

**ESTUDIO HIDROLÓGICO, HIDRÁULICO, SANITARIO Y DE SOCAVACIÓN DEL PROYECTO
"MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD PEATONAL (ETAPA 1) A LA ENTRADA DEL CASCO
URBANO DEL MUNICIPIO DE BELEN DE LOS ANDAQUIES Y UN PARQUE
BIOSALUDABLE EN EL MUNICIPIO DE ALBANIA, EN EL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ"**
”



GOBERNACIÓN DE
CAQUETÁ
.....
REPÚBLICA DE COLOMBIA



FLORENCIA – JUNIO DE 2020

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 LOCALIZACIÓN	6
2. OBJETIVO GENERAL.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4. INFORMACIÓN HIDROLÓGICA	11
4.1 PRECIPITACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.2 CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN - FRECUENCIA	13
4.2.1 CURVAS DE INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA.	13
4.3 VALORES DE CAUDALES MÁXIMOS MENSUALES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
5. ÁREA DE LA CUENCA	13
6. CÁLCULO DE CAUDALES DE OBRAS MAYORES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
7. MÉTODOS DE CÁLCULO DE CAUDALES PARA OBRAS TRANSVERSALES.....	17
7.1 MÉTODO RACIONAL.....	17
7.2 HIDROGRAMA UNITARIO SCS.....	18
8. CÁLCULO DE CAUDALES DE BOX CULVERT	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
8.1 CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	26
8.1.1 KIRPICH	27
8.1.2 CALIFORNIA CULVERTS.....	27
8.1.3 BRANSBY WILLIAMS	27
8.2 VERIFICACIÓN DE DIMENSIONAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
9. MODELO HIDRÁULICO HEC RAS.....	29
10. RESULTADOS DE LOS MODELOS HIDRÁULICOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
10.1 Box 1	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
11. CÁLCULO DEL CAUDAL DEL PONTÓN K6+280 Q. LA TURBIA.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
12. MODELO HIDROLÓGICO HEC-HMS	25
13. RESULTADOS DEL MODELO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA 6+280	28
14. MODELO HIDRÁULICO PONTÓN K6+280.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
15. RESULTADOS DEL MODELO HIDRÁULICO PARA EL PONTÓN K6+280 ..	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
16. CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS DEL RÍO ORTEGUAZA.....	22
16.1 RESULTADOS DEL MODELO HIDRÁULICO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
16.2 TABLA RESUMEN DE RESULTADOS DEL MODELO HIDRÁULICO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

17. ESTUDIO DE SOCAVACIÓN	34
18. SOCAVACIÓN GENERAL	37
19. OBRAS DE PROTECCIÓN RÍO ORTEGUAZA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
19.1 MODELO HIDRÁULICO RÍO DE SUPERFICIE INICIAL	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
19.1.1 RESULTADOS DEL MODELO HIDRÁULICO PARA EL ESCENARIO INICIAL	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
19.1.2 ZONA DE PROTECCIÓN PARA PONTEADERO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
20. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 valores máximos mensuales de precipitación en 24 horas (mm)	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2 valores máximos mensuales en 24 horas (mm)	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3 Valores mensuales máximos de caudales (m ³ /s)	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4 Características morfológicas de las micro - cuencas	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5 Cálculo de caudales	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6 Verificación de dimensionamiento	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7 Verificación de dimensionamiento	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8 Resultados Eje de cauce	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 9 Valores máximos anuales de caudal	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 10 Resultados de caudales máximos para cada distribución de probabilidad de los datos de la estación	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 11 Caudales transpuestos en el punto de estudio	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 12 Resultados del modelo hidráulico Río Ortegúaza	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Localización Departamento	6
Ilustración 2 Localización Municipio	6
Ilustración 3 Localización del proyecto	6
Ilustración 4	12
Ilustración 5 Localización de la Estación	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 6 Cuenca Río Ortegúaza	16
Ilustración 7 Cuenca Río Ortegúaza	17
Ilustración 8 Fuentes hídricas que intersecan el proyecto	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 9 B1 Aguas Arriba	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 10 B1 Aguas abajo	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 11 B2 Aguas Arriba	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 12 B2 Aguas Abajo	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 13 B3 Aguas Arriba	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 14 B3 Aguas abajo	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 15 B4 Aguas Arriba	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 16 B4 Aguas Abajo	¡Error! Marcador no definido.

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Ilustración 17 B5 Aguas Arriba.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 18 B5 Aguas Abajo.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 19 B6 Aguas Arriba.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 20 B6 Aguas abajo.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 21 B7 Aguas Arriba.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 22 B7 Aguas abajo.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 23 B8 Aguas Arriba.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 24 B8 Aguas Abajo.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 23 Cuenca pontón 6+280.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 24 Datos de entrada del modelo hidrológico.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 25 Cuenca modelo Hidrológico.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 26 Resultados de caudal del punto de descarga.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 27 Sección hidráulica del eje de la vía.....	33
Ilustración 28 Levantamiento topográfico.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 29 Planta de modelo Hidráulico.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 30 Sección K0+400.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 31 Sección K0+450.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 32 Sección K0+500.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 33 sección K0+550.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 34 Sección K0+600.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 35 Sección K2+500.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 36 Sección K0+700.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 37 Sección K0+750.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 38 K0+850.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 39 Sección K0+900.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 40 Sección típica para paso vehicular en zona de ponteadero.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 41 Socavación en Sección K2+500.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 42 Socavación en Sección K0+700.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 43 Socavación en K3+100.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 44 Zona de desborde.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 45 Zona vulnerable de protección en ponteadero.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 46 Secciones de batimetría estudiadas.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 47 Abscisa k0+650 con zona vulnerable a desbordamiento.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 48 Zona de dragado.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 49 Sección batimétrica de dragado.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 50 Resultados del modelo hidráulico con superficie dragada.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 51 sección hidráulica en zona de ponteadero.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 52 Localización de la estructura de contención.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 53 Resultados de modelo hidráulico con Dique.....	¡Error! Marcador no definido.

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

1. INTRODUCCIÓN

Conforme a los lineamientos establecidos en la normatividad actual, en cuanto a Estudios y Diseños Hidrológicos, hidráulicos y de socavación, se analizarán los cauces localizados entre la abscisa K0+000 y K16+293 del proyecto "MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD PEATONAL (ETAPA 1) A LA ENTRADA DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE BELEN DE LOS ANDAQUIES Y UN PARQUE BIOSALUDABLE EN EL MUNICIPIO DE ALBANIA, EN EL DEPARTAMENTO DEL CAQUETA", el cual tiene como principal cuenca el Río.

El presente volumen cuenta con la información necesaria para proteger la infraestructura en cuanto a la altura máxima de lámina de agua en el Río Pescado para el periodo de retorno de 100 años, y la correspondiente profundidad de socavación.

