

**DISEÑO DE REDES Y COLECTOR MARGEN DERECHA DE
ALCANTARILLADO COMBINADO PARA EL MEJORAMIENTO DE UN
KILÓMETRO DEL CANAL CAUQUITA SUR EN SANTIAGO DE CALI DE LAS
EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI - EMCALI EICE ESP**

**JULY LILIANA TORO HERNANDEZ
OCTUBRE 2018.**



**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C., OCTUBRE DE 2018**

**DISEÑO DE REDES Y COLECTOR MARGEN DERECHA DE
ALCANTARILLADO COMBINADO PARA EL MEJORAMIENTO DE UN
KILÓMETRO DEL CANAL CAUQUITA SUR EN SANTIAGO DE CALI DE LAS
EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI - EMCALI EICE ESP**

**JULY LILIANA TORO HERNANDEZ
d7302112**

**Tesis presentada como requisito parcial opción grado
para obtener el título de
Ingeniero Civil**

**Profesor: Ing. Christian David Vásquez Zapata
Director del Programa: Ing. Luis Ángel Moreno Anselmi**



**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C., OCTUBRE DE 2018**

Dedicatoria

Principalmente a Dios por permitirme llegar hasta este momento tan importante en mi formación profesional. A mama, el pilar más importante de mi vida, por la paciencia, sus particulares demostraciones de amor y su apoyo sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mis hermanos y sobrinas por su confianza sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad, por su motivación constante y su disposición absoluta a ayudarme en cualquier circunstancia.

Agradecimientos

Gracias infinitas a la Universidad Militar Nueva Granada por prepararnos para un futuro competitivo y formarnos como personas de bien, a los docentes por su permanente colaboración, especialmente al director de esta tesis, Ing. Christian David Vásquez Zapata por sus enseñanzas y al Director del Programa Ing. Luis Ángel Moreno Anselmi.

Agradecimiento especial a la mejor empresa del suroccidente Colombiano EMCALI EICE ESP, al personal de los Departamentos de Ingeniería e Interventoría por su acompañamiento paso a paso en el desarrollo de este trabajo, al Ingeniero Alfred Medina Mora, quien con su información apoyó a concretar esta tesis.

RESUMEN

El mal funcionamiento de la red de alcantarillado del sector de la comuna 14, de los canales incluido el Cauquita Sur, de los colectores y las conexiones erradas, generan la descarga de aguas residuales al CANAL ORIENTAL MEDIO que tributa al Canal Oriental Superior y este finalmente al río Cauca de manera directa, aportando una carga significativa de contaminación a esta importante arteria fluvial del país, cuyo impacto es mayor en épocas de verano.

El canal Cauquita Sur no está revestido, presenta mayor arrastre de lodos y materiales contaminantes en todo su recorrido y aumenta el volumen de sedimentos en el fondo de su sección, disminuyendo su capacidad hidráulica y por lo tanto el volumen a transportar para el cual fue diseñado, por lo que en épocas de lluvia origina riesgos de inundación por desbordamiento.

Por lo anterior, este tipo de canales requieren de un mantenimiento adecuado de manera periódica para el control de vectores y evitar la propagación de enfermedades en el sector adyacente y de intervenciones definitivas para eliminar las conexiones erradas que llegan en todo su recorrido.

El canal Cauquita Sur actualmente es un canal abierto en tierra, rodeado de viviendas y afectados por la siembra en sus taludes, por lo que requiere de una solución pronta para minimizar los impactos que está generando en la comunidad circunvecina y en el medio ambiente.

CONTENIDO

Págs.

1. FORMULACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.1. ANTECEDENTES DE LA PROBLEMÁTICA	13
1.2. SÍNTOMAS QUE REFLEJAN LA SITUACIÓN DEL PROBLEMA	15
2. JUSTIFICACIÓN	19
3. OBJETIVOS	20
3.1 OBJETIVO GENERAL	20
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
4. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	21
4.1. ALCANTARILLADO SANITARIO	21
4.1.1. Producción de aguas residuales domésticas	21
4.1.2. Caudales de diseño	22
4.1.3. Caudal máximo horario (QMH)	22
4.1.4. Caudal de infiltración (QI)	22
4.1.5. Tamaño de los conductos	22
4.1.6. Velocidades y pendientes	23
4.1.7. Características de las aguas residuales	24
4.1.8. Curva de lluvias	24
4.1.8.1. Curvas zona plana	25
4.1.8.2. Curvas zona altas sur occidental	25
4.1.8.3. Curvas zona oriental	25
4.1.9. Coeficiente De Escorrentia	26
4.2. ALCANTARILLADO PLUVIAL	26
4.2.1. Periodo de diseño	26
4.2.2. Período de retorno de la lluvia de diseño	27
4.2.3. Determinación de áreas de drenaje	28
4.2.4. Diámetro interno mínimo	28
4.2.5. Relación máxima entre la profundidad y el diámetro de la tubería	28
4.2.6. Profundidades de instalación de las tuberías	29
4.2.6.1. Profundidad mínima a la cota clave de las tuberías	29
4.2.6.2. Profundidad máxima a la cota clave de las tuberías	29
4.3. ALCANTARILLADOS COMBINADOS	29
5. METODOLOGÍA PARA LA INVESTIGACIÓN	30
5.1. ETAPA RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN	30
6. TABULACIÓN DE INFORMACIÓN	31
6.1 DIAGNOSTICO DE LA RED EXISTENTE	31
6.1.1. Relación máxima “q/Q”	31
6.1.2. Factor máximo horario de A.R.	31
6.1.3. Coeficiente de escorrentía	32
6.1.4. Periodo de Retorno	33

6.1.5. Tiempo de Concentración (tc)	34
6.1.6. Intensidad de la precipitación.....	36
6.2. CAUDALES DE DISEÑO	37
6.2.1. Caudal Medio Diario de Agua Residual.....	37
6.2.2. Caudal Máximo Horario (QMH).....	37
6.2.3. Caudal de Infiltración (Qi)	37
6.3. Caudal Total (Caudal de Diseño)	37
6.3.1. Caudal Pluvial (Qp).....	38
6.4. LEVANTAMIENTO ALTIPLANIMÉTRICO DE LA ZONA	39
6.4.1. Marco sismo – tectónico y geológico.	39
6.4.2. Aspectos Geográficos.	39
6.4.3. Marco Geológico.....	40
6.4.4. Llanura Aluvial.....	40
6.4.5. Nivel Freático.	41
6.5. AMENAZAS GEOTECNICAS	42
6.5.1. Amenazas Geotécnicas.	42
6.5.1.1. Erosión o tubificación al abatir el nivel freático.	42
6.5.1.2. Licuación del estrato de arenas en un evento sísmico.	43
6.6. ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN	43
6.6.1. Excavación a cielo abierto.	43
6.6.2. Pozos para el abatimiento del nivel freático (“Well-points”).	43
6.6.3. Alternativa de construcción recomendada.	44
7. CIMENTACIÓN DE LA TUBERÍA.....	45
7.1. DISEÑO HIDRÁULICO DEL ALCANTARILLADO PROYECTADO	46
7.1.1. Alcantarillado Sanitario.....	46
7.1.1.1. Caudales de diseño.	46
7.1.1.2. Caudal máximo horario (qmh).....	46
7.1.2. Caudal de infiltración (QI)	46
7.1.3. Velocidades y pendientes.	46
7.2. CURVA DE LLUVIAS	49
7.2.1. Curvas zona oriental.	49
7.3. COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	51
7.4. ALCANTARILLADO PLUVIAL	52
7.4.1. Período de retorno de la lluvia de diseño.....	52
7.4.2. Determinación de áreas de drenaje.....	53
7.4.3. Diámetro interno mínimo.....	53
7.4.4. Relación máxima entre la profundidad y el diámetro de la <i>tubería</i>	53
7.4.5. Profundidades de instalación de las tuberías.....	53
7.4.5.1. Profundidad mínima a la cota clave de las tuberías.....	53
7.4.5.2. Profundidad máxima a la cota clave de las tuberías.....	54
8. PRESUPUESTO DE OBRA.	55
9.4. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	58
9.4.1. Recursos Humanos	58
9.4.2. Recursos Institucionales	60
9.4.3. Recursos Técnicos.....	60

9.4.4. Recursos Económicos. El diseño organizacional se realizará con recursos propios.....	60
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS.....	63

LISTA DE TABLAS

Págs.

Tabla 1. Eventos de Notificación Obligatoria. Comuna 14, año 2014.....	16
Tabla 2. Valores estimados de producción de aguas residuales domésticas.	
.....	21
Tabla 3. Diámetro de tuberías.....	23
Tabla 4. Coeficientes de escorrentía ponderados.....	26
Tabla 5. Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad.....	26
Tabla 6. Periodos de retorno recomendados según el grado de protección del sistema.....	27
Tabla 7. Grado de protección según el nivel de complejidad del sistema.....	28
Tabla 8. Relación máxima “q/Q”.....	31
Tabla 9. Factor máximo horario de A.R.....	32
Tabla 10. Coeficiente de escorrentía.....	33
Tabla 11. Periodos de retorno recomendados según el grado de protección del sistema.....	33
Tabla 12. Tiempo de recorrido (tr) o tiempo de viaje.....	35
Tabla 13. Intensidad de la precipitación	36
Tabla 14. Caudal Total (Caudal de Diseño).....	38
Tabla 15. Caudal Pluvial (Qp).....	39
Tabla 16. Cotas del nivel freático en perforaciones.....	41
Tabla 17. Caudal máximo horario (qmh).....	47
Tabla 18. Velocidades y pendientes.....	48
Tabla 19. Curvas zona oriental.....	50
Tabla 20. Coeficiente de escorrentía ponderados.....	51
Tabla 21. Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad.....	51
Tabla 22. Periodos de retorno recomendados según el grado de protección del sistema.....	52
Tabla 23. Grado de protección según el nivel de complejidad del sistema.....	53
Tabla 24. Presupuesto de obra Empresas Municipales de Cali E.I.C.E. E.S.P.....	55

LISTA DE FIGURAS

Págs.

Figura 1. Comuna 14 Zona Oriental de Cali.	14
Figura 2. Cimentación de la tubería.	45

INTRODUCCIÓN

La falta de conciencia ambiental y de consideración con el entorno ha generado contaminación en los cuerpos de agua de toda la ciudad con descargas constantes de aguas residuales por conexiones erradas. Estos vertimientos son altamente nocivos por los porcentajes elevados de materia orgánica y microrganismos que llegan a los ríos careciendo de los tratamientos adecuados afectando los ecosistemas marinos y ocasionando contaminación bacteriológica, orgánica y química del agua.

El desplazamiento forzado al que se han visto obligadas cientos de familias como consecuencia del conflicto armado ha generado en Santiago de Cali la constitución de barrios que fueron originados por asentamientos de desarrollo incompleto en zonas de protección de ríos y zonas verdes.

En la ciudad de Santiago de Cali, el río Cauca es el destinatario final de la red de alcantarillado pluvial, alimentada por la zona suroccidental, la zona suroriental y la zona norte.

La zona suroccidental está compuesta por el canal ferrocarril que recoge las aguas de los canales Santa Elena, Nueva Granada, Autopista 2 y Olímpico, el Canal Cañaveralejo que no solo recibe las aguas del Río Cañaveralejo y canales de la zona, también recibe las aguas residuales de asentamientos de desarrollo incompleto que están ubicados en la parte alta sobre la cuenca del Río. El Canal Nápoles recoge la zona de los cerros el cual aporta su flujo al Río Meléndez y finalmente el Río Lilí siendo el último en aportar por medio del Canal Sur .

La zona suroriental compuesta por una red principal conformada por el dique marginal al Río Cauca, el canal interceptor sur, el canal oriental, la estación de bombeo Paso del Comercio y las lagunas de regulación Pondaje y Charco Azul.

La zona norte vierte al Río Cali y cuenta con la estación de bombeo de Floralia.

EMCALI comprometida con el mejoramiento significativo en la reducción de vertimientos de cargas contaminante a los ríos que atraviesan el perímetro urbano de Santiago de Cali y especialmente del río Cauca, en la última actualización del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV incluyó proyectos como la optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR Cañaveralejo,

y entre las estrategias para la prevención y eliminación de conexiones erradas con la expectativa de contribuir al mejoramiento de la calidad de las fuentes de agua de nuestro municipio planea extender las redes de alcantarillado a las zonas que no cuentan con este servicio.

1. FORMULACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES DE LA PROBLEMÁTICA.

La zona oriental de la ciudad de Santiago de Cali corresponde a un área total de 6200 Ha, delimitada por el río Cauca, la línea férrea (Calle 25), Canal Sur y la Carrera Primera. En la Grafica 1 se presenta la ubicación de la zona oriental.

El drenaje pluvial de la zona se realiza a través de una red de canales, siendo los más representativos: Canal Oriental, Canal Carrera Tercera, Canal Monark, Canal Saavedra Galindo, Canal Autopista, Canal Nueva Floresta, Canal Cañaveralejo, Canal Figueroa, Cauquita Sur, Cauquita Norte, Canal Secundario y Canal Puerto Mallarino.

La comuna 14 está localizada en la zona denominada popularmente "Distrito de Aguablanca" al Oriente de la Ciudad de Cali, contigua al área rural del Corregimiento de Navarro y al área de expansión "Poligonal E", al norte y al oriente está ubicada el área de expansión definido en el Plan de Desarrollo Municipal de Cali como Decepaz (misma Poligonal E), al sur se ubica la comuna 15 y el corregimiento de Navarro y al occidente se encuentra la comuna 13.

La Comuna 14 está conformada por los barrios y sectores: Alfonso Bonilla Aragón, Las Orquídeas, Manuela Beltrán, Alirio Mora Beltrán, Puertas del Sol, Promociones Populares, los Naranjos I, II y III, Marroquín I, Marroquín II, sector Los Mangos, existen algunos asentamientos nuevos. El canal Cauquita sur divide los barrios Marroquín II del barrio Alfonso Bonilla Aragón.

Figura 1. Comuna 14 Zona Oriental de Cali.



Fuente: Área de Topografía EMCALI EICE ESP.

El mal funcionamiento de los interceptores, canales y colectores, genera la descarga de aguas residuales al canal oriental medio y finalmente al río Cauca de manera

directa, aportando una carga significativa de contaminación a esta importante arteria fluvial del País, cuyo impacto es mayor en épocas de verano.

1.2. SÍNTOMAS QUE REFLEJAN LA SITUACIÓN DEL PROBLEMA.

La secretaría de Salud de Santiago de Cali publicó un informe del Análisis de la Situación integral de Salud – ASIS – en septiembre de 2015, en donde entre otros aspectos relacionan la situación de problemas por morbilidad, la morbilidad es la cantidad de personas enfermas o víctimas de enfermedad en el sector y en un tiempo determinado. Es un dato estadístico para comprender la evolución o retroceso de alguna enfermedad, las razones de su surgimiento. Como se puede apreciar en la tabla de notificaciones obligatorias del Informe ASIS (ilustración 2) existen gran cantidad de casos de enfermedades transmitidas por vectores, microbacterianas, factores de riesgo ambiental, entre otras que tendrían que ver con el canal. Se puede evidenciar el impacto en la salud del sector según el informe que es claro en el resumen “En la comuna 14 según SIVIGILA de la Secretaría de Salud Pública Municipal para el año 2014, se presentaron 47 eventos de *, con el mayor número de casos en tosferina (20); enfermedades trasmitidas por vectores 243 eventos, con 272 casos de dengue y 5 en dengue grave; 255 casos de agresiones por animales potencialmente peligrosos; y en eventos de enfermedades no transmisibles 408 casos, destacándose los casos de violencia contra la mujer, violencia sexual y violencia intrafamiliar (VCM, VIF, SX) con 286 casos, 47 eventos de bajo peso al nacer, 2 casos de mortalidad materna y 29 casos de mortalidad perinatal”¹

¹ Secretaria de Salud Pública Municipal, Municipio de Santiago de Cali, Análisis de Situación Integrada de Salud, ASIS Comuna 14. Santiago de Cali, Septiembre. 2015.

Tabla 1. Eventos de Notificación Obligatoria. Comuna 14, año 2014.

GRUPO EVENTOS	EVENTOS	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
INMUNOPREVENIBLES	ESI - IRAG (VIGILANCIA CENTINELA)	4	4	8
	HEPATITIS A	1	5	6
	INFECCION RESPIRATORIA AGUDA GRAVE IRAG	1	6	7
	PARALISIS FLACIDA AGUDA (MENORES DE 15			0
	PAROTIDITIS	1	3	4
	RUBEOLA			0
	SARAMPION	1	1	1
	TETANOS ACCIDENTAL		1	1
	TOS FERINA	10	10	20
ENFERMEDADES TRASMITIDAS POR	MORTALIDAD POR IRA			0
	ENFERMEDAD TRANSMITIDA POR ALIMENTOS O	6	2	8
	FIEBRE TIFOIDEA Y PARATIFOIDEA	1		1
ENFERMEDADES TRASMITIDAS POR VECTORES	CHICUNGUN	3	5	8
	DENGUE	146	126	272
	DENGUE GRAVE	2	3	5
	MALARIA ASOCIADA (FORMAS MIXTAS)			0
	MALARIA COMPLICADA	1		1
	MALARIA FALCIPARUM	1	1	2
	MALARIA VIVAX	3	2	5
INFECCIONES DE TRASIMISION SEXUAL	MORTALIDAD POR DENGUE			0
	HEPATITIS B, C Y COINFECCIÓN HEPATITIS B Y			
	DELTA		3	3
	SIFILIS CONGENITA	12	8	20
	SIFILIS GESTACIONAL		52	52
MICOBACTERIAS	VIH/SIDA/MORTALIDAD POR SIDA	15	13	28
	TUBERCULOSIS	25	14	39
	TUBERCULOSIS EXTRA PULMONAR	1	1	2
	TUBERCULOSIS FÁRMACORRESISTENTE	1	1	2
	TUBERCULOSIS PULMONAR	3	8	11
ZOONOSIS	LEPRA			0
	ACCIDENTE OFIDICO			0
	AGRESIONES POR ANIMALES POTENCIALMENTE			
	TRANSMISORES DE RABIA	109	146	255
	RABIA HUMANA			0
CTORES DE RIESGO AMBIENTAL	LEPTOSPIROSIS	10	4	14
	INTOXICACION POR GASES			0
	INTOXICACION POR MEDICAMENTOS	7	11	18
	INTOXICACION POR METALES PESADOS			0
	INTOXICACION POR OTRAS SUSTANCIAS QUIMICAS	6	5	11
	INTOXICACION POR PLAGUICIDAS	8	18	26
	INTOXICACION POR SOLVENTES	2		2
	INTOXICACION POR SUSTANCIAS PSICOACTIVAS	3		3
	INTOXICACIONES POR SUSTANCIAS QUIMICAS	2		2
ENFERMEDADES NO TRASMISIBLES	ANOMALIAS CONGENITAS	2	1	3
	BAJO PESO AL NACER	1	46	47
	CANCER EN MENORES DE 18 AÑOS			0
	CANCER INFANTIL	1	1	2
	DEFECTOS CONGENITOS	4	6	10
	LEUCEMIA AGUDA PEDIATRICA LINFOIDE	1		1
	MALNUTRICION		1	1
	MORBILIDAD MATERNA EXTREMA		27	27
	MORTALIDAD MATERNA		2	2
	MORTALIDAD PERINATAL Y NEONATAL TARDIA		29	29
EVENTO SIN ESTABLECER	MORTALIDAD POR DESNUTRICION			0
	VCM, VIF, VSX	47	239	286
POR CLASIFICAR				0
ENCEFALITIS DEL NILO OCCIDENTAL EN HUMANOS				0
EXPOSICION A FLUOR				0
LEISHMANIASIS CUTANEA		1	1	1
LEGIONES POR ARTEFACTOS EXPLOSIVOS		4	1	5
LEGIONES POR POLVORA		2		2
MENINGITIS MENINGOCOCCICA				0
MENINGITIS POR NEUMOCOCO				0
MENINGITIS TUBERCULOSA				0
CHAGAS				0
VARICELA INDIVIDUAL		170	126	296

Fuente: Secretaría de Salud Pública Municipal, SIVIGILA. 2014

El canal Cauquita Sur presenta ciertas limitaciones en su funcionamiento por tener una superficie en tierra. Cuando un canal no está revestido presenta mayor arrastre de lodos y materiales contaminantes en todo su recorrido y aumenta el volumen de sedimentos en el fondo de su sección, disminuyendo su capacidad hidráulica y por lo tanto el volumen a transportar para la cual fue diseñada, por lo que en épocas fuerte lluvia en el área de influencia del canal se aumenta el riesgo de inundación por desbordamiento o rebose de este, igualmente por su superficie en tierra genera malos olores, la utilización de sus taludes como sitios de vertimiento de desechos sólidos, los asentamientos humanos y pequeñas parcelas de sembrados. Naturalmente se busca mejorar las condiciones hidráulicas actuales del canal con el menor costo posible y que permita disminuir los valores de limpieza y mantenimiento del canal existente, el mantenimiento de zonas verdes es difícil ya que esta vegetación tipo maleza alcanza hasta invadir la sección hidráulica del canal, además de problemas de basuras y escombros que son arrojados a su interior, provocando represamientos por obstrucciones, a la par se pretende acabar con escurreimientos de aguas residuales a cielo abierto y conexiones erradas que son por concepto del departamento de Ingeniería ya son inmanejables y que han contaminado y deteriorado hasta límites muy altos la calidad del agua. Los estudios de calidad de agua reposan en el laboratorio de la planta de tratamiento de aguas residuales de Cañaveralejo PTAR-C.

Por lo anterior, este tipo de canales requieren de un mantenimiento adecuado de manera periódica para el control de vectores y evitar la propagación de enfermedades en el sector adyacente y de intervenciones definitivas que permitan mitigar todos los riesgos que se generan a raíz de la disminución en la capacidad de transporte.

Existen pequeñas parcelas con cultivos de plátano y algunos frutales, desestabilizando los taludes del canal y disminuyendo la capacidad hidráulica para la cual fue diseñado.

Por su actual condición, propicia que al canal Oriental Superior le llegue material de arrastre conformado por lodos y basuras, que contribuyen al mal funcionamiento del sistema de drenaje oriental.

En respuesta a estas situaciones, se planea interceptar las aguas residuales del sector mediante las redes de alcantarillado en las zonas donde no tienen y un colector en la margen derecha al canal con el fin de retirar las aguas servidas del sistema controlando así este vertimiento. El retiro de las aguas servidas y residuos sólidos mejorará la calidad ambiental del canal de aguas lluvias (canal oriental

superior), mejorará su drenaje y beneficiará la calidad de vida de las personas que viven en los alrededores del mismo.

Según el Ingeniero Emilio Corrales Jefe del Departamento de Ingeniería de la Gerencia Estratégica de Negocio de Acueducto y Alcantarillado de EMCALI EICE ESP, por la condición actual de las conexiones erradas y los vertimientos directos al canal, se puede pensar en un colector en la margen derecha del canal, que permita conducir estas aguas residuales al colector Oriental que transporte las aguas residuales a la planta de Tratamiento PTAR-C, pero explica igualmente que como el área tributaria del canal en gran porcentaje está ubicado en la margen derecha aguas abajo del canal (Costado Norte), como muestra la ilustración 5, pues quedaría un colector de mayor tamaño en ese costado debido al área tributaria que es mayor a este lado.

2. JUSTIFICACIÓN

El Canal Cauquita Sur es un receptor de aguas servidas de los asentamientos cercanos que descargan sus aguas por conexiones erradas directamente a su cauce, además de carecer de la infraestructura necesaria para la recolección, transporte y tratamiento de las mismas, situación que se ha manifestado por la generación de olores ofensivos, vectores y roedores, el área de estudio posee un problema grave de contaminación por aguas residuales, la empresa EMCALI EICE ESP, su departamento de ingeniería trata este canal como un canal de aguas residuales al que le llegan aguas lluvias en temporada invernal, la tendencia del departamento se encamina a separar las aguas residuales de las lluvias antes de la entrega al colector oriental que es el que transporta las aguas residuales a la planta de tratamiento PTAR-C.

Existen pequeñas parcelas con cultivos de plátano y algunos frutales, desestabilizando los taludes del canal y disminuyendo la capacidad hidráulica para la cual fue diseñado.

Por su actual condición, propicia que al canal Oriental le llegue material de arrastre conformado por lodos y basuras, que contribuyen al mal funcionamiento del sistema de drenaje oriental.

De acuerdo a estas situaciones, con el fin de controlar este vertimiento y retirar las aguas servidas entregándolas al colector oriental que conduce las aguas servidas hasta la PTAR-C se planea el diseño de un colector en la margen derecha del canal. Las aguas lluvias ya separadas se plantea entregarlas al Canal Oriental Superior, el retiro de las aguas servidas y residuos sólidos mejorarán la calidad ambiental del canal de aguas lluvias (canal oriental superior), mejorará su drenaje y beneficiará la calidad de vida de las personas que viven en los alrededores del mismo.

EMCALI EICE ESP tiene la obligación permanente de invertir en el bienestar de la comunidad. Se pretende hacer el diseño de una red de alcantarillado para controlar los vertimientos de aguas residuales al canal con el fin último de hacer espacio de mejor calidad de vida. Esta es la instrucción del Departamento de Ingeniería y este estudio servirá de insumo en la decisión de construir este colector sanitario. El Departamento de Ingeniería es claro en su requerimiento, como cliente interno se le atiende, se les ha planteado alternativas, pero esgrimen razones de costos, manejo, tiempo y compromisos institucionales que en el desarrollo de este trabajo de grado serán ampliamente especificados y estudiados.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseño de las redes y colector margen derecha de alcantarillado combinado de la Comuna 14 para el Mejoramiento de un Kilómetro del Canal Cauquita Sur en Santiago de Cali de las Empresas Municipales de Cali - EMCALI EICE ESP.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar el diagnóstico de la infraestructura actual de los barrios contiguos al canal Cauquita Sur.
- Determinar los caudales de diseño de la red de alcantarillado Combinado.
- Realizar el levantamiento altiplanimétrico de la zona.
- Realizar el diseño hidráulico del alcantarillado combinado.
- Elaborar los planos de diseño en planta – perfil del alcantarillado combinado.
- Realizar el presupuesto de obra.

4. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

EMCALI EICE ESP busca mejorar las condiciones del sector del Canal Cauquita Sur en aspectos de salubridad y de calidad de vida, razón por la cual, se piensa en el diseño de una obra que permita dar solución a este problema.

4.1. ALCANTARILLADO SANITARIO

4.1.1. Producción de aguas residuales domésticas.

El caudal de aguas residuales se calculará con base en el factor de producción, el cual es función del uso del suelo. El valor de este factor será determinado por la Gerencia de Acueducto y será incluido como dato básico del diseño. A manera de información y como dato de referencia se presentan valores estimados de producción de aguas residuales (ver tabla siguiente tabla).

Tabla 2. Valores estimados de producción de aguas residuales domésticas.

Estracto socio económico	Tipo de vivienda	Producción estimada de aguas residuales domésticas(l/hab/día)
1	Multifamiliar	200
	Unifamiliar	200
2	Multifamiliar	210
	Unifamiliar	210
3	Multifamiliar	220
	Unifamiliar	220
4	Multifamiliar	230
	Unifamiliar	230
5	Multifamiliar	250
	Unifamiliar	270
6	Multifamiliar	270
	Unifamiliar	270

Fuente: EMCALI. Normas para el diseño de sistemas de alcantarillado. 1999.

4.1.2. Caudales de diseño.

Los caudales sanitarios deben tener capacidad suficiente para transportar de manera simultánea los siguientes caudales:

- Caudal Máximo Horario de aguas residuales domésticas.
- Caudal de Aguas Residuales Comerciales, Industriales e Institucionales.
- Caudal de Aguas de Infiltración
- Caudal de Aguas Lluvias de dilución provenientes de las estructuras de separación o aliviaderos.
- Conexiones erradas (aguas lluvias al alcantarillado sanitario en sistemas de alcantarillado separado).

4.1.3. Caudal máximo horario (QMH).

El caudal máximo horario de aguas residuales domésticas se determina utilizando la siguiente expresión:

$$QMH = F * Qm$$

Donde:

QMH: Caudal máximo horario de aguas residuales (l/s)

F: Factor para caudal máximo horario:

Qm: Caudal medio diario (l/s)

$$F = \frac{2.30}{Qm 0.062}$$

En los tramos iniciales el caudal de diseño de los conductos sanitarios será de 2.0 l/s hasta un punto en el cual el caudal calculado, teniendo en cuenta el área tributaria, iguale o supere el valor de 2.0 l/s.

4.1.4. Caudal de infiltración (QI).

Para la ciudad de Santiago de Cali el caudal de infiltración fluctúa entre 0,005 l/s/Ha. y 0,18 l/s/Ha. El factor a utilizar en los diseños los suministrara la Gerencia de Acueducto y Alcantarillado en los datos básicos, dependiendo del sector.

4.1.5. Tamaño de los conductos.

El tamaño de los conductos depende del caudal de diseño, el cual se determina según el numeral anterior. El diámetro de los tubos a utilizar se determinara

tomando como valor máximo la relación entre caudal de diseño y caudal a tubo lleno, de 0.90.

Los diámetros en la tubería a usar en los diseños se muestran en la Tabla XXX; se expresaran en milímetros (mm) y se colocará entre paréntesis el valor en pulgadas (").

Tabla 3. Diámetro de tuberías.

Diámetro (Milímetros)	Diámetro (Pulgadas)	Diámetro (Milímetros)	Diámetro (Pulgadas)
150	6	900	36
200	8	1000	
250	10	1100	
300	12	1200	
350	14	1300	
375	15	1400	
400	16	1500	
450	18	1600	
500	20	1700	
525	21	1800	
600	24	2000	
675	27	2150	
750	30	2300	
825	33	2450	

Fuente: EMCALI. Normas para el diseño de sistemas de alcantarillado. 1999.

El tamaño mínimo para alcantarillado combinado será de 250mm (10"). Para conexiones domiciliares se usarán tuberías de 200mm (8") de diámetro como mínimo.

El diámetro máximo para tuberías de hormigón simple será de 1000mm. Como norma general se indica que podrán utilizarse en el diseño tuberías de concreto reforzado en cualquier diámetro, cuando las condiciones de carga lo exijan o se prevean condiciones muy favorables a la corrosión.

4.1.6. Velocidades y pendientes.

Todas las redes de alcantarillado combinado deberán quedar diseñadas y construidas con pendientes hidráulicas suficientes para que se tengan velocidades medias a conducto lleno no inferiores a 0.75 m/s en los tramos iniciales y de 0.60 m/s en los siguientes, con base en la aplicación de la fórmula de Kuttler o Manning.

