.R.S)}))$$

Donde:

Q Caudal de diseño [m<sup>3</sup>/s]

A Área mojada [m<sup>2</sup>]

g Aceleración de la gravedad [m/s<sup>2</sup>]

R Radio hidráulico [m]

S Pendiente longitudinal de la tubería [m/m]

K<sub>s</sub> Rugosidad absoluta de la tubería [m] (ver *tabla 8*)

ν Viscosidad cinemática del agua [a 20°C es 1.007 x 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s]

**Tabla 8.** Valores de rugosidad absoluta

MATERIAL DE LA TUBERIA	RUGOSIDAD ABSOLLUTA K <sub>s</sub> [m]
Concreto reforzado (CR)	1.2 x 10 <sup>-4</sup>
Poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP)	2.9 x 10 <sup>-5</sup>
Polietileno (PEAD)	7 x 10 <sup>-6</sup>
Polivinilo de cloruro (PVC)	1.5 x 10 <sup>-6</sup>

FUENTE: *Tabla B.6.29 Título B/10*



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CÓDIGO:  
MAED-03-00

FECHA:  
19/07/2019

ELABORÓ:  
ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE  
PROYECTOS

REVISÓ:  
COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A.  
ASESORA DE GERENCIA-  
PLANEACIÓN CORPORATIVA Y  
CALIDAD

APROBÓ: REPRESENTANTE DE  
LA DIRECCIÓN

CONTROL:  
SI

PÁGINA:  
Pág. 23 de 39

## MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS

Alternativamente, teniendo en cuenta sus restricciones de uso únicamente para el caso de flujo uniforme turbulento hidráulicamente rugoso, se podrá utilizar la ecuación de Manning en que puede expresarse el caudal que pasa por la tubería como función del área mojada, del radio hidráulico, la pendiente de la tubería y el coeficiente de rugosidad de Manning, el cual deberá ajustarse para las profundidades de flujo diferentes:

$$Q = (A \cdot R^{(2/3)} \cdot S^{(1/2)})/n$$

Donde:

Q Caudal de diseño [m<sup>3</sup>/s]

A Área mojada [m<sup>2</sup>]

R Radio hidráulico [m]

S Pendiente longitudinal de la tubería [m/m]

n Coeficiente de rugosidad de Manning a tubo lleno [s/m<sup>1/3</sup>] (ver *tabla 9*)

**Tabla 9.** Valores del coeficiente de rugosidad de Manning

MATERIAL DE LA TUBERIA o COLECTOR	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING n [s/m <sup>1/3</sup> ]
Concreto reforzado (CCP)	0.013
Poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP)	0.010
Polietileno (PEAD)	0.010
Polivinilo de cloruro (PVC)	0.010
Concreto reforzado fundido in situ	0,016

FUENTE: *Tabla D.6.2 Título D/16*

Reemplazando en las ecuaciones anteriores para el caudal de diseño, las expresiones de las propiedades geométricas para los diferentes tipos de sección, se podrán verificar los criterios de diseño del numeral 8, ajustando el valor de n para tuberías fluyendo parcialmente llenas.

Teniendo en cuenta que los alcantarillados están conformados principalmente por tuberías de sección circular en las cuales el agua no ocupa la totalidad de la sección transversal (Título D/16, Pg.120), se muestran las propiedades geométricas de la sección transversal circular fluyendo parcialmente llena,





EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CÓDIGO:  
MAED-03-00

FECHA:  
19/07/2019

ELABORÓ:  
ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE  
PROYECTOS

REVISÓ:  
COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A.  
ASESORA DE GERENCIA-  
PLANEACIÓN CORPORATIVA Y  
CALIDAD

APROBÓ: REPRESENTANTE DE  
LA DIRECCIÓN

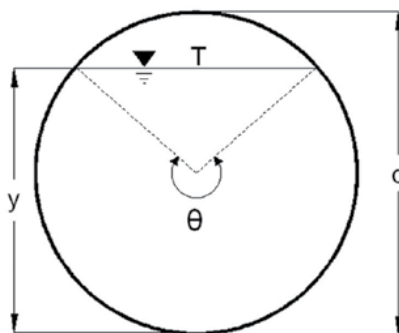
CONTROL:  
SI

PÁGINA:  
Pág. 24 de 39

**MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS**

teniendo en cuenta el diámetro real interno de la tubería y el ángulo subtendido entre el centro de la sección transversal y los puntos de contacto entre la superficie libre y la circunferencia de la tubería, tal como se muestra en la *figura 5*.