1.1 LOCALIZACIÓN

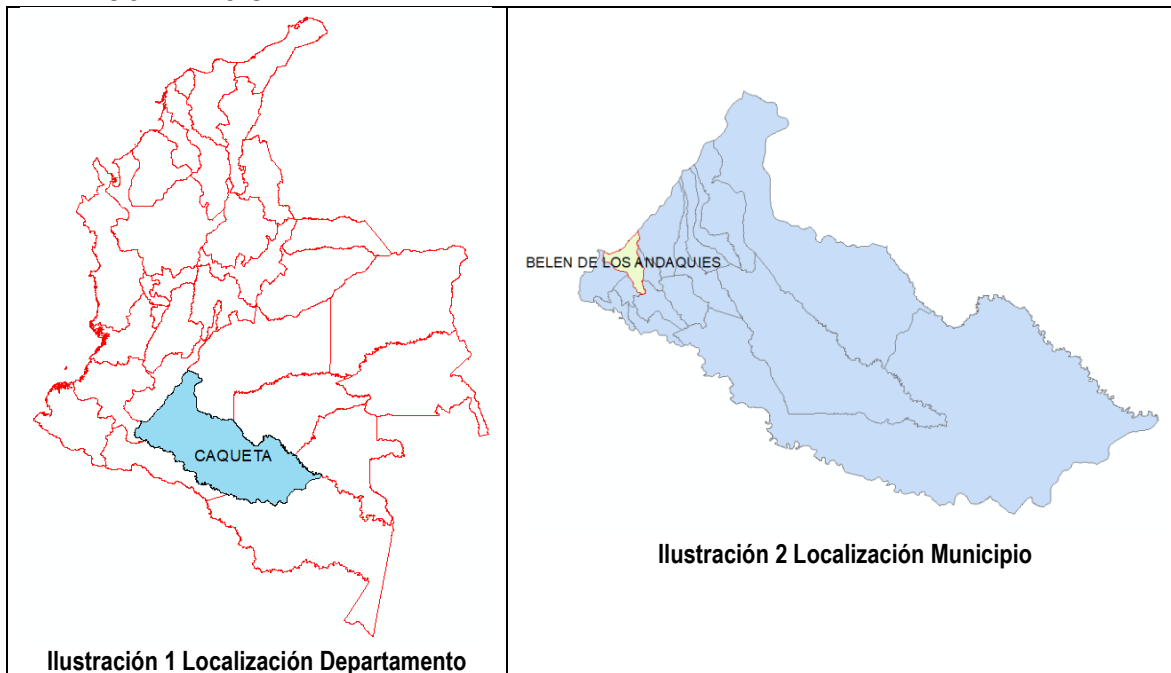


Ilustración 3 Localización del proyecto

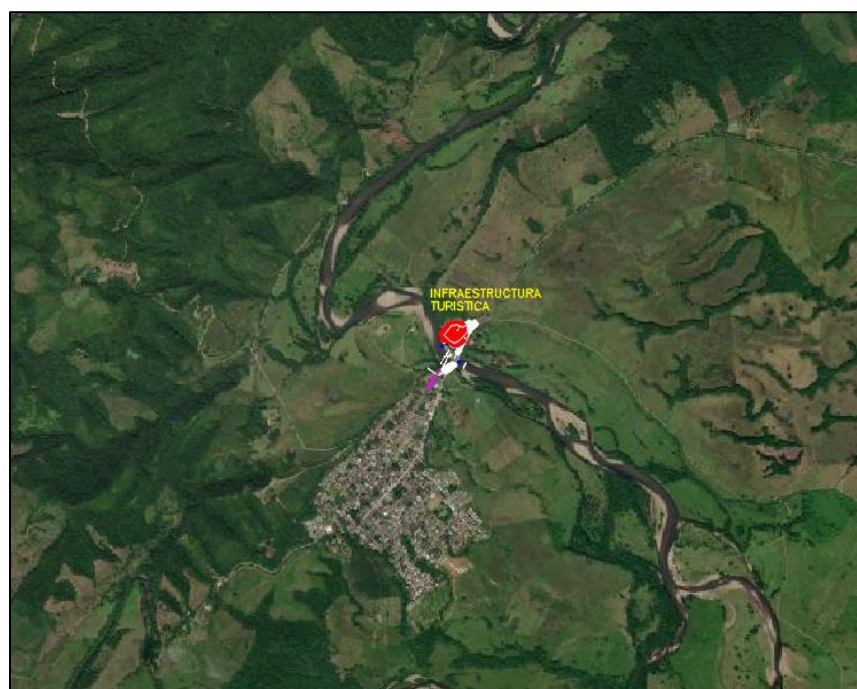


Ilustración 4 Localización del proyecto en Belén de los Andaquíes

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

2. Características del Municipio

Belén de los Andaquíes es un municipio fundado en febrero de 1917, cuenta con 11.663 habitantes para el año 2017, de los cuales 6.669 pertenecen al casco urbano del municipio, está ubicado a 44.6 km de Florencia – Caquetá, y tiene una extensión de 980 Km².

Las principales actividades productivas del municipio se derivan del sector agropecuario en donde priman los cultivos de plátano, yuca, caña, cacao y maíz. Así mismo el renglón de la ganadería tiene su importancia dentro de las actividades productivas del municipio. Por su parte en el área urbana priman las actividades comerciales del sector servicios.

El municipio cuenta con los servicios de energía eléctrica, agua potable, telefonía fija y móvil, internet, y distribución de gas propano.

2.1 Vías de Comunicación

El sistema de transporte conforma una red que permite la comunicación interna y externa del municipio, está constituido por las vías de carácter nacional (red primaria), departamental (red secundaria) y local (red terciaria), y por los medios de transporte terrestre. Estos sistemas son los principales canales para la articulación e integración del municipio a nivel intramunicipal, departamental, regional y nacional.

Red vial. El análisis de la red vial es importante para la comprensión de los vínculos entre las áreas rurales y el núcleo urbano del municipio y entre éste con los demás centros urbanos del departamento y el país. El nivel de integración, cohesión y organización del territorio municipal depende en gran medida, del grado de desarrollo de su red de carreteras y caminos rurales.

El municipio de Belén de los Andaquíes cuenta con 211 kilómetros de longitud de la red de carreteras (ver cuadro siguiente). Esta red vial está conformada por el tramo de la carretera Marginal de la Selva en una extensión de 26 kilómetros pavimentados y la red de vías terciarias que tiene una longitud total de 185 km. En el casco urbano existe una malla vial de 14,61 km de longitud que permite la movilidad de la población.

2.2 Climatología

Para la caracterización climática del municipio de Belén de los Andaquíes se utilizaron los parámetros de dos estaciones meteorológicas: La Mono y Valparaíso.