Para caudales y velocidades según pendiente y diámetro de la tubería, en el ANEXO 1 se presentan tabulados para diferentes diámetros comerciales los valores correspondientes para velocidad y caudal a tubo lleno, calculados con base en la expresión de Manning para n=0.013.

Bajo ciertas condiciones especiales, pueden permitirse velocidades ligeramente menores que chequeadas por fuerza tractiva estén por encima de 0,12 Kg/m², que es el valor asumido como mínimo para aguas residuales. La fuerza tractiva está definida por la siguiente expresión:

$$F = 1000 * RH * P$$

Donde:

F: Fuerza tractiva, Kg/m²

RH: Radio hidráulico, m

P: Pendiente, m/m

Las velocidades máximas permisibles para caudal de diseño en las redes de aguas residuales serán de 6.00 m/s. en casos especiales podrán aceptarse, a criterio de la Gerencia de Acueducto y Alcantarillado y debidamente sustentadas, velocidades superiores, considerando el material de la tubería y el diseño de los respectivos anclajes.

4.1.7. Características de las aguas residuales.

Se debe tener en cuenta el carácter de las aguas residuales que circularán por los conductos que proyecta, con el fin de ajustarse a lo dispuesto en el reglamento para la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado.

La Gerencia de Acueducto y Alcantarillado se reserva el derecho de negar el permiso para construir los desagües para residuos industriales no tratados, si las características de estos pueden tener efecto perjudicial para la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado o sobre el tratamiento actual o futuro de las aguas negras, o sobrepasan los límites permisibles de contaminación de las fuentes receptoras.

4.1.8. Curva de lluvias.

Se utilizarán las siguientes curvas de intensidad, frecuencia y duración:

4.1.8.1. Curvas zona plana.

Aplicables para la ciudad de Santiago de Cali excluyendo la zona suroccidente con cotas superiores a 1150 m.s.n.m y la zona Oriental.

$$\text{Para } t \leq 40 \text{ minutos: } I = \frac{401048.160 * Tr^{0,204818}}{(t+70.25)^{1.95}} * \frac{1}{0,36}$$

$$\text{Para } t > 40 \text{ minutos: } I = \frac{914.78 * Tr^{0,204502}}{(t+6.3)^{0.805}} * \frac{1}{0,36}$$

4.1.8.2. Curvas zona altas sur occidental.

Curvas aplicables para la zona sr occidental, localizadas por encima de la cota 1150 m.s.n.m.

$$\text{Para } t \leq 80 \text{ minutos: } I = \frac{351.676 * Tr^{0,309}}{t^{0.6152}} * \frac{1}{0,36}$$

$$\text{Para } t > 80 \text{ minutos: } I = \frac{3251.57 * Tr^{0,309}}{(t+30.30)^{1.046}} * \frac{1}{0,36}$$

4.1.8.3. Curvas zona oriental.

Curvas aplicables en la zona oriental, limitada entre el Canal Sur, Rio Cali y la Autopista Oriental. Para tiempos de concentración menores de 10 min se debe usar la intensidad obtenida para 10 minutos.

$$I = \frac{(3818.30) Tr^{0,2375}}{(t + 32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0,36}$$

Donde:

I= Intensidad de lluvia

Tr= frecuencia de retorno en años

t= tiempo de concentración en minutos

Las anteriores curvas se encuentran tabuladas en los ANEXOS 2.

4.1.9. Coeficiente De Escorrentia.

Usando el “Método Racional” se empleara la siguiente Tabla para obtener coeficiente de escorrentía ponderado.

Tabla 4. Coeficientes de escorrentía ponderados.

Según el tipo de suelo	Coeficiente de escorrentía ponderados
a) Zonas Comerciales o industriales	0.90
b) Urbanizaciones tipo unifamiliar con edificación continua que incluye zona cubierta, patios y antejardín.	0.45 – 0.55
c) Urbanizaciones con manzanas de bloque Multifamiliares separados.	0.40 – 0.60
d) Urbanizaciones con manzanas de bloque Multifamiliares agrupados.	0.60 – 0.75
e) Urbanizaciones en sectores suburbanos (parcelaciones).	0.25 – 0.40
f) Laderas desprotegidas de vegetación.	0.60
g) Laderas protegidas con vegetación.	0.30

Fuente: EMCALI. Normas para el diseño de sistemas de alcantarillado. 1999.

Tabla 5. Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad.

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0,75-0,95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,70-0,95
Vías adoquinadas	0,70-0,85
Zonas comerciales o industriales	0,60-0,95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre éstos	0,60-0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,40-0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,20-0,35

Fuente: EMCALI. Normas para el diseño de sistemas de alcantarillado. 1999

4.2. ALCANTARILLADO PLUVIAL

4.2.1. Periodo de diseño.

Se debe tener en cuenta tanto el período de diseño como el período de retorno de la lluvia de diseño. El primero de estos corresponde al horizonte de tiempo sobre el

cual se hace la planeación del proyecto, dentro del cual se deben tener en cuenta variaciones características de impermeabilidad y producción de escorrentía de la cuenca, los cuales son funciones del tiempo. Mientras que el segundo hace referencia al tiempo esperado para que ocurra la lluvia con la cual se ha diseñado el sistema de alcantarillado.

De acuerdo con la Resolución 2320 de 2000, expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o aquélla que la modifique o sustituya, los períodos de diseño de las redes de alcantarillado de aguas lluvias son: de 30 años para los sistemas con nivel de complejidad alto y de 25 años para los demás sistemas. En aquellos casos en los cuales el análisis de costo mínimo sugiera un desarrollo por etapas, esto debe tenerse en cuenta para propósitos de diseño en el período de diseño

4.2.2. Período de retorno de la lluvia de diseño.

El período de retorno de diseño debe determinarse de acuerdo con la importancia de las áreas y con los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan ocasionar a los habitantes, el tráfico vehicular, el comercio, la industria, etc. La selección del período de retorno está asociada con las características de protección e importancia del área de estudio y, por lo tanto, el valor adoptado debe estar justificado de acuerdo con dicho criterio. En la siguiente Tabla se establecen los valores de períodos de retorno de acuerdo con el grado de protección, con las características del área de drenaje y el tamaño total de dicha área para el sistema o sector diseñado.

Tabla 6. Periodos de retorno recomendados según el grado de protección del sistema.

Características del área de drenaje	Mínimo (años)	Aceptable (años)	Recomendado (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 ha	2	2	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores a 10 ha	5	5	10
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores a 1000 ha	10	25	50
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 ha	25	50	100

Fuente: Minvivienda. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS. 2016.

Dependiendo del nivel de complejidad del sistema, las autoridades locales deben definir el grado de protección, según lo señalado en la tabla anterior dentro de las categorías de mínimo, aceptable o recomendado. En cualquier caso este grado de protección, o período de retorno debe ser igual o mayor al presentado en la siguiente.

Tabla 7. Grado de protección según el nivel de complejidad del sistema.

Nivel de Complejidad del Sistema	Grado de protección igual o mayor al:
Bajo y Medio	Mínimo
Medio Alto	Aceptable
Alto	Recomendado

Fuente: Minvivienda. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS. 2016.

4.2.3. Determinación de áreas de drenaje.

Para el diseño de redes de alcantarillado de aguas lluvias, el trazado debe seguir las calles del municipio o localidad. La extensión y el tipo de áreas que drenan hacia un determinado tramo deben determinarse en forma individual, incluyendo el área tributaria propia del tramo bajo consideración. Las áreas de drenaje deben determinarse mediante medición directa en planos y su delimitación debe ser consistente con el sistema de drenaje natural del municipio.

4.2.4. Diámetro interno mínimo.

En las redes de recolección y evacuación de aguas lluvias, y principalmente en los primeros tramos, la sección circular es la más usual para las tuberías. El diámetro interno mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias es 215 mm. Sin embargo, en casos especiales, en particular en sistemas con niveles de complejidad bajo y medio, y con plena justificación por parte del diseñador, puede reducirse en los tramos iniciales a 170 mm.

4.2.5. Relación máxima entre la profundidad y el diámetro de la tubería.

En el diseño se debe permitir y establecer una profundidad de flujo máxima en cada una de las tuberías con el fin de permitir una adecuada aireación para el flujo dentro de cada tramo. El valor máximo permisible para la profundidad de flujo, contemplada en el diseño, debe ser del 100% del diámetro real interno de cada una de las tuberías.

4.2.6. Profundidades de instalación de las tuberías

4.2.6.1. Profundidad mínima a la cota clave de las tuberías.

Las conexiones domiciliarias y las tuberías de aguas lluvias deben localizarse por debajo de las tuberías de acueducto. Las tuberías de aguas lluvias deben localizarse a una profundidad que no interfiera con las conexiones domiciliarias de aguas residuales al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. En general deben considerarse las interferencias con otras redes. El tipo de cimentación y relleno deben estar de acuerdo con lo estipulado en el Título G del RAS: "Aspectos Complementarios". Adicionalmente la profundidad mínima a la cota clave de los tramos de aguas lluvias debe seguir los mismos criterios dados en el literal D.3.3.11.1 de este título.

4.2.6.2. Profundidad máxima a la cota clave de las tuberías.

La máxima profundidad de las tuberías de aguas lluvias debe seguir los mismos parámetros señalados en el literal D.3.3.11.2 de este título.

4.3. ALCANTARILLADOS COMBINADOS

Este sistema se compone de las estructuras de transporte y recolección por el mismo colector de las aguas lluvias y aguas residuales

Los colectores de este tipo de sistema están obligados a tener la capacidad necesaria para el transporte simultáneo de los caudales de diseño del alcantarillado pluvial y sanitario.

En los sitios que por sus condiciones se limite el uso de sistemas de alcantarillado separado se puede adoptar el sistema de alcantarillado combinado, teniendo en cuenta los costos de disposición de las aguas residuales.

Un alcantarillado combinado debe ser analizado teniendo en cuenta el tratamiento de las aguas residuales diluidas, con el fin de cumplir con las leyes vigentes sobre vertimientos a los cuerpos de agua encargados de recibir.

5. METODOLOGÍA PARA LA INVESTIGACIÓN

5.1. ETAPA RECOLGIMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los pasos siguientes serán la forma del cómo se va a desarrollar y analizar el tema, con un enfoque guiado por el director del trabajo de grado.

- Recopilación de la Información
- Composición estructura propuesta de grado
- Inicio actividades de consulta expertos
- Desarrollo del tema de investigación
- Desarrollo Memorias de Calculo
- Recopilar resultados
- Digitación Memoria de la propuesta
- Presentación presupuesto de la propuesta
- Revisión borrador propuesta por el aspirante
- Revisión borrador propuesta por el asesor
- Revisión borrador propuesta por el aspirante 2
- Revisión borrador propuesta por el asesor 2
- Aprobación borrador propuesta por el asesor
- Publicación y socialización Propuesta de grado
- Presentación y sustentación propuesta grado

Se acudirá a expertos en Diseño e información existente en planos, estudio y documentos de EMCALI, así mismo, se consultarán resultados producidos con los mismos expertos, igualmente se utilizarán metodologías propuestas por las normas EMCALI y las académicas de la UMNG a que haya lugar.

6. TABULACIÓN DE INFORMACIÓN

6.1 DIAGNOSTICO DE LA RED EXISTENTE

El diagnóstico del alcantarillado existente se realizó de acuerdo a las normas de diseño para alcantarillado de EMCALI EICE ESP y en los casos en que fue necesario, con la norma RAS, 2000 - Titulo D.

6.1.1. Relación máxima “q/Q”.

Se refiere a la relación entre el caudal real de diseño (q) y el caudal a tubo lleno. De acuerdo con la norma EMCALI EICE ESP se estableció un valor máximo de 0.90 para “q/Q”.

Tabla 8. Relación máxima “q/Q”.

Localización	CAMARA		LONG.	CAUDAL TOTAL DISEÑO	PENDIENTE A BATEA	PENDIENTE A TERRENO	PENDIENTE DE DISEÑO	DIAM.	CAUDAL MAXIMO	q/Q	CHEQUEO
	DE	A									
Diag 26 P7 entre transv 87 y 83	323	326	89,44	44,63	0,17	-0,47	0,17	16	85,3	0,52	OK
Diag 26 P7 entre transv 80 y 83	329	326	11,16	4,14	1,08	0,18	1,08	8	34,0	0,12	OK
Transv 83 entre Diag 26 P7 y 26 P6	326	316	39,33	59,50	0,33	-0,10	0,33	16	119,7	0,50	OK
Diag 26 P6 entre transv 83 y 80	320	316	87,03	135,53	0,30	-1,00	0,30	18	155,8	0,87	OK
Diag 26 P6 entre transv 80 y 83	315	316	36	13,89	1,36	1,17	1,36	8	38,3	0,36	OK
Transv 83 entre Diag 26 P6 y 26 P5	316	308	40,91	218,17	0,78	1,15	0,78	21	334,0	0,65	OK
Diag 26 P5 entre transv 87 y 83	305	308	86,88	44,63	0,24	-0,87	0,24	16	102,4	0,44	OK
Diag 26 P5 entre transv 80 y 83	312	308	69,25	34,71	0,23	1,20	0,23	10	28,6	1,21	NO
Transv 83 entre Diag 26 P5 y 26 P4	308	296	39,54	328,14	1,01	1,47	1,01	24	617,6	0,53	OK
Diag 26 P4 entre transv 77 y 80	292	293	27,92	8,48	0,64	0,97	0,64	10	47,7	0,18	OK
Diag 26 P4 entre transv 80 y 83	293	296	89,04	52,89	0,37	0,11	0,37	12	58,9	0,90	OK
Transv 83 entre Diag 26 P4 y 26 P3	296	280	38,75	373,53	0,34	0,65	0,34	24	355,6	1,05	NO
Diag 26 P3 entre transv 77 y 80	289	284	55,43	23,14	0,18	-0,11	0,18	12	41,1	0,56	OK
Diag 26 P3 entre transv 80 y 83	284	280	90,49	69,42	0,31	1,61	0,31	12	53,8	1,29	NO
Transv 83 entre Diag 26 P3 y 26 P2	280	265	39,66	454,52	0,83	0,23	0,83	24	560,1	0,81	OK
Diag 26 P2 entre transv 80 y 83	260	265	91,03	46,28	1,08	1,10	1,08	12	100,3	0,46	OK
Transv 83 entre Diag 26 P3 y 26 P2	265	245	39,71	512,37	0,25	-0,30	0,25	24	308,1	1,66	NO
Diag 26 P1 entre transv 87 y 83	242	245	86,48	44,63	0,79	-0,51	0,79	24	544,5	0,08	OK
Diag 26 P1 entre transv 83 y 80	245	250	91,18	603,27	0,34	-0,70	0,34	28	540,0	1,12	NO
Diag 26 P1 entre transv 77 y 80	250	253	61,21	633,02	0,20	-0,42	0,20	30	585,5	1,08	NO
Diag 26 P1 entre transv 73 y 77	253	254	83,18	674,34	0,37	-0,84	0,37	30	807,3	0,84	OK
Diag 26 P1 con transv 73	254	Canal	28,42	718,59	0,70	0,35	0,70	30	1109,3	0,65	OK

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2. Factor máximo horario de A.R.

Para el cálculo del Caudal Máximo Horario (QMH) se utilizó el factor de Mayoración que recomienda la Norma EMCALI E.I.C.E E.S.P (1999).

$$F = \frac{2.3}{Q_{md}^{0.062}}$$

Donde:

Q_{md}: Caudal medio diario de agua residual

Tabla 9. Factor máximo horario de A.R.

Localización	CAMARA		LONG.	FACTOR MAXIMO HORARIO
	DE	A		
Diag. 26 P7 entre transv 87 y 83	323	326	2,56	2,56
Diag. 26 P7 entre transv 80 y 83	329	326	3,01	3,01
Transv 83 entre Diag. 26 P7 y 26 P6	326	316	2,52	2,52
Diag. 26 P6 entre transv 83 y 80	320	316	2,39	2,39
Diag. 26 P6 entre transv 80 y 83	315	316	2,79	2,79
Transv 83 entre Diag. 26 P6 y 26 P5	316	308	2,32	2,32
Diag. 26 P5 entre transv 87 y 83	305	308	2,56	2,56
Diag. 26 P5 entre transv 80 y 83	312	308	2,60	2,60
Transv 83 entre Diag. 26 P5 y 26 P4	308	296	2,27	2,27
Diag. 26 P4 entre transv 77 y 80	292	293	2,84	2,84
Diag 26 P4 entre transv 80 y 83	293	296	2,54	2,54
Transv 83 entre Diag 26 P4 y 26 P3	296	280	2,25	2,25
Diag 26 P3 entre transv 77 y 80	289	284	2,67	2,67
Diag 26 P3 entre transv 80 y 83	284	280	2,49	2,49
Transv 83 entre Diag 26 P3 y 26 P2	280	265	2,22	2,22
Diag 26 P2 entre transv 80 y 83	260	265	2,56	2,56
Transv 83 entre Diag 26 P3 y 26 P2	265	245	2,20	2,20
Diag 26 P1 entre transv 87 y 83	242	245	2,56	2,56
Diag 26 P1 entre transv 83 y 80	245	250	2,18	2,18
Diag 26 P1 entre transv 77 y 80	250	253	2,17	2,17
Diag 26 P1 entre transv 73 y 77	253	254	2,17	2,17
Diag 26 P1 con transv 73	254	Canal	2,16	2,16

Fuente: Elaboración propia.

6.1.3. Coeficiente de escorrentía.

Según la norma de EMCALI E.I.C.E E.S.P (1999), para urbanizaciones con manzanas de bloque multifamiliares agrupados, el coeficiente debe estar entre 0.6 y 0.75. El RAS, 2000 menciona que para zona residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras el coeficiente debe estar entre 0.6 y 0.75. Las clasificaciones anteriores se ajustan a las características de la zona de estudio.

Dando cumplimiento a la norma de EMCALI y teniendo en cuenta las recomendaciones del RAS, 2000 se optó por un valor de 0.70.

Tabla 10. Coeficiente de escorrentía.

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0,75-0,95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,70-0,95
Vías adoquinadas	0,70-0,85
Zonas comerciales o industriales	0,60-0,95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre éstos	0,60-0,75
Residencial unit familiar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,40-0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,20-0,35

Fuente: EMCALI. Normas para el diseño de sistemas de alcantarillado. 1999.

6.1.4. Periodo de Retorno.

De acuerdo al RAS (2000) se recomiendan 5 años para tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 Ha.

Para estimar el periodo de retorno se utilizó la tabla del Título D del RAS 2000.

Tabla 11. Periodos de retorno recomendados según el grado de protección del sistema.

Características del área de drenaje	Mínimo (años)	Aceptable (años)	Recomendado (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 ha	2	3	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 ha	2	5	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 ha	3	5	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores a 10 ha	5	5	10
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores a 1000 ha	10	25	50
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 ha	25	50	100

Fuente: Minvivienda. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS. 2016

6.1.5. Tiempo de Concentración (tc).

Para el método racional el tiempo de concentración (tc) se obtuvo mediante la suma del tiempo de concentración inicial o tiempo de entrada (ti) y el tiempo de recorrido (tr).

El tiempo de concentración mínimo en pozos iniciales es de 10 mínimo y máximo 20 minutos.

Si dos o más colectores confluyen a la misma estructura de conexión, debe considerarse como tiempo de concentración en ese punto el mayor de los tiempos de concentración de los respectivos colectores que llegan.

- Tiempo de entrada o tiempo de concentración inicial (ti)

De acuerdo a la norma RAS, 2012 - Titulo D para calcular el tiempo de entrada se recomienda utilizar la fórmula de la FAA (Federal Aviation Administration) de los Estados Unidos.

$$T_e = \frac{0.707 \cdot (1.1 - C) \cdot L^{\frac{1}{2}}}{S^{\frac{1}{3}}}$$

Donde:

C = Coeficiente de impermeabilidad (adimensional).

L = Longitud máxima de flujo de escorrentía superficial (m).

S = Pendiente promedio entre el punto más alejado y el punto de entrada a la red (m/m).

- **Tiempo de recorrido (tr) o tiempo de viaje**

Para determinar el tiempo de recorrido del tramo de alcantarillado con mayor longitud en la zona de estudio, se realizó el chequeo hidráulico de los colectores, teniendo en cuenta la velocidad y la longitud.

La velocidad a asumir en cada tramo de alcantarillado es de 1,2 m/s.

Se procede a calcular el tiempo de recorrido mediante la siguiente expresión:

$$tr = \frac{L}{60 * V}$$

Dónde:

tr: Tiempo de Recorrido (min)

L: Longitud tramo (m)

V: Velocidad real (m/s)

Una vez definido el tiempo de concentración inicial (ti) y el tiempo de recorrido (tr) se halló el tiempo de concentración, mediante la siguiente ecuación:

$$tc = ti + tr$$

Dónde:

tc: tiempo de concentración (min)

ti: tiempo de concentración inicial (min)

tr: tiempo de recorrido (min)

Tabla 12. Tiempo de recorrido (tr) o tiempo de viaje.

Localización	CAMARA		LONG.	AREA TRIBUTARIA			DE	(Minutos)		
				(Has)		ESCORREN	CONCE -	ENTRADA	RECO-	
	DE	A		mtS	ATRAS	PROPIA	TOTAL	TIA	TRACION	RRIDO
Diag 26 P7 entre transv 87 y 83	323	326	89,44	0,00	0,27	0,27	0,70	20,00	226,23	1,24
Diag 26 P7 entre transv 80 y 83	329	326	11,16	0,00	0,02	0,02	0,70	10,00	4,40	0,16
Transv 83 entre Diag 26 P7 y 26 P6	326	316	39,33	0,29	0,07	0,36	0,70	20,00	50,47	0,55
Diag 26 P6 entre transv 83 y 80	320	316	87,03	0,00	0,82	0,82	0,70	20,00	123,58	1,21
Diag 26 P6 entre transv 80 y 83	315	316	36	0,00	0,07	0,07	0,70	11,72	11,22	0,50
Transv 83 entre Diag 26 P6 y 26 P5	316	308	40,91	1,25	0,07	1,32	0,70	20,00	22,19	0,57
Diag 26 P5 entre transv 87 y 83	305	308	86,88	0,00	0,27	0,27	0,70	20,00	152,47	1,21
Diag 26 P5 entre transv 80 y 83	312	308	69,25	0,00	0,21	0,21	0,70	20,00	127,14	0,96
Transv 83 entre Diag 26 P5 y 26 P4	308	296	39,54	1,80	0,07	1,87	0,70	17,13	16,58	0,55
Diag 26 P4 entre transv 77 y 80	292	293	27,92	0,00	0,05	0,05	0,70	18,76	18,37	0,39
Diag 26 P4 entre transv 80 y 83	293	296	89,04	0,05	0,27	0,32	0,70	20,00	101,91	1,24
Transv 83 entre Diag 26 P4 y 26 P3	296	280	38,75	2,19	0,07	2,26	0,70	20,00	49,00	0,54
Diag 26 P3 entre transv 77 y 80	289	284	55,43	0,00	0,14	0,14	0,70	20,00	130,33	0,77
Diag 26 P3 entre transv 80 y 83	284	280	90,49	0,14	0,28	0,42	0,70	20,00	124,05	1,26
Transv 83 entre Diag 26 P3 y 26 P2	280	265	39,66	2,68	0,07	2,75	0,70	20,00	20,22	0,55
Diag 26 P2 entre transv 80 y 83	260	265	91,03	0,00	0,28	0,28	0,70	20,00	35,87	1,26
Transv 83 entre Diag 26 P3 y 26 P2	265	245	39,71	3,03	0,07	3,10	0,70	20,00	66,89	0,55
Diag 26 P1 entre transv 87 y 83	242	245	86,48	0,00	0,27	0,27	0,70	20,00	46,65	1,20
Diag 26 P1 entre transv 83 y 80	245	250	91,18	3,37	0,28	3,65	0,70	20,00	113,76	1,27
Diag 26 P1 entre transv 77 y 80	250	253	61,21	3,65	0,18	3,83	0,70	20,00	132,44	0,85
Diag 26 P1 entre transv 73 y 77	253	254	83,18	3,83	0,25	4,08	0,70	20,00	94,68	1,16
Diag 26 P1 con transv 73	254	Canal	28,42	4,08	0,05	4,13	0,70	17,53	17,13	0,39

Fuente: Elaboración propia.

6.1.6. Intensidad de la precipitación

La norma EMCALI EICE E.S.P (1999) establece la siguiente fórmula para el cálculo de las curvas IDF aplicable para la ciudad de Santiago de Cali en la zona oriental, limitada entre el Canal Sur, Rio Cali y la Autopista Oriental:

$$I = \frac{(3818.30) Tr^{0.2375}}{(t + 32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0.36}$$

Dónde

I: intensidad (L/s*Ha)

Tr: Frecuencia de Retorno (años)

tc: tiempo de concentración (minutos)

Tabla 13. Intensidad de la precipitación

Localización	CAMARA	LONG.	AREA TRIBUTARIA			COEFIC.	TIEMPO			INTENSID. DE LLUVIA LPS/HA	CAUDAL AGUAS LLUVIAS	
			(Has)				DE	(Minutos)				AGUAS
			DE	A	mts	ATRAS	PROPIA	TOTAL	TIA	TRACION	LLUVIAS	
										RRIDO	LPS	
Diag 26 P7 entre transv 87 y 83	323	326	89,44	0,00	0,27	0,27	0,70	20,00	226,23	1,24	235,86	44,58
Diag 26 P7 entre transv 80 y 83	329	326	11,16	0,00	0,02	0,02	0,70	10,00	4,40	0,16	295,44	4,14
Transv 83 entre Diag 26 P7 y 26 P6	326	316	39,33	0,29	0,07	0,36	0,70	20,00	50,47	0,55	235,86	59,44
Diag 26 P6 entre transv 83 y 80	320	316	87,03	0,00	0,82	0,82	0,70	20,00	123,58	1,21	235,86	135,38
Diag 26 P6 entre transv 80 y 83	315	316	36	0,00	0,07	0,07	0,70	11,72	11,22	0,50	283,21	13,88
Transv 83 entre Diag 26 P6 y 26 P5	316	308	40,91	1,25	0,07	1,32	0,70	20,00	22,19	0,57	235,86	217,93
Diag 26 P5 entre transv 87 y 83	305	308	86,88	0,00	0,27	0,27	0,70	20,00	152,47	1,21	235,86	44,58
Diag 26 P5 entre transv 80 y 83	312	308	69,25	0,00	0,21	0,21	0,70	20,00	127,14	0,96	235,86	34,67
Transv 83 entre Diag 26 P5 y 26 P4	308	296	39,54	1,80	0,07	1,87	0,70	17,13	16,58	0,55	250,42	327,80
Diag 26 P4 entre transv 77 y 80	292	293	27,92	0,00	0,05	0,05	0,70	18,76	18,37	0,39	241,95	8,47
Diag 26 P4 entre transv 80 y 83	293	296	89,04	0,05	0,27	0,32	0,70	20,00	101,91	1,24	235,86	52,83
Transv 83 entre Diag 26 P4 y 26 P3	296	280	38,75	2,19	0,07	2,26	0,70	20,00	49,00	0,54	235,86	373,13
Diag 26 P3 entre transv 77 y 80	289	284	55,43	0,00	0,14	0,14	0,70	20,00	130,33	0,77	235,86	23,11
Diag 26 P3 entre transv 80 y 83	284	280	90,49	0,14	0,28	0,42	0,70	20,00	124,05	1,26	235,86	69,34
Transv 83 entre Diag 26 P3 y 26 P2	280	285	39,66	2,68	0,07	2,75	0,70	20,00	20,22	0,55	235,86	454,02
Diag 26 P2 entre transv 80 y 83	260	265	91,03	0,00	0,28	0,28	0,70	20,00	35,87	1,26	235,86	46,23
Transv 83 entre Diag 26 P3 y 26 P2	265	245	39,71	3,03	0,07	3,10	0,70	20,00	66,89	0,55	235,86	511,81
Diag 26 P1 entre transv 87 y 83	242	245	86,48	0,00	0,27	0,27	0,70	20,00	46,65	1,20	235,86	44,58
Diag 26 P1 entre transv 83 y 80	245	250	91,18	3,37	0,28	3,65	0,70	20,00	113,76	1,27	235,86	602,61
Diag 26 P1 entre transv 77 y 80	250	253	61,21	3,65	0,18	3,83	0,70	20,00	132,44	0,85	235,86	632,33
Diag 26 P1 entre transv 73 y 77	253	254	83,18	3,83	0,25	4,08	0,70	20,00	94,68	1,16	235,86	673,61
Diag 26 P1 con transv 73	254	Canal	28,42	4,08	0,05	4,13	0,70	17,53	17,13	0,39	248,30	717,85

Fuente: Elaboración propia.

6.2. CAUDALES DE DISEÑO

6.2.1. Caudal Medio Diario de Agua Residual.

El caudal medio diario de agua residual (Q_{md}), se determinó mediante las tablas de producción media de Aguas Residuales Domésticas de EMCALI, 1999. En este caso el área de drenaje hace parte de la comuna 14, barrio Marroquín II.

Producción media de Agua Residual Domestica (F.A.R) para el sector es de 0.65 L/s/Ha.

Entonces, el caudal medio diario de agua residual (Q_m) será:

$$Q_m = F \cdot AR \left(\frac{L}{s \cdot Ha} \right) * A (Ha)$$

6.2.2. Caudal Máximo Horario (QMH).

El caudal máximo horario se encontró mediante la siguiente ecuación:

$$QMH = F * Qm$$

6.2.3. Caudal de Infiltración (Qi).

Para la ciudad de Santiago de Cali el caudal de infiltración fluctúa entre 0,005 l/s/Ha. y 0,18 l/s/Ha. según EMCALI E.I.C.E E.S.P. Para el diseño se optó por el valor más crítico 0,18 l/s/Ha.