**Figura 5.** Características geométricas de la sección circular



FUENTE: *Figura D.6.1 Título D/16, Pg. 120*

Donde:

- $\theta$  Ángulo subtendido entre el centro de la sección transversal y los puntos de contacto entre la superficie libre y la circunferencia de la tubería [rad]
- $y$  Profundidad del agua [m]
- $d$  Diámetro real interno de la tubería [m]
- $T$  Ancho de la sección de la tubería en la superficie libre [m]

En que:

$$\theta = 2 \text{Cos}^{-1}(1 - (2y/d))$$

$$T = d \cdot \text{Sen}(\theta/2)$$

Además:

- $R$  Radio hidráulico [m]
- $A$  Área mojada [m<sup>2</sup>]
- $P$  Perímetro mojado [m]
- $D$  Profundidad hidráulica [m]

En que:

$$R = d/4 (1 - (\text{Sen}(\theta)/ \theta))$$



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

<b>CÓDIGO:</b> MAED-03-00	<b>FECHA:</b> 19/07/2019	<b>ELABORÓ:</b> ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PROYECTOS	<b>REVISÓ:</b> COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A. ASESORA DE GERENCIA-PLANEACIÓN CORPORATIVA Y CALIDAD	<b>APROBÓ:</b> REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN
<b>CONTROL:</b> SI	<b>PÁGINA:</b> Pág. 25 de 39	<b>MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS</b>		

$$A = d^2/8 (\theta - \text{Sen}\theta)$$

$$P = \frac{1}{2} \theta \cdot d$$

$$D = A/T = d/8 ((\theta - \text{Sen}\theta)/(\text{Sen}(\theta/2)))$$

## 8.2 DIMENSIÓN DE LA RED Y PARÁMETROS DE CONTROL HIDRÁULICO

El cálculo de los sistemas de alcantarillado se realizará con los diámetros mínimos internos reales de 180 mm para el sistema sanitario y 260 mm para el sistema pluvial o combinado.

La relación máxima permisible entre la profundidad de flujo y diámetro interno real de la tubería (y/d) en los alcantarillados sanitarios es de 85%; para los alcantarillados pluviales y/o combinados el valor máximo es de 93%.

Como criterio de autolimpieza en los alcantarillados se tendrá en cuenta la velocidad real mínima que genere un esfuerzo cortante (fuerza tractiva) en la pared de la tubería de mínimo 0.1 Kg/m<sup>2</sup> (1 Pa) en alcantarillados sanitarios y de mínimo 0.2 Kg/m<sup>2</sup> (2 Pa) en alcantarillados pluviales o combinados. En el caso de proyectos de optimización de redes se deberán revisar los criterios de velocidad y esfuerzo cortante para el caudal de diseño en las condiciones iniciales y finales del periodo de diseño.

$$T = \gamma \cdot R \cdot \text{Sen}(\text{arcTan}(S))$$

Donde:

- T Esfuerzo cortante en la pared del colector [Kg/m<sup>2</sup>]
- γ Peso específico del agua [Kg/m<sup>3</sup>]
- R Radio hidráulico [m]
- S Pendiente del colector [m/m]

En consideración a la inestabilidad asociada al flujo crítico, el diseño de cada tramo de alcantarillado debe evitar que el flujo uniforme presente un valor del número de Froude entre 0.9 y 1.1. Si esto no es posible, se debe limitar la máxima relación de llenado a 0.7.

$$F_r = V / \sqrt{(g \cdot D)}$$

Donde:



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CÓDIGO:  
MAED-03-00

FECHA:  
19/07/2019

ELABORÓ:  
ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE  
PROYECTOS

REVISÓ:  
COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A.  
ASESORA DE GERENCIA-  
PLANEACIÓN CORPORATIVA Y  
CALIDAD