Tabla 1 Parámetros Climatológicos estación La Mono

Parámetro	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Temperatura (°C)	25.5	25.2	25	25.4	24.4	24.4	23.6	24	24.6	25	25.2	25.2
Humedad (%)	84	85	87	89	88	89	89	88	87	87	86	86
Evaporación (mm)	101	90.4	90.9	81.8	82.5	78.6	81.3	86.2	93.9	88.4	93.8	91.5
Brillo solar	143	99.3	84.9	95.1	112	106	112	121	137	146	142	154
Velocidad del viento (m/s)	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	1	1	1	0.9	0.8	0.8	0.8

2.3 Humedad Relativa

La humedad relativa refleja los periodos de máximas y mínimas precipitaciones, presentándose una menor humedad en los meses más secos lluvias y una mayor humedad en los meses más lluviosos. No obstante el promedio mensual es bastante alto situándose en 86,4%, su valor aumenta en el sector montañoso debido a las mayores precipitaciones y a la alta nubosidad.

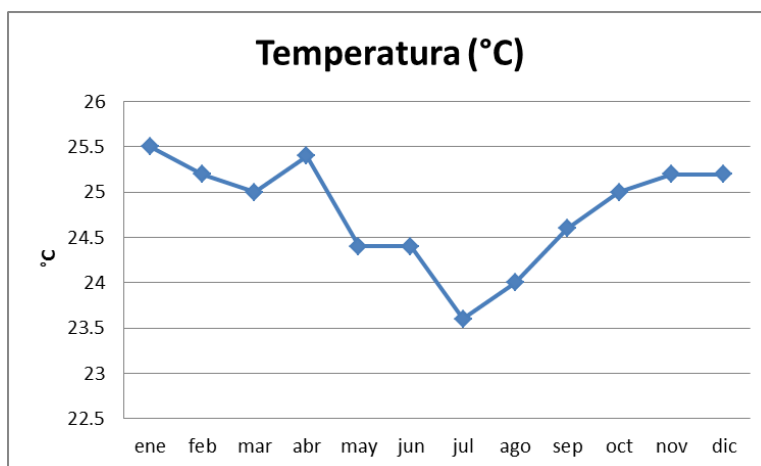


Gráfico 1

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

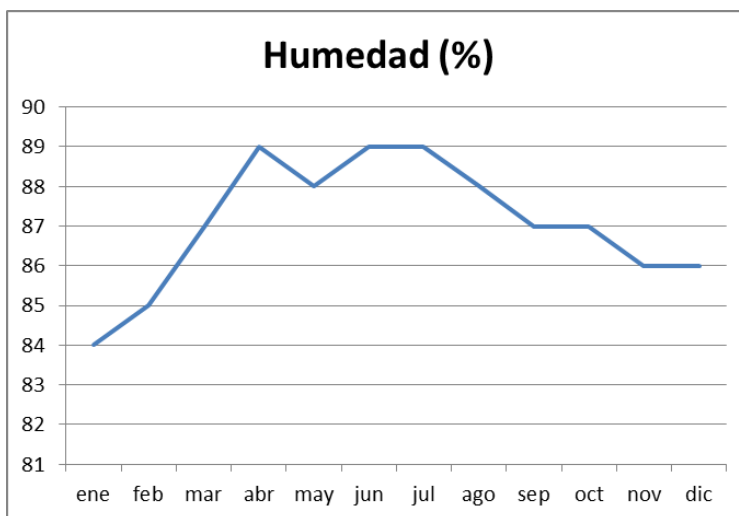


Gráfico 2

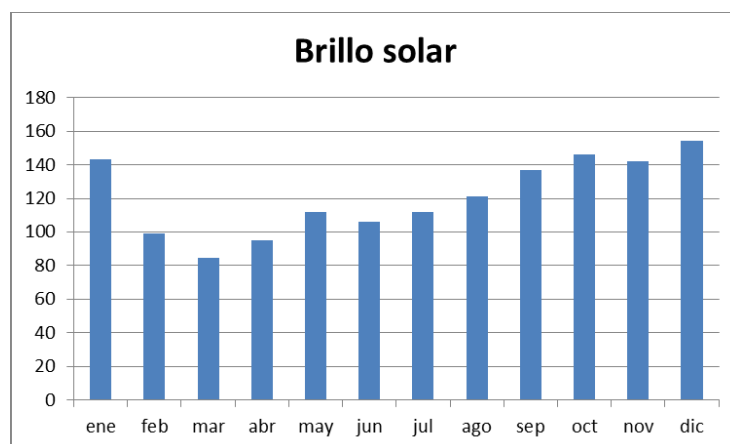


Gráfico 3

2.4 Características Socio Económicas

La evolución de la población del municipio es proporcionada por los registros oficiales del DANE a partir de la información censal de 1951, 1964, 1973, 1985, 1993. En el primer período intercensal 1951-1964 el municipio manifestó un incremento poblacional importante del 151,7% (equivalente a 9.878 habitantes) pero a partir de 1964 hasta 1973 presentó una tasa de crecimiento demográfico negativa de -2,74%, situación debida a que en el censo de 1964 se incluyó la población de Belén de los Andaquíes y Albania como corregimientos de Belén de los Andaquíes y en el de 1973 se excluyó, es decir, se censó en forma independiente.

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

En el segundo período intercensal de doce años (1973-1985) se presentó una tasa negativa del -0.31%, debido a que en el censo de 1973 se consideró la población de San José del Fragua la cual era corregimiento del municipio de Belén de los Andaquíes y en 1985 se censó de manera independiente; el siguiente periodo (1985- 1993) también muestra una tasa de crecimiento negativa del -3,6% lo cual posiblemente se deba a la migración de la población hacia el municipio de San José del Fragua recién creado en noviembre de 1985, que presentaba frentes de colonización más activos. De hecho, San José del Fragua para 1993 ya contaba con una población superior a la de Belén de los Andaquíes.

El crecimiento acelerado en estos períodos, el municipio de Belén de los Andaquíes presentó decrecimiento demográfico. A diferencia de la población rural la población de la cabecera municipal ha tenido una tasa de crecimiento positiva en los períodos intercensales así: entre 1973 y 1985 del 1,88%, entre 1985 y 1993 del 4,38% y entre 1993 y 2005 del 3,9%, lo que significa un aumento progresivo de los habitantes urbanos. Sin embargo, el índice de ruralidad es de 52,24% para el 2005, significando que aún existe más población rural que urbana.

A continuación se muestra la proyección de la población 2012 - 2023, tiempo equivalente a la vigencia del Esquema de Ordenamiento Territorial, basado en cifras oficiales del censo 2005 del DANE.