6.3. Caudal Total (Caudal de Diseño)

Como el sistema de Alcantarillado es combinado, el caudal total (QT) es la suma del caudal máximo de agua residual doméstica (QMH) y el caudal pluvial (Qp). Como se muestra en la ecuación:

$$QT = QMH + Qp + Qi$$

Tabla 14. Caudal Total (Caudal de Diseño)

Localización							AGUAS NEGRAS				
	CAMARA		AREA TRIBUTARIA			CAUDAL MEDIO	CAUDAL INFILTRACION	CAUDAL CONEXIONES ERRADAS	CAUDAL MAXIMO HORARIO	CAUDAL TOTAL DISEÑO	
			(Has)								
	DE	A	ATRAS	PROPIA	TOTAL	L.P.S.	L.P.S.	L.P.S.	L.P.S.	L.P.S.	L.P.S.
Diag 26 P7 entre transv 87 y 83	323	326	0,00	0,27	0,27	0,18	0,05	0,00	0,00	44,63	
Diag 26 P7 entre transv 80 y 83	329	326	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	4,14	
Transv 83 entre Diag 26 P7 y 26 P6	326	316	0,29	0,07	0,36	0,23	0,06	0,00	0,00	59,50	
Diag 26 P6 entre transv 83 y 80	320	316	0,00	0,82	0,82	0,53	0,15	0,00	0,00	135,53	
Diag 26 P6 entre transv 80 y 83	315	316	0,00	0,07	0,07	0,05	0,01	0,00	0,00	13,89	
Transv 83 entre Diag 26 P6 y 26 P5	316	308	1,25	0,07	1,32	0,86	0,24	0,00	0,00	218,17	
Diag 26 P5 entre transv 87 y 83	305	308	0,00	0,27	0,27	0,18	0,05	0,00	0,00	44,63	
Diag 26 P5 entre transv 80 y 83	312	308	0,00	0,21	0,21	0,14	0,04	0,00	0,00	34,71	
Transv 83 entre Diag 26 P5 y 26 P4	308	296	1,80	0,07	1,87	1,22	0,34	0,00	0,00	328,14	
Diag 26 P4 entre transv 77 y 80	292	293	0,00	0,05	0,05	0,03	0,01	0,00	0,00	8,48	
Diag 26 P4 entre transv 80 y 83	293	296	0,05	0,27	0,32	0,21	0,06	0,00	0,00	52,89	
Transv 83 entre Diag 26 P4 y 26 P3	296	280	2,19	0,07	2,26	1,47	0,41	0,00	0,00	373,53	
Diag 26 P3 entre transv 77 y 80	289	284	0,00	0,14	0,14	0,09	0,03	0,00	0,00	23,14	
Diag 26 P3 entre transv 80 y 83	284	280	0,14	0,28	0,42	0,27	0,08	0,00	0,00	69,42	
Transv 83 entre Diag 26 P3 y 26 P2	280	265	2,68	0,07	2,75	1,79	0,50	0,00	0,00	454,52	
Diag 26 P2 entre transv 80 y 83	260	265	0,00	0,28	0,28	0,18	0,05	0,00	0,00	46,28	
Transv 83 entre Diag 26 P3 y 26 P2	265	245	3,03	0,07	3,10	2,02	0,56	0,00	0,00	512,37	
Diag 26 P1 entre transv 87 y 83	242	245	0,00	0,27	0,27	0,18	0,05	0,00	0,00	44,63	
Diag 26 P1 entre transv 83 y 80	245	250	3,37	0,28	3,65	2,37	0,66	0,00	0,00	603,27	
Diag 26 P1 entre transv 77 y 80	250	253	3,65	0,18	3,83	2,49	0,69	0,00	0,00	633,02	
Diag 26 P1 entre transv 73 y 77	253	254	3,83	0,25	4,08	2,65	0,73	0,00	0,00	674,34	
Diag 26 P1 con transv 73	254	Canal	4,08	0,05	4,13	2,68	0,74	0,00	0,00	718,59	

Fuente: Elaboración propia.

6.3.1. Caudal Pluvial (Qp).

Para áreas de drenaje menores a 100 Ha, EMCALI, 1999 recomienda el método racional para determinar el caudal pluvial (Caudal pico del evento). De acuerdo con el sistema de unidades que se utilizó la ecuación del método racional es:

$$Q_p = C * I * A$$

Dónde:

Qp = Caudal pico de aguas lluvias (L/s)

C = Coeficiente de escorrentía (adimensional)

I = Intensidad de precipitación (L/s/ha)

A = Área tributaria (Ha)

Tabla 15. Caudal Pluvial (Qp).

Localización	CAMARA	AREA TRIBUTARIA			COEFIC.	INTENSID. DE LLUVIA LPS/HA	CAUDAL AGUAS LLUVIAS	
		(Has)						
		DE	A	ATRAS	PROPIA	TOTAL	TIA	
Diag 26 P7 entre transv 87 y 83	323	326	0,00	0,27	0,27	0,70	235,86	44,58
Diag 26 P7 entre transv 80 y 83	329	326	0,00	0,02	0,02	0,70	295,44	4,14
Transv 83 entre Diag 26 P7 y 26 P6	326	316	0,29	0,07	0,36	0,70	235,86	59,44
Diag 26 P6 entre transv 83 y 80	320	316	0,00	0,82	0,82	0,70	235,86	135,38
Diag 26 P6 entre transv 80 y 83	315	316	0,00	0,07	0,07	0,70	283,21	13,88
Transv 83 entre Diag 26 P6 y 26 P5	316	308	1,25	0,07	1,32	0,70	235,86	217,93
Diag 26 P5 entre transv 87 y 83	305	308	0,00	0,27	0,27	0,70	235,86	44,58
Diag 26 P5 entre transv 80 y 83	312	308	0,00	0,21	0,21	0,70	235,86	34,67
Transv 83 entre Diag 26 P5 y 26 P4	308	296	1,80	0,07	1,87	0,70	250,42	327,80
Diag 26 P4 entre transv 77 y 80	292	293	0,00	0,05	0,05	0,70	241,95	8,47
Diag 26 P4 entre transv 80 y 83	293	296	0,05	0,27	0,32	0,70	235,86	52,83
Transv 83 entre Diag 26 P4 y 26 P3	296	280	2,19	0,07	2,26	0,70	235,86	373,13
Diag 26 P3 entre transv 77 y 80	289	284	0,00	0,14	0,14	0,70	235,86	23,11
Diag 26 P3 entre transv 80 y 83	284	280	0,14	0,28	0,42	0,70	235,86	69,34
Transv 83 entre Diag 26 P3 y 26 P2	280	265	2,68	0,07	2,75	0,70	235,86	454,02
Diag 26 P2 entre transv 80 y 83	260	265	0,00	0,28	0,28	0,70	235,86	46,23
Transv 83 entre Diag 26 P3 y 26 P2	265	245	3,03	0,07	3,10	0,70	235,86	511,81
Diag 26 P1 entre transv 87 y 83	242	245	0,00	0,27	0,27	0,70	235,86	44,58
Diag 26 P1 entre transv 83 y 80	245	250	3,37	0,28	3,65	0,70	235,86	602,61
Diag 26 P1 entre transv 77 y 80	250	253	3,65	0,18	3,83	0,70	235,86	632,33
Diag 26 P1 entre transv 73 y 77	253	254	3,83	0,25	4,08	0,70	235,86	673,61
Diag 26 P1 con transv 73	254	Canal	4,08	0,05	4,13	0,70	248,30	717,85

Fuente: Elaboración propia.

6.4. LEVANTAMIENTO ALTIPLANIMÉTRICO DE LA ZONA

6.4.1. Marco sismo – tectónico y geológico.

Del Proyecto de Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Santiago de Cali (MZSCali), llevado a cabo por INGEOMINAS en convenio con el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA), se han extractado algunos apartes de importancia para este documento:

6.4.2. Aspectos Geográficos.

La ciudad de Santiago de Cali, está ubicada en la región andina del sur occidente de Colombia, en medio de las cordilleras occidental y central, en el Valle que forma el río Cauca. Al sur se encuentran los departamentos de Cauca y Nariño. Al occidente se encuentra el litoral Pacífico Central y Sur. Al noroccidente la zona montañosa del Chocó y Risaralda, y al nororiente los departamentos de Tolima, Quindío y Caldas. Sus coordenadas geográficas corresponden a 3° 27' de latitud norte y a 76° 32' de longitud oeste, la altura promedio es de 1200 m.s.n.m.

El clima regional y particularmente el de la ciudad de Cali están controlados por su posición ecuatorial y por la forma y disposición de las cordilleras. En el área urbana de Cali hay precipitaciones del orden de 600 mm al año, con promedio de 1600 mm al sur y 1000 mm al norte, y en las cercanías a Cali, como es el caso de los Farallones, los promedios anuales llegan a 4000 mm. El municipio de Cali está dividido en 7 subcuencas hidrográficas conformadas por los ríos: Pance, Lilí, Meléndez, Cañaveralejo, Cali y Aguacatal, y parte de la cuenca del río Cauca”.

6.4.3. Marco Geológico.

Del Proyecto de Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Santiago de Cali (MZSCali) a través del convenio con el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA) y bajo el desarrollo técnico de Ingeominas, se han extractado algunos apartes de importancia para el proyecto:

6.4.4. Llanura Aluvial.

Esta unidad se localiza al extremo oriental de la zona estudiada y está conformada por depósitos antiguos del río Cauca, dejados a lo largo de la evolución y divagación del cauce, conformando una zona plana dentro de la cual se localiza, entre otros, gran parte del distrito de Aguablanca y el sector de Navarro. Sobre esta unidad se han depositado los abanicos aluviales y se han desarrollado las formas actuales de los diferentes drenajes que discutan el área.

“En general, los depósitos son sueltos y están conformados por materiales heterogéneos que varían entre gravas, arenas, limos y arcillas, predominando la mezcla entre ellas”.

“El canal Cauquita Sur se localiza específicamente sobre depósitos aluviales activos y terrazas (Sal7). Son los depósitos aluviales recientes y actuales, sueltos, acumulados en las llanuras y márgenes de los ríos y arroyos encontrados a manera de barras, playas y terrazas, con tamaños de grano, arena, grava, cantos y bloques, cuya composición corresponde a rocas ígneas (diabásicas, dioritas, anfibolitas) y sedimentarios (areniscas, conglomerados y chert), provenientes de la cordillera Occidental”.

“Esta unidad (llanura aluvial) se localiza al extremo oriental de la zona estudiada esta conformada por depósitos antiguos del río Cauca, se caracteriza por la presencia de una capa de materiales limos arcillosos de un espesor entre 5 y 10m sobre consolidados, suprayaciendo al depósito de arenas finas normalmente consolidados de compactación suelta a medianamente compacta, que en profundidad va aumentando su tamaño hasta gravas finas y medianamente compactadas, en algunas exploraciones hacia los 50m de profundidad se llegó a encontrar estratos de limo verdoso de consistencia muy dura mezcladas con capas de material orgánico.

Esta zona se caracteriza por presentar un relieve suave y deprimido, con redes de drenaje que reflejan la posición de líneas antiguas de drenaje. El área aproximada de esta zona es de 60.7 km², siendo ésta la zona más amplia, cuyas características descritas hace que se deba estudiar con especial cuidado el posible fenómeno de licuación de las arenas y el corrimiento lateral en las márgenes del río Cauca. El espesor aproximado del depósito esta entre 800 y 1400m al terciario y entre 1.6 a 2.2km al basamento”.

6.4.5. Nivel Freático.

La posición del nivel freático en la llanura aluvial del río cauca (LLIRC) está directamente ligada con los niveles del agua del río Cauca. Las primeras investigaciones fueron realizadas por un convenio entre CVC – EMCALI, hace más de 15 años, de los resultados de instalación de aproximadamente 30 piezómetros en el oriente de la ciudad (LLAIRC) y mediciones diarias durante un año aproximadamente. Se concluyó que los niveles pueden variar ± 3m aproximadamente, dependiendo del tiempo seco o lluvioso que se registre.

En la actualidad el fenómeno Niño/Niña ha cambiado la meteorología de la región, y se evidencian valores extremos del nivel del río Cauca, el cual influencia directamente el nivel freático de la llanura aluvial del río Cauca.

Investigaciones realizadas por el ingeniero Villafaña, G, (1993), en la Planta de Tratamiento de Puerto Mallarino, concluyen igualmente que la cota del nivel freático está ligada a la cota del nivel de aguas del río Cauca. Los datos registrados a continuación son aproximados, pero son una guía para el diseño del método constructivo de las obras hidrosanitarias en la llanura aluvial del río Cauca. La cota del nivel freático más baja registrada puede ser aproximadamente la 54 (EMCALI) y/o 44 (CMT) y la más alta la 57 (EMCALI) y/o 47 CMT. Información que se ha verificado en varios proyectos realizados en el oriente de la ciudad.

En el cuadro siguiente se consignan las cotas aproximadas del nivel freático en las perforaciones analizadas por los consultores y CESCO LTDA.

Tabla 16. Cotas del nivel freático en perforaciones

PERFORACION No.	COTA (aproximada)
1	945,9
2	946,9
3	946,7
4	948

Fuente: EMCALI. Normas para el diseño de sistemas de alcantarillado. 1999.

6.5. AMENAZAS GEOTECNICAS

6.5.1. Amenazas Geotécnicas.

Son dos las amenazas geotécnicas presentes en el suelo del corredor del canal Cauquita Sur:

6.5.1.1. Erosión o tubificación al abatir el nivel freático.

Debido a la profundidad a la que se diseñan, los sistemas importantes de la infraestructura sanitaria del oriente de la ciudad de Santiago de Cali, su construcción requiere de excavaciones por debajo del nivel freático que interceptan los estratos de limos arenosos y arena. Las excavaciones solo se pueden realizar si se eliminan o reducen las filtraciones de agua hacia ellas.

En los métodos convencionales de excavaciones drenadas con zanjas colectoras y sumideros, la mayor parte del agua emerge del pie de los taludes y es conducida por zanjas hacia uno o varios sumideros, desde donde se bombean hasta los canales de descarga. La extracción del agua ocasiona el ablandamiento y la erosión del pie de los taludes debido a que en estos sitios la velocidad de filtración alcanza su máximo valor.

Además, debido a la heterogeneidad de los depósitos del área el agua brota en forma de pequeños chorros de agua. Si el suelo contiene capas de arena, o limo arenosos con plasticidad menor al 10% y pasa tamiz 200 menor al 60 - 70%, se puede producir el arrastre y lavado de los finos. Cuando los chorros de agua se producen en el fondo de la excavación, con dichos chorros como punto de arranque, la erosión subterránea puede retrogradar y formar túneles o tubos, ocasionando el fenómeno denominado tubificación. La rotura de estos túneles causa el hundimiento de la superficie del terreno que rodea las excavaciones y produce la falla de los taludes. Las fuerzas de la filtración ascendente de las excavaciones ocasionan levantamiento de los niveles del fondo e incrementan la presión de poros con lo cual el suelo pierde resistencia al esfuerzo cortante y alcanza la condición de arena movediza.

En terrenos constituidos por arenas finas que pueden ser arrastradas, o en formaciones arenosas con pequeña permeabilidad, para el bombeo del agua son necesarias las líneas de pozos que además deben ubicarse a menores separaciones para lograr efectividad del abatimiento requerido; en estos casos son comunes las líneas de tubos filtrantes con bombas eyectoras o bien, los llamados pozos-punta o "Well-points".

Los tubos filtrantes de tipo "Well-points" son unidos a un colector mediante una junta articulada. El principio está basado en el de venturi, según el cual, el agua a gran presión crea un vacío en la tubería de conducción, si esta tiene un estrechamiento. Los tubos filtrantes terminan en una punta con doble válvula, la superior evita las pérdidas de agua durante la inyección de hinca y la inferior sirve para evitar la entrada de arena durante el mismo proceso.

6.5.1.2. Licuación del estrato de arenas en un evento sísmico.

La licuación es una condición que generalmente ocurre en suelos arenosos saturados, en la cual el suelo pierde su resistencia y se comporta como un fluido muy viscoso debido a la generación de altas presiones en el agua que se encuentra entre los granos (presión de poros), cuando los esfuerzos de corte inducidos por el sismo llegan a ser críticos. En algunos tramos del canal Cauquita Sur, es probable que el estrato de arena se lique durante un evento sísmico de una falla cortical ($M>6.5$), en los sitios donde la arena está suelta (NSPT < 15).

6.6. ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCIÓN

6.6.1. Excavación a cielo abierto.

No se recomienda realizar excavaciones a cielo abierto con abatimiento convencional del nivel freático, ya que se puede generar erosión o tubificación como se dijo anteriormente.

6.6.2. Pozos para el abatimiento del nivel freático ("Well-points").

El sistema de pozos punta o "well point" permite abatir el nivel freático hasta 3.6 m de profundidad, con una sola hilera de lanzas (Ver figura No. 13 - Anexo A). Para profundidades mayores de 3.6m se necesitan dos hileras de pozos punta escalonadas. La permeabilidad del suelo también influye, pero esta profundidad se puede considerar para fines de análisis en este proyecto.

Para trabajar en seco, si se dispone de una hilera de 200 lanzas well point, para separarlas a distancias de un metro (equipo disponible en la región), para fines de presupuesto se puede considerar que los recintos serían como máximo de 20m de ancho por 80m de largo. El contratista puede reducir el área, previa aprobación de

la interventoría, pero el costo por hora de secado sería el mismo, con menor área de trabajo. El tiempo de instalación de 200 lanzas well point puede estar entre 3 a 6 días. El tiempo en que tarda el equipo en abatir el nivel freático es de unas 4 horas, dependiendo si se utilizan una o dos bombas.

Secado el recinto con lanzas well point, es necesario que el contratista trabaje durante dos jornadas, pues el equipo no puede parar durante la noche, ya que se recuperaría de nuevo el nivel freático.

El recinto de trabajo se debe aislar con ataguías transversales al canal, de unos 3m de ancho. Las aguas negras del canal serán desviadas mediante un canal auxiliar superficial en tierra, o revestido con plástico para impermeabilizarlo, el cual entregará al canal aguas abajo del recinto de trabajo.

6.6.3. Alternativa de construcción recomendada.

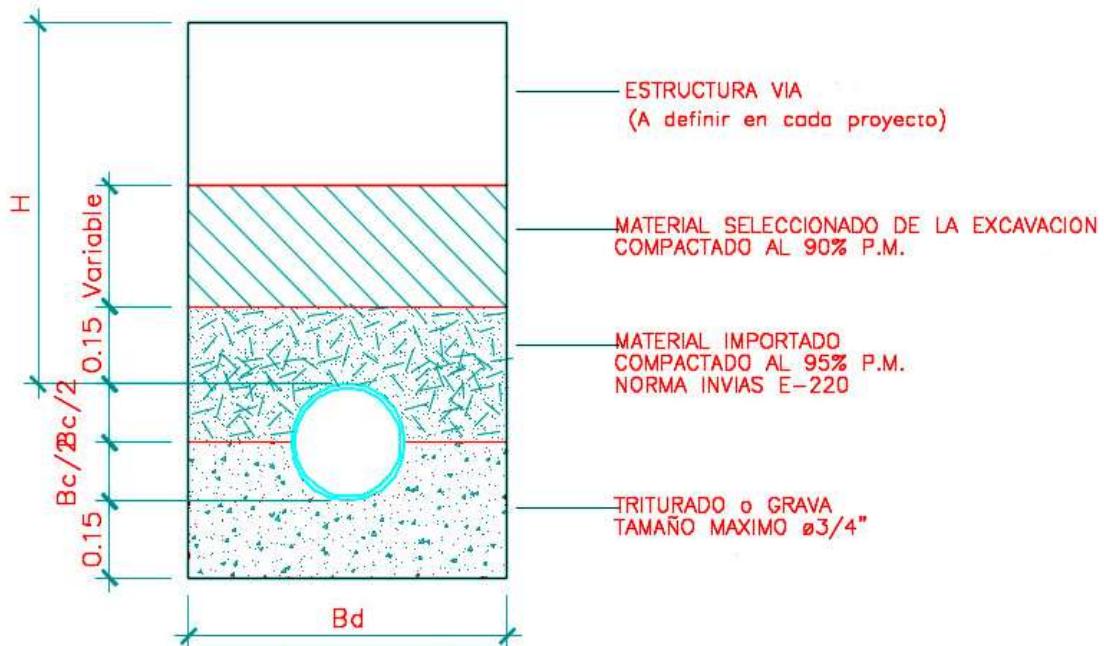
Para reducir los costos de abatimiento del nivel freático, ya que el método constructivo está directamente ligado con la posición del nivel freático y la presencia de limos arenosos y/o arenas limosas. Para fines de presupuesto, se considera que se debe tener en cuenta que se requiere abatimiento del nivel freático con una hilera de lanzas Well point.

7. CIMENTACIÓN DE LA TUBERÍA

Los consultores, con base en las propiedades geotécnicas del suelo de cimentación, recomiendan colocar la tubería sobre una cama filtro de 15cm de espesor, la cual se colocará sobre un geotextil no tejido PAVCO 3000 o equivalente que encapsulará una capa de grava triturada tipo filtro de tamaño máximo 3/4"; esta capa se llevará hasta la mitad de la altura de la tubería como mínimo.

Para fines de presupuesto, se recomienda incrementar el volumen calculado de grava en un 15% por migración de material sobre el suelo natural durante el proceso de compactación. La primera capa de relleno (hasta 0.5Ø) con "grava" compactada en capas de 30 cm al 90% del proctor modificado, y la segunda capa con material importado hasta 0.5 Ø, compactada en capas de 30 cm al 95% del proctor modificado.

Figura 2. Cimentación de la tubería.



Fuente: EMCALI. Normas para el diseño de sistemas de alcantarillado. 1999.

7.1. DISEÑO HIDRÁULICO DEL ALCANTARILLADO PROYECTADO.

7.1.1. Alcantarillado Sanitario

7.1.1.1. Caudales de diseño.

Conexiones erradas (aguas lluvias al alcantarillado sanitario en sistemas de alcantarillado separado).

7.1.1.2. Caudal máximo horario (qmh).

El caudal máximo horario de aguas residuales domésticas se determina utilizando la siguiente expresión:

$$QMH = F * Qm$$

Donde:

QMH: Caudal máximo horario de aguas residuales (l/s)

F: Factor para caudal máximo horario:

Qm: Caudal medio diario (l/s)

$$F = \frac{2.30}{Qm \ 0.062}$$

7.1.2. Caudal de infiltración (QI).

Para la ciudad de Santiago de Cali el caudal de infiltración fluctúa entre 0,005 l/s/Ha. y 0,18 l/s/Ha. El factor a utilizar en los diseños es de 0.18l/s/Ha de acuerdo al sector de la ciudad.

7.1.3. Velocidades y pendientes.

Todas las redes de alcantarillado sanitario deberán quedar diseñadas y construidas con pendientes hidráulicas suficientes para que se tengan velocidades medias a conducto lleno no inferiores a 0.75 m/s en los tramos iniciales y de 0.60 m/s en los siguientes, con base en la aplicación de la fórmula de Kuttler o Manning. Para caudales y velocidades según pendiente y diámetro de la tubería, en el ANEXO 1 se presentan tabulados para diferentes diámetros comerciales los valores correspondientes para velocidad y caudal a tubo lleno, calculados con base en la expresión de Manning para n=0.013.

Tabla 17. Caudal máximo horario (qmh).

Localización	AGUAS NEGRAS						
	CAMARA		FACTOR MAXIMO HORARIO	CAUDAL MEDIO	CAUDAL INFILTRACION	CAUDAL MAXIMO HORARIO	CAUDAL TOTAL DISEÑO
	DE	A				L.P.S.	L.P.S.
COMBINADO							
Transv 94 entre Diag 26P 16 y Transv 87	1290A	1290B	2,77	0,05	0,01	0,14	12,70
Transv 87 entre Transv 103 y 94	1290C	1290B	2,89	0,02	0,01	0,07	7,08
Transv 87 entre Transv 94 y Diag 26 P16	1290B	1287A	2,63	0,12	0,03	0,31	30,22
Transv 87 entre Diag 26 P16 y Diag 26 P15	1287A	1286B	2,59	0,15	0,04	0,39	38,23
Diag 26 P15 entre Transv 93 y 87	1286A	1286B	3,03	0,01	0,00	0,04	3,76
Transv 87 entre Diag 26 P15 y Diag 26 P14	1286B	1269A	2,56	0,18	0,05	0,47	46,91
Transv 87 entre Diag 26 P14 y Diag 26 P13	1269A	1266A	2,54	0,21	0,06	0,52	52,92
Transv 87 entre Diag 26 P13 y Diag 26 P12	1266A	1244A	2,52	0,24	0,07	0,60	60,76
Transv 87 entre Diag 26 P12 y Diag 26 P11	1244A	1241A	2,49	0,27	0,07	0,67	69,43
Transv 87 entre Diag 26 P11 y Diag 26 P10	1241A	337B	2,47	0,31	0,09	0,78	80,61
Transv 87 entre Diag 26 P9 y Diag 26 P10	334A	337A	2,84	0,03	0,01	0,10	8,69
Diag 26 P10 entre Transv 87 y 83	337A	337B	2,79	0,04	0,01	0,12	11,36
Transv 83 entre Diag 26 P10 y Diag 26 P9	337B	336A	2,44	0,39	0,11	0,95	100,45
Transv 83 entre Diag 26 P9 y Diag 26 P8	336A	331A	2,43	0,42	0,12	1,02	108,29
Transv 83 entre Diag 26 P8 y Diag 26 P7	331A	329A	2,42	0,45	0,12	1,08	115,13
Transv 83 entre Diag 26 P7 y Diag 26 P6	329A	315A	2,41	0,47	0,13	1,14	121,80
Transv 83 entre Diag 26 P6 y Diag 26 P5	315A	312A	2,40	0,51	0,14	1,23	131,80
Transv 83 entre Diag 26 P5 y Transv 80	312A	312B	2,39	0,53	0,15	1,27	135,97
Transv 80 entre Transv 83 y Diag 26 P4	312B	292A	2,39	0,53	0,15	1,27	135,97
Transv 80 entre Diag 26 P4 y Diag 26 P5	293B	293A	3,08	0,01	0,00	0,03	2,93
Transv 80 entre Diag 26 P3 y Diag 26 P4	284A	293A	2,85	0,03	0,01	0,09	8,33
Diag 26 P4 entre Transv 80 y 77	293A	292A	2,73	0,06	0,02	0,17	16,83
Transv 80 entre Diag 26 P4 y Diag 26 P3	292A	289A	2,37	0,63	0,17	1,48	160,81
Transv 80 entre Diag 26 P3 y Transv 77	289A	289B	2,36	0,65	0,18	1,53	165,98
Transv 73A entre Diag 26 P3 y Transv 78	289B	256A	2,36	0,65	0,18	1,53	165,98
Transv 80 entre Diag 26 P1 y Diag 26 P2	250A	260A	2,83	0,03	0,01	0,10	8,86
Transv 80 entre Diag 26 P2 y Diag 26 P3	284A	260A	2,85	0,03	0,01	0,09	8,02
Diag 26 P2 entre Transv 80 y 77	260A	257A	2,53	0,22	0,06	0,55	56,25
Transv 77 entre Diag 26 P1 y Diag 26 P2	253B	257A	2,82	0,04	0,01	0,11	11,88
Transv 77 entre Diag 26 P2 y Transv 77	257B	257A	3,11	0,01	0,00	0,02	2,51
Diag 26 P2 entre Transv 77 y 73	257A	256A	2,49	0,27	0,08	0,68	70,26
Transv 73A entre Diag 26 P2 y Diag 26 P1	256A	254	2,31	0,92	0,25	2,13	236,16
Transv 80 entre Diag 26 P y Diag 26 P1	229A	250	2,82	0,04	0,01	0,10	10,20
Diag 26 P1 entre Transv 80 y 77	250	253	2,17	2,53	0,70	5,49	705,83
Transv 77 entre Diag 26 P y Diag 26 P1	226A	253	2,82	0,04	0,01	0,10	11,69
Diag 26 P1 entre Transv 77 y 73A	253	254	2,17	2,65	0,73	5,74	740,14
Transv 73A entre Diag 26 P1 y Diag 26 P	254	254A	2,12	3,60	1,00	7,64	922,13
Transv 73A entre Diag 26 M y Diag 26 N	179A	187A	2,87	0,03	0,01	0,08	7,19
Transv 73A entre Diag 26 N y Diag 26 O	187A	220A	2,74	0,06	0,02	0,16	15,37
Transv 73A entre Diag 26 O y Diag 26 P	220A	223A	2,68	0,08	0,02	0,22	21,21
Transv 73A con Diag 26 P	223A	223B	2,67	0,09	0,02	0,24	22,88
Transv 73A entre transv 23A y transv 70	223B	223C	2,67	0,09	0,02	0,24	22,88
Transv 73A entre transv 23A y transv 70	223C	254B	2,67	0,09	0,02	0,24	22,88
Transv 73A entre transv 23A y transv 70	254A	254B	2,12	3,60	1,00	7,64	922,13
Transv 73A entre transv 23A y transv 70	254B	.003	2,12	3,69	1,02	7,82	944,95

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Velocidades y pendientes.