APROBÓ: REPRESENTANTE DE  
LA DIRECCIÓN

CONTROL:  
SI

PÁGINA:  
Pág. 26 de 39

## MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS

- $F_r$  Número de Froude [adimensional]  
 $V$  Velocidad media [m/s]  
 $g$  Aceleración de la gravedad [m/s<sup>2</sup>]  
 $D$  Profundidad hidráulica [m]

La velocidad media (Título D/16, Pg. 98) se calculará utilizando la ecuación para flujo uniforme en tuberías de sección circular fluyendo parcialmente llenas de Darcy-Weisbach en conjunto con la ecuación de Colebrook-White. Alternativamente se podrá utilizar la ecuación de Manning, teniendo en cuenta sus restricciones para el uso.

La pendiente mínima de los colectores será aquella que genere la velocidad real mínima permitida en el colector de alcantarillado que genere el esfuerzo cortante indicado.

La velocidad máxima real deberá ajustarse a los Artículos 142 y 150 de la Resolución 330/17, y correspondiente parágrafo:

**“ARTICULO 142. Velocidad máxima en los alcantarillados sanitarios.** La velocidad máxima real en un colector por gravedad no debe sobrepasar 5.0 m/s, determinada para el caudal de diseño.

**ARTICULO 150. Velocidad máxima en los alcantarillados pluviales y combinados.** La velocidad máxima real en un colector por gravedad no debe sobrepasar 5.0 m/s, determinada para el caudal de diseño.

**Parágrafo.** En condiciones hidráulicas especiales y complejas como es el caso de topografías con pendientes mayores al 30%, colectores de gran diámetro iguales o superiores a 600 mm o caudales de flujo superiores a 500 L/s, se permitirán velocidades de flujo superiores a 5 m/s; sin embargo, la velocidad máxima no deberá sobrepasar los límites de velocidad recomendados para el material de ductor y/o de los accesorios a emplear y no deberá superar los 10 m/s.” En la *tabla 10* se presentan las velocidades máximas de acuerdo con el tipo de material de la tubería. Siempre deberá confirmarse con el fabricante de la tubería a instalar.

**Tabla 10.** Velocidades máximas permisibles para tuberías de diferentes materiales

MATERIAL	VELOCIDAD MAXIMA PREMISIBLE [m/s]
Concreto reforzado	6.0
Polivinilo de cloruro (PVC)	10.0



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CÓDIGO:  
MAED-03-00

FECHA:  
19/07/2019

ELABORÓ:  
ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE  
PROYECTOS

REVISÓ:  
COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A.  
ASESORA DE GERENCIA-  
PLANEACIÓN CORPORATIVA Y  
CALIDAD

APROBÓ: REPRESENTANTE DE  
LA DIRECCIÓN

CONTROL:  
SI

PÁGINA:  
Pág. 27 de 39

## MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS

Polietileno (PEAD)	10.0
Poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP)	4.0
Concreto fundido in situ (box-culvert)	5.0

En el caso que EMPAS S.A. autorice la construcción de canales abiertos para el manejo de las aguas lluvias, éstos se deberán diseñar de acuerdo con el Artículo 152 de la Resolución 330/17.