2.5 Índice de necesidades básicas insatisfechas. (N.B.I)

Según la proyección de población del DANE para el año 2016 urbana y rural, basada en el Censo 2005, se cuenta con 6593 y 5008 personas, respectivamente; de allí se tiene que el 36.35% del total de población urbana (equivalentes a 2.396 personas), se encuentra con Necesidades Básicas Insatisfechas, mientras que de la parte rural se presenta el 59.9% (equivalentes a 2.999 personas).

2.6 Tasa de Mortalidad

Tasa de mortalidad de menores de 1 año - (Infancia) Según el Informe GPS de Infancia y Adolescencia 2010, basado en el DANE 2011, el comportamiento de la mortalidad infantil en el municipio es menor relacionado con la tasa de mortalidad infantil departamental. Para el año 2008 y 2009 la incidencia fue mayor en este municipio con respecto al departamento (Tasa de mortalidad municipal de 16.1x1000 NV y de 13.9x1000 NV respectivamente; Tasa de mortalidad departamental de 12.1x1000 NV y 11.5x1000 NV respectivamente), lo que se relaciona con eventos de Trastornos respiratorios específicos del periodo perinatal e infecciones respiratorias agudas.

La primera es una patología de manejo médico que no depende de las acciones ejecutadas por la población, diferente a la segunda en la cual las acciones comunitarias son básicas para evitar las complicaciones de la misma.

2.7 Acueducto, Alcantarillado y Aseo

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

AGUAS ANDAKI S.A. E.S.P. Empresa de Servicios Públicos de Belén de los Andaquíes Acueducto, Alcantarillado y Aseo, fue creada en el año 2009 como una empresa de economía Mixta por acciones, con el objeto social de prestar los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en el municipio de Belén de los Andaquíes. Actualmente atiende a 1.472 usuarios o suscriptores en el área urbana con una cobertura de 98% para acueducto, 93% para alcantarillado y 100% para aseo.

Mediante Resolución 0390 del 03 de mayo de 2007, se otorga Concesión de Agua Superficial para uso doméstico a la Alcaldía Municipal de Belén de los Andaquíes para el proyecto "acueducto Municipal de Belén de los Andaquíes". La cantidad concedida es de 26.52 l/s de la fuente hídrica superficial quebrada La Resaca, por un término de diez (10) años.

A través de la Resolución No.0952 del 14 de Diciembre de 2009, se aprueba el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA), del municipio de Belén de los Andaquíes, departamento de Caquetá, cuyo responsable de la prestación del servicio de acueducto corresponde a la empresa de servicios públicos AGUAS ANDAKI S.A. E.S.P. por el término de cinco años.

Que mediante Concepto Técnico 0473, Mayo de 2010, la Dirección Territorial Caquetá de CORPOAMAZONIA, realizó el primer seguimiento al Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA), del municipio de Belén de los Andaquíes, encontrando un cumplimiento del 60% de las obligaciones estipuladas en el Artículo 2º de la Resolución.

3. Información Hidrológica

Se realizó verificación de la información disponible para medición de caudales del Río Pescado en el municipio de Belén de los Andaquíes, sin embargo, no se encontraron registros sobre dicha fuente superficial en ninguna parte del trazado.

Por lo anterior, se verificaron estaciones cercanas que pudiesen suministrar información relevante para la construcción de curvas IDF, o las generadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales para la región.

El área de estudio cuenta con dos estaciones meteorológicas e hidrológicas, para recopilación de datos, ubicadas en el aeropuerto Gustavo Artunduaga Paredes de la ciudad de Florencia, y Río Hacha en la bocatoma del acueducto de la ciudad, sin embargo, se utilizará la información disponible en la estación 44035020, la cual, cuenta con registros para la determinación de curvas de intensidad, duración y frecuencia.

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

Descripción	
☐	Caudal máximo diario
☐	Caudal medio diario
☐	Caudal mínimo diario
☒	Caudal máximo mensual
☐	Caudal medio mensual
☐	Caudal mínimo mensual
☐	Caudal medio anual
☐	Caudal máximo anual
☐	Caudal mínimo anual

Datos Estación

Departamento: Caquetá

Municipio: Todo

☐	Código	Seleccione Municipio...
☐	44037120	Todo
☐	44037130	Cartagena Del Chairá
☐	44037110	El Doncello
☐	44037030	El Paujil
☐	46037040	Florencia
☐	44037040	Florencia
☐	46037010	Montañita
☐	44037060	Montañita
☐	44037100	ITARCA [44037100] 1989-12-31
☐	44037010	ITARCA [44037100] 2016-08-01
☐	44037000	ITARCA [44037000] 1989-12-31

Ilustración 5

Catálogo Nacional Estaciones: AEROPUERTO G ARTUNDUAGA [44035020]	
CÓDIGO	44035020
NOMBRE	AEROPUERTO G ARTUNDUAGA [44035020]
CATEGORIA	Climática Ordinaria
LONGITUD	-75,56
LATITUD	1,59
ALTITUD	244,00
DEPARTAMEN	Caquetá
MUNICIPIO	Florencia (Caquetá)
ESTADO_EST	En Mantenimiento
TECNOLOGÍ	Convencional
FECHA_INST	10/14/1969 7:00:00 PM
FECHA_SUSP	

Fuente: <http://www.ideam.gov.co/solicitud-de-informacion>

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

3.1 CURVASI INTENSIDAD – DURACIÓN - FRECUENCIA

T (años)	t (min)											
	10	15	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
2.33	151.78	119.97	80.26	67.92	59.68	53.69	49.10	45.44	42.44	39.92	37.78	35.92
5	175.48	138.70	92.79	78.53	69.00	62.07	56.76	52.53	49.06	46.16	43.67	41.52
10	200.18	158.23	105.85	89.58	78.71	70.81	64.75	59.93	55.97	52.65	49.82	47.37
20	228.36	180.50	120.75	102.19	89.79	80.78	73.87	68.36	63.85	60.06	56.83	54.04
25	238.25	188.32	125.98	106.62	93.68	84.28	77.07	71.32	66.61	62.67	59.30	56.38
50	271.78	214.83	143.71	121.63	106.86	96.14	87.92	81.36	75.99	71.49	67.64	64.31
100	310.04	245.07	163.94	138.75	121.90	109.67	100.29	92.82	86.69	81.55	77.16	73.37