Localización	CAMARA		PENDIENTE DE DISEÑO %	DIAM.	CAUDAL MAXIMO	q/Q	CHEQUEO	VELOCIDAD	
								q/Q≤0.9	m.p.s.
	DE	A						m.p.s.	m.p.s.
COMBINADO									
Transv 94 entre Diag 26P 16 y Transv 87	1290A	1290B	0,37	10	36,1	0,35	OK	0,89	0,692
Transv 87 entre Transv 103 y 94	1290C	1290B	1,17	12	117,4	0,06	OK	1,85	0,867
Transv 87 entre Transv 94 y Diag 26 P16	1290B	1287A	0,34	12	63,3	0,48	OK	1,00	0,847
Transv 87 entre Diag 26 P16 y Diag 26 P15	1287A	1286B	0,88	12	101,8	0,38	OK	1,61	1,267
Diag 26 P15 entre Transv 93 y 87	1286A	1286B	1,43	10	71,5	0,05	OK	1,77	0,786
Transv 87 entre Diag 26 P15 y Diag 26 P14	1286B	1269A	0,99	12	108,0	0,43	OK	1,71	1,407
Transv 87 entre Diag 26 P14 y Diag 26 P13	1269A	1266A	0,77	12	95,2	0,56	OK	1,50	1,333
Transv 87 entre Diag 26 P13 y Diag 26 P12	1266A	1244A	0,93	12	104,6	0,58	OK	1,65	1,486
Transv 87 entre Diag 26 P12 y Diag 26 P11	1244A	1241A	0,90	12	103,1	0,67	OK	1,63	1,525
Transv 87 entre Diag 26 P11 y Diag 26 P10	1241A	337B	1,07	14	163,7	0,49	OK	1,95	1,670
Transv 87 entre Diag 26 P9 y Diag 26 P10	334A	337A	0,55	12	80,3	0,11	OK	1,27	0,683
Diag 26 P10 entre Transv 87 y 83	337A	337B	0,93	12	104,9	0,11	OK	1,66	0,893
Transv 83 entre Diag 26 P10 y Diag 26 P9	337B	336A	0,52	18	204,6	0,49	OK	1,57	1,348
Transv 83 entre Diag 26 P9 y Diag 26 P8	336A	331A	0,41	18	181,5	0,60	OK	1,39	1,261
Transv 83 entre Diag 26 P8 y Diag 26 P7	331A	329A	0,44	18	187,3	0,61	OK	1,44	1,315
Transv 83 entre Diag 26 P7 y Diag 26 P6	329A	315A	0,48	18	196,8	0,62	OK	1,51	1,381
Transv 83 entre Diag 26 P6 y Diag 26 P5	315A	312A	0,69	18	236,3	0,56	OK	1,82	1,611
Transv 83 entre Diag 26 P5 y Transv 80	312A	312B	0,84	18	260,2	0,52	OK	2,00	1,744
Transv 80 entre Transv 83 y Diag 26 P4	312B	292A	0,41	20	240,3	0,57	OK	1,50	1,334
Transv 80 entre Diag 26 P4 y Diag 26 P5	293B	293A	1,25	12	121,6	0,02	OK	1,92	0,660
Transv 80 entre Diag 26 P3 y Diag 26 P4	284A	293A	0,85	12	100,1	0,08	OK	1,58	0,799
Diag 26 P4 entre Transv 80 y 77	293A	292A	0,65	12	87,4	0,19	OK	1,38	0,891
Transv 80 entre Diag 26 P4 y Diag 26 P3	292A	289A	0,42	22	243,1	0,66	OK	1,51	1,413
Transv 80 entre Diag 26 P3 y Transv 77	289A	289B	0,31	24	434,2	0,38	OK	1,56	1,241
Transv 73A entre Diag 26 P3 y Transv 78	289B	256A	0,50	24	554,4	0,30	OK	1,99	1,459
Transv 80 entre Diag 26 P1 y Diag 26 P2	250A	260A	0,54	12	80,0	0,11	OK	1,26	0,699
Transv 80 entre Diag 26 P2 y Diag 26 P3	284A	260A	0,55	12	80,5	0,10	OK	1,27	0,665
Diag 26 P2 entre Transv 80 y 77	260A	257A	0,22	14	74,9	0,75	OK	0,89	0,863
Transv 77 entre Diag 26 P1 y Diag 26 P2	253B	257A	1,39	12	128,0	0,09	OK	2,02	1,057
Transv 77 entre Diag 26 P2 y Transv 77	257B	257A	2,69	12	178,0	0,01	OK	2,81	0,815
Diag 26 P2 entre Transv 77 y 73	257A	256A	13,23	14	575,3	0,12	OK	6,85	3,884
Transv 73A entre Diag 26 P2 y Diag 26 P1	256A	254	0,33	30	873,7	0,27	OK	1,92	1,372
Transv 80 entre Diag 26 P y Diag 26 P1	229A	250	1,02	12	109,9	0,09	OK	1,73	0,907
Diag 26 P1 entre Transv 80 y 77	250	253	0,36	30	902,0	0,78	OK	1,98	1,932
Transv 77 entre Diag 26 P y Diag 26 P1	226A	253	7,86	12	304,5	0,04	OK	4,81	1,856
Diag 26 P1 entre Transv 77 y 73A	253	254	0,37	30	923,7	0,80	OK	2,03	1,993
Transv 73A entre Diag 26 P1 y Diag 26 P	254	254A	0,49	36	1724,6	0,53	OK	2,63	2,305
Transv 73A entre Diag 26 M y Diag 26 N	179A	187A	0,50	12	76,5	0,09	OK	1,21	0,631
Transv 73A entre Diag 26 N y Diag 26 O	187A	220A	0,71	12	91,4	0,17	OK	1,44	0,886
Transv 73A entre Diag 26 O y Diag 26 P	220A	223A	1,44	12	130,5	0,16	OK	2,06	1,265
Transv 73A con Diag 26 P	223A	223B	10,27	14	507,0	0,05	OK	6,04	2,530
Transv 73A entre transv 23A y transv 70	223B	223C	3,24	18	510,4	0,04	OK	3,92	1,644
Transv 73A entre transv 23A y transv 70	223C	254B	0,62	20	296,4	0,08	OK	1,85	0,865
Transv 73A entre transv 23A y transv 70	254A	254B	0,30	36	1338,5	0,69	OK	2,04	1,920
Transv 73A entre transv 23A y transv 70	254B	.003	0,42	36	1591,6	0,59	OK	2,43	2,193

Fuente: Elaboración propia.

7.2. CURVA DE LLUVIAS

Se utilizarán las siguientes curvas de intensidad, frecuencia y duración:

7.2.1. Curvas zona oriental.

Curvas aplicables en la zona oriental, limitada entre el Canal Sur Rio Cali y la Autopista Oriental. Para tiempos de concentración menores de 10 min se debe usar la intensidad obtenida para 10 minutos.

$$I = \frac{(3818.30) Tr^{0,2375}}{(t + 32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0,36}$$

Donde:

I= Intensidad de lluvia

Tr= frecuencia de retorno en años

t= tiempo de concentración en minutos

Las anteriores curvas se encuentran tabuladas en el ANEXO 2.

Tabla 19. Curvas zona oriental.

Localización	CAMARA	LONG.							AGUAS LLUVIAS			CAUDAL AGUAS LLUVIAS
			AREA TRIBUTARIA			DE		(Minutos)			INTENSID. DE LLUVIA LPS/HA	AGUAS
			(Has)			ESCORREN	CONCE-	ENTRADA	RECO-			
			DE	A	mts	ATRAS	PROPIA	TOTAL	TIA	TRACION	RRIDO	
COMBINADO												
Transv 94 entre Diag 26P 16 y Transv 87	1290A	1290B	54,7	0,00	0,076	0,08	0,70	20,00	63,46	0,76	235,86	12,55
Transv 87 entre Transv 103 y 94	1290C	1290B	39,39	0,00	0,038	0,04	0,70	14,86	14,31	0,55	263,26	7,00
Transv 87 entre Transv 94 y Diag 26 P16	1290B	1287A	73,53	0,11	0,067	0,18	0,70	20,00	91,74	1,02	235,86	29,88
Transv 87 entre Diag 26 P16 y Diag 26 P15	1287A	1286B	45,5	0,18	0,048	0,23	0,70	20,00	21,96	0,63	235,86	37,81
Diag 26 P15 entre Transv 93 y 87	1286A	1286B	20,96	0,00	0,02	0,02	0,70	10,00	6,21	0,29	295,44	3,72
Transv 87 entre Diag 26 P15 y Diag 26 P14	1286B	1286A	40,45	0,25	0,034	0,28	0,70	20,00	17,35	0,56	235,86	46,39
Transv 87 entre Diag 26 P14 y Diag 26 P13	1269A	1266A	39,07	0,28	0,036	0,32	0,70	20,00	21,58	0,54	235,86	52,34
Transv 87 entre Diag 26 P13 y Diag 26 P12	1266A	1244A	43,11	0,32	0,047	0,36	0,70	20,00	19,71	0,60	235,86	60,10
Transv 87 entre Diag 26 P12 y Diag 26 P11	1244A	1241A	44,39	0,36	0,052	0,42	0,70	20,00	20,90	0,62	235,86	68,68
Transv 87 entre Diag 26 P11 y Diag 26 P10	1241A	337B	51,37	0,42	0,067	0,48	0,70	20,00	20,35	0,71	235,86	79,74
Transv 87 entre Diag 26 P9 y Diag 26 P10	334A	337A	34,75	0,00	0,052	0,05	0,70	20,00	26,96	0,48	235,86	8,59
Diag 26 P10 entre Transv 87 y 83	337A	337B	24,65	0,05	0,016	0,07	0,70	20,00	11,21	0,34	235,86	11,23
Transv 83 entre Diag 26 P10 y Diag 26 P9	337B	336A	48,01	0,55	0,051	0,60	0,70	20,00	39,11	0,67	235,86	99,39
Transv 83 entre Diag 26 P9 y Diag 26 P8	336A	331A	48,84	0,60	0,047	0,65	0,70	20,00	50,59	0,68	235,86	107,15
Transv 83 entre Diag 26 P8 y Diag 26 P7	331A	329A	45,83	0,65	0,041	0,69	0,70	20,00	44,55	0,64	235,86	113,92
Transv 83 entre Diag 26 P7 y Diag 26 P6	329A	315A	47,73	0,69	0,04	0,73	0,70	20,00	42,02	0,66	235,86	120,52
Transv 83 entre Diag 26 P6 y Diag 26 P5	315A	312A	53,28	0,73	0,06	0,79	0,70	20,00	32,55	0,74	235,86	130,43
Transv 83 entre Diag 26 P5 y Transv 80	312A	312B	23,76	0,79	0,03	0,82	0,70	20,00	11,97	0,33	235,86	134,56
Transv 80 entre Transv 83 y Diag 26 P4	312B	292A	36,55	0,82	0	0,82	0,70	20,00	37,78	0,51	235,86	134,56
Transv 80 entre Diag 26 P4 y Diag 26 P5	293B	293A	23,95	0,00	0,014	0,01	0,70	10,00	8,11	0,33	295,44	2,90
Transv 80 entre Diag 26 P3 y Diag 26 P4	284A	293A	35,34	0,00	0,048	0,05	0,70	18,15	17,66	0,49	245,04	8,23
Diag 26 P4 entre Transv 80 y 77	293A	292A	30,89	0,06	0,035	0,10	0,70	18,15	20,24	0,43	245,04	16,64
Transv 80 entre Diag 26 P4 y Diag 26 P3	292A	289A	47,62	0,91	0,052	0,96	0,70	20,00	48,10	0,66	235,86	159,16
Transv 80 entre Diag 26 P3 y Transv 77	289A	289B	32,32	0,96	0,031	1,00	0,70	20,00	44,31	0,45	235,86	164,27
Transv 73A entre Diag 26 P3 y Transv 78	289B	256A	29,74	1,00	0	1,00	0,70	20,00	25,01	0,41	235,86	164,27
Transv 80 entre Diag 26 P1 y Diag 26 P2	250A	260A	36,85	0,00	0,053	0,05	0,70	20,00	28,80	0,51	235,86	8,75
Transv 80 entre Diag 26 P2 y Diag 26 P3	284A	260A	36,41	0,00	0,048	0,05	0,70	20,00	28,12	0,51	235,86	7,92
Diag 26 P2 entre Transv 80 y 77	260A	257A	89,17	0,10	0,236	0,34	0,70	20,00	168,65	1,24	235,86	55,64
Transv 77 entre Diag 26 P1 y Diag 26 P2	253B	257A	36,02	0,00	0,059	0,06	0,70	11,51	11,01	0,50	284,66	11,76
Transv 77 entre Diag 26 P2 y Transv 77	257B	257A	18,61	0,00	0,012	0,01	0,70	10,00	2,94	0,26	295,44	2,48
Diag 26 P2 entre Transv 77 y 73	257A	256A	22,68	0,41	0,013	0,42	0,70	20,00	0,73	0,32	235,86	69,51
Transv 73A entre Diag 26 P2 y Diag 26 P1	256A	254	59,72	1,42	0	1,42	0,70	20,00	75,65	0,83	235,86	233,78
Transv 80 entre Diag 26 P y Diag 26 P1	229A	250	37,12	0,00	0,056	0,06	0,70	15,90	15,38	0,52	257,22	10,08
Diag 26 P1 entre Transv 80 y 77	250	253	89,66	3,65	0,236	3,89	0,70	15,90	106,57	1,25	257,20	699,65
Transv 77 entre Diag 26 P y Diag 26 P1	226A	253	36,89	0,00	0,056	0,06	0,70	10,00	1,99	0,51	295,44	11,58
Diag 26 P1 entre Transv 77 y 73A	253	254	66,8	3,94	0,133	4,08	0,70	15,90	75,72	0,93	257,20	733,67
Transv 73A entre Diag 26 P1 y Diag 26 P	254	254A	30,33	5,49	0,042	5,53	0,70	20,00	26,02	0,42	235,86	913,50
Transv 73A entre Diag 26 M y Diag 26 N	179A	187A	40,34	0,00	0,043	0,04	0,70	20,00	34,52	0,56	235,86	7,10
Transv 73A entre Diag 26 N y Diag 26 O	187A	220A	42,39	0,04	0,049	0,09	0,70	20,00	25,41	0,59	235,86	15,19
Transv 73A entre Diag 26 O y Diag 26 P	220A	223A	34,63	0,09	0,035	0,13	0,70	20,00	10,17	0,48	235,86	20,97
Transv 73A con Diag 26 P	223A	223B	8,76	0,13	0,01	0,14	0,70	20,00	0,36	0,12	235,86	22,62
Transv 73A entre transv 23A y transv 70	223B	223C	18,52	0,14	0	0,14	0,70	20,00	2,42	0,26	235,86	22,62
Transv 73A entre transv 23A y transv 70	223C	254B	24,01	0,14	0	0,14	0,70	20,00	16,30	0,33	235,86	22,62
Transv 73A entre transv 23A y transv 70	254A	254B	50,35	5,53	0	5,53	0,70	20,00	71,69	0,66	235,86	913,50
Transv 73A entre transv 23A y transv 70	254B	.003	47,48	5,67	0	5,67	0,70	20,00	47,81	0,00	235,86	936,11

Fuente: Elaboración propia.

7.3. COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

Usando el “Método Racional” se empleara la siguiente Tabla para obtener coeficiente de escorrentía ponderado.

Tabla 20. Coeficiente de escorrentía ponderados.

Según el tipo de suelo	Coeficientes de escorrentía ponderados
a) Zonas comerciales o industriales	0.90
b) Urbanizaciones tipo unifamiliar con edificación continua que incluye zonacubierta, patios y antejardín.	0.45-0.55
c) Urbanizaciones con manzanas de bloque Multifamiliares separados.	0.40-0.60
d) Urbanizaciones con manzanas de bloque Multifamiliares agrupados.	0.60-0.75
e) Urbanizaciones en sectores suburbanos (parcelaciones).	0.25-0.40
f) Laderas desprotegidas de vegetación	0.60
g) Laderas protegidas con vegetación	0.30

Fuente: EMCALI. Normas para el diseño de sistemas de alcantarillado. 1999.

Tabla 21. Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad.

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0,75-0,95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,70-0,95
Vías adoquinadas	0,70-0,85
Zonas comerciales o industriales	0,60-0,95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre éstos	0,60-0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,40-0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,20-0,35

Fuente: EMCALI. Normas para el diseño de sistemas de alcantarillado. 1999.

7.4. ALCANTARILLADO PLUVIAL

7.4.1. Período de retorno de la lluvia de diseño.

El período de retorno de diseño debe determinarse de acuerdo con la importancia de las áreas y con los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan ocasionar a los habitantes, el tráfico vehicular, el comercio, la industria, etc. La selección del período de retorno está asociada con las características de protección e importancia del área de estudio y, por lo tanto, el valor adoptado debe estar justificado de acuerdo con dicho criterio. En la Tabla D.4.1 se establecen los valores de períodos de retorno de acuerdo con el grado de protección, con las características del área de drenaje y el tamaño total de dicha área para el sistema o sector diseñado.

Tabla 22. Periodos de retorno recomendados según el grado de protección del sistema.

Características del área de drenaje	Mínimo (años)	Aceptable (años)	Recomendado (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 ha	2		5
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 ha	2		5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 ha	2	5	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores a 10 ha	—	5	10
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores a 1000 ha	10	25	50
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 ha	25	50	100

Fuente: Minvivienda. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS. 2016.

Dependiendo del nivel de complejidad del sistema, las autoridades locales deben definir el grado de protección, según lo señalado en la tabla anterior dentro de las categorías de mínimo, aceptable o recomendado. En cualquier caso este grado de protección, o período de retorno debe ser igual o mayor al presentado en la Tabla siguiente.

Tabla 23. Grado de protección según el nivel de complejidad del sistema.

Nivel de Complejidad del Sistema	Grado de protección igual o mayor al:
Bajo y Medio	Mínimo
Medio Alto	Aceptable
Alto	Recomendado

Fuente: Minvivienda. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS. 2016.

7.4.2. Determinación de áreas de drenaje.

Para el diseño de redes de alcantarillado de aguas lluvias, el trazado debe seguir las calles del municipio o localidad. La extensión y el tipo de áreas que drenan hacia un determinado tramo deben determinarse en forma individual, incluyendo el área tributaria propia del tramo bajo consideración. Las áreas de drenaje deben determinarse mediante medición directa en planos y su delimitación debe ser consistente con el sistema de drenaje natural del municipio.

7.4.3. Diámetro interno mínimo.

En las redes de recolección y evacuación de aguas lluvias, y principalmente en los primeros tramos, la sección circular es la más usual para las tuberías. El diámetro interno mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias es 215 mm. Sin embargo, en casos especiales, en particular en sistemas con niveles de complejidad bajo y medio, y con plena justificación por parte del diseñador, puede reducirse en los tramos iniciales a 170 mm.

7.4.4. Relación máxima entre la profundidad y el diámetro de la tubería.

En el diseño se debe permitir y establecer una profundidad de flujo máxima en cada una de las tuberías con el fin de permitir una adecuada aireación para el flujo dentro de cada tramo. El valor máximo permisible para la profundidad de flujo, contemplada en el diseño, debe ser del 100% del diámetro real interno de cada una de las tuberías.

7.4.5. Profundidades de instalación de las tuberías

7.4.5.1. Profundidad mínima a la cota clave de las tuberías.

Las conexiones domiciliarias y las tuberías de aguas lluvias deben localizarse por debajo de las tuberías de acueducto. Las tuberías de aguas lluvias deben

localizarse a una profundidad que no interfiera con las conexiones domiciliarias de aguas residuales al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. En general deben considerarse las interferencias con otras redes. El tipo de cimentación y relleno deben estar de acuerdo con lo estipulado en el Título G del RAS: "Aspectos Complementarios". Adicionalmente la profundidad mínima a la cota clave de los tramos de aguas lluvias debe seguir los mismos criterios dados en el literal D.3.3.11.1 de este título.

7.4.5.2. Profundidad máxima a la cota clave de las tuberías.

La máxima profundidad de las tuberías de aguas lluvias debe seguir los mismos parámetros señalados en el literal D.3.3.11.2 de este título.

8. PRESUPUESTO DE OBRA.

Tabla 24. Presupuesto de obra Empresas Municipales de Cali E.I.C.E. E.S.P.

Empresas Municipales de Cali E.I.C.E. E.S.P.		Solicitud de cotización no.	Presupuesto estimado de obra		
Gerencia de un de acueducto y alcantarillado					
Dirección técnica					
Departamento de ingeniería					
Proyecto:	Diseño de redes y colector margen derecha de alcantarillado combinado para el mejoramiento de un kilómetro del canal cauquita sur				
Direccion:	Transv 103 con calle 96 a calle 73 con transv 73 a				
Diseño:	July Liliana Toro Hernández	Comuna : 14			
Ppto:	July Liliana Toro Hernández	Fecha:			
Pesos colombianos					
Ítem	Descripción	Unid	Cant	P/unitario	V/parcial
0262	Excavación a máquina en seco en material común hasta 3.0 m de profundidad	m3	9.444	5.963	56.312.983
0266	Excavación a máquina bajo agua en material común a más de 3.0 m de profundidad (incluye bombeo)	m3	1.393	17.136	23.874.117
0370	Relleno con material importado suministrado por el contratista compactado con equipo mecánico al 95% p.m. Compactado en capas de máximo 0.30 m. De espesor, según norma invias e-220; cbr>=5%, ll<40%, pasa 200<= 35%, tamaño maximo 2"; contenido de materia orgánica < 1%.	m3	5.523	63.290	349.565.539
Al6465	Suministro y colocación de triturado o grava de río, para cimentación de tuberías y filtros. Compactado con equipo vibrocompactador (incluye acarreo)	m3	664	63.759	42.363.173
0505	sacada de derrumbes a mano hasta 2.0 m de profundidad.	m3	397,87	12.349	4.913.297
0507	sacada de derrumbes a mano de 2.0 a 3.0 m de profundidad.	m3	450,40	16.464	7.415.303
0509	Sacada de derrumbes a mano de 3.0 a 4.0 m de profundidad.	m3	2.431,91	24.697	60.060.955
0436	Retiro de material de excavación con cargue en volqueta a máquina en banco- de 10 a 20 km. Con acarreo interno en obra. Incluye disposición en botadero oficial (decreto 0291 de 2005).	m3	14.117,13	27.084	382.348.305
1838	Corte, rotura y demolición calzada en concreto 0.20m<=e<0.25m. Incluye retiro de sobrantes hasta 20km	m2	3.815,31	40.666	155.153.201
1420	Suministro y colocación de pavimento de concreto f- 600 premezclado, espesor e=0.20 m	m2	13.607,32	108.632	1.478.190.343
1325	Conformación y compactación de sub- rasante (95% p.m.).	m2	13.607,32	1.074	14.614.261

1336	Suministro y colocación de base granular 100% p.m.; ip<=3%; cbr>=80% según norma invias e - 330, acarreo hasta 50 mts.	m3	4.276,59	95.830	409.825.252
9001	Manejo de aguas durante la construcción (incluye bombeo permanente de aguas residuales, freáticas y superficiales y su conducción hasta aguas abajo del sector en construcción; excavaciones, rellenos, ataguias y retiros para la conformación de recintos que permiten el trabajo en seco durante todo el tiempo de ejecución de la obra)	MI	1.800	333.527	600.318.057
9002	Suministro e instalación de geotextil no tejido nt-2500 o similares	M2	6.062	5.344	32.393.979
0550	Acodalamiento tipo "b" 3 usos (incluye mano de obra y materiales)	m2	9.230	22.411	206.858.185
Al6363	Suministro, transporte e instalación de tubería para alcantarillado unión mecánica de doble pared en pvc (según norma ntc 3722-1) o polietileno de alta densidad (rigidez mínima ps 14psi), ø=10" (250mm) (incluye acarreo interno).	ml	76	59.569	4.506.991
Al6364	Suministro, transporte e instalación de tubería para alcantarillado union mecánica de doble pared en pvc (según norma ntc 3722-1) o polietileno de alta densidad (rigidez mínima ps 14psi), ø=12" (315mm) (incluye acarreo interno).	ml	752	87.040	65.429.709
Al6367	Suministro, transporte e instalación de tubería para alcantarillado unión mecánica de doble pared en pvc (según norma ntc 3722-1) o polietileno de alta densidad (rigidez mínima ps 14psi), ø=14" (355mm) (incluye acarreo interno).	ml	172	93.563	16.090.965
Al6338	Suministro, transporte e instalación de tubería para alcantarillado unión mecánica de doble pared en pvc (según norma ntc 3722-1) o polietileno de alta densidad (rigidez mínima ps 14psi), ø=18" (450mm) (incluye acarreo interno).	ml	286	190.164	54.381.199
Al6339	Suministro, transporte e instalación de tubería para alcantarillado unión mecánica de doble pared en pvc (según norma ntc 3722-1) o polietileno de alta densidad (rigidez mínima ps 14psi), ø=20" (500mm) (incluye acarreo interno).	ml	61	237.194	14.364.469
Al6340	Suministro, transporte e instalación de tubería para alcantarillado union mecánica de doble pared en pvc (según norma ntc 3722-1) o polietileno de alta densidad (rigidez mínima ps 14psi), ø=24" (incluye acarreo interno).	ml	110	359.273	39.405.063
Al6342	Suministro, transporte e instalación de tubería para alcantarillado union mecánica de doble pared en pvc (según norma ntc 3722-1) o polietileno de alta densidad (rigidez mínima ps 14psi), ø=30" (incluye acarreo interno).	ml	216	515.150	111.365.127
Al6344	Suministro, transporte e instalación de tubería para alcantarillado unión mecánica perfil cerrado en pvc (según norma ntc 5070) o polietileno de alta densidad (rigidez mínima ps 14psi), ø=36" (incluye acarreo interno).	ml	128	943.801	120.957.536
Al6380	Construcción cámara de inspección tipo b, según normas de emcali, con altura de cilindro hasta 1.00 (incluye losa y tapa prefabricada, excavación relleno con material importado, acarreos y retiros de sobrantes hasta 20 km.)	und	6	1.461.130	8.766.780
Al6381	Construcción cámara de inspección tipo b, según normas de emcali, altura de cilindro de 1.01 a 1.50 (incluye losa y tapa prefabricada, excavación relleno con material importado, acarreos y retiros de sobrantes hasta 20 km.)	und	8	1.576.743	12.613.944

AI6382	construcción cámara de inspección tipo b, según normas de emcali, altura de cilindro de 1.51 a 2.00 (incluye losa y tapa prefabricada, excavación relleno con material importado, acarreos y retiros de sobrantes hasta 20 km.)	und	5	1.813.689	9.068.445
AI6383	Construcción cámara de inspección tipo b, según normas de emcali, altura de cilindro de 2.01 a 2.50 (incluye losa y tapa prefabricada, excavación relleno con material importado, acarreos y retiros de sobrantes hasta 20 km.)	und	5	2.024.068	10.120.340
AI6384	Construcción cámara de inspección tipo b, según normas de emcali, altura de cilindro de 2.51 a 3.00 (incluye losa y tapa prefabricada, excavación relleno con material importado, acarreos y retiros de sobrantes hasta 20 km.)	und	4	2.276.155	9.104.620
AI6385	Construcción cámara de inspección tipo b, según normas de emcali, altura de cilindro de 3.01 a 3.50 (incluye losa y tapa prefabricada, excavación relleno con material importado, acarreos y retiros de sobrantes hasta 20 km.)	und	5	2.537.271	12.686.355
AI6386	Construcción cámara de inspección tipo b, según normas de emcali, altura de cilindro de 3.51 a 4.00 (incluye losa y tapa prefabricada, excavación relleno con material importado, acarreos y retiros de sobrantes hasta 20 km.)	und	3	2.756.420	8.269.260
AI6387	Construcción cámara de inspección tipo b, según normas de emcali, altura de cilindro de 4.01 a 4.50 (incluye losa y tapa prefabricada, excavación relleno con material importado, acarreos y retiros de sobrantes hasta 20 km.)	und	5	2.975.885	14.879.425
AI6388	Construcción cámara de inspección tipo b, según normas de emcali, altura de cilindro de 4.51 a 5.00 (incluye losa y tapa prefabricada, excavación relleno con material importado, acarreos y retiros de sobrantes hasta 20 km.)	und	3	3.236.684	9.710.052
AI6590	Inspección con camara de circuito cerrado de televisión para recibo de obra de redes de alcantarillado	MI	1.800	8.517	15.330.600
AI6377	Suministro, transporte e instalación tubería para alcantarillado union mecánica de doble pared en pvc (según norma ntc 3722-1) o polietileno de alta densidad (rigidez mínima ps 14psi) ø=6" para conexiones domiciliares (incluye excavación, relleno con material importado, cimentación y retiro de sobrantes hasta 20 km.)	ml	594	130.749	77.664.906
AI6353	Conexión de acometida domiciliar ø=6" a tubería ø=10" union mecánica de doble pared en pvc (según norma ntc 3722-1) o polietileno de alta densidad (rigidez mínima ps 14psi) (incluye accesorios y acarreo interno).	Und	10	127.931	1.279.310
AI6355	Conexión de acometida domiciliar ø=6" a tubería ø=12" union mecánica de doble pared en pvc (según norma ntc 3722-1) o polietileno de alta densidad (rigidez anular mínima sn8) (incluye accesorios y acarreo interno).	und	50	181.526	9.076.300
AI6356	Conexión de acometida domiciliar ø=6" a tubería ø=14" union mecánica de doble pared en pvc (según norma ntc 3722-1) o polietileno de alta densidad (rigidez anular mínima sn8) (incluye accesorios y acarreo interno).	und	29	262.114	7.601.306
AI6358	Conexión de acometida domiciliar ø=6" a tubería ø=18" union mecánica de doble pared en pvc (según norma ntc 3722-1) o polietileno de alta densidad (rigidez anular mínima sn8) (incluye accesorios y acarreo interno).	und	12	306.135	3.673.620

AI6366	Conexión de acometida domiciliar ø=6" a tubería ø=24" a 30" union mecanica de doble pared en pvc (según norma ntc 3722-1) o polietileno de alta densidad (rigidez anular mínima sn8) (incluye accesorios y acarreo interno).	und	2	78.835	157.670
1830	Corte, rotura y demolicion anden e<=0.10 m. Incluye retiro de sobrantes hasta 20 km	m2	76	15.744	1.196.544
AI6440	Construcción caja domiciliar sencilla medidas interiores 0.70 0.70 x 1.20 m en concreto, según normas de Emcali. (Incluye excavación, relleno con material importado y retiro de sobrantes hasta 20 km. Y acarreo interno).	und	103	462.450	47.632.350
1290	Reconstrucción de andenes en concreto de cemento 21 mpa (3000 psi) e=0.10 m (incluye sub-base granular de 0.10 m de espesor y acarreo interno).	m2	76	50.388	3.829.488
Plan de manejo ambiental					
1660	Suministro y colocación cinta barrera visual con impresión de imagen corporativa Emcali. Ancho 0.075 metro y longitud 300 m/ unidad	und	10	59.871	598.710
1664	Suministro y colocación señalizador tubular (colombina) h=1.27m con cinta reflectiva de alta intensidad fabricado en material plastico anaranjado, de alta resistencia al impacto y filtro uv . (incluye reuso)	und	60	28.551	1.713.060
6724	Pasos temporales peatonales en madera.	und	10	75.076	750.760
6725	Pasos temporales vehiculares en madera	und	10	142.852	1.428.520
1670	Señal vertical tipo mintransporte preventiva o reglamentaria altura libre 2,0 m en lámina galvanizada cal. 18 de 0,75x0,75 y cinta reflectiva grado ingeniería con soporte en Angulo de acero 2"x2" x 1/4" (incluye excavación, anclaje en concreto de 2500 psi y retiro)	und	1	157.416	157.416
1690	Alquiler valla de publicidad de la obra de 2.0 x 3.0 m (incluye montaje y retiro)	und	1	1.053.947	1.053.947
6738	Registros fotográficos. Incluye impresion de 36 fotografías.	und	2	28.000	56.000
6739	Acta de vecindad	und	103	15.645	1.611.435

Costo directo	4.520.739.171
Aiu obra civil (34%)	1.537.051.318
Subtotal obra civil	6.057.790.489

Fuente: Elaboración propia.

9.4. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

Para el desarrollo del proyecto se debe contar con los siguientes aspectos.