### 8.3 ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS

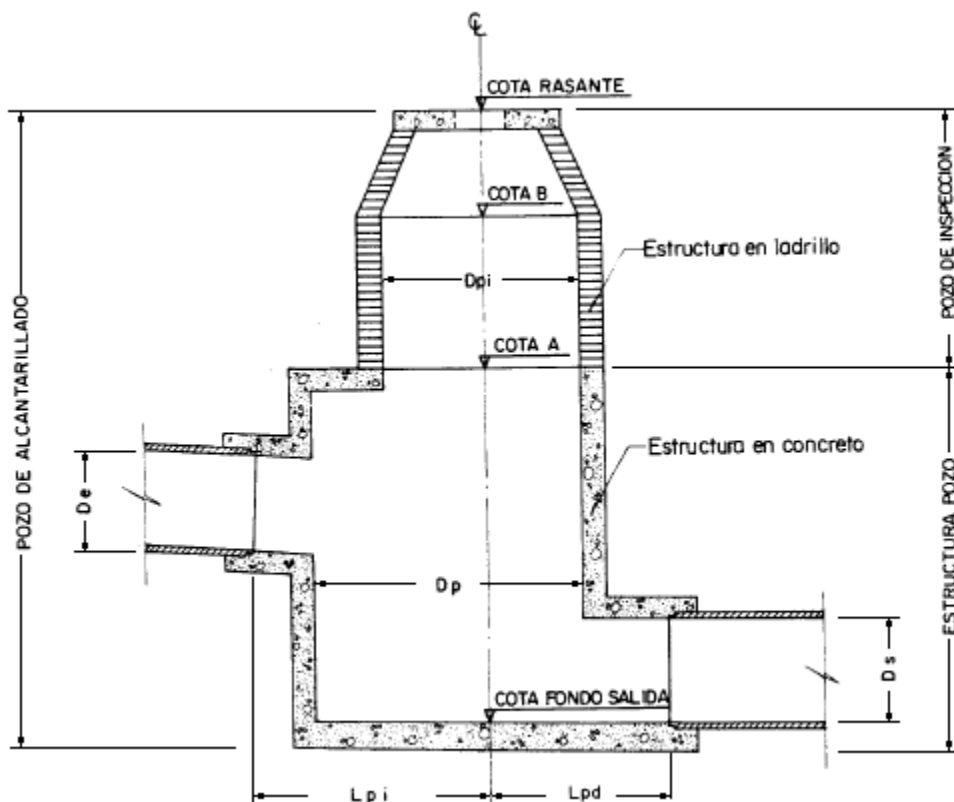
Todo sistema de recolección y evacuación de aguas residuales, aguas lluvias o aguas combinadas, además de estar constituido por la red de tuberías y ductos, requiere de una serie de estructuras complementarias que cumplen dos objetivos: en primer lugar, mantener un correcto funcionamiento hidráulico del sistema; y en segundo lugar permitir las labores de inspección y mantenimiento de todos los componentes del sistema (ver Título D/16, numeral 7).

#### 8.3.1 Estructuras de Conexión

Las estructuras de conexión entre tramos de alcantarillado, pueden ser pozos o cámaras ubicados como mínimo en los siguientes puntos de la red: al inicio de la red, en los cambios de dirección del flujo, en los cambios de diámetro, material y pendiente del colector, en la confluencia de dos o más tramos y a una distancia máxima de **90 m**; cuando lo autorice EMPAS S.A., esta distancia podrá ser superior.

La unión o intersección de dos o más colectores, se hará con estructuras hidráulicas apropiadas denominadas **estructuras-pozo** (sección comprendida entre las longitudes  $L_{pi}$  y  $L_{pd}$ ). Estas estructuras se comunican a la superficie mediante los **pozos de inspección** (ver *figura 6*).

**Figura 6.** Pozo o cámara de alcantarillado



El diámetro interno de los pozos o cámaras de inspección dependen del diámetro de los colectores de salida, de acuerdo con la *tabla 11*:

**Tabla 11.** Diámetro interno de pozos o cámaras del alcantarillado

MAYOR DIÁMETRO NOMINAL DE LOS COLECTORES CONECTADOS (d) [mm]	DIÁMETRO INTERNO DE LA ESTRUCTURA [m]
$200 \leq d \leq 600$	1.20
$600 < d \leq 900$	1.80



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

<b>CÓDIGO:</b> MAED-03-00	<b>FECHA:</b> 19/07/2019	<b>ELABORÓ:</b> ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PROYECTOS	<b>REVISÓ:</b> COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A. ASESORA DE GERENCIA- PLANEACIÓN CORPORATIVA Y CALIDAD	<b>APROBÓ:</b> REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN
<b>CONTROL:</b> SI	<b>PÁGINA:</b> Pág. 29 de 39	<b>MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS</b>		

$d > 900$

2.20 o en función de  $d$

FUENTE: Tabla 19 Resolución 330/17 y Planos tipo de EMPAS S.A.

El diámetro mínimo para pozos o cámaras con profundidad mayor a 8.0 m, medidos entre la cota rasante hasta la cota batea del colector más bajo, será 1.8 m.