3.1.1 Curvas de Intensidad Duración Frecuencia.

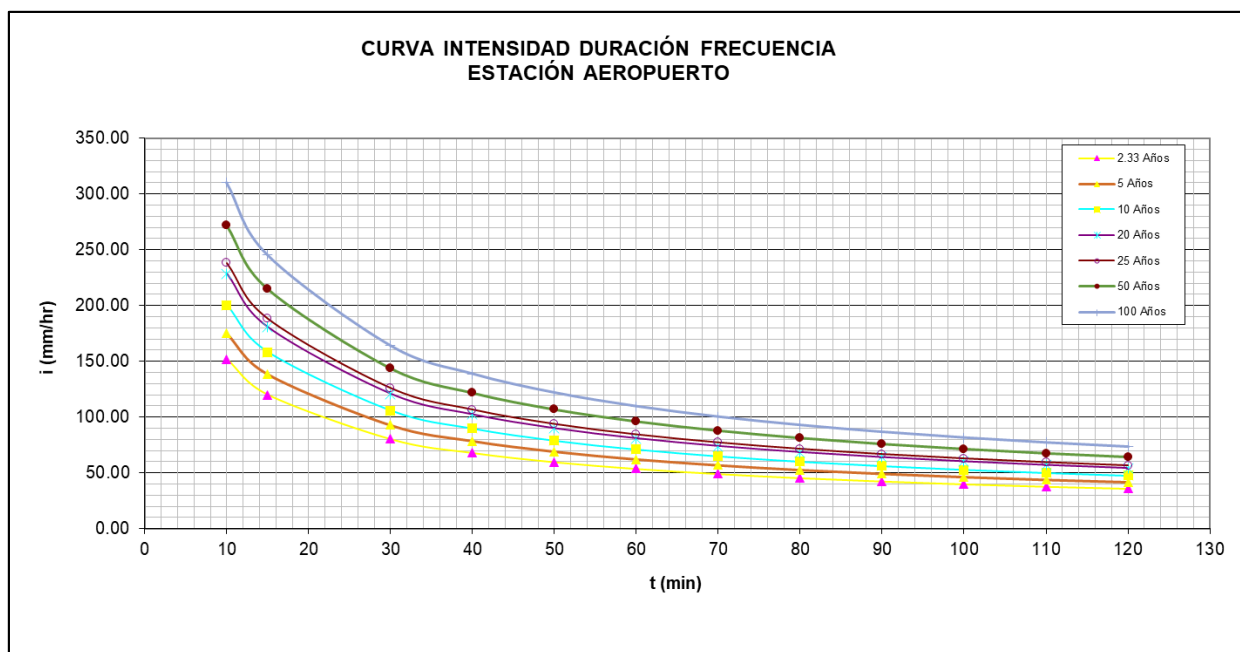


Gráfico 4 Curvas de Intensidad Duración Frecuencia, Fuente: Cálculos propios

4. ÁREA DE LA CUENCA

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

El punto localizado en las coordenadas Norte 649404.86 y Este 1134466.62, en el sistema MAGNA SIRGAS origen Oeste, se encuentra en la hoya hidrográfica del Río Pescado, el cuál tiene como principales fuentes:

Tabla 2 Fuentes Principales de la cuenca del Río Pescado

1	Río Pescado
2	Quebrada El Guajo
3	Quebrada La Resaca
4	Quebrada Cerinda
5	Río San Luis
6	Quebrada Genova
7	Quebrada Salado
8	Quebrada Aguablanca
9	Quebrada La Soledad
10	Quebrada La Arenosa
11	Quebrada Quisaya
12	Quebrada La Tigrera
13	Río Bodoquerito