9.4.1. Recursos Humanos

- Ing. Johana Carolina Ruiz. Docente de Seminario de Investigación.
- Ing. Christian David Vasquez Zapata. Tutor Universidad Militar Nueva Granada

- Ing. Emilio Corrales Velasco. Jefe Departamento Ingeniería EMCALI EICE ESP.
- Ing. Frank Erwin Cerón González. Topógrafo Departamento de Interventoría EMCALI EICE ESP
- Santiago Benítez Hernández. Dibujante Departamento de Ingeniería EMCALI EICE ESP.
- Ing. Alfred Medina Mora. Topógrafo Departamento de Interventoría de EMCALI EICE ESP.
- Nicolás Venté López. Cadenero I Departamento de Interventoría de EMCALI EICE ESP.
- Oscar Sinisterra. Cadenero I Departamento de Interventoría de EMCALI EICE ESP.
- Edison Granja Cuero. Cadenero I Departamento de Interventoría de EMCALI EICE ESP
- July Liliana Toro Hernández. Estudiante Ingeniería Civil Universidad Militar Nueva Granada (Diseñador Hidráulico)

9.4.2. Recursos Institucionales

- Universidad Militar “Nueva Granada”.
- Empresas Municipales de Cali, “EMCALI EICE ESP”

9.4.3. Recursos Técnicos

- Computadores:
 - Portatil ASUS Core I 7, 14 G RAM, 700 GB Memoria
 - PC HP Z210 CMT WorkStation, 14 GB RAM, TJ Video, 2 Teras Memoria
- Impresora, fotocopiadora, Scaner HP Deskjet Advantage 461533
- Software:
 - Microsoft Office 2010 soportados desde Win 8
 - AutoCAD Civil 3D 2012
- Recursos de ofimática y papelería del Departamento de Interventoría de EMCALI EICE ESP.

9.4.4. Recursos Económicos. El diseño organizacional se realizará con recursos propios.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LÓPEZ C., RICARDO ALFREDO. Diseño de Acueductos y Alcantarillados.

CALI buenas noticias. Empresa extranjera presentó experiencia en manejo de aguas residuales al Dagma. 2016. (en línea) Consultado el 06 2018 Disponible en internet: <http://calibuenasnoticias.com/2016/08/25/empresa-extranjera-presento-experiencia-en-manejo-de-aguas-residuales-al-dagma/>

CONTRALORÍA DEPARTAMENTAL DEL VALLE DEL CAUCA. Patrimonio y deterioro ambiental. 1.994. 136 pp.

CONTRALORÍA DEPARTAMENTAL DEL VALLE DEL CAUCA. 972 habitantes de las comunas 13 y 14 no quiere escombrera. 2017. en línea) Consultado el 06 2018 Disponible en internet: <http://www.contraloriacali.gov.co/actualidad/noticias/972-habitantes-de-las-comunas-13-y-14-no-quieren-escombrera-manifestaron-ayer-al-contralor-durante-audiencias-ciudadanas#.V9HSUVvhAdU>

DEFENSORÍA DEL PUEBLO. En defensa de la vida. Problemática ambiental del municipio colombiano. Biblioteca Jurídica DIKÉ. Medellín. 95 pp.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN MUNICIPAL. Cali en cifras por comunas. Documento 49A/94. Cali. 1.993. pp.

ECONOMETRÍA, D.A.P.M., EMCALI. Estudio de población para Cali y su área de influencia para la Comuna 14. Actualizados a partir de los resultados del Censo de 1.993 y el código Municipal. Cali. 1.994. pp.

EMCALI. Jornadas Empresas Municipales. Unidad de acción comunitaria. Informe de cumplimiento de mantenimiento de los servicios. Comuna 14. Santiago de Cali. 1.995. sp.

El Tiempo. Dos canales de aguas lluvias en Cali podrían taparse y ser parques. 2016. (en línea) Consultado el 06 2018 Disponible en internet: <http://www.eltiempo.com/colombia/cali/dos-canales-de-aguas-lluvias-en-cali-podrian-taparse-y-ser-parques/16573665>

El Tiempo. Se alista revestimiento del canal Cauquita, en el oriente de Cali. 2010. (en línea) Consultado el 06 2018 Disponible en internet: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-7872897>

El Tiempo. El Dagma propone cubrir tramos de canales de agua. 2016. (en línea) Consultado el 06 2018 Disponible en internet: <http://www.eltiempo.com/colombia/cali/el-dagma-propone-cubrir-tramos-de-canales-de-agua/16572148>

GALÁN., FRANCISCO ALBERTO. Participación ciudadana y medio ambiente. FESCOLECOFONDO. Santafé de Bogotá. 1.995. 82 pp.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. El alcalde y el plan ambiental. Editora Dalí Estudios. Santafé de Bogotá. 1.995. 35 pp.

SECRETARIA DE SALUD PÚBLICA DE CALI. Unidad Ejecutora de Saneamiento UES No. 5. Diagnóstico Sanitario Barrios 9 de Enero, Sector IV y V, Puertas del Sol, Comuna 14. Cali. 1.995. s.p.

ANEXOS

CÁLCULO DE COLECTORES CIRCULARES

FÓRMULA DE MANNING (N=0.013).

$$V = \frac{R^{\left(\frac{2}{3}\right)} * I^{\left(\frac{1}{2}\right)}}{N}$$

PENDIENTE	DIÁMETRO (PULGADAS)									
	6		8		9		10		12	
	$V=0.871*I^{1/2}$		$V=1.055*I^{1/2}$		$V=1.141*I^{1/2}$		$V=1.224*I^{1/2}$		$V=1.383*I^{1/2}$	
	$Q=15.888*I^{1/2}$		$Q=34.217*I^{1/2}$		$Q=46.843*I^{1/2}$		$Q=62.039*I^{1/2}$		$Q=100.882*I^{1/2}$	
	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)
33.00	5.00	91.27								
32.00	4.93	89.88	5.97	193.56						
31.00	4.85	88.46	5.87	190.51						
30.00	4.77	87.02	5.78	187.41						
29.00	4.69	85.56	5.68	184.26						
28.00	4.61	84.07	5.58	181.06						
27.00	4.53	82.56	5.48	177.79	5.93	243.40				
26.00	4.44	81.01	5.38	174.47	5.82	238.85				
25.00	4.35	79.44	5.28	171.08	5.71	234.21				
24.00	4.27	77.83	5.17	167.63	5.59	229.48	6.00	303.93		
23.00	4.18	76.20	5.06	164.10	5.47	224.65	5.87	297.53		
22.00	4.09	74.52	4.95	160.49	5.35	219.71	5.74	290.99		
21.00	3.99	72.81	4.84	156.80	5.23	214.66	5.61	284.30		
20.00	3.90	71.05	4.72	153.02	5.10	209.49	5.48	277.45		
19.00	3.80	69.25	4.60	149.15	4.97	204.18	5.34	270.42		
18.00	3.70	67.41	4.48	145.17	4.84	198.74	5.19	263.21	5.87	428.01
17.00	3.59	65.51	4.35	141.08	4.71	193.14	5.05	255.79	5.70	415.95
16.00	3.48	63.55	4.22	136.87	4.57	187.37	4.90	248.16	5.53	403.53
15.00	3.37	61.53	4.09	132.52	4.42	181.42	4.74	240.28	5.35	390.71
14.50	3.32	60.50	4.02	130.29	4.35	178.37	4.66	236.24	5.26	384.15
14.00	3.26	59.45	3.95	128.03	4.27	175.27	4.58	232.13	5.17	377.47
13.50	3.20	58.38	3.88	125.72	4.19	172.11	4.50	227.94	5.08	370.66
13.00	3.14	57.28	3.80	123.37	4.12	168.89	4.41	223.68	4.98	363.73
12.50	3.08	56.17	3.73	120.97	4.04	165.61	4.33	219.34	4.89	356.67
12.00	3.02	55.04	3.66	118.53	3.95	162.27	4.24	214.91	4.79	349.47
11.50	2.95	53.88	3.58	116.03	3.87	158.85	4.15	210.38	4.69	342.11
11.00	2.89	52.69	3.50	113.48	3.79	155.36	4.06	205.76	4.59	334.59
10.50	2.82	51.48	3.42	110.87	3.70	151.79	3.97	201.03	4.48	326.89
10.00	2.75	50.24	3.34	108.20	3.61	148.13	3.87	196.18	4.37	319.02
9.50	2.68	48.97	3.25	105.46	3.52	144.38	3.77	191.22	4.26	310.94
9.00	2.61	47.66	3.17	102.65	3.42	140.53	3.67	186.12	4.15	302.65
8.50	2.54	46.32	3.08	99.76	3.33	136.57	3.57	180.87	4.03	294.12
8.00	2.46	44.94	2.98	96.78	3.23	132.49	3.46	175.47	3.91	285.34
7.50	2.39	43.51	2.89	93.71	3.13	128.28	3.35	169.90	3.79	276.28
7.00	2.30	42.04	2.79	90.53	3.02	123.93	3.24	164.14	3.66	266.91
6.50	2.22	40.51	2.69	87.24	2.91	119.43	3.12	158.17	3.52	257.20
6.00	2.13	38.92	2.58	83.81	2.80	114.74	3.00	151.96	3.39	247.11



CÁLCULO DE COLECTORES CIRCULARES

FÓRMULA DE MANNING (N=0.013).

$$V = \frac{R^{\left(\frac{2}{3}\right)} * I^{\left(\frac{1}{2}\right)}}{N}$$

PENDIENTE	DIÁMETRO (PULGADAS)									
	6		8		9		10		12	
	$V=0.871*I^{1/2}$		$V=1.055*I^{1/2}$		$V=1.141*I^{1/2}$		$V=1.224*I^{1/2}$		$V=1.383*I^{1/2}$	
	$Q=15.888*I^{1/2}$		$Q=34.217*I^{1/2}$		$Q=46.843*I^{1/2}$		$Q=62.039*I^{1/2}$		$Q=100.882*I^{1/2}$	
	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)
5.50	2.04	37.26	2.47	80.24	2.68	109.86	2.87	145.49	3.24	236.59
5.00	1.95	35.53	2.36	76.51	2.55	104.74	2.74	138.72	3.09	225.58
4.50	1.85	33.70	2.24	72.58	2.42	99.37	2.60	131.60	2.93	214.00
4.00	1.74	31.78	2.11	68.43	2.28	93.69	2.45	124.08	2.77	201.76
3.50	1.63	29.72	1.97	64.01	2.14	87.63	2.29	116.06	2.59	188.73
3.00	1.51	27.52	1.83	59.26	1.98	81.13	2.12	107.45	2.39	174.73
2.90	1.48	27.06	1.80	58.27	1.94	79.77	2.08	105.65	2.35	171.80
2.80	1.46	26.59	1.77	57.26	1.91	78.38	2.05	103.81	2.31	168.81
2.70	1.43	26.11	1.73	56.22	1.88	76.97	2.01	101.94	2.27	165.77
2.60	1.40	25.62	1.70	55.17	1.84	75.53	1.97	100.03	2.23	162.67
2.50	1.38	25.12	1.67	54.10	1.80	74.07	1.94	98.09	2.19	159.51
2.40	1.35	24.61	1.63	53.01	1.77	72.57	1.90	96.11	2.14	156.29
2.30	1.32	24.10	1.60	51.89	1.73	71.04	1.86	94.09	2.10	152.99
2.20	1.29	23.57	1.56	50.75	1.69	69.48	1.82	92.02	2.05	149.63
2.10	1.26	23.02	1.53	49.58	1.65	67.88	1.77	89.90	2.00	146.19
2.00	1.23	22.47	1.49	48.39	1.61	66.25	1.73	87.74	1.96	142.67
1.90	1.20	21.90	1.45	47.16	1.57	64.57	1.69	85.51	1.91	139.06
1.80	1.17	21.32	1.42	45.91	1.53	62.85	1.64	83.23	1.85	135.35
1.70	1.14	20.72	1.38	44.61	1.49	61.08	1.60	80.89	1.80	131.53
1.60	1.10	20.10	1.33	43.28	1.44	59.25	1.55	78.47	1.75	127.61
1.50	1.07	19.46	1.29	41.91	1.40	57.37	1.50	75.98	1.69	123.55
1.40	1.03	18.80	1.25	40.49	1.35	55.43	1.45	73.41	1.64	119.37
1.30	0.99	18.11	1.20	39.01	1.30	53.41	1.40	70.74	1.58	115.02
1.20	0.95	17.40	1.16	37.48	1.25	51.31	1.34	67.96	1.51	110.51
1.10	0.91	16.66	1.11	35.89	1.20	49.13	1.28	65.07	1.45	105.81
1.00	0.87	15.89	1.06	34.22	1.14	46.84	1.22	62.04	1.38	100.88
0.95	0.85	15.49	1.03	33.35	1.11	45.66	1.19	60.47	1.35	98.33
0.90	0.83	15.07	1.00	32.46	1.08	44.44	1.16	58.86	1.31	95.70
0.85	0.80	14.65	0.97	31.55	1.05	43.19	1.13	57.20	1.27	93.01
0.80	0.78	14.21	0.94	30.60	1.02	41.90	1.10	55.49	1.24	90.23
0.75	0.75	13.76	0.91	29.63	0.99	40.57	1.06	53.73	1.20	87.37
0.70	0.73	13.29	0.88	28.63	0.95	39.19	1.02	51.91	1.16	84.40
0.65	0.70	12.81	0.85	27.59	0.92	37.77	0.99	50.02	1.11	81.33
0.60	0.67	12.31	0.82	26.50	0.88	36.28	0.95	48.06	1.07	78.14
0.55	0.65	11.78	0.78	25.38	0.85	34.74	0.91	46.01	1.03	74.82
0.50	0.62	11.23	0.75	24.19	0.81	33.12	0.87	43.87	0.98	71.33
0.47	0.60	10.89	0.72	23.46	0.78	32.11	0.84	42.53	0.95	69.16

CÁLCULO DE COLECTORES CIRCULARES

FÓRMULA DE MANNING (N=0.013).

$$V = \frac{R^{\left(\frac{2}{3}\right)} * I^{\left(\frac{1}{2}\right)}}{N}$$

PENDIENTE	DIÁMETRO (PULGADAS)									
	6		8		9		10		12	
	V=0.871*I ^{1/2}	Q=15.888*I ^{1/2}	V=1.055*I ^{1/2}	Q=34.217*I ^{1/2}	V=1.141*I ^{1/2}	Q=46.843*I ^{1/2}	V=1.224*I ^{1/2}	Q=62.039*I ^{1/2}	V=1.383*I ^{1/2}	Q=100.882*I ^{1/2}
V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)
0.46		0.72	23.21	0.77	31.77	0.83	42.08	0.94	68.42	
0.45		0.71	22.95	0.77	31.42	0.82	41.62	0.93	67.67	
0.44		0.70	22.70	0.76	31.07	0.81	41.15	0.92	66.92	
0.43		0.69	22.44	0.75	30.72	0.80	40.68	0.91	66.15	
0.42		0.68	22.17	0.74	30.36	0.79	40.21	0.90	65.38	
0.41		0.68	21.91	0.73	29.99	0.78	39.72	0.89	64.60	
0.40		0.67	21.64	0.72	29.63	0.77	39.24	0.87	63.80	
0.39		0.66	21.37	0.71	29.25	0.76	38.74	0.86	63.00	
0.38		0.65	21.09	0.70	28.88	0.75	38.24	0.85	62.19	
0.37		0.64	20.81	0.69	28.49	0.74	37.74	0.84	61.36	
0.36		0.63	20.53	0.68	28.11	0.73	37.22	0.83	60.53	
0.35		0.62	20.24	0.68	27.71	0.72	36.70	0.82	59.68	
0.34		0.62	19.95	0.67	27.31	0.71	36.17	0.81	58.82	
0.33		0.61	19.66	0.66	26.91	0.70	35.64	0.79	57.95	
0.32		0.60	19.36	0.65	26.50	0.69	35.09	0.78	57.07	
0.31				0.64	26.08	0.68	34.54	0.77	56.17	
0.30				0.63	25.66	0.67	33.98	0.76	55.26	
0.29				0.61	25.23	0.66	33.41	0.74	54.33	
0.28				0.60	24.79	0.65	32.83	0.73	53.38	
0.27						0.64	32.24	0.72	52.42	
0.26						0.62	31.63	0.70	51.44	
0.25						0.61	31.02	0.69	50.44	
0.24						0.60	30.39	0.68	49.42	
0.23								0.66	48.38	
0.22								0.65	47.32	
0.21								0.63	46.23	
0.20								0.62	45.12	
0.19								0.60	43.97	

CÁLCULO DE COLECTORES CIRCULARES
FÓRMULA DE MANNING (N=0.013).

$$V = \frac{R^{\left(\frac{2}{3}\right)} * I^{\left(\frac{1}{2}\right)}}{N}$$

PENDIENTE	DIÁMETRO (PULGADAS)									
	14		15		16		18		20	
	$V=1.532*I^{1/2}$		$V=1.604*I^{1/2}$		$V=1.675*I^{1/2}$		$V=1.812*I^{1/2}$		$V=1.944*I^{1/2}$	
	$Q=152.173*I^{1/2}$		$Q=182.911*I^{1/2}$		$Q=217.262*I^{1/2}$		$Q=297.433*I^{1/2}$		$Q=393.922*I^{1/2}$	
	V (m/s)	Q (l/s)								
15.00	5.93	589.36								
14.50	5.83	579.46								
14.00	5.73	569.38	6.00	684.39						
13.50	5.63	559.12	5.89	672.06						
13.00	5.52	548.67	5.78	659.49						
12.50	5.42	538.01	5.67	646.69	5.92	768.14				
12.00	5.31	527.14	5.56	633.62	5.80	752.62				
11.50	5.20	516.04	5.44	620.28	5.68	736.77				
11.00	5.08	504.70	5.32	606.65	5.55	720.58	6.01	986.48		
10.50	4.96	493.10	5.20	592.70	5.43	704.01	5.87	963.79		
10.00	4.85	481.21	5.07	578.42	5.30	687.04	5.73	940.57		
9.50	4.72	469.03	4.94	563.77	5.16	669.65	5.58	916.75	5.99	1214.15
9.00	4.60	456.52	4.81	548.73	5.02	651.78	5.44	892.30	5.83	1181.76
8.50	4.47	443.66	4.68	533.27	4.88	633.42	5.28	867.16	5.67	1148.47
8.00	4.33	430.41	4.54	517.35	4.74	614.51	5.12	841.27	5.50	1114.18
7.50	4.20	416.74	4.39	500.92	4.59	595.00	4.96	814.56	5.32	1078.80
7.00	4.05	402.61	4.24	483.94	4.43	574.82	4.79	786.93	5.14	1042.22
6.50	3.91	387.97	4.09	466.33	4.27	553.91	4.62	758.31	4.96	1004.31
6.00	3.75	372.75	3.93	448.04	4.10	532.18	4.44	728.56	4.76	964.91
5.50	3.59	356.88	3.76	428.96	3.93	509.52	4.25	697.54	4.56	923.83
5.00	3.43	340.27	3.59	409.00	3.75	485.81	4.05	665.08	4.35	880.84
4.50	3.25	322.81	3.40	388.01	3.55	460.88	3.84	630.95	4.12	835.63
4.00	3.06	304.35	3.21	365.82	3.35	434.52	3.62	594.87	3.89	787.84
3.50	2.87	284.69	3.00	342.20	3.13	406.46	3.39	556.45	3.64	736.96
3.00	2.65	263.57	2.78	316.81	2.90	376.31	3.14	515.17	3.37	682.29
2.90	2.61	259.14	2.73	311.49	2.85	369.98	3.09	506.51	3.31	670.82
2.80	2.56	254.63	2.68	306.07	2.80	363.55	3.03	497.70	3.25	659.16
2.70	2.52	250.05	2.64	300.55	2.75	357.00	2.98	488.73	3.19	647.28
2.60	2.47	245.37	2.59	294.94	2.70	350.32	2.92	479.60	3.13	635.18
2.50	2.42	240.61	2.54	289.21	2.65	343.52	2.86	470.28	3.07	622.34
2.40	2.37	235.75	2.49	283.36	2.59	336.58	2.81	460.78	3.01	610.26
2.30	2.32	230.78	2.43	277.40	2.54	329.49	2.75	451.08	2.95	597.41
2.20	2.27	225.71	2.38	271.30	2.48	322.25	2.69	441.17	2.88	584.28
2.10	2.22	220.52	2.32	265.06	2.43	314.84	2.63	431.02	2.82	570.85
2.00	2.17	215.21	2.27	258.68	2.37	307.25	2.56	420.63	2.75	557.09
1.90	2.11	209.76	2.21	252.13	2.31	299.47	2.50	409.98	2.68	542.98
1.80	2.06	204.16	2.15	245.40	2.25	291.49	2.43	399.05	2.61	528.50



CÁLCULO DE COLECTORES CIRCULARES
FÓRMULA DE MANNING (N=0.013).

$$V = \frac{R^{\left(\frac{2}{3}\right)} * I^{\left(\frac{1}{2}\right)}}{N}$$

PENDIENTE	DIÁMETRO (PULGADAS)									
	14		15		16		18		20	
	V=1.532*I ^{1/2}		V=1.604*I ^{1/2}		V=1.675*I ^{1/2}		V=1.812*I ^{1/2}		V=1.944*I ^{1/2}	
	Q=152.173*I ^{1/2}		Q=182.911*I ^{1/2}		Q=217.262*I ^{1/2}		Q=297.433*I ^{1/2}		Q=393.922*I ^{1/2}	
	V (m/s)	Q (l/s)								
1.70	2.00	198.41	2.09	238.49	2.18	283.27	2.36	387.81	2.53	513.61
1.60	1.94	192.49	2.03	231.37	2.12	274.82	2.29	376.23	2.46	498.28
1.50	1.88	186.37	1.96	224.02	2.05	266.09	2.22	364.28	2.38	482.45
1.40	1.81	180.05	1.90	216.42	1.98	257.07	2.14	351.93	2.30	466.09
1.30	1.75	173.50	1.83	208.55	1.91	247.72	2.07	339.13	2.22	449.14
1.20	1.68	166.70	1.76	200.37	1.83	238.00	1.98	325.82	2.13	431.52
1.10	1.61	159.60	1.68	191.84	1.76	227.87	1.90	311.95	2.04	413.15
1.00	1.53	152.17	1.60	182.91	1.67	217.26	1.81	297.43	1.94	393.92
0.95	1.49	148.32	1.56	178.28	1.63	211.76	1.77	289.90	1.89	383.95
0.90	1.45	144.36	1.52	173.52	1.59	206.11	1.72	282.17	1.84	373.71
0.85	1.41	140.30	1.48	168.64	1.54	200.31	1.67	274.22	1.79	363.18
0.80	1.37	136.11	1.43	163.60	1.50	194.32	1.62	266.03	1.74	352.33
0.75	1.33	131.79	1.39	158.41	1.45	188.15	1.57	257.58	1.68	341.15
0.70	1.28	127.32	1.34	153.03	1.40	181.77	1.52	248.85	1.63	329.58
0.65	1.24	122.69	1.29	147.47	1.35	175.16	1.46	239.80	1.57	317.59
0.60	1.19	117.87	1.24	141.68	1.30	168.29	1.40	230.39	1.51	305.13
0.55	1.14	112.85	1.19	135.65	1.24	161.13	1.34	220.58	1.44	292.14
0.50	1.08	107.60	1.13	129.34	1.18	153.63	1.28	210.32	1.37	278.54
0.45	1.03	102.08	1.08	122.70	1.12	145.74	1.22	199.52	1.30	264.25
0.40	0.97	96.24	1.01	115.68	1.06	137.41	1.15	188.11	1.23	249.14
0.35	0.91	90.03	0.95	108.21	0.99	128.53	1.07	175.96	1.15	233.05
0.30	0.84	83.35	0.88	100.18	0.92	119.00	0.99	162.91	1.06	215.76
0.25	0.77	76.09	0.80	91.46	0.84	108.63	0.91	148.72	0.97	196.96
0.20	0.69	68.05	0.72	81.80	0.75	97.16	0.81	133.02	0.87	176.17
0.16	0.61	60.87	0.64	73.16	0.67	86.90	0.72	118.97	0.78	157.57
0.15			0.62	70.84	0.65	84.15	0.70	115.20	0.75	152.57
0.14			0.60	68.44	0.63	81.29	0.68	111.29	0.73	147.39
0.13					0.60	78.33	0.65	107.24	0.70	142.03
0.12							0.63	103.03	0.67	136.46
0.11							0.60	98.65	0.64	130.65
0.10								0.61	124.57	

CÁLCULO DE COLECTORES CIRCULARES

FÓRMULA DE MANNING (N=0.013).

$$V = \frac{R^{\left(\frac{2}{3}\right)} * I^{\left(\frac{1}{2}\right)}}{N}$$

PENDIENTE	DIÁMETRO (PULGADAS)										
	21		24		27		28		30		
	V=2.008*I ^{1/2}	Q=448.657*I ^{1/2}	V=2.195*I ^{1/2}	Q=640.56*I ^{1/2}	V=2.374*I ^{1/2}	Q=876.933*I ^{1/2}	V=2.432*I ^{1/2}	Q=966.239*I ^{1/2}	V=2.547*I ^{1/2}	Q=1161.412*I ^{1/2}	
V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)
8.90	5.99	1338.47	6.55	1910.97							
8.80	5.96	1330.93	6.51	1900.21							
8.70	5.92	1323.35	6.47	1889.38							
8.60	5.89	1315.72	6.44	1878.49							
8.10	5.71	1276.90	6.25	1823.07							
7.60	5.54	1236.86	6.05	1765.90							
7.10	5.35	1195.48	5.85	1706.82							
7.40	5.46	1220.48	5.97	1742.51							
6.60	5.16	1152.62	5.64	1645.63							
6.50	5.12	1143.86	5.60	1633.11							
6.40	5.08	1135.02	5.55	1620.50	6.01	2218.48					
6.00	4.92	1098.98	5.38	1569.04	5.82	2148.04	5.96	2366.79			
5.50	4.71	1052.19	5.15	1502.25	5.57	2056.59	5.70	2266.03	5.97	2723.75	
5.00	4.49	1003.23	4.91	1432.34	5.31	1960.88	5.44	2160.58	5.69	2597.00	
4.50	4.26	951.75	4.66	1358.83	5.04	1860.26	5.16	2049.70	5.40	2463.73	
4.00	4.02	897.31	4.39	1281.12	4.75	1753.87	4.86	1932.48	5.09	2322.82	
3.50	3.76	839.36	4.11	1198.38	4.44	1640.59	4.55	1807.67	4.76	2172.80	
3.00	3.48	777.10	3.80	1109.48	4.11	1518.89	4.21	1673.57	4.41	2011.63	
2.90	3.42	764.04	3.74	1090.83	4.04	1493.36	4.14	1645.45	4.34	1977.81	
2.80	3.36	750.75	3.67	1071.86	3.97	1467.39	4.07	1616.83	4.26	1943.41	
2.70	3.30	737.22	3.61	1052.55	3.90	1440.95	4.00	1587.69	4.18	1908.40	
2.60	3.24	723.44	3.54	1032.87	3.83	1414.01	3.92	1558.01	4.11	1872.72	
2.50	3.17	709.39	3.47	1012.81	3.75	1386.55	3.85	1527.76	4.03	1836.35	
2.40	3.11	695.06	3.40	992.35	3.68	1358.54	3.77	1496.89	3.95	1799.25	
2.30	3.04	680.42	3.33	971.46	3.60	1329.93	3.69	1465.37	3.86	1761.37	
2.20	2.98	665.47	3.26	950.10	3.52	1300.70	3.61	1433.16	3.78	1722.65	
2.10	2.91	650.17	3.18	928.26	3.44	1270.80	3.52	1400.21	3.69	1683.05	
2.00	2.84	634.50	3.10	905.89	3.36	1240.17	3.44	1366.47	3.60	1642.49	
1.90	2.77	618.43	3.03	882.95	3.27	1208.77	3.35	1331.87	3.51	1600.90	
1.80	2.69	601.94	2.94	859.40	3.19	1176.53	3.26	1296.35	3.42	1558.20	
1.70	2.62	584.98	2.86	835.19	3.10	1143.38	3.17	1259.82	3.32	1514.30	
1.60	2.54	567.51	2.78	810.25	3.00	1109.24	3.08	1222.21	3.22	1469.08	
1.50	2.46	549.49	2.69	784.52	2.91	1074.02	2.98	1183.40	3.12	1422.43	



CÁLCULO DE COLECTORES CIRCULARES
FÓRMULA DE MANNING (N=0.013).

$$V = \frac{R^{\left(\frac{2}{3}\right)} * I^{\left(\frac{1}{2}\right)}}{N}$$

PENDIENTE	DIÁMETRO (PULGADAS)									
	21		24		27		28		30	
	V=2.008*I ^{1/2}	V=2.195*I ^{1/2}	V=2.374*I ^{1/2}	V=2.432*I ^{1/2}	V=2.547*I ^{1/2}	Q=448.657*I ^{1/2}	Q=640.56*I ^{1/2}	Q=876.933*I ^{1/2}	Q=966.239*I ^{1/2}	Q=1161.412*I ^{1/2}
V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)
1.40	2.38	530.86	2.60	757.92	2.81	1037.60	2.88	1143.27	3.01	1374.20
1.30	2.29	511.55	2.50	730.35	2.71	999.86	2.77	1101.68	2.90	1324.21
1.20	2.20	491.48	2.40	701.70	2.60	960.63	2.66	1058.46	2.79	1272.26
1.10	2.11	470.56	2.30	671.82	2.49	919.74	2.55	1013.40	2.67	1218.10
1.00	2.01	448.66	2.19	640.56	2.37	876.93	2.43	966.24	2.55	1161.41
0.95	1.96	437.30	2.14	624.34	2.31	854.73	2.37	941.77	2.48	1132.00
0.90	1.90	425.63	2.08	607.69	2.25	831.93	2.31	916.65	2.42	1101.81
0.85	1.85	413.64	2.02	590.57	2.19	808.49	2.24	890.83	2.35	1070.77
0.80	1.80	401.29	1.96	572.93	2.12	784.35	2.18	864.23	2.28	1038.80
0.75	1.74	388.55	1.90	554.74	2.06	759.45	2.11	836.79	2.21	1005.81
0.70	1.68	375.37	1.84	535.93	1.99	733.69	2.03	808.41	2.13	971.71
0.65	1.62	361.72	1.77	516.44	1.91	707.01	1.96	779.01	2.05	936.36
0.60	1.56	347.53	1.70	496.18	1.84	679.27	1.88	748.45	1.97	899.63
0.55	1.49	332.73	1.63	475.05	1.76	650.35	1.80	716.58	1.89	861.33
0.50	1.42	317.25	1.55	452.94	1.68	620.09	1.72	683.23	1.80	821.24
0.45	1.35	300.97	1.47	429.70	1.59	588.26	1.63	648.17	1.71	779.10
0.40	1.27	283.76	1.39	405.13	1.50	554.62	1.54	611.10	1.61	734.54
0.35	1.19	265.43	1.30	378.96	1.40	518.80	1.44	571.63	1.51	687.10
0.30	1.10	245.74	1.20	350.85	1.30	480.32	1.33	529.23	1.39	636.13
0.25	1.00	224.33	1.10	320.28	1.19	438.47	1.22	483.12	1.27	580.71
0.20	0.90	200.65	0.98	286.47	1.06	392.18	1.09	432.12	1.14	519.40
0.15	0.78	173.76	0.85	248.09	0.92	339.63	0.94	374.22	0.99	449.81
0.10	0.63	141.88	0.69	202.56	0.75	277.31	0.77	305.55	0.81	367.27
0.09	0.60	134.60	0.66	192.17	0.71	263.08	0.73	289.87	0.76	348.42
0.08			0.62	181.18	0.67	248.03	0.69	273.29	0.72	328.50
0.07					0.63	232.01	0.64	255.64	0.67	307.28
0.06							0.60	236.68	0.62	284.49