El diseñador deberá asegurarse que el diámetro interno de la estructura-pozo sea consecuente con los análisis hidráulicos y geométricos de empalme de las tuberías, garantizando que las tuberías que se conecten en la estructura caben sin cruzarse entre sí y las pérdidas hidráulicas debidas al radio de curvatura sean mínimas.

Cuando los colectores afluentes a un pozo o cámara lleguen con una diferencia de nivel mayor a 0.75m entre cotas batea respecto al colector de salida, se implementará una cámara de caída con sifón, cuyo diámetro deber ser el indicado en la *tabla 12*:

**Tabla 12.** Diámetro del sifón en la cámara de caída en función del diámetro del colector de entrada

<b>DIÁMETRO INTERNO COLECTOR DE ENTRADA (d)</b> [mm]	<b>DIAMETRO INTERNO DE LA ESTRUCTURA</b> [mm]
$d \leq 300$	170
$300 < d \leq 450$	280
$450 < d \leq 900$	360

FUENTE: Tabla 20 Resolución 330/17 y Planos tipo de EMPAS S.A.

Para colectores aferentes con diámetros mayores a 900 mm, debe diseñarse hidráulica y estructuralmente una transición entre el colector y la estructura de conexión que garantice la reducción de energía.

Para velocidades superiores a 5 m/s en los tramos de entrada, se deben diseñar hidráulica y estructuralmente estructuras de disipación de energía y/o elementos de protección de las cámaras de conexión.

En el análisis hidráulico de la estructura-pozo para la determinación de la cota batea de la tubería de salida, se deben tener en cuenta las pérdidas de energía causadas por la superposición de varios efectos presentes en la estructura, entre los que se destacan los cambios de dirección del flujo, las contracciones, las expansiones, el efecto de la cañuela en el direccionamiento del flujo y la confluencia de chorros, según el numeral 7.3 del Título D/16.



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CÓDIGO:  
MAED-03-00

FECHA:  
19/07/2019

ELABORÓ:  
ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE  
PROYECTOS

REVISÓ:  
COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A.  
ASESORA DE GERENCIA-  
PLANEACIÓN CORPORATIVA Y  
CALIDAD

APROBÓ: REPRESENTANTE DE  
LA DIRECCIÓN

CONTROL:  
SI

PÁGINA:  
Pág. 30 de 39

**MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS**

Cuando se presenten pérdidas de energía negativas o iguales a cero, se debe dejar una caída mínima de 2 cm entre cotas claves de las tuberías.

### 8.3.2 Sumideros

En general, deberán ubicarse antes de los cruces de vías, antes de zonas de tránsito de peatones, en la reducción de la pendiente longitudinal de la vía en el sentido de la escorrentía, en puntos bajos y depresiones.

Se debe hacer diseño hidráulico de acuerdo con el Título D/16 y justificar la selección de los sumideros para vía vehicular establecidos en los planos tipo de EMPAS S.A., teniendo en cuenta el ancho máximo de inundación admisible de la *tabla 13*:

**Tabla 13.** Ancho de inundación admisible según clasificación de la vía

ANCHO DE LA VÍA [m]	ANCHO DE INUNDACIÓN ADMISIBLE [m]
< 6	2.00
≥ 6 y < 7	3.00
≥ 7 y < 9	3.50
≥ 9	4.00
Si el bombeo es a los dos costados de la vía, el ancho de inundación admisible deberá dividirse en dos (2)	

FUENTE: *Tabla 21 Resolución 330/17*

La capacidad de captación de los sumideros debe ser consistente con la capacidad de evacuación de la red, para garantizar que el caudal de diseño efectivamente llegue a la red de evacuación y debe verificarse que la capacidad de la tubería de conexión al pozo de inspección sea consecuente con este criterio.

La tubería de conexión del sumidero debe tener un diámetro interno mínimo de 215 mm pendiente mínima de 2% y no debe tener una longitud mayor a 15 m.

Los sumideros conectados a pozos de inspección para alcantarillados de tipo combinado, debe contar con válvula o compuerta tipo charnela instalada en la llegada de la tubería de conexión al pozo de inspección.



EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CÓDIGO:  
MAED-03-00

FECHA:  
19/07/2019

ELABORÓ:  
ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE  
PROYECTOS

REVISÓ:  
COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A.  
ASESORA DE GERENCIA-  
PLANEACIÓN CORPORATIVA Y  
CALIDAD

APROBÓ: REPRESENTANTE DE  
LA DIRECCIÓN

CONTROL:  
SI

PÁGINA:  
Pág. 31 de 39

**MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS**

Para los sumideros proyectados en zonas peatonales, el diseñador debe incluir entre los planos del proyecto, los esquemas generales con las secciones y estructura típica.

### 8.3.3 Acometidas

Para la conexión de las edificaciones a la red de alcantarillado deberán considerarse los siguientes criterios:

1. El diámetro interno real mínimo de la tubería es de 140 mm.
2. La pendiente mínima de la tubería es 2%.
3. La entrega a la red de alcantarillado se debe realizar por gravedad y por la parte media superior del colector de alcantarillado, como mínimo las cotas claves de las tuberías deben quedar al mismo nivel.
4. Se debe proveer una caja de inspección al inicio de la tubería de la acometida, la cual podrá ser utilizada como punto de control para monitorear vertimientos.
5. Para colectores con diámetros nominales iguales o superiores a 600 mm no se permitirán conexiones directas para lo cual se tiene que implementar una manija de acometida múltiple que va hasta el pozo de inspección.
6. Para las conexiones domiciliarias de viviendas unifamiliares y edificaciones menores de tres pisos, la entidad únicamente autoriza una conexión domiciliar por unidad habitacional o unidad no residencial (comercio, industria, etc.); y en forma independiente para los sistemas de alcantarillado separado, garantizando que esta entrega sea desarrollada con un ángulo horizontal de 45° a la llegada al colector. Se deben usar accesorios como silla yee, y/o yee. EMPAS S.A. definirá si es necesario proyectar un pozo de inspección en el punto de entrega sobre el colector principal de alcantarillado.

### 8.3.4 Cimentación de los colectores

De acuerdo con el ancho de excavación proyectado para la cimentación de un tramo de alcantarillado, (CDMB 1994, V2000, Pg.60) la tubería a instalar puede encontrarse en condiciones de zanja o terraplén; siendo el primer caso la forma óptima de instalación de colectores, para la cual se suministran planos tipo.

En general, el ancho máximo que cumple con la condición de zanja se denomina ancho de transición, y puede ser evaluado en forma aproximada para cada diámetro, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$B = De + 0.40 \quad (0.60\text{m para diámetros mayores a } 1.0 \text{ m})$$

Donde:

B Ancho máximo de la zanja en la cota clave de la tubería [m]





EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

<b>CÓDIGO:</b> MAED-03-00	<b>FECHA:</b> 19/07/2019	<b>ELABORÓ:</b> ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PROYECTOS	<b>REVISÓ:</b> COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A. ASESORA DE GERENCIA- PLANEACIÓN CORPORATIVA Y CALIDAD	<b>APROBÓ:</b> REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN
<b>CONTROL:</b> SI	<b>PÁGINA:</b> Pág. 32 de 39	<b>MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS</b>		

De Diámetro exterior de la tubería [m]

Las normas NTC 1259 y 2795 definen en forma global tipos básicos de cimentación en zanja, de los cuales se seleccionaron los incluidos en el plano tipo de detalles de instalación de tuberías.

El tipo de cimentación recomendada por el diseñador deberá especificarse para cada tramo en los planos de perfiles.

El diseñador debe verificar y definir el tipo de cimentación a utilizar en cada tramo de alcantarillado, analizando entre otros los siguientes aspectos básicos:

1. Carga muerta actuante por efecto del relleno.
2. Carga viva por sobrecargas externas y de tránsito.
3. Factor de Carga (F.C) y Factor de Seguridad (F.S) de la cimentación a utilizar.
4. Tipo, clase y/o rigidez de tubería a instalar.
5. Carga máxima de rotura en la tubería, definida por el ensayo de resistencia del Método de los tres apoyos (Norma NTC 212, ver sección 7.6.1) y deflexión permitida para el caso de tubería flexible (7.5% del diámetro interno real de la tubería).
6. Complementado con otros aspectos que el diseñador considere convenientes en el cálculo.