Fuente: Cartografía Belén de los Andaquíes

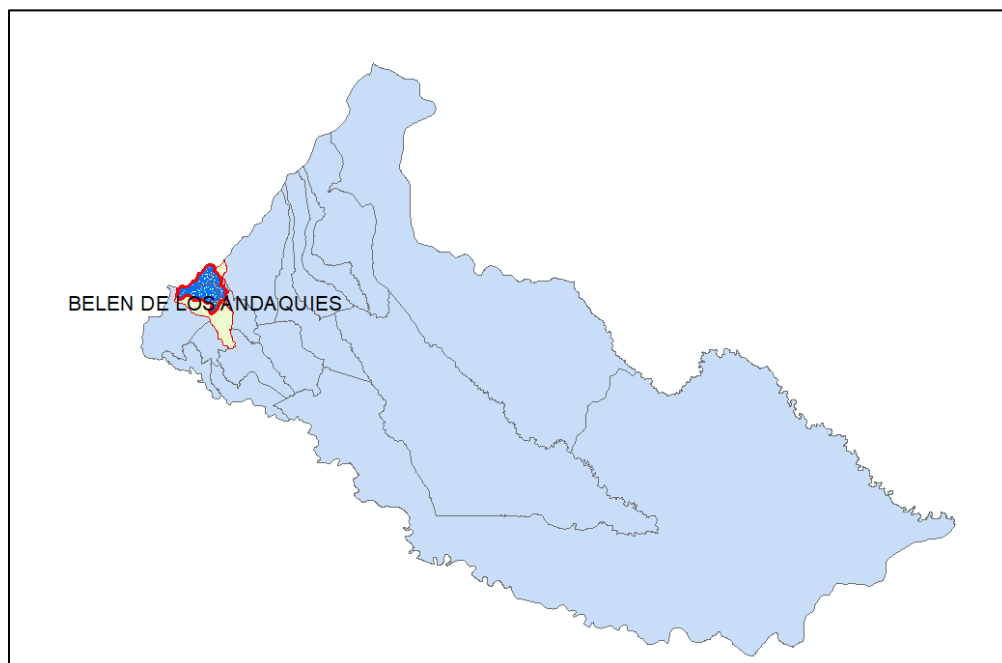


Ilustración 6 Localización de la cuenca en el Caquetá

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá



GOBERNACIÓN DE
CAQUETÁ
REPÚBLICA DE COLOMBIA
Nit: 800.091.594-4
DG-10





GOBERNACIÓN DE
CAQUETÁ
REPÚBLICA DE COLOMBIA
Nit: 800.091.594-4
DG-10

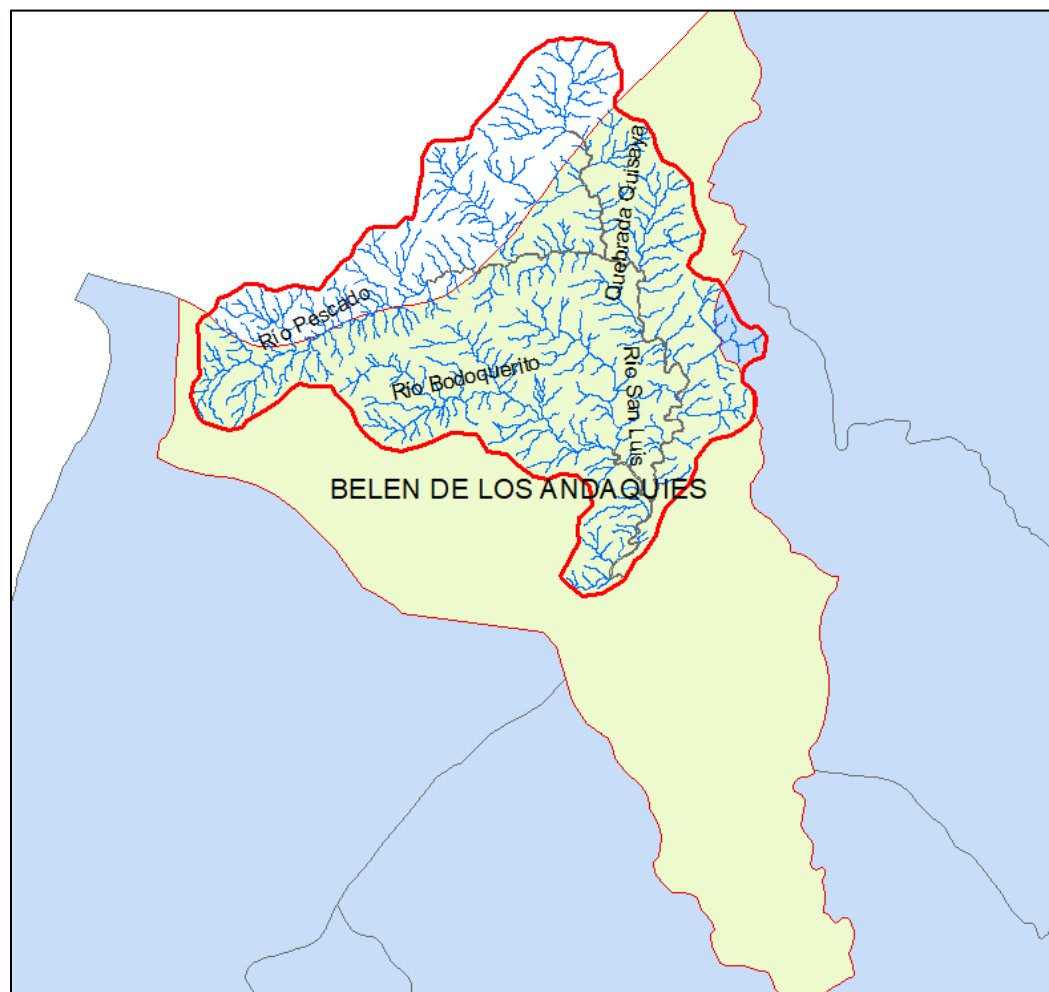
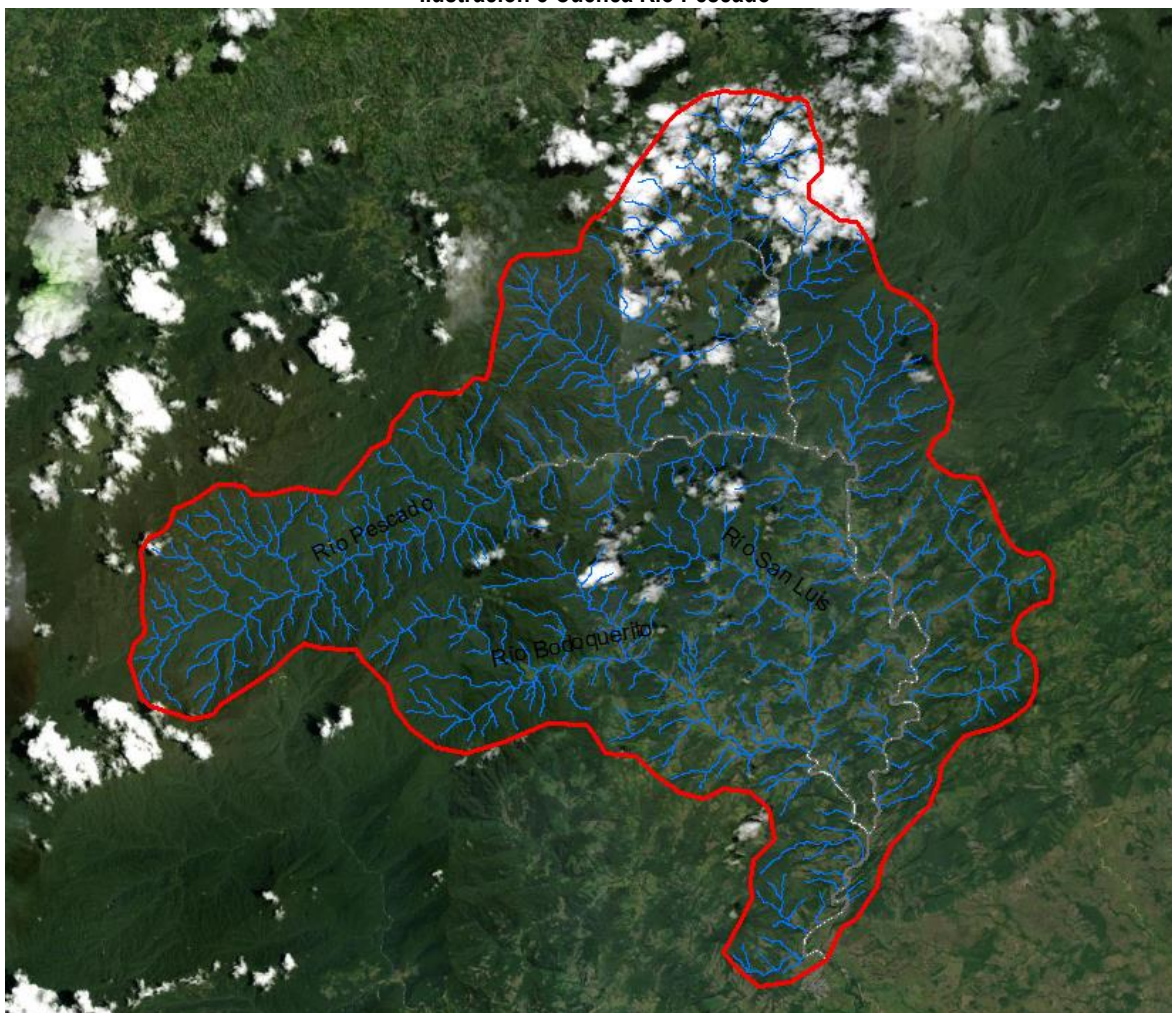


Ilustración 7 Localización de la cuenca en el Municipio

Ilustración 8 Cuenca Río Pescado



Fuente: Herramienta GIS

5. MÉTODOS DE CÁLCULO DE CAUDALES PARA OBRAS TRANSVERSALES

5.1 MÉTODO RACIONAL

El método racional, el cual empezó a utilizarse alrededor de la mitad del siglo XIX, es probablemente el método más ampliamente utilizado hoy en día para el diseño de alcantarillados de aguas lluvias (Pilgrim, 1986; Linsley, 1986). A pesar de que han surgido críticas válidas acerca de lo adecuado de este método, se sigue utilizando para el diseño de alcantarillados debido a su simplicidad. Una vez que se ha seleccionado la distribución y se han determinado los tamaños de las tuberías por el método

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

racional, la bondad del sistema puede verificarse utilizando un tránsito dinámico de los hidrogramas de caudal a través del sistema.