CÁLCULO DE COLECTORES CIRCULARES

FÓRMULA DE MANNING (N=0.013).

$$V = \frac{R^{\left(\frac{2}{3}\right)} * I^{\left(\frac{1}{2}\right)}}{N}$$

PENDIENTE	DIÁMETRO									
	33"		36"		1.00 M.		1.10 M.		1.20 M.	
	V=2.714*I^{1/2}		V=2.876*I^{1/2}		V=3.053*I^{1/2}		V=3.253*I^{1/2}		V=3.447*I^{1/2}	
	Q=1497.500*I^{1/2}		Q=1888.585*I^{1/2}		Q=2397.581*I^{1/2}		Q=3091.389*I^{1/2}		Q=3898.730*I^{1/2}	
	V (m/s)	Q (l/s)								
4.80	5.95	3280.86								
4.70	5.88	3246.50								
4.60	5.82	3211.78								
4.50	5.76	3176.68								
4.40	5.69	3141.18								
4.30	5.63	3105.28	5.96	3916.25						
4.20	5.56	3068.96	5.89	3870.45						
4.10	5.50	3032.21	5.82	3824.09						
4.00	5.43	2995.00	5.75	3777.17						
3.90	5.36	2957.33	5.68	3729.66						
3.80	5.29	2919.17	5.61	3681.53	5.95	4673.74				
3.70	5.22	2880.50	5.53	3632.77	5.87	4611.84				
3.60	5.15	2841.31	5.46	3583.34	5.79	4549.09				
3.50	5.08	2801.57	5.38	3533.22	5.71	4485.46				
3.40	5.00	2761.25	5.30	3482.38	5.63	4420.92	6.00	5700.24		
3.30	4.93	2720.34	5.22	3430.78	5.55	4355.42	5.91	5615.79		
3.20	4.85	2678.81	5.14	3378.40	5.46	4288.92	5.82	5530.05		
3.10	4.78	2636.62	5.06	3325.20	5.37	4221.38	5.73	5442.95		
3.00	4.70	2593.75	4.98	3271.12	5.29	4152.73	5.63	5354.44	5.97	6752.80
2.90	4.62	2550.15	4.90	3216.14	5.20	4082.93	5.54	5264.45	5.87	6639.30
2.80	4.54	2505.80	4.81	3160.21	5.11	4011.92	5.44	5172.88	5.77	6523.82
2.70	4.46	2460.64	4.73	3103.26	5.02	3939.63	5.35	5079.67	5.66	6406.27
2.60	4.38	2414.65	4.64	3045.25	4.92	3865.98	5.25	4984.72	5.56	6286.51
2.50	4.29	2367.76	4.55	2986.11	4.83	3790.91	5.14	4887.92	5.45	6164.43
2.40	4.20	2319.92	4.46	2925.78	4.73	3714.32	5.04	4789.16	5.34	6039.89
2.30	4.12	2271.07	4.36	2864.18	4.63	3636.11	4.93	4688.32	5.23	5912.72
2.20	4.03	2221.15	4.27	2801.22	4.53	3556.19	4.82	4585.27	5.11	5782.75
2.10	3.93	2170.08	4.17	2736.82	4.42	3474.42	4.71	4479.85	5.00	5649.80
2.00	3.84	2117.79	4.07	2670.86	4.32	3390.69	4.60	4371.88	4.88	5513.64
1.90	3.74	2064.16	3.96	2603.23	4.21	3304.84	4.48	4261.19	4.75	5374.03
1.80	3.64	2009.11	3.86	2533.80	4.10	3216.69	4.36	4147.53	4.62	5230.70
1.70	3.54	1952.50	3.75	2462.41	3.98	3126.06	4.24	4030.68	4.49	5083.32
1.60	3.43	1894.20	3.64	2388.89	3.86	3032.73	4.11	3910.33	4.36	4931.55
1.50	3.32	1834.06	3.52	2313.03	3.74	2936.42	3.98	3786.16	4.22	4774.95
1.40	3.21	1771.87	3.40	2234.60	3.61	2836.86	3.85	3657.78	4.08	4613.04



CÁLCULO DE COLECTORES CIRCULARES

FÓRMULA DE MANNING (N=0.013).

$$V = \frac{R^{\left(\frac{2}{3}\right)} * I^{\left(\frac{1}{2}\right)}}{N}$$

PENDIENTE	DIÁMETRO									
	33"		36"		1.00 M.		1.10 M.		1.20 M.	
	$V=2.714*I^{1/2}$		$V=2.876*I^{1/2}$		$V=3.053*I^{1/2}$		$V=3.253*I^{1/2}$		$V=3.447*I^{1/2}$	
	$Q=1497.500*I^{1/2}$		$Q=1888.585*I^{1/2}$		$Q=2397.581*I^{1/2}$		$Q=3091.389*I^{1/2}$		$Q=3898.730*I^{1/2}$	
	V (m/s)	Q (l/s)								
1.30	3.09	1707.41	3.28	2153.32	3.48	2733.66	3.71	3524.73	3.93	4445.24
1.20	2.97	1640.43	3.15	2068.84	3.34	2626.42	3.56	3386.45	3.78	4270.85
1.10	2.85	1570.59	3.02	1980.76	3.20	2514.60	3.41	3242.28	3.62	4089.02
1.00	2.71	1497.50	2.88	1888.58	3.05	2397.58	3.25	3091.39	3.45	3898.73
0.95	2.65	1459.58	2.80	1840.76	2.98	2336.87	3.17	3013.11	3.36	3800.01
0.90	2.57	1420.65	2.73	1791.67	2.90	2274.54	3.09	2932.75	3.27	3698.66
0.85	2.50	1380.63	2.65	1741.19	2.81	2210.46	3.00	2850.12	3.18	3594.45
0.80	2.43	1339.41	2.57	1689.20	2.73	2144.46	2.91	2765.02	3.08	3487.13
0.75	2.35	1296.87	2.49	1635.56	2.64	2076.37	2.82	2677.22	2.99	3376.40
0.70	2.27	1252.90	2.41	1580.10	2.55	2005.96	2.72	2586.44	2.88	3261.91
0.65	2.19	1207.32	2.32	1522.63	2.46	1932.99	2.62	2492.36	2.78	3143.26
0.60	2.10	1159.96	2.23	1462.89	2.36	1857.16	2.52	2394.58	2.67	3019.94
0.55	2.01	1110.58	2.13	1400.61	2.26	1778.09	2.41	2292.64	2.56	2891.38
0.50	1.92	1058.89	2.03	1335.43	2.16	1695.35	2.30	2185.94	2.44	2756.82
0.45	1.82	1004.55	1.93	1266.90	2.05	1608.35	2.18	2073.77	2.31	2615.35
0.40	1.72	947.10	1.82	1194.45	1.93	1516.36	2.06	1955.17	2.18	2465.77
0.35	1.61	885.93	1.70	1117.30	1.81	1418.43	1.92	1828.89	2.04	2306.52
0.30	1.49	820.21	1.58	1034.42	1.67	1313.21	1.78	1693.22	1.89	2135.42
0.25	1.36	748.75	1.44	944.29	1.53	1198.79	1.63	1545.69	1.72	1949.37
0.20	1.21	669.70	1.29	844.60	1.37	1072.23	1.45	1382.51	1.54	1743.57
0.15	1.05	579.98	1.11	731.45	1.18	928.58	1.26	1197.29	1.34	1509.97
0.10	0.86	473.55	0.91	597.22	0.97	758.18	1.03	977.58	1.09	1232.89
0.09	0.81	449.25	0.86	566.58	0.92	719.27	0.98	927.42	1.03	1169.62
0.08	0.77	423.56	0.81	534.17	0.86	678.14	0.92	874.38	0.98	1102.73
0.07	0.72	396.20	0.76	499.67	0.81	634.34	0.86	817.90	0.91	1031.51
0.06	0.66	366.81	0.70	462.61	0.75	587.28	0.80	757.23	0.84	954.99
0.05	0.61	334.85	0.64	422.30	0.68	536.12	0.73	691.26	0.77	871.78
0.04					0.61	479.52	0.65	618.28	0.69	779.75
0.03									0.60	675.28

CÁLCULO DE COLECTORES CIRCULARES

FÓRMULA DE MANNING (N=0.013).

$$V = \frac{R^{\left(\frac{2}{3}\right)} * I^{\left(\frac{1}{2}\right)}}{N}$$

PENDIENTE	DIÁMETRO									
	1.30 M.		1.40 M.		1.50 M.		1.60 M.		1.70 M.	
	$V=3.636*I^{1/2}$		$V=3.820*I^{1/2}$		$V=4.000*I^{1/2}$		$V=4.176*I^{1/2}$		$V=4.348*I^{1/2}$	
	$Q=4826.387*I^{3/2}$		$Q=5880.956*I^{1/2}$		$Q=7068.868*I^{1/2}$		$Q=8396.401*I^{1/2}$		$Q=9869.693*I^{1/2}$	
	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)
2.70	5.97	7930.56								
2.60	5.86	7782.32								
2.50	5.75	7631.19								
2.40	5.63	7477.01	5.92	9110.74						
2.30	5.51	7319.58	5.79	8918.91						
2.20	5.39	7158.69	5.67	8722.87	5.93	10484.83				
2.10	5.27	6994.10	5.54	8522.32	5.80	10243.76				
2.00	5.14	6825.54	5.40	8316.93	5.66	9996.89	5.91	11874.30		
1.90	5.01	6652.72	5.27	8106.34	5.51	9743.76	5.76	11573.64	5.99	13604.43
1.80	4.88	6475.28	5.13	7890.13	5.37	9483.88	5.60	11264.95	5.83	13241.58
1.70	4.74	6292.84	4.98	7667.83	5.22	9216.68	5.44	10947.57	5.67	12868.51
1.60	4.60	6104.95	4.83	7438.89	5.06	8941.49	5.28	10620.70	5.50	12484.28
1.50	4.45	5911.09	4.68	7202.67	4.90	8657.56	5.11	10283.45	5.33	12087.86
1.40	4.30	5710.66	4.52	6958.44	4.73	8364.00	4.94	9934.76	5.14	11677.98
1.30	4.15	5502.93	4.36	6705.32	4.56	8059.75	4.76	9573.37	4.96	11253.18
1.20	3.98	5287.04	4.18	6442.27	4.38	7743.56	4.57	9197.80	4.76	10811.71
1.10	3.81	5061.96	4.01	6168.00	4.20	7413.89	4.38	8806.22	4.56	10351.42
1.00	3.64	4826.39	3.82	5880.96	4.00	7068.87	4.18	8396.40	4.35	9869.69
0.90	3.45	4578.71	3.62	5579.17	3.79	6706.12	3.96	7965.53	4.13	9363.21
0.80	3.25	4316.85	3.42	5260.09	3.58	6322.59	3.74	7509.97	3.89	8827.72
0.70	3.04	4038.05	3.20	4920.36	3.35	5914.24	3.49	7024.93	3.64	8257.58
0.60	2.82	3738.50	2.96	4555.37	3.10	5475.52	3.23	6503.82	3.37	7645.03
0.50	2.57	3412.77	2.70	4158.46	2.83	4998.44	2.95	5937.15	3.07	6978.93
0.40	2.30	3052.48	2.42	3719.44	2.53	4470.74	2.64	5310.35	2.75	6242.14
0.30	1.99	2643.52	2.09	3221.13	2.19	3871.78	2.29	4598.90	2.38	5405.85

CÁLCULO DE COLECTORES CIRCULARES

FÓRMULA DE MANNING (N=0.013).

$$V = \frac{R^{\left(\frac{2}{3}\right)} * I^{\left(\frac{1}{2}\right)}}{N}$$

PENDIENTE	DIÁMETRO									
	1.30 M.		1.40 M.		1.50 M.		1.60 M.		1.70 M.	
	V=3.636*I ^{1/2}		V=3.820*I ^{1/2}		V=4.000*I ^{1/2}		V=4.176*I ^{1/2}		V=4.348*I ^{1/2}	
	Q=4826.387*I ^{1/2}		Q=5880.956*I ^{1/2}		Q=7068.868*I ^{1/2}		Q=8396.401*I ^{1/2}		Q=9869.693*I ^{1/2}	
	V (m/s)	Q (l/s)								
0.20	1.63	2158.43	1.71	2630.04	1.79	3161.29	1.87	3754.98	1.94	4413.86
0.10	1.15	1526.24	1.21	1859.72	1.26	2235.37	1.32	2655.18	1.38	3121.07
0.09	1.09	1447.92	1.15	1764.29	1.20	2120.66	1.25	2518.92	1.30	2960.91
0.08	1.03	1365.11	1.08	1663.39	1.13	1999.38	1.18	2374.86	1.23	2791.57
0.07	0.96	1276.94	1.01	1555.95	1.06	1870.25	1.10	2221.48	1.15	2611.28
0.06	0.89	1182.22	0.94	1440.53	0.98	1731.51	1.02	2056.69	1.07	2417.57
0.05	0.81	1079.21	0.85	1315.02	0.89	1580.65	0.93	1877.49	0.97	2206.93
0.04	0.73	965.28	0.76	1176.19	0.80	1413.77	0.84	1679.28	0.87	1973.94
0.03	0.63	835.95	0.66	1018.61	0.69	1224.36	0.72	1454.30	0.75	1709.48
0.029	0.62	821.90	0.65	1001.49	0.68	1203.78	0.71	1429.86	0.74	1680.75
0.028	0.61	807.61	0.64	984.07	0.67	1182.85	0.70	1404.99	0.73	1651.52
0.027			0.63	966.34	0.66	1161.53	0.69	1379.67	0.71	1621.76
0.026			0.62	948.28	0.65	1139.82	0.67	1353.88	0.70	1591.44
0.025			0.60	929.86	0.63	1117.69	0.66	1327.59	0.69	1560.54
0.024					0.62	1095.10	0.65	1300.76	0.67	1529.01
0.023					0.61	1072.05	0.63	1273.38	0.66	1496.81
0.022							0.62	1245.39	0.64	1463.91
0.021							0.61	1216.75	0.63	1430.25
0.020									0.61	1395.79
0.019									0.60	1360.44

CÁLCULO DE COLECTORES CIRCULARES

FÓRMULA DE MANNING (N=0.013).

$$V = \frac{R^{\left(\frac{2}{3}\right)} * I^{\left(\frac{1}{2}\right)}}{N}$$

PENDIENTE	DIÁMETRO									
	1.80 M.		1.90 M.		2.00 M.		2.10 M.		2.15 M.	
	$V=4.517*I^{1/2}$		$V=4.683*I^{1/2}$		$V=4.846*I^{1/2}$		$V=5.006*I^{1/2}$		$V=5.085*I^{1/2}$	
	$Q=11494.759*I^{1/2}$		$Q=13277.495*I^{1/2}$		$Q=15223.687*I^{1/2}$		$Q=17339.024*I^{1/2}$		$Q=18461.873*I^{1/2}$	
	V (m/s)	Q (l/s)								
1.70	5.89	14987.33								
1.60	5.71	14539.85	5.92	16794.85						
1.50	5.53	14078.15	5.74	16261.54	5.93	18645.13				
1.40	5.34	13600.78	5.54	15710.14	5.73	18012.91	5.92	20515.81		
1.30	5.15	13106.04	5.34	15138.67	5.53	17357.67	5.71	19769.53	5.80	21049.77
1.20	4.95	12591.88	5.13	14544.77	5.31	16676.71	5.48	18993.95	5.57	20223.97
1.10	4.74	12055.81	4.91	13925.55	5.08	15966.74	5.25	18185.32	5.33	19362.98
1.00	4.52	11494.76	4.68	13277.49	4.85	15223.69	5.01	17339.02	5.09	18461.87
0.90	4.29	10904.89	4.44	12596.14	4.60	14442.46	4.75	16449.24	4.82	17514.47
0.80	4.04	10281.23	4.19	11875.75	4.33	13616.48	4.48	15508.49	4.55	16512.80
0.70	3.78	9617.21	3.92	11108.75	4.05	12737.05	4.19	14506.87	4.25	15446.31
0.60	3.50	8903.80	3.63	10284.70	3.75	11792.22	3.88	13430.75	3.94	14300.51
0.50	3.19	8128.02	3.31	9388.61	3.43	10764.77	3.54	12260.54	3.60	13054.52
0.40	2.86	7269.92	2.96	8397.42	3.06	9628.31	3.17	10966.16	3.22	11676.31
0.30	2.47	6295.94	2.56	7272.38	2.65	8338.36	2.74	9496.97	2.79	10111.98
0.20	2.02	5140.61	2.09	5937.88	2.17	6808.24	2.24	7754.25	2.27	8256.40
0.10	1.43	3634.96	1.48	4198.71	1.53	4814.15	1.58	5483.08	1.61	5838.16
0.09	1.36	3448.43	1.40	3983.25	1.45	4567.11	1.50	5201.71	1.53	5538.56
0.08	1.28	3251.21	1.32	3755.44	1.37	4305.91	1.42	4904.22	1.44	5221.81
0.07	1.20	3041.23	1.24	3512.89	1.28	4027.81	1.32	4587.47	1.35	4884.55
0.06	1.11	2815.63	1.15	3252.31	1.19	3729.03	1.23	4247.18	1.25	4522.22
0.05	1.01	2570.31	1.05	2968.94	1.08	3404.12	1.12	3877.12	1.14	4128.20
0.04	0.90	2298.95	0.94	2655.50	0.97	3044.74	1.00	3467.80	1.02	3692.37
0.03	0.78	1990.95	0.81	2299.73	0.84	2636.82	0.87	3003.21	0.88	3197.69
0.02	0.64	1625.60	0.66	1877.72	0.69	2152.95	0.71	2452.11	0.72	2610.90
0.019	0.62	1584.44	0.65	1830.18	0.67	2098.44	0.69	2390.02	0.70	2544.79
0.018	0.61	1542.18	0.63	1781.36	0.65	2042.47	0.67	2326.27	0.68	2476.92
0.017			0.61	1731.17	0.63	1984.93	0.65	2260.73	0.66	2407.13
0.016					0.61	1925.66	0.63	2193.23	0.64	2335.26
0.015							0.61	2123.59	0.62	2261.11
0.014								0.60	2184.44	

CÁLCULO DE COLECTORES CIRCULARES

FÓRMULA DE MANNING (N=0.013).

$$V = \frac{R^{\left(\frac{2}{3}\right)} * I^{\left(\frac{1}{2}\right)}}{N}$$

PENDIENTE	DIÁMETRO									
	2.20 M.		2.30 M.		2.40 M.		2.45 M.		2.50 M.	
	V=5.164*I ^{1/2}		V=5.319*I ^{1/2}		V=5.472*I ^{1/2}		V=5.548*I ^{1/2}		V=5.623*I ^{1/2}	
	Q=19629.098*I ^{1/2}		Q=22099.414*I ^{1/2}		Q=24755.394*I ^{1/2}		Q=26154.681*I ^{1/2}		Q=27606.382*I ^{1/2}	
	V (m/s)	Q (l/s)								
1.35	6.00	22806.35								
1.30	5.89	22380.52								
1.25	5.77	21946.00	5.95	24707.90						
1.20	5.66	21502.50	5.83	24208.70	5.99	27118.18				
1.15	5.54	21049.36	5.70	23698.98	5.87	26547.20	5.95	28047.77		
1.10	5.42	20587.17	5.58	23178.06	5.74	25963.68	5.82	27431.26	5.90	28949.62
1.05	5.29	20113.34	5.45	22645.16	5.61	25366.73	5.68	26800.57	5.76	28284.02
1.00	5.16	19629.10	5.32	22099.41	5.47	24755.39	5.55	26154.68	5.62	27602.38
0.95	5.03	19132.08	5.18	21539.84	5.33	24128.57	5.41	25492.43	5.48	26903.47
0.90	4.90	18621.30	5.05	20965.35	5.19	23485.03	5.26	24812.51	5.33	26185.92
0.85	4.76	18097.13	4.90	20374.65	5.05	22823.35	5.11	24113.42	5.18	25448.14
0.80	4.62	17556.30	4.76	19766.32	4.89	22141.90	4.96	23393.46	5.03	24688.32
0.75	4.47	16999.30	4.61	19138.65	4.74	21438.80	4.80	22650.62	4.87	23904.36
0.70	4.32	16422.38	4.45	18489.70	4.58	20711.85	4.64	21882.58	4.70	23093.81
0.65	4.16	15825.49	4.29	17817.12	4.41	19958.44	4.47	21086.58	4.53	22253.75
0.60	4.00	15204.53	4.12	17118.13	4.24	19175.45	4.30	20259.33	4.36	21380.71
0.55	3.83	14557.33	3.94	16389.36	4.06	18359.09	4.11	19396.83	4.17	20470.47
0.50	3.65	13879.37	3.76	15626.65	3.87	17504.71	3.92	18494.15	3.98	19517.83
0.45	3.46	13167.50	3.57	14824.74	3.67	16606.42	3.72	17545.09	3.77	18516.24
0.40	3.27	12414.53	3.36	13976.90	3.46	15656.69	3.51	16541.67	3.56	17457.28
0.35	3.05	11612.73	3.15	13074.19	3.24	14645.49	3.28	15473.32	3.33	16329.79
0.30	2.83	10751.30	2.91	12104.35	3.00	13559.09	3.04	14325.51	3.08	15118.45
0.25	2.58	9814.55	2.65	11049.71	2.74	12377.70	2.77	13077.34	2.81	13801.19



CÁLCULO DE COLECTORES CIRCULARES

FÓRMULA DE MANNING (N=0.013).

$$V = \frac{R^{\left(\frac{2}{3}\right)} * I^{\left(\frac{1}{2}\right)}}{N}$$

PENDIENTE	DIÁMETRO									
	2.20 M.		2.30 M.		2.40 M.		2.45 M.		2.50 M.	
	V=5.164*I ^{1/2}		V=5.319*I ^{1/2}		V=5.472*I ^{1/2}		V=5.548*I ^{1/2}		V=5.623*I ^{1/2}	
	Q=19629.098*I ^{1/2}		Q=22099.414*I ^{1/2}		Q=24755.394*I ^{1/2}		Q=26154.681*I ^{1/2}		Q=27606.382*I ^{1/2}	
	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)
0.20	2.31	8778.40	2.38	9883.16	2.45	11070.95	2.48	11696.73	2.51	12344.16
0.15	2.00	7602.32	2.06	8559.07	2.12	9587.72	2.15	10129.66	2.18	10690.36
0.10	1.63	6207.27	1.68	6988.45	1.73	7828.34	1.75	8270.84	1.78	8728.64
0.09	1.55	5888.73	1.60	6629.82	1.64	7426.62	1.66	7846.40	1.69	8280.71
0.08	1.46	5551.95	1.50	6250.66	1.55	7001.88	1.57	7397.66	1.59	7807.13
0.07	1.37	5193.37	1.41	5846.96	1.45	6549.66	1.47	6919.88	1.49	7302.90
0.06	1.26	4808.13	1.30	5413.23	1.34	6063.81	1.36	6406.56	1.38	6761.18
0.05	1.15	4389.20	1.19	4941.58	1.22	5535.47	1.24	5848.36	1.26	6172.08
0.04	1.03	3925.82	1.06	4419.88	1.09	4951.08	1.11	5230.94	1.12	5520.48
0.03	0.89	3399.86	0.92	3827.73	0.95	4287.76	0.96	4530.12	0.97	4780.87
0.02	0.73	2775.57	0.75	3125.33	0.77	3500.94	0.78	3698.83	0.80	3903.57
0.019	0.71	2705.68	0.73	3046.19	0.75	3412.30	0.76	3605.17	0.78	3804.73
0.018	0.69	2633.52	0.71	2964.95	0.73	3321.28	0.74	3509.02	0.75	3703.25
0.017	0.67	2559.32	0.69	2881.41	0.71	3227.71	0.72	3410.15	0.73	3598.91
0.016	0.65	2482.91	0.67	2795.38	0.69	3131.34	0.70	3308.33	0.71	3491.46
0.015	0.63	2404.06	0.65	2706.61	0.67	3031.90	0.68	3203.28	0.69	3380.59
0.014	0.61	2322.55	0.63	2614.84	0.65	2929.10	0.66	3094.66	0.67	3265.96
0.013			0.61	2519.72	0.62	2822.55	0.63	2982.09	0.64	3147.16
0.012					0.60	2711.82	0.61	2865.10	0.62	3023.69



CÁLCULO DE COLECTORES CIRCULARES

FÓRMULA DE MANNING (N=0.013).

$$V = \frac{R^{\left(\frac{2}{3}\right)} * I^{\left(\frac{1}{2}\right)}}{N}$$

PENDIENTE I	DIÁMETRO									
	2.60 M.		2.70 M.		2.80 M.		2.90 M.		3.00 M.	
	$V=5.772*I^{1/2}$		$V=5.919*I^{1/2}$		$V=6.064*I^{1/2}$		$V=6.208*I^{1/2}$		$V=6.350*I^{1/2}$	
	$Q=30645.647*I^{1/2}$		$Q=33890.390*I^{1/2}$		$Q=37341.746*I^{1/2}$		$Q=41004.784*I^{1/2}$		$Q=44884.516*I^{1/2}$	
	V (m/s)	Q (l/s)								
1.08	6.00	31847.89								
1.07	5.97	31700.10								
1.06	5.94	31551.62	6.09	34892.29						
1.05	5.91	31402.44	6.07	34727.32	6.21	38263.90				
1.04	5.89	31252.55	6.04	34561.55	6.18	38081.26	6.33	41816.84		
1.03	5.86	31101.93	6.01	34394.99	6.15	37897.73	6.30	41615.31	6.44	45552.81
1.02	5.83	30950.59	5.98	34227.62	6.12	37713.31	6.27	41412.80	6.41	45331.14
1.01	5.80	30798.49	5.95	34059.42	6.09	37527.99	6.24	41209.30	6.38	45108.38
1.00	5.77	30645.65	5.92	33890.39	6.06	37341.75	6.21	41004.78	6.35	44884.52
0.99	5.74	30492.03	5.89	33720.51	6.03	37154.57	6.18	40799.25	6.32	44659.53
0.98	5.71	30337.64	5.86	33549.77	6.00	36966.44	6.15	40592.67	6.29	44433.40
0.97	5.68	30182.46	5.83	33378.16	5.97	36777.35	6.11	40385.03	6.25	44206.12
0.96	5.66	30026.48	5.80	33205.67	5.94	36587.29	6.08	40176.32	6.22	43977.66
0.95	5.63	29869.68	5.77	33032.27	5.91	36396.23	6.05	39966.52	6.19	43748.01
0.94	5.60	29712.06	5.74	32857.95	5.88	36204.17	6.02	39755.61	6.16	43517.15
0.93	5.57	29553.59	5.71	32682.71	5.85	36011.08	5.99	39543.58	6.12	43285.06
0.92	5.54	29394.27	5.68	32506.52	5.82	35816.94	5.95	39330.41	6.09	43051.72
0.91	5.51	29234.08	5.65	32329.37	5.79	35621.76	5.92	39116.07	6.06	42817.10
0.90	5.48	29073.01	5.62	32151.25	5.75	35425.49	5.89	38900.55	6.02	42581.19
0.85	5.32	28253.89	5.46	31245.40	5.59	34427.39	5.72	37804.54	5.85	41381.48
0.80	5.16	27410.30	5.29	30312.49	5.42	33399.47	5.55	36675.79	5.68	40145.93
0.75	5.00	26539.91	5.13	29349.94	5.25	32338.90	5.38	35511.18	5.50	38871.13
0.70	4.83	25639.99	4.95	28354.73	5.07	31242.35	5.19	34307.06	5.31	37553.08
0.65	4.65	24707.31	4.77	27323.31	4.89	30105.88	5.01	33059.11	5.12	36187.05
0.60	4.47	23738.02	4.58	26251.38	4.70	28924.79	4.81	31762.17	4.92	34767.40
0.55	4.28	22727.42	4.39	25133.79	4.50	27693.38	4.60	30409.96	4.71	33287.25
0.50	4.08	21669.74	4.19	23964.12	4.29	26404.60	4.39	28994.76	4.49	31738.15
0.45	3.87	20557.73	3.97	22734.37	4.07	25049.60	4.16	27506.85	4.26	30109.45
0.40	3.65	19382.01	3.74	21434.16	3.84	23616.99	3.93	25933.70	4.02	28387.46
0.35	3.41	18130.21	3.50	20049.83	3.59	22091.67	3.67	24258.76	3.76	26554.04



CÁLCULO DE COLECTORES CIRCULARES

FÓRMULA DE MANNING (N=0.013).