Para los tramos con pendiente superior al 9% en tuberías rígidas y 15% en flexibles (ver planos tipo), se han establecido unas condiciones mínimas de instalación de la tubería, debido a que se presentan altas velocidades en el sistema de alcantarillado, y se requiere proporcionar estabilidad al colector. Esta protección consiste en atracar en concreto parcial o totalmente el tramo.

En los casos en que, durante la construcción de la obra, se pierda la condición de zanja deberá el constructor entregar los correspondientes análisis y diseño de la nueva cimentación, al supervisor asignado por EMPAS S.A.

### **8.3.5 Diseño de estructuras de alivio o separación de caudales**

En los casos que se requiera diseñar este tipo de estructuras se deberá seguir los modelos establecidos por EMPAS S.A y si es del caso, ajustado a las recomendaciones de la Resolución 330/17 y otros documentos técnicos de soporte.

### **8.3.6 Estructuras de entrega a corrientes**

Se deberá diseñar controlando la disipación de energía, con  $F < 0,90$  y  $V < 2$  m/s (idealmente) y verificando los niveles de variación de inundación de la corriente, para descargar por encima de periodos mayores de 5 años. Esta información podrá servir de soporte para trámites de permiso de ocupación de cauce ante la autoridad ambiental.



**EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.**

**CÓDIGO:**  
MAED-03-00

**FECHA:**  
19/07/2019

**ELABORÓ:**  
ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE  
PROYECTOS

**REVISÓ:**  
COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A.  
ASESORA DE GERENCIA-  
PLANEACIÓN CORPORATIVA Y  
CALIDAD

**APROBÓ:** REPRESENTANTE DE  
LA DIRECCIÓN

**CONTROL:**  
SI

**PÁGINA:**  
Pág. 33 de 39

**MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS**

## 9. VALIDACIÓN DEL DISEÑO

La validación de la red así dimensionada la realizará el diseñador, mediante el uso de un programa de análisis que permita simular condiciones de flujo no permanente mediante la solución de las ecuaciones de Saint-Venant en los casos en que el sistema de recolección y evacuación de aguas residuales y aguas lluvias tenga tuberías con diámetros iguales o superiores a 600mm.

EMPAS S.A. recomienda el uso del programa SWMM de la EPA para la modelación/validación del sistema de alcantarillado propuesto; en caso de utilizar otro programa, los formatos de información y datos deberán ser compatibles con éste, para asegurar la consistencia con el sistema de EMPAS S.A. y con cálculos realizados por otros consultores.

El programa de análisis debe permitir simular el efecto de las pérdidas menores de energía ocasionadas por la presencia de estructuras de conexión y/o inspección.

## 10. CUADROS DE CÁLCULO











EMPRESA PÚBLICA DE ALCANTARILLADO DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CÓDIGO: MAED-03-00

FECHA: 19/07/2019

ELABORÓ: ÁREA ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PROYECTOS

REVISÓ: COMITÉ TÉCNICO EMPAS S.A. ASESORA DE GERENCIA- PLANEACIÓN CORPORATIVA Y CALIDAD

APROBÓ: REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN

CONTROL: SI

PÁGINA: Pág. 38 de 39

MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS



NOMBRE DEL PROYECTO:

ALCANTARILLADO PLUVIAL  
CALCULO HIDRAULICO DE COLECTORES

PROYECTÓ:  
CALCULÓ: FECHA:  
REVISÓ: HOJA: DE:

Table with columns: TRAMO, CAUDAL DE DISEÑO, CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DEL COLECTOR, CONDICIONES HIDRAULICAS DEL COLECTOR, COTAS DEL COLECTOR REFERIDAS A LOS EJES DE LOS POZOS FLUJO SUPERCRITICO (Fr>1.10), COTAS DEL COLECTOR REFERIDAS A LOS EJES DE LOS POZOS FLUJO SUBCRITICO (Fr<0.90), COTA RASANTE DEL COLECTOR ENTRADA.