La idea detrás del método racional es que, si una lluvia con intensidad i empieza en forma instantánea y continua en forma indefinida, la tasa de escorrentía continuará hasta que se llegue al tiempo de concentración t_e , en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo en la salida. El producto de la intensidad de lluvia " i " y el área de la cuenca A es el caudal de entrada al sistema, iA , y la relación entre este Caudal y el caudal pico Q (que ocurre en el tiempo t_e) se conoce como el coeficiente de escorrentía

$$Q = CiA$$

Comúnmente, Q está dado en pies cúbicos por segundo (cfs), i en pulgadas por hora y A en acres, por lo cual el factor de conversión (1cfs=1.008 acre.pulg/hora) se considera incluido en el coeficiente de escorrentía. La duración utilizada para la determinación de la intensidad de precipitación de diseño i es el tiempo de concentración en la cuenca.

En áreas urbanas, el área de drenaje usualmente está compuesta de sub áreas o sub cuencas de diferentes características superficiales. Como resultado, se requiere un análisis compuesto que tenga en cuenta las diferentes características superficiales. Las áreas de las sub cuencas se denominan como A_j y los coeficientes de escorrentía para cada una de ellas se denominan como la escorrentía pico, la cual se calcula al utilizar la siguiente forma de la fórmula racional:

$$Q = i \sum_{j=1}^m C_j A_j$$

5.2 Hidrograma unitario SCS

Este método, desarrollado por el SCS, también llamado del "número de curva" consta de dos partes. En la primera de ellas se hace una estimación del volumen de escorrentía resultante de una precipitación - escurrimiento directo, en la segunda se determina el tiempo de distribución del escurrimiento, incluyendo el caudal de punta.

La estimación del escurrimiento correspondiente a una lluvia, se hace con el siguiente procedimiento:

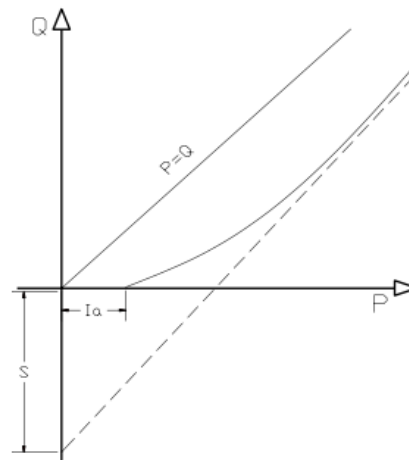
Los datos de lluvia más generalmente disponibles son los totales medidos en pluviómetros y para tales datos se ha desarrollado la relación lluvia - escorrentía. Esos datos son los totales de una o más

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región "Caquetá Somos Todos"

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

tormentas que ocurren en un día del calendario, y nada se sabe acerca de su distribución en el tiempo, por eso es que la relación excluye al tiempo como la variable explícita. Relacionando el escurrimiento con la lluvia se obtiene generalmente una relación como la que indica la figura siguiente:



Para precipitaciones (P) menores que I_a , no tiene lugar el escurrimiento superficial (Q). I_a consiste principalmente en pérdidas por intercepción, almacenamiento en depresiones e infiltración, antes de que se produzca el escurrimiento.

Para cantidad de lluvia en aumento, la curva Q en relación con P se aproxima asintóticamente a una línea recta paralela (S) se llama retención potencial máxima, que es la máxima cantidad de lluvia que la cuenca puede absorber. Como hay muchas curvas que cumplen la condición de pasar por el punto $(I_a, 0)$ y aproximarse asintóticamente a:

$Q = P - S$, se necesita definir otra condición para establecer la forma de la curva.

Esto se hace estableciendo que la relación entre la retención real ($P - I_a - Q$), y la retención potencial máxima (S) es igual a la relación entre la escorrentía real (Q) y la escorrentía potencial máxima ($P - I_a$):

$$\frac{P - I_a - Q}{S} = \frac{Q}{P - I_a}$$

La experiencia práctica ha demostrado que I_a es aproximadamente el 20% de la retención potencial máxima, así $I_a = 0.2 S$, por lo que la ecuación de escurrimiento puede escribirse como:

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

$$Q = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

El valor de S (en pulgadas) se relaciona con el número de curva de escurrentía (CN) por la definición:

$$CN = \frac{1000}{10 + S}$$

de lo cual se deduce que para zonas pavimentadas S será igual 0 y CN = 100, mientras que las condiciones en que no se produce escurrimiento superficial S se hace infinito y CN = 0. La figura 1 presenta la ecuación de escurrentía en forma gráfica para diferentes curvas.

Para determinar el volumen de escurrimiento, debe hacerse una estimación del valor de CN, el cual depende de características de la cuenca tales como uso de la tierra, condiciones del suelo y condiciones de humedad de la cuenca en el momento de ocurrir, la precipitación.

Se conocen y aceptan tres clases de condiciones de humedad antecedentes para una cuenca, según el SCS, como se muestra en cuadro siguiente:

Clases de condiciones de humedad antecedentes	Lluvia total de los 5 días anteriores (milímetros)	
	Estación sin desarrollo vegetativo	Estación de crecimiento vegetativo
I	menos de 12,7mm	menos de 35,6mm
II III	12,7 a 27,9mm más de 27mm	35,6 a 53,3mm más de 53,3mm

Para la influencia de las características de la cuenca (uso de la tierra, condiciones del suelo) en el valor de CN, se utiliza la Tabla N° 1.

En dicha Tabla, además de la utilización de la tierra, cubierta vegetal y práctica de cultivo se hace una distinción entre condiciones hidrológicas deficientes, regulares y buenas y para cuatro grupos hidrológicos de suelos. Las condiciones hidrológicas se determinan en primer lugar por la densidad de la vegetación: praderas naturales muy pastadas se clasifican por ejemplo como “deficientes”; praderas permanentes no pastadas se clasifican como “buenas”.

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

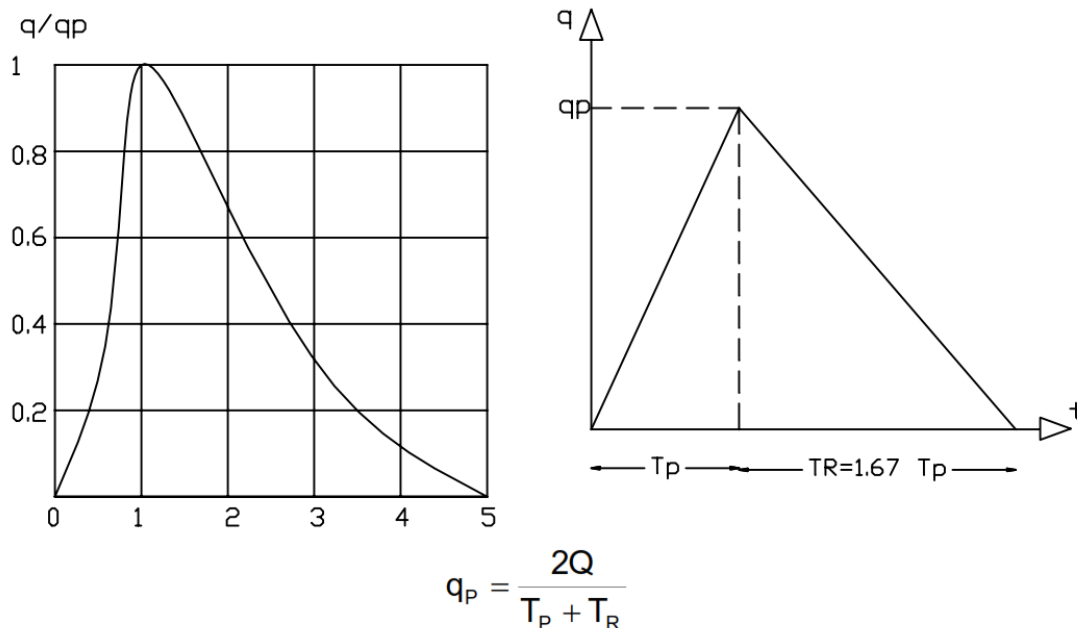
Los grupos hidrológicos de suelo se clasifican según su capacidad para transmitir agua (infiltración): el grupo A tiene una intensidad alta de transmisión de agua, el grupo B moderada, el C lenta, y el D muy lenta.

Con ayuda de la Tabla 1 y de datos experimentales de la cuenca, el número de curva para humedad precedente Clase II puede estimarse para un punto particular o para toda la cuenca de drenaje y así, utilizando la figura 1 se obtiene la cantidad de escurrimiento correspondiente a una cantidad de lluvia dada.

Luego, con la utilización de la Tabla N° 2 pueden transformarse los valores de CN de humedad precedente del suelo de Clase II a humedad precedente de suelo de Clase I o III, para los casos en que ello resulte necesario.

Para la distribución en el tiempo de la escorrentía, se procede así: se hace uso del hidrograma unitario adimensional desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos cuya forma está predeterminada. La escala de tiempo del hidrograma se expresa en unidades del período de ascenso (T_p) del mismo y los caudales de escurrimiento se expresan en unidades del caudal de escurrimiento de punta (q_p) o con la utilización de la Tabla N°3.

Para convertir las ordenadas adimensionales del hidrograma en valores reales, debe conocerse el período de elevación (T_p) y el caudal pico o de punta (q_p). Este último se obtiene utilizando la relación obtenida del hidrograma triangular sintético, como se muestra en el paso siguiente:



Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

q_p = caudal pico o de punta;

Q = volumen de escurrimiento directo (mm)

T_p = período de elevación o tiempo hasta el caudal pico;

TR= tiempo desde el caudal pico hasta el final del escurrimiento directo - recesión.

Analizando un gran número de hidrograma se encontró que en general se verifica ($TR = 1,67 T_p$), de manera que, si se lo introduce en la ecuación anterior, queda:

$$q_p = 0.75 \frac{Q}{T_p}$$

Introduciendo el área de aporte en Km^2 , de manera de llevar el valor puntual a un valor representativo para toda la cuenca, el escurrimiento directo en mm, el tiempo de elevación en horas, el caudal de punta queda expresado en m^3/s , de la siguiente forma:

$$q_p = 0,208 \frac{A \times Q}{T_p} (m^3/s)$$

6. CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS DEL RÍO PESCAO

Comprobada la validez de la información hidrocimatológica, se realiza el análisis de precipitaciones máximas mediante un ajuste de las series históricas a las distribuciones de frecuencia Gumbel, Normal, logNormal, Pearson III, logPearson III, GEV (Valores extremos generalizados) y Weibull seleccionando la que mejor ajuste presente de acuerdo al coeficiente de asimetría.

Estas distribuciones son:

Gumbel:

$$F(x) = pr(X < x) = \exp \left(- \exp \left(\frac{-(x - \beta)}{\alpha} \right) \right)$$

Donde,

$F(x)=pr(X<x)$: función de distribución de frecuencia o probabilidad que una precipitación X sea menor a un determinado valor x de precipitación.

β y α : parámetros de la distribución.

Normal:

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_x\sqrt{2\pi}} \exp^{\frac{-1(x-\mu_x)^2}{2\sigma_x^2}} \quad -\infty < x < \infty$$

siendo,

$f(x)$: función de densidad de probabilidad.

donde, μ_x : media de la población, estimado $\bar{X}$.

σ_x : Desviación estándar de la población, estimado s_x .

LogNormal de dos parámetros:

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} \exp^{\frac{-1(y-\mu_y)^2}{2\sigma_y^2}} \quad x > 0$$

Donde,

$f(x)$: función de densidad de probabilidad.

$y = \ln x$

donde, μ_y : media de los logaritmos de la población, estimado $\bar{Y}$.

σ_y : Desviación estándar de los logaritmos de la población, estimado s_y .

Pearson III:

$$F(x) = pr(X < x) \\ = \int_z^x \frac{(x - \varepsilon)^{r-1}}{xX^r\Gamma(r)} \exp\left(-\left(\frac{u - \varepsilon}{\lambda}\right)\right) du$$

donde,

$F(x)=pr(X<x)$: función de distribución de frecuencia o probabilidad que un caudal X sea menor a un determinado valor x de caudal.

r, ε , u: parámetros de la distribución

logPearson III:

$$F(x) = pr(X < x) \\ = \int_z^x \frac{(\ln(x) - \varepsilon)^{r-1}}{xX^r\Gamma(r)} \exp\left(-(\ln(u - \varepsilon) / \lambda)\right) du$$

siendo,

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

$F(x)=pr(X<x)$: función de distribución de frecuencia o probabilidad que un caudal X sea menor a un determinado valor x de caudal.

r, ε, u : parámetros de la distribución

GEV:

$$F(x) = pr(X < x) = \exp \left\{ - \left(1 - \frac{k(x - \varepsilon)}{\alpha} \right)^{1/k} \right\}$$

donde,

$F(x)=pr(X<x)$: función de distribución de frecuencia o probabilidad que un caudal X sea menor a un determinado valor x de caudal.

k, ε, α : parámetros de la distribución

Weibull:

$$F(x) = pr(X < x) = \exp \left\{ - \left(\frac{x}{\alpha} \right)^k \right\}$$

donde,

$F(x)=pr(X<x)$: función de distribución de frecuencia o probabilidad que un caudal X sea menor a un determinado valor x de caudal.

k, α