$$V = \frac{R^{\left(\frac{2}{3}\right)} * I^{\left(\frac{1}{2}\right)}}{N}$$

PENDIENTE	DIÁMETRO									
	2.60 M.		2.70 M.		2.80 M.		2.90 M.		3.00 M.	
	V=5.772*I ^{1/2}		V=5.919*I ^{1/2}		V=6.064*I ^{1/2}		V=6.208*I ^{1/2}		V=6.350*I ^{1/2}	
	Q=30645.647*I ^{1/2}		Q=33890.390*I ^{1/2}		Q=37341.746*I ^{1/2}		Q=41004.784*I ^{1/2}		Q=44884.516*I ^{1/2}	
	V (m/s)	Q (l/s)								
0.30	3.16	16785.31	3.24	18562.53	3.32	20452.92	3.40	22459.25	3.48	24584.26
0.25	2.89	15322.32	2.96	16945.20	3.03	18670.87	3.10	20502.39	3.17	22442.26
0.20	2.58	13705.15	2.65	15156.24	2.71	16699.74	2.78	18337.90	2.84	20072.97
0.15	2.24	11869.01	2.29	13125.69	2.35	14462.40	2.40	15881.08	2.46	17383.70
0.10	1.83	9691.00	1.87	10717.08	1.92	11808.50	1.96	12966.85	2.01	14193.73
0.09	1.73	9193.69	1.78	10167.12	1.82	11202.52	1.86	12301.44	1.90	13465.35
0.08	1.63	8667.90	1.67	9585.65	1.72	10561.84	1.76	11597.90	1.80	12695.26
0.07	1.53	8108.08	1.57	8966.55	1.60	9879.70	1.64	10848.85	1.68	11875.33
0.06	1.41	7506.62	1.45	8301.42	1.49	9146.82	1.52	10044.08	1.56	10994.42
0.05	1.29	6852.58	1.32	7578.12	1.36	8349.87	1.39	9168.95	1.42	10036.48
0.04	1.15	6129.13	1.18	6778.08	1.21	7468.35	1.24	8200.96	1.27	8976.90
0.03	1.00	5307.98	1.03	5869.99	1.05	6467.78	1.08	7102.24	1.10	7774.23
0.02	0.82	4333.95	0.84	4792.82	0.86	5280.92	0.88	5798.95	0.90	6347.53
0.019	0.80	4224.21	0.82	4671.47	0.84	5147.20	0.86	5652.12	0.88	6186.90
0.018	0.77	4111.55	0.79	4546.87	0.81	5009.92	0.83	5501.37	0.85	6021.39
0.017	0.75	3995.70	0.77	4418.77	0.79	4868.77	0.81	5346.37	0.83	5852.22
0.016	0.73	3876.40	0.75	4286.83	0.77	4723.40	0.79	5186.74	0.80	5677.49
0.015	0.71	3753.31	0.72	4150.71	0.74	4573.41	0.76	5022.04	0.78	5497.21
0.014	0.68	3626.04	0.70	4009.97	0.72	4418.33	0.73	4851.75	0.75	5310.81
0.013	0.66	3494.14	0.67	3864.10	0.69	4257.61	0.71	4675.26	0.72	5117.52
0.012	0.63	3357.06	0.65	3712.51	0.66	4090.58	0.68	4491.85	0.70	4916.35
0.011	0.61	3214.14	0.62	3554.45	0.64	3916.44	0.65	4300.62	0.67	4707.53
0.010					0.61	3734.17	0.62	4100.48	0.63	4488.45
0.009								0.60	4258.12	

**CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD- FRECUENCIA-DURACION, APLICABLES PARA LA ZONA
 ORIENTAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI**

$$I = \frac{3818.30 * T_r^{0.2375}}{(t+32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0.36}$$

Donde: I: Intensidad (L/S/Ha); Tr: Frecuencia de retorno (años); t: Tiempo de concentración (minutos)

Tiempo de duración t(minutos)	Intensidad (L/S/Ha)					
	Frecuencia de retorno, Tr en (años).					
	1	2	3	5	10	20
2.00	251.865	296.936	326.953	369.125	435.179	513.054
2.10	251.088	296.019	325.943	367.985	433.836	511.470
2.20	250.314	295.108	324.939	366.852	432.500	509.895
2.30	249.546	294.202	323.942	365.726	431.172	508.329
2.40	248.782	293.301	322.950	364.606	429.852	506.773
2.50	248.023	292.406	321.964	363.493	428.540	505.226
2.60	247.268	291.516	320.984	362.387	427.235	503.688
2.70	246.517	290.631	320.010	361.287	425.939	502.160
2.80	245.771	289.751	319.042	360.194	424.650	500.640
2.90	245.029	288.877	318.079	359.107	423.368	499.129
3.00	244.292	288.008	317.122	358.026	422.094	497.627
3.10	243.559	287.144	316.170	356.952	420.828	496.134
3.20	242.830	286.284	315.224	355.884	419.569	494.650
3.30	242.106	285.430	314.284	354.822	418.317	493.174
3.40	241.386	284.581	313.348	353.766	417.072	491.706
3.50	240.669	283.737	312.419	352.717	415.835	490.247
3.60	239.957	282.897	311.494	351.673	414.604	488.797
3.70	239.249	282.062	310.575	350.636	413.381	487.355
3.80	238.545	281.233	309.662	349.604	412.165	485.921
3.90	237.845	280.407	308.753	348.578	410.956	484.495
4.00	237.150	279.587	307.850	347.558	409.753	483.078
4.10	236.458	278.771	306.951	346.544	408.557	481.668
4.20	235.769	277.960	306.058	345.536	407.369	480.266
4.30	235.085	277.153	305.170	344.533	406.186	478.873
4.40	234.405	276.351	304.287	343.536	405.011	477.487
4.50	233.728	275.554	303.409	342.544	403.842	476.109
4.60	233.056	274.761	302.535	341.558	402.680	474.738
4.70	232.387	273.972	301.667	340.578	401.524	473.376
4.80	231.721	273.188	300.803	339.603	400.374	472.021
4.90	231.060	272.408	299.944	338.634	399.231	470.673
5.00	230.402	271.632	299.090	337.669	398.095	469.333
5.10	229.748	270.861	298.241	336.710	396.964	468.000
5.20	229.097	270.094	297.396	335.757	395.840	466.675
5.30	228.450	269.331	296.556	334.808	394.722	465.356
5.40	227.806	268.572	295.721	333.865	393.610	464.046
5.50	227.166	267.817	294.890	332.927	392.504	462.742

**CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD- FRECUENCIA-DURACION, APLICABLES PARA LA ZONA
 ORIENTAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI**

$$I = \frac{3818.30 * T_r^{0.2375}}{(t+32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0.36}$$

Donde: I: Intensidad (L/S/Ha); Tr: Frecuencia de retorno (años); t: Tiempo de concentración (minutos)

Tiempo de duración t(minutos)	Intensidad (L/S/Ha)					
	Frecuencia de retorno, Tr en (años).					
	1	2	3	5	10	20
5.60	226.530	267.067	294.064	331.994	391.404	461.445
5.70	225.897	266.321	293.242	331.067	390.310	460.155
5.80	225.267	265.578	292.425	330.144	389.222	458.873
5.90	224.641	264.840	291.612	329.226	388.140	457.597
6.00	224.018	264.106	290.803	328.313	387.064	456.328
6.10	223.398	263.375	289.999	327.405	385.994	455.066
6.20	222.782	262.649	289.199	326.502	384.929	453.811
6.30	222.169	261.926	288.403	325.604	383.870	452.563
6.40	221.560	261.207	287.612	324.710	382.817	451.321
6.50	220.953	260.492	286.825	323.822	381.769	450.086
6.60	220.350	259.781	286.042	322.938	380.727	448.857
6.70	219.750	259.074	285.263	322.058	379.690	447.635
6.80	219.153	258.370	284.488	321.184	378.659	446.419
6.90	218.560	257.670	283.718	320.314	377.633	445.210
7.00	217.969	256.974	282.951	319.448	376.613	444.007
7.10	217.382	256.282	282.188	318.587	375.598	442.810
7.20	216.797	255.593	281.430	317.731	374.588	441.620
7.30	216.216	254.907	280.675	316.879	373.583	440.435
7.40	215.638	254.226	279.924	316.031	372.584	439.257
7.50	215.062	253.547	279.178	315.188	371.590	438.086
7.60	214.490	252.872	278.435	314.349	370.601	436.920
7.70	213.921	252.201	277.695	313.515	369.618	435.760
7.80	213.354	251.533	276.960	312.685	368.639	434.606
7.90	212.791	250.869	276.229	311.859	367.665	433.458
8.00	212.230	250.208	275.501	311.037	366.696	432.316
8.10	211.672	249.550	274.777	310.219	365.733	431.180
8.20	211.117	248.896	274.056	309.406	364.774	430.049
8.30	210.565	248.245	273.340	308.597	363.820	428.925
8.40	210.016	247.598	272.627	307.792	362.871	427.806
8.50	209.469	246.953	271.917	306.991	361.926	426.692
8.60	208.925	246.312	271.211	306.194	360.987	425.584
8.70	208.384	245.674	270.509	305.401	360.052	424.482
8.80	207.846	245.040	269.810	304.612	359.122	423.386
8.90	207.310	244.408	269.115	303.827	358.196	422.295
9.00	206.777	243.780	268.423	303.046	357.275	421.209
9.10	206.247	243.155	267.734	302.269	356.359	420.129



**CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD- FRECUENCIA-DURACION, APLICABLES PARA LA ZONA
 ORIENTAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI**

$$I = \frac{3818.30 * T_r^{0.2375}}{(t+32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0.36}$$

Donde: I: Intensidad (L/S/Ha); Tr: Frecuencia de retorno (años); t: Tiempo de concentración (minutos)

Tiempo de duración t(minutos)	Intensidad (L/S/Ha)					
	Frecuencia de retorno, Tr en (años).					
	1	2	3	5	10	20
9.20	205.719	242.532	267.049	301.495	355.447	419.054
9.30	205.194	241.913	266.368	300.726	354.540	417.984
9.40	204.672	241.298	265.690	299.960	353.637	416.920
9.50	204.152	240.685	265.015	299.198	352.739	415.861
9.60	203.635	240.075	264.343	298.440	351.845	414.807
9.70	203.120	239.468	263.675	297.686	350.956	413.759
9.80	202.608	238.864	263.010	296.935	350.071	412.715
9.90	202.098	238.263	262.348	296.188	349.190	411.677
10.00	201.591	237.665	261.690	295.445	348.314	410.644
10.10	201.086	237.070	261.035	294.705	347.442	409.616
10.20	200.584	236.478	260.383	293.969	346.574	408.592
10.30	200.084	235.888	259.734	293.236	345.710	407.574
10.40	199.586	235.302	259.088	292.507	344.850	406.561
10.50	199.091	234.718	258.445	291.781	343.995	405.552
10.60	198.599	234.137	257.806	291.059	343.144	404.549
10.70	198.108	233.559	257.169	290.341	342.297	403.550
10.80	197.620	232.984	256.536	289.626	341.453	402.556
10.90	197.135	232.411	255.905	288.914	340.614	401.566
11.00	196.651	231.842	255.278	288.205	339.779	400.582
11.10	196.170	231.274	254.653	287.500	338.948	399.602
11.20	195.691	230.710	254.032	286.799	338.121	398.627
11.30	195.215	230.148	253.413	286.100	337.298	397.656
11.40	194.741	229.589	252.798	285.405	336.478	396.690
11.50	194.269	229.033	252.185	284.714	335.663	395.729
11.60	193.799	228.479	251.575	284.025	334.851	394.772
11.70	193.331	227.928	250.968	283.340	334.043	393.819
11.80	192.866	227.379	250.364	282.658	333.239	392.871
11.90	192.403	226.833	249.763	281.979	332.439	391.928
12.00	191.942	226.289	249.164	281.303	331.642	390.989
12.10	191.483	225.748	248.569	280.631	330.849	390.054
12.20	191.026	225.210	247.976	279.961	330.060	389.123
12.30	190.571	224.674	247.385	279.295	329.274	388.197
12.40	190.119	224.140	246.798	278.632	328.492	387.275
12.50	189.668	223.609	246.213	277.971	327.714	386.358
12.60	189.220	223.080	245.631	277.314	326.939	385.444
12.70	188.774	222.554	245.052	276.660	326.168	384.535

**CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD- FRECUENCIA-DURACION, APLICABLES PARA LA ZONA
 ORIENTAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI**

$$I = \frac{3818.30 * T_r^{0.2375}}{(t+32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0.36}$$

Donde: I: Intensidad (L/S/Ha); Tr: Frecuencia de retorno (años); t: Tiempo de concentración (minutos)

Tiempo de duración t(minutos)	Intensidad (L/S/Ha)					
	Frecuencia de retorno, Tr en (años).					
	1	2	3	5	10	20
12.80	188.329	222.030	244.475	276.009	325.400	383.630
12.90	187.887	221.509	243.901	275.361	324.636	382.729
13.00	187.447	220.990	243.329	274.715	323.875	381.832
13.10	187.008	220.473	242.760	274.073	323.118	380.939
13.20	186.572	219.959	242.194	273.434	322.364	380.051
13.30	186.138	219.447	241.630	272.797	321.614	379.166
13.40	185.705	218.937	241.069	272.164	320.867	378.285
13.50	185.275	218.430	240.510	271.533	320.123	377.408
13.60	184.847	217.925	239.954	270.905	319.383	376.536
13.70	184.420	217.422	239.400	270.280	318.646	375.667
13.80	183.995	216.921	238.849	269.657	317.912	374.802
13.90	183.573	216.423	238.300	269.038	317.182	373.941
14.00	183.152	215.926	237.754	268.421	316.454	373.083
14.10	182.733	215.433	237.210	267.807	315.731	372.230
14.20	182.316	214.941	236.668	267.196	315.010	371.380
14.30	181.900	214.451	236.129	266.587	314.292	370.534
14.40	181.487	213.964	235.593	265.981	313.578	369.692
14.50	181.075	213.478	235.058	265.378	312.867	368.854
14.60	180.666	212.995	234.526	264.777	312.159	368.019
14.70	180.258	212.514	233.997	264.179	311.454	367.188
14.80	179.851	212.035	233.469	263.584	310.752	366.360
14.90	179.447	211.559	232.944	262.991	310.053	365.536
15.00	179.044	211.084	232.422	262.401	309.357	364.716
15.10	178.643	210.611	231.901	261.814	308.665	363.900
15.20	178.244	210.141	231.383	261.229	307.975	363.086
15.30	177.847	209.672	230.867	260.646	307.288	362.277
15.40	177.451	209.205	230.353	260.066	306.604	361.471
15.50	177.057	208.741	229.842	259.489	305.924	360.668
15.60	176.665	208.278	229.333	258.914	305.246	359.869
15.70	176.274	207.818	228.826	258.341	304.571	359.073
15.80	175.885	207.359	228.321	257.771	303.899	358.281
15.90	175.498	206.903	227.818	257.204	303.230	357.492
16.00	175.112	206.448	227.317	256.638	302.563	356.706
16.10	174.728	205.995	226.819	256.076	301.900	355.924
16.20	174.346	205.545	226.322	255.515	301.239	355.145
16.30	173.965	205.096	225.828	254.957	300.581	354.370

**CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD- FRECUENCIA-DURACION, APLICABLES PARA LA ZONA
 ORIENTAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI**

$$I = \frac{3818.30 * T_r^{0.2375}}{(t+32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0.36}$$

Donde: I: Intensidad (L/S/Ha); Tr: Frecuencia de retorno (años); t: Tiempo de concentración (minutos)

Tiempo de duración t(minutos)	Intensidad (L/S/Ha)					
	Frecuencia de retorno, Tr en (años).					
	1	2	3	5	10	20
16.40	173.586	204.649	225.336	254.402	299.926	353.597
16.50	173.208	204.204	224.846	253.848	299.274	352.828
16.60	172.832	203.760	224.358	253.297	298.624	352.063
16.70	172.458	203.319	223.872	252.749	297.978	351.300
16.80	172.085	202.880	223.388	252.202	297.333	350.541
16.90	171.714	202.442	222.906	251.658	296.692	349.784
17.00	171.344	202.006	222.426	251.117	296.053	349.031
17.10	170.976	201.572	221.949	250.577	295.417	348.282
17.20	170.610	201.140	221.473	250.040	294.784	347.535
17.30	170.245	200.710	220.999	249.505	294.153	346.791
17.40	169.881	200.281	220.527	248.972	293.525	346.051
17.50	169.519	199.854	220.057	248.441	292.900	345.313
17.60	169.159	199.429	219.589	247.913	292.277	344.579
17.70	168.800	199.006	219.123	247.387	291.656	343.847
17.80	168.442	198.584	218.659	246.863	291.038	343.119
17.90	168.086	198.164	218.196	246.341	290.423	342.394
18.00	167.731	197.746	217.736	245.821	289.810	341.671
18.10	167.378	197.330	217.278	245.304	289.200	340.952
18.20	167.026	196.915	216.821	244.788	288.592	340.235
18.30	166.676	196.502	216.366	244.275	287.987	339.522
18.40	166.327	196.091	215.913	243.763	287.384	338.811
18.50	165.980	195.681	215.462	243.254	286.784	338.103
18.60	165.634	195.273	215.013	242.747	286.186	337.398
18.70	165.289	194.867	214.566	242.242	285.591	336.696
18.80	164.946	194.462	214.120	241.739	284.997	335.997
18.90	164.604	194.059	213.676	241.238	284.407	335.301
19.00	164.263	193.658	213.234	240.739	283.818	334.607
19.10	163.924	193.258	212.794	240.242	283.232	333.916
19.20	163.586	192.860	212.355	239.747	282.649	333.228
19.30	163.250	192.463	211.919	239.254	282.067	332.543
19.40	162.915	192.068	211.484	238.762	281.488	331.860
19.50	162.581	191.675	211.050	238.273	280.912	331.180
19.60	162.249	191.283	210.619	237.786	280.337	330.503
19.70	161.918	190.892	210.189	237.301	279.765	329.829
19.80	161.588	190.504	209.761	236.818	279.196	329.157
19.90	161.259	190.116	209.335	236.336	278.628	328.488

**CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD- FRECUENCIA-DURACION, APLICABLES PARA LA ZONA
 ORIENTAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI**

$$I = \frac{3818.30 * T_r^{0.2375}}{(t+32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0.36}$$

Donde: I: Intensidad (L/S/Ha); Tr: Frecuencia de retorno (años); t: Tiempo de concentración (minutos)

Tiempo de duración t(minutos)	Intensidad (L/S/Ha)					
	Frecuencia de retorno, Tr en (años).					
	1	2	3	5	10	20
20.00	160.932	189.731	208.910	235.857	278.063	327.821
20.10	160.606	189.346	208.487	235.379	277.500	327.157
20.20	160.282	188.964	208.065	234.903	276.939	326.496
20.30	159.958	188.582	207.646	234.429	276.380	325.838
20.40	159.636	188.203	207.227	233.957	275.823	325.181
20.50	159.315	187.824	206.811	233.487	275.269	324.528
20.60	158.996	187.448	206.396	233.019	274.717	323.877
20.70	158.677	187.072	205.983	232.552	274.167	323.228
20.80	158.360	186.698	205.571	232.087	273.619	322.583
20.90	158.044	186.326	205.161	231.624	273.073	321.939
21.00	157.730	185.955	204.753	231.163	272.530	321.298
21.10	157.416	185.586	204.346	230.704	271.988	320.660
21.20	157.104	185.218	203.941	230.246	271.449	320.024
21.30	156.793	184.851	203.537	229.791	270.911	319.390
21.40	156.483	184.486	203.135	229.337	270.376	318.759
21.50	156.175	184.122	202.734	228.884	269.843	318.130
21.60	155.867	183.759	202.335	228.434	269.311	317.504
21.70	155.561	183.398	201.937	227.985	268.782	316.880
21.80	155.256	183.038	201.541	227.538	268.255	316.259
21.90	154.952	182.680	201.147	227.092	267.730	315.639
22.00	154.649	182.323	200.754	226.648	267.207	315.023
22.10	154.347	181.968	200.362	226.206	266.685	314.408
22.20	154.047	181.613	199.972	225.766	266.166	313.796
22.30	153.747	181.260	199.583	225.327	265.649	313.186
22.40	153.449	180.909	199.196	224.890	265.134	312.579
22.50	153.152	180.558	198.811	224.455	264.620	311.973
22.60	152.856	180.209	198.426	224.021	264.109	311.371
22.70	152.561	179.862	198.043	223.589	263.599	310.770
22.80	152.267	179.515	197.662	223.158	263.092	310.171
22.90	151.975	179.170	197.282	222.729	262.586	309.575
23.00	151.683	178.827	196.904	222.302	262.082	308.981
23.10	151.393	178.484	196.526	221.876	261.580	308.389
23.20	151.103	178.143	196.151	221.452	261.080	307.800
23.30	150.815	177.803	195.776	221.029	260.582	307.212
23.40	150.528	177.464	195.404	220.608	260.085	306.627
23.50	150.241	177.127	195.032	220.189	259.591	306.044



**CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD- FRECUENCIA-DURACION, APLICABLES PARA LA ZONA
 ORIENTAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI**

$$I = \frac{3818.30 * T_r^{0.2375}}{(t+32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0.36}$$

Donde: I: Intensidad (L/S/Ha); Tr: Frecuencia de retorno (años); t: Tiempo de concentración (minutos)

Tiempo de duración t(minutos)	Intensidad (L/S/Ha)					
	Frecuencia de retorno, Tr en (años).					
	1	2	3	5	10	20
23.60	149.956	176.791	194.662	219.771	259.098	305.463
23.70	149.672	176.456	194.293	219.354	258.607	304.885
23.80	149.389	176.122	193.925	218.939	258.118	304.308
23.90	149.107	175.789	193.559	218.526	257.631	303.733
24.00	148.826	175.458	193.195	218.114	257.145	303.161
24.10	148.546	175.128	192.831	217.704	256.662	302.591
24.20	148.267	174.799	192.469	217.295	256.180	302.022
24.30	147.989	174.471	192.108	216.888	255.699	301.456
24.40	147.712	174.145	191.749	216.482	255.221	300.892
24.50	147.436	173.820	191.391	216.078	254.744	300.330
24.60	147.161	173.496	191.034	215.675	254.269	299.770
24.70	146.887	173.173	190.678	215.273	253.796	299.212
24.80	146.614	172.851	190.324	214.873	253.324	298.656
24.90	146.342	172.530	189.971	214.475	252.854	298.102
25.00	146.072	172.211	189.619	214.077	252.386	297.550
25.10	145.802	171.892	189.269	213.682	251.920	297.000
25.20	145.532	171.575	188.919	213.287	251.455	296.452
25.30	145.264	171.259	188.571	212.895	250.992	295.906
25.40	144.997	170.944	188.225	212.503	250.530	295.362
25.50	144.731	170.631	187.879	212.113	250.070	294.820
25.60	144.466	170.318	187.535	211.724	249.612	294.280
25.70	144.202	170.006	187.192	211.337	249.155	293.741
25.80	143.938	169.696	186.850	210.951	248.700	293.205
25.90	143.676	169.387	186.509	210.567	248.247	292.670
26.00	143.415	169.078	186.170	210.183	247.795	292.138
26.10	143.154	168.771	185.832	209.802	247.345	291.607
26.20	142.894	168.465	185.495	209.421	246.897	291.078
26.30	142.636	168.160	185.159	209.042	246.450	290.551
26.40	142.378	167.856	184.824	208.664	246.004	290.026
26.50	142.121	167.553	184.491	208.288	245.560	289.503
26.60	141.865	167.251	184.158	207.912	245.118	288.981
26.70	141.610	166.951	183.827	207.539	244.677	288.462
26.80	141.356	166.651	183.497	207.166	244.238	287.944
26.90	141.102	166.352	183.168	206.795	243.800	287.428
27.00	140.850	166.055	182.841	206.425	243.364	286.914
27.10	140.598	165.758	182.514	206.056	242.929	286.401

**CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD- FRECUENCIA-DURACION, APLICABLES PARA LA ZONA
 ORIENTAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI**

$$I = \frac{3818.30 * T_r^{0.2375}}{(t+32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0.36}$$

Donde: I: Intensidad (L/S/Ha); Tr: Frecuencia de retorno (años); t: Tiempo de concentración (minutos)

Tiempo de duración t(minutos)	Intensidad (L/S/Ha)					
	Frecuencia de retorno, Tr en (años).					
	1	2	3	5	10	20
27.20	140.348	165.463	182.189	205.689	242.496	285.891
27.30	140.098	165.168	181.864	205.323	242.065	285.382
27.40	139.849	164.875	181.541	204.958	241.634	284.874
27.50	139.601	164.582	181.219	204.594	241.206	284.369
27.60	139.354	164.291	180.898	204.232	240.779	283.865
27.70	139.107	164.000	180.578	203.871	240.353	283.364
27.80	138.862	163.711	180.260	203.511	239.929	282.863
27.90	138.617	163.422	179.942	203.152	239.506	282.365
28.00	138.373	163.135	179.625	202.795	239.084	281.868
28.10	138.130	162.848	179.310	202.439	238.664	281.373
28.20	137.888	162.562	178.995	202.084	238.246	280.880
28.30	137.646	162.278	178.682	201.730	237.829	280.388
28.40	137.406	161.994	178.370	201.377	237.413	279.898
28.50	137.166	161.712	178.059	201.026	236.999	279.409
28.60	136.927	161.430	177.748	200.676	236.586	278.923
28.70	136.689	161.149	177.439	200.327	236.175	278.438
28.80	136.452	160.869	177.131	199.979	235.765	277.954
28.90	136.215	160.590	176.824	199.632	235.356	277.472
29.00	135.979	160.313	176.518	199.287	234.949	276.992
29.10	135.744	160.036	176.213	198.942	234.543	276.514
29.20	135.510	159.760	175.909	198.599	234.138	276.037
29.30	135.277	159.484	175.606	198.257	233.735	275.561
29.40	135.044	159.210	175.304	197.916	233.333	275.088
29.50	134.812	158.937	175.003	197.577	232.933	274.615
29.60	134.581	158.665	174.703	197.238	232.533	274.145
29.70	134.351	158.393	174.405	196.901	232.135	273.676
29.80	134.122	158.122	174.107	196.564	231.739	273.208
29.90	133.893	157.853	173.810	196.229	231.344	272.742
30.00	133.665	157.584	173.514	195.895	230.950	272.278
30.10	133.438	157.316	173.219	195.562	230.557	271.815
30.20	133.211	157.049	172.925	195.230	230.166	271.353
30.30	132.985	156.783	172.632	194.899	229.776	270.894
30.40	132.760	156.518	172.340	194.569	229.387	270.435
30.50	132.536	156.253	172.048	194.241	229.000	269.979
30.60	132.313	155.990	171.758	193.913	228.613	269.523
30.70	132.090	155.727	171.469	193.586	228.228	269.069

**CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD- FRECUENCIA-DURACION, APLICABLES PARA LA ZONA
 ORIENTAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI**

$$I = \frac{3818.30 * T_r^{0.2375}}{(t+32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0.36}$$

Donde: I: Intensidad (L/S/Ha); Tr: Frecuencia de retorno (años); t: Tiempo de concentración (minutos)

Tiempo de duración t(minutos)	Intensidad (L/S/Ha)					
	Frecuencia de retorno, Tr en (años).					
	1	2	3	5	10	20
30.80	131.868	155.465	171.181	193.261	227.845	268.617
30.90	131.647	155.204	170.894	192.937	227.462	268.166
31.00	131.426	154.944	170.607	192.613	227.081	267.717
31.10	131.206	154.685	170.322	192.291	226.701	267.269
31.20	130.987	154.427	170.037	191.970	226.322	266.822
31.30	130.768	154.169	169.754	191.650	225.945	266.377
31.40	130.551	153.912	169.471	191.330	225.569	265.934
31.50	130.334	153.656	169.189	191.012	225.194	265.492
31.60	130.117	153.401	168.908	190.695	224.820	265.051
31.70	129.901	153.147	168.628	190.379	224.447	264.612
31.80	129.687	152.894	168.349	190.064	224.076	264.174
31.90	129.472	152.641	168.071	189.750	223.705	263.737
32.00	129.259	152.389	167.794	189.437	223.336	263.302
32.10	129.046	152.138	167.517	189.125	222.969	262.868
32.20	128.834	151.888	167.242	188.814	222.602	262.436
32.30	128.622	151.639	166.967	188.504	222.236	262.005
32.40	128.411	151.390	166.694	188.195	221.872	261.576
32.50	128.201	151.142	166.421	187.887	221.509	261.147
32.60	127.991	150.895	166.149	187.580	221.147	260.721
32.70	127.782	150.649	165.878	187.274	220.786	260.295
32.80	127.574	150.403	165.607	186.968	220.426	259.871
32.90	127.367	150.159	165.338	186.664	220.068	259.448
33.00	127.160	149.915	165.069	186.361	219.710	259.027
33.10	126.954	149.672	164.802	186.059	219.354	258.607
33.20	126.748	149.429	164.535	185.758	218.998	258.188
33.30	126.543	149.188	164.269	185.457	218.644	257.770
33.40	126.339	148.947	164.003	185.158	218.291	257.354
33.50	126.135	148.707	163.739	184.859	217.939	256.939
33.60	125.932	148.467	163.475	184.562	217.589	256.526
33.70	125.730	148.229	163.213	184.265	217.239	256.113
33.80	125.528	147.991	162.951	183.969	216.890	255.702
33.90	125.327	147.754	162.690	183.675	216.543	255.293
34.00	125.126	147.517	162.429	183.381	216.196	254.884
34.10	124.926	147.282	162.170	183.088	215.851	254.477
34.20	124.727	147.047	161.911	182.796	215.507	254.071
34.30	124.528	146.813	161.653	182.505	215.163	253.667

**CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD- FRECUENCIA-DURACION, APLICABLES PARA LA ZONA
 ORIENTAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI**

$$I = \frac{3818.30 * T_r^{0.2375}}{(t+32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0.36}$$

Donde: I: Intensidad (L/S/Ha); Tr: Frecuencia de retorno (años); t: Tiempo de concentración (minutos)

Tiempo de duración t(minutos)	Intensidad (L/S/Ha)					
	Frecuencia de retorno, Tr en (años).					
	1	2	3	5	10	20
34.40	124.330	146.579	161.396	182.214	214.821	253.263
34.50	124.133	146.346	161.140	181.925	214.480	252.861
34.60	123.936	146.114	160.885	181.637	214.140	252.460
34.70	123.740	145.883	160.630	181.349	213.801	252.060
34.80	123.544	145.652	160.376	181.062	213.463	251.662
34.90	123.349	145.422	160.123	180.777	213.126	251.265
35.00	123.155	145.193	159.870	180.492	212.790	250.869
35.10	122.961	144.965	159.619	180.208	212.455	250.474
35.20	122.768	144.737	159.368	179.925	212.122	250.080
35.30	122.575	144.510	159.118	179.642	211.789	249.688
35.40	122.383	144.283	158.869	179.361	211.457	249.297
35.50	122.192	144.058	158.620	179.080	211.126	248.907
35.60	122.001	143.833	158.372	178.800	210.796	248.518
35.70	121.811	143.608	158.125	178.522	210.468	248.130
35.80	121.621	143.385	157.879	178.243	210.140	247.744
35.90	121.432	143.162	157.634	177.966	209.813	247.359
36.00	121.243	142.939	157.389	177.690	209.487	246.974
36.10	121.055	142.718	157.145	177.414	209.162	246.591
36.20	120.868	142.497	156.901	177.140	208.838	246.210
36.30	120.681	142.276	156.659	176.866	208.516	245.829
36.40	120.495	142.057	156.417	176.593	208.194	245.449
36.50	120.309	141.838	156.176	176.320	207.873	245.071
36.60	120.124	141.619	155.935	176.049	207.553	244.694
36.70	119.939	141.402	155.696	175.778	207.234	244.318
36.80	119.755	141.185	155.457	175.509	206.915	243.943
36.90	119.571	140.968	155.218	175.240	206.598	243.569
37.00	119.388	140.753	154.981	174.971	206.282	243.196
37.10	119.206	140.537	154.744	174.704	205.967	242.824
37.20	119.024	140.323	154.508	174.437	205.653	242.454
37.30	118.843	140.109	154.272	174.172	205.339	242.084
37.40	118.662	139.896	154.038	173.907	205.027	241.716
37.50	118.481	139.683	153.804	173.642	204.715	241.349
37.60	118.302	139.471	153.570	173.379	204.405	240.982
37.70	118.122	139.260	153.337	173.116	204.095	240.617
37.80	117.944	139.049	153.105	172.854	203.786	240.253
37.90	117.765	138.839	152.874	172.593	203.478	239.890



**CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD- FRECUENCIA-DURACION, APLICABLES PARA LA ZONA
 ORIENTAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI**

$$I = \frac{3818.30 * T_r^{0.2375}}{(t+32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0.36}$$

Donde: I: Intensidad (L/S/Ha); Tr: Frecuencia de retorno (años); t: Tiempo de concentración (minutos)

Tiempo de duración t(minutos)	Intensidad (L/S/Ha)					
	Frecuencia de retorno, Tr en (años).					
	1	2	3	5	10	20
38.00	117.588	138.630	152.644	172.333	203.171	239.528
38.10	117.411	138.421	152.414	172.073	202.865	239.167
38.20	117.234	138.213	152.184	171.814	202.560	238.808
38.30	117.058	138.005	151.956	171.556	202.256	238.449
38.40	116.882	137.798	151.728	171.299	201.952	238.091
38.50	116.707	137.592	151.500	171.042	201.650	237.734
38.60	116.533	137.386	151.274	170.786	201.348	237.379
38.70	116.358	137.181	151.048	170.531	201.047	237.024
38.80	116.185	136.976	150.822	170.277	200.747	236.671
38.90	116.012	136.772	150.598	170.023	200.448	236.318
39.00	115.839	136.568	150.374	169.770	200.150	235.967
39.10	115.667	136.366	150.150	169.518	199.853	235.616
39.20	115.496	136.163	149.928	169.266	199.556	235.267
39.30	115.325	135.962	149.706	169.016	199.261	234.918
39.40	115.154	135.761	149.484	168.766	198.966	234.571
39.50	114.984	135.560	149.263	168.516	198.672	234.224
39.60	114.814	135.360	149.043	168.268	198.379	233.879
39.70	114.645	135.161	148.824	168.020	198.087	233.534
39.80	114.476	134.962	148.605	167.773	197.795	233.191
39.90	114.308	134.764	148.386	167.526	197.505	232.848
40.00	114.141	134.566	148.169	167.281	197.215	232.506
40.10	113.973	134.369	147.952	167.036	196.926	232.166
40.20	113.807	134.172	147.735	166.791	196.638	231.826
40.30	113.640	133.976	147.519	166.548	196.351	231.488
40.40	113.475	133.781	147.304	166.305	196.065	231.150
40.50	113.309	133.586	147.090	166.062	195.779	230.813
40.60	113.145	133.392	146.876	165.821	195.494	230.477
40.70	112.980	133.198	146.662	165.580	195.210	230.142
40.80	112.816	133.004	146.450	165.340	194.927	229.809
40.90	112.653	132.812	146.237	165.100	194.644	229.476
41.00	112.490	132.620	146.026	164.861	194.363	229.144
41.10	112.327	132.428	145.815	164.623	194.082	228.813
41.20	112.165	132.237	145.604	164.385	193.802	228.482
41.30	112.004	132.046	145.395	164.149	193.523	228.153
41.40	111.842	131.856	145.185	163.912	193.244	227.825
41.50	111.682	131.667	144.977	163.677	192.966	227.497

**CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD- FRECUENCIA-DURACION, APLICABLES PARA LA ZONA
 ORIENTAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI**

$$I = \frac{3818.30 * T_r^{0.2375}}{(t+32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0.36}$$

Donde: I: Intensidad (L/S/Ha); Tr: Frecuencia de retorno (años); t: Tiempo de concentración (minutos)

Tiempo de duración t(minutos)	Intensidad (L/S/Ha)					
	Frecuencia de retorno, Tr en (años).					
	1	2	3	5	10	20
41.60	111.521	131.478	144.769	163.442	192.690	227.171
41.70	111.362	131.289	144.561	163.208	192.413	226.845
41.80	111.202	131.102	144.354	162.974	192.138	226.521
41.90	111.043	130.914	144.148	162.741	191.863	226.197
42.00	110.885	130.727	143.942	162.509	191.590	225.874
42.10	110.727	130.541	143.737	162.277	191.316	225.552
42.20	110.569	130.355	143.532	162.046	191.044	225.231
42.30	110.412	130.170	143.328	161.816	190.773	224.911
42.40	110.255	129.985	143.125	161.586	190.502	224.592
42.50	110.099	129.801	142.922	161.357	190.232	224.273
42.60	109.943	129.617	142.720	161.129	189.962	223.956
42.70	109.787	129.434	142.518	160.901	189.694	223.639
42.80	109.632	129.251	142.317	160.674	189.426	223.323
42.90	109.478	129.069	142.116	160.447	189.159	223.008
43.00	109.324	128.887	141.916	160.221	188.892	222.694
43.10	109.170	128.706	141.716	159.996	188.627	222.381
43.20	109.017	128.525	141.517	159.771	188.362	222.068
43.30	108.864	128.345	141.318	159.547	188.097	221.757
43.40	108.711	128.165	141.120	159.323	187.834	221.446
43.50	108.559	127.985	140.923	159.100	187.571	221.136
43.60	108.407	127.807	140.726	158.878	187.309	220.828
43.70	108.256	127.628	140.530	158.656	187.048	220.519
43.80	108.105	127.450	140.334	158.435	186.787	220.212
43.90	107.955	127.273	140.139	158.215	186.527	219.906
44.00	107.805	127.096	139.944	157.995	186.268	219.600
44.10	107.655	126.920	139.750	157.776	186.009	219.295
44.20	107.506	126.744	139.556	157.557	185.751	218.991
44.30	107.357	126.568	139.363	157.339	185.494	218.688
44.40	107.209	126.393	139.170	157.121	185.238	218.386
44.50	107.060	126.219	138.978	156.904	184.982	218.084
44.60	106.913	126.045	138.786	156.688	184.727	217.783
44.70	106.766	125.871	138.595	156.472	184.472	217.483
44.80	106.619	125.698	138.404	156.257	184.219	217.184
44.90	106.472	125.525	138.214	156.042	183.966	216.886
45.00	106.326	125.353	138.025	155.828	183.713	216.588
45.10	106.181	125.181	137.836	155.615	183.462	216.292

**CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD- FRECUENCIA-DURACION, APLICABLES PARA LA ZONA
 ORIENTAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI**

$$I = \frac{3818.30 * T_r^{0.2375}}{(t+32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0.36}$$

Donde: I: Intensidad (L/S/Ha); Tr: Frecuencia de retorno (años); t: Tiempo de concentración (minutos)

Tiempo de duración t(minutos)	Intensidad (L/S/Ha)					
	Frecuencia de retorno, Tr en (años).					
	1	2	3	5	10	20
45.20	106.035	125.010	137.647	155.402	183.210	215.996
45.30	105.890	124.839	137.459	155.189	182.960	215.700
45.40	105.746	124.669	137.271	154.977	182.710	215.406
45.50	105.602	124.499	137.084	154.766	182.461	215.112
45.60	105.458	124.329	136.898	154.556	182.213	214.820
45.70	105.315	124.160	136.711	154.345	181.965	214.528
45.80	105.172	123.992	136.526	154.136	181.718	214.236
45.90	105.029	123.824	136.341	153.927	181.472	213.946
46.00	104.887	123.656	136.156	153.718	181.226	213.656
46.10	104.745	123.489	135.972	153.510	180.981	213.367
46.20	104.603	123.322	135.788	153.303	180.736	213.079
46.30	104.462	123.155	135.605	153.096	180.493	212.791
46.40	104.321	122.990	135.422	152.890	180.249	212.505
46.50	104.181	122.824	135.240	152.684	180.007	212.219
46.60	104.041	122.659	135.058	152.479	179.765	211.933
46.70	103.901	122.494	134.877	152.274	179.523	211.649
46.80	103.762	122.330	134.696	152.070	179.283	211.365
46.90	103.623	122.166	134.516	151.867	179.043	211.082
47.00	103.485	122.003	134.336	151.663	178.803	210.800
47.10	103.346	121.840	134.156	151.461	178.565	210.518
47.20	103.209	121.677	133.977	151.259	178.326	210.238
47.30	103.071	121.515	133.799	151.057	178.089	209.957
47.40	102.934	121.354	133.621	150.856	177.852	209.678
47.50	102.797	121.192	133.443	150.656	177.616	209.399
47.60	102.661	121.032	133.266	150.456	177.380	209.122
47.70	102.525	120.871	133.090	150.257	177.145	208.844
47.80	102.389	120.711	132.913	150.058	176.910	208.568
47.90	102.253	120.552	132.738	149.859	176.676	208.292
48.00	102.118	120.392	132.562	149.661	176.443	208.017
48.10	101.984	120.234	132.388	149.464	176.210	207.743
48.20	101.849	120.075	132.213	149.267	175.978	207.469
48.30	101.715	119.917	132.039	149.071	175.747	207.196
48.40	101.582	119.760	131.866	148.875	175.516	206.924
48.50	101.448	119.602	131.693	148.679	175.285	206.652
48.60	101.315	119.446	131.520	148.485	175.056	206.381
48.70	101.183	119.289	131.348	148.290	174.826	206.111

**CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD- FRECUENCIA-DURACION, APLICABLES PARA LA ZONA
 ORIENTAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI**

$$I = \frac{3818.30 * T_r^{0.2375}}{(t+32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0.36}$$

Donde: I: Intensidad (L/S/Ha); Tr: Frecuencia de retorno (años); t: Tiempo de concentración (minutos)

Tiempo de duración t(minutos)	Intensidad (L/S/Ha)					
	Frecuencia de retorno, Tr en (años).					
	1	2	3	5	10	20
48.80	101.051	119.133	131.176	148.096	174.598	205.842
48.90	100.919	118.978	131.005	147.903	174.370	205.573
49.00	100.787	118.823	130.834	147.710	174.142	205.305
49.10	100.656	118.668	130.664	147.518	173.915	205.037
49.20	100.525	118.513	130.494	147.326	173.689	204.771
49.30	100.394	118.359	130.324	147.134	173.463	204.504
49.40	100.264	118.206	130.155	146.943	173.238	204.239
49.50	100.134	118.053	129.986	146.753	173.014	203.974
49.60	100.004	117.900	129.818	146.563	172.790	203.710
49.70	99.875	117.747	129.650	146.373	172.566	203.447
49.80	99.746	117.595	129.482	146.184	172.343	203.184
49.90	99.617	117.443	129.315	145.996	172.121	202.922
50.00	99.489	117.292	129.149	145.807	171.899	202.660
50.10	99.361	117.141	128.983	145.620	171.678	202.400
50.20	99.233	116.991	128.817	145.433	171.457	202.139
50.30	99.106	116.840	128.652	145.246	171.237	201.880
50.40	98.979	116.691	128.487	145.060	171.018	201.621
50.50	98.852	116.541	128.322	144.874	170.799	201.363
50.60	98.725	116.392	128.158	144.689	170.580	201.105
50.70	98.599	116.243	127.994	144.504	170.362	200.848
50.80	98.473	116.095	127.831	144.319	170.145	200.592
50.90	98.348	115.947	127.668	144.135	169.928	200.336
51.00	98.223	115.800	127.505	143.952	169.712	200.081
51.10	98.098	115.652	127.343	143.769	169.496	199.827
51.20	97.973	115.505	127.182	143.586	169.281	199.573
51.30	97.849	115.359	127.020	143.404	169.066	199.320
51.40	97.725	115.213	126.859	143.223	168.852	199.068
51.50	97.601	115.067	126.699	143.041	168.638	198.816
51.60	97.478	114.922	126.539	142.861	168.425	198.565
51.70	97.355	114.777	126.379	142.680	168.213	198.314
51.80	97.232	114.632	126.220	142.500	168.000	198.064
51.90	97.110	114.487	126.061	142.321	167.789	197.814
52.00	96.988	114.343	125.902	142.142	167.578	197.566
52.10	96.866	114.200	125.744	141.963	167.367	197.317
52.20	96.744	114.056	125.586	141.785	167.157	197.070
52.30	96.623	113.914	125.429	141.607	166.948	196.823

**CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD- FRECUENCIA-DURACION, APLICABLES PARA LA ZONA
 ORIENTAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI**

$$I = \frac{3818.30 * T_r^{0.2375}}{(t+32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0.36}$$

Donde: I: Intensidad (L/S/Ha); Tr: Frecuencia de retorno (años); t: Tiempo de concentración (minutos)

Tiempo de duración t(minutos)	Intensidad (L/S/Ha)					
	Frecuencia de retorno, Tr en (años).					
	1	2	3	5	10	20
52.40	96.502	113.771	125.272	141.430	166.739	196.576
52.50	96.381	113.629	125.115	141.253	166.530	196.331
52.60	96.261	113.487	124.959	141.077	166.322	196.085
52.70	96.141	113.345	124.803	140.901	166.115	195.841
52.80	96.021	113.204	124.647	140.725	165.908	195.597
52.90	95.902	113.063	124.492	140.550	165.701	195.353
53.00	95.782	112.923	124.338	140.376	165.495	195.110
53.10	95.664	112.782	124.183	140.201	165.290	194.868
53.20	95.545	112.642	124.029	140.027	165.085	194.627
53.30	95.427	112.503	123.876	139.854	164.880	194.385
53.40	95.308	112.364	123.722	139.681	164.676	194.145
53.50	95.191	112.225	123.569	139.508	164.473	193.905
53.60	95.073	112.086	123.417	139.336	164.270	193.666
53.70	94.956	111.948	123.265	139.164	164.067	193.427
53.80	94.839	111.810	123.113	138.993	163.865	193.189
53.90	94.722	111.673	122.961	138.822	163.664	192.951
54.00	94.606	111.536	122.810	138.651	163.463	192.714
54.10	94.490	111.399	122.660	138.481	163.262	192.478
54.20	94.374	111.262	122.509	138.311	163.062	192.242
54.30	94.259	111.126	122.359	138.142	162.862	192.006
54.40	94.143	110.990	122.210	137.973	162.663	191.771
54.50	94.028	110.854	122.060	137.805	162.464	191.537
54.60	93.914	110.719	121.911	137.636	162.266	191.303
54.70	93.799	110.584	121.763	137.469	162.068	191.070
54.80	93.685	110.450	121.615	137.301	161.871	190.838
54.90	93.571	110.315	121.467	137.134	161.674	190.606
55.00	93.457	110.181	121.319	136.968	161.478	190.374
55.10	93.344	110.048	121.172	136.802	161.282	190.143
55.20	93.231	109.914	121.025	136.636	161.087	189.913
55.30	93.118	109.781	120.879	136.471	160.892	189.683
55.40	93.005	109.649	120.733	136.306	160.697	189.454
55.50	92.893	109.516	120.587	136.141	160.503	189.225
55.60	92.781	109.384	120.441	135.977	160.309	188.997
55.70	92.669	109.252	120.296	135.813	160.116	188.769
55.80	92.558	109.121	120.151	135.649	159.924	188.542
55.90	92.446	108.990	120.007	135.486	159.731	188.315

**CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD- FRECUENCIA-DURACION, APLICABLES PARA LA ZONA
 ORIENTAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI**

$$I = \frac{3818.30 * T_r^{0.2375}}{(t+32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0.36}$$

Donde: I: Intensidad (L/S/Ha); Tr: Frecuencia de retorno (años); t: Tiempo de concentración (minutos)

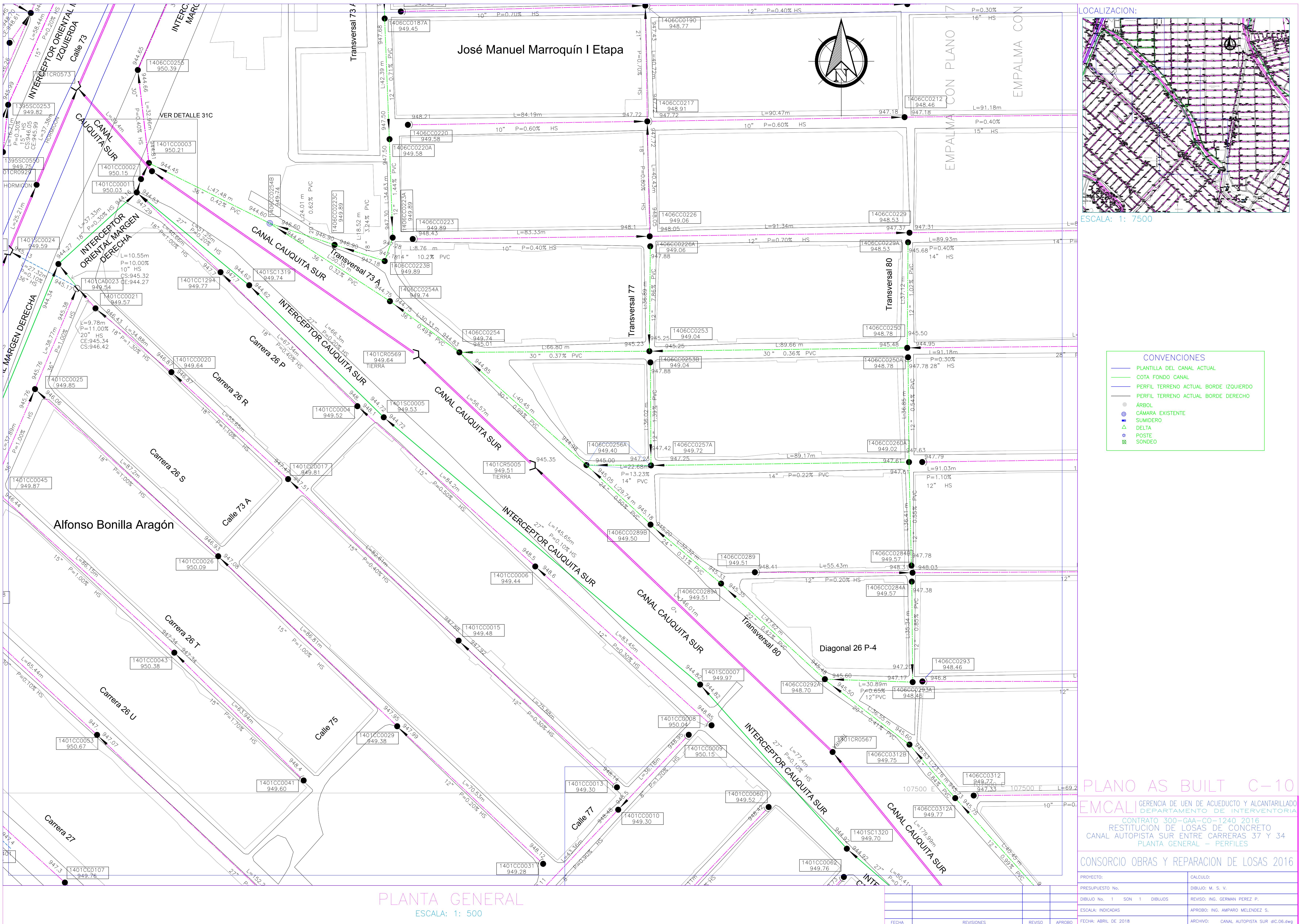
Tiempo de duración t(minutos)	Intensidad (L/S/Ha)					
	Frecuencia de retorno, Tr en (años).					
	1	2	3	5	10	20
56.00	92.335	108.859	119.863	135.324	159.540	188.089
56.10	92.225	108.728	119.719	135.161	159.348	187.863
56.20	92.114	108.598	119.576	134.999	159.157	187.638
56.30	92.004	108.468	119.433	134.838	158.967	187.414
56.40	91.894	108.338	119.290	134.677	158.777	187.190
56.50	91.784	108.209	119.147	134.516	158.587	186.966
56.60	91.675	108.080	119.005	134.355	158.398	186.743
56.70	91.566	107.951	118.864	134.195	158.209	186.521
56.80	91.457	107.823	118.722	134.036	158.021	186.299
56.90	91.348	107.694	118.581	133.876	157.833	186.077
57.00	91.239	107.567	118.440	133.717	157.646	185.856
57.10	91.131	107.439	118.300	133.559	157.459	185.636
57.20	91.023	107.312	118.160	133.401	157.272	185.416
57.30	90.916	107.185	118.020	133.243	157.086	185.197
57.40	90.808	107.058	117.880	133.085	156.901	184.978
57.50	90.701	106.932	117.741	132.928	156.715	184.759
57.60	90.594	106.806	117.602	132.771	156.531	184.541
57.70	90.487	106.680	117.464	132.615	156.346	184.324
57.80	90.381	106.554	117.325	132.459	156.162	184.107
57.90	90.274	106.429	117.188	132.303	155.979	183.891
58.00	90.168	106.304	117.050	132.148	155.795	183.675
58.10	90.063	106.179	116.913	131.993	155.613	183.459
58.20	89.957	106.055	116.776	131.838	155.430	183.244
58.30	89.852	105.931	116.639	131.684	155.249	183.030
58.40	89.747	105.807	116.503	131.530	155.067	182.816
58.50	89.642	105.683	116.367	131.376	154.886	182.603
58.60	89.538	105.560	116.231	131.223	154.705	182.390
58.70	89.433	105.437	116.095	131.070	154.525	182.177
58.80	89.329	105.314	115.960	130.918	154.345	181.965
58.90	89.225	105.192	115.826	130.766	154.166	181.753
59.00	89.122	105.070	115.691	130.614	153.987	181.542
59.10	89.018	104.948	115.557	130.462	153.808	181.332
59.20	88.915	104.826	115.423	130.311	153.630	181.122
59.30	88.812	104.705	115.289	130.160	153.452	180.912
59.40	88.710	104.584	115.156	130.010	153.275	180.703
59.50	88.607	104.463	115.023	129.860	153.098	180.494

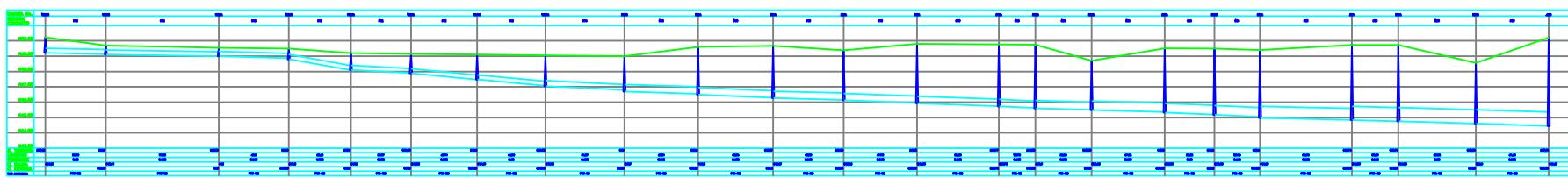
**CURVAS DE LLUVIAS INTENSIDAD- FRECUENCIA-DURACION, APLICABLES PARA LA ZONA
ORIENTAL DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI**

$$I = \frac{3818.30 * T_r^{0.2375}}{(t+32.19)^{0.6152}} * \frac{1}{0.36}$$

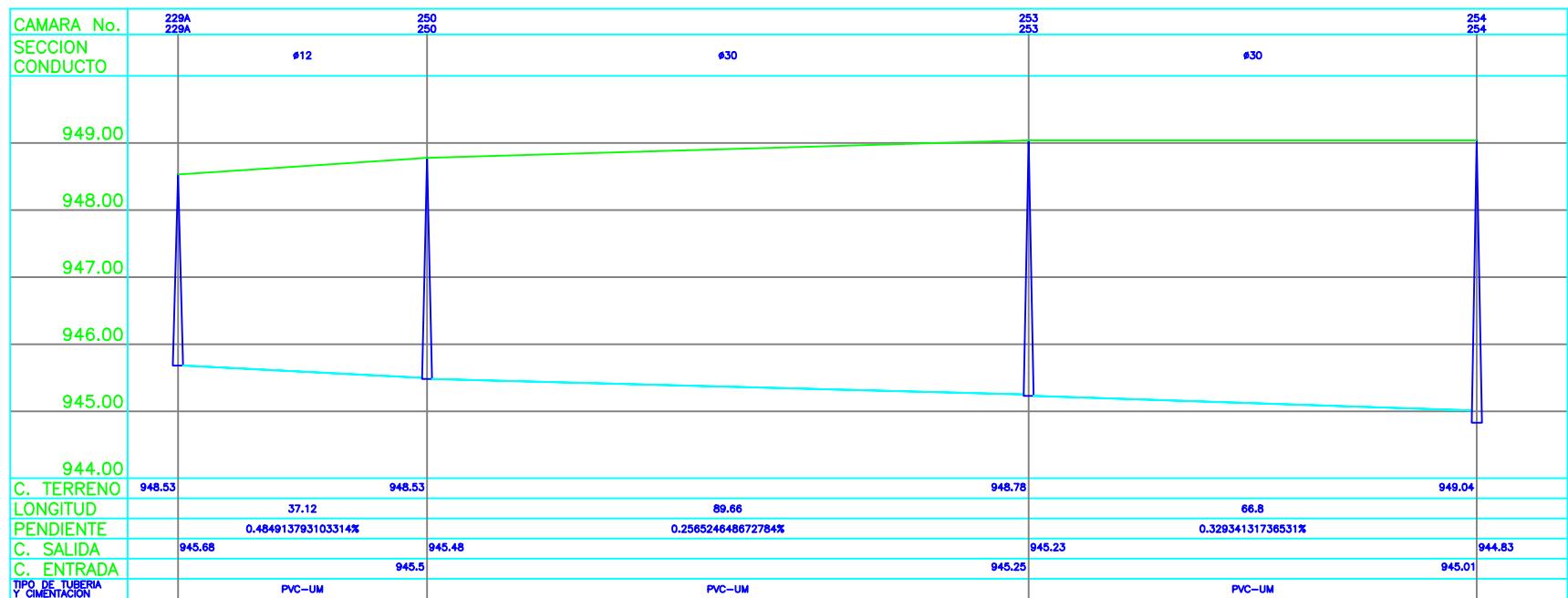
Donde: I: Intensidad (L/S/Ha); Tr: Frecuencia de retorno (años); t: Tiempo de concentración (minutos)

Tiempo de duración t(minutos)	Intensidad (L/S/Ha)					
	Frecuencia de retorno, Tr en (años).					
	1	2	3	5	10	20
59.60	88.505	104.343	114.890	129.710	152.921	180.286
59.70	88.403	104.222	114.758	129.560	152.745	180.078
59.80	88.301	104.102	114.626	129.411	152.569	179.871
59.90	88.200	103.983	114.494	129.262	152.394	179.664
60.00	88.098	103.863	114.363	129.114	152.218	179.458





CAMARA No.	226A 226A		253 253
SECCION CONDUCTO		Ø12	
949.00			
948.00			
947.00			
946.00			
945.00			
944.00			
C. TERRENO	949.06		949.04
LONGITUD		36.89	
PENDIENTE		7.12%	
C. SALIDA	947.88		945.23
C. ENTRADA		945.25	
TIPO DE TUBERIA Y CIMENTACION		PVC-UM	



CAMARA No.	250A 250A	260A 260A	257A 257A	256A 256A
SECCION CONDUCTO	ø12	ø14	ø14	
949.00				
948.00				
947.00				
946.00				
945.00				
944.00				
C. TERRENO	948.78	949.02	949.72	949.4
LONGITUD	36.85	89.17	22.68	
PENDIENTE	0.40%	0.40%	9.83%	
C. SALIDA	947.78	947.61	947.23	944.83
C. ENTRADA		947.63	947.25	945
TIPO DE TUBERIA Y CIMENTACION	PVC-UM	PVC-UM	PVC-UM	

CAMARA No.	253B 253B	257A 257A
SECCION CONDUCTO		Ø12
949.00		
948.00		
947.00		
946.00		
945.00		
C. TERRENO	949.04	949.72
LONGITUD		36.02
PENDIENTE		1.27%
C. SALIDA	947.88	947.42
C. ENTRADA		947.42
TIPO DE TUBERIA Y CIMENTACION		PVC-UM

CAMARA No.	284B 284B	260A 260A
SECCION CONDUCTO		ø12
949.00		
948.00		
947.00		
C. TERRENO	949.57	949.02
LONGITUD		36.41
PENDIENTE		0.46%
C. SALIDA	947.78	947.61
C. ENTRADA		947.61
TIPO DE TUBERIA Y CIMENTACION		PVC-UM

CAMARA No.	284A 284A	293A 293A	292A 292A
SECCION CONDUCTO		Ø12	Ø12
949.00			
948.00			
947.00			
946.00			
945.00			
944.00			
C. TERRENO	949.57	948.46	948.7
LONGITUD		35.34	30.89
PENDIENTE		0.50%	5.08%
C. SALIDA	947.38	947.17	945.48
C. ENTRADA		947.2	945.6
TIPO DE TUBERIA Y CIMENTACION		PVC-UM	PVC-UM

CAMARA No.	1286 1286A	1286 1286B
SECCION CONDUCTO		Ø10
949.00		
948.00		
C. TERRENO	949.5	949.5
LONGITUD		20.96
PENDIENTE		0.71%
C. SALIDA	948.95	948.8
C. ENTRADA		948.8
TIPO DE TUBERIA Y CIMENTACION		PVC-UM

CAMARA No.	1290 1290A		1290 1290B
SECCION CONDUCTO		ø10	
950.00			
949.00			
948.00			
C. TERRENO	950.07		949.7
LONGITUD		54.7	
PENDIENTE		0.34%	
C. SALIDA	949.31		949.11
C. ENTRADA			949.12
TIPO DE TUBERIA Y CIMENTACION		PVC-UM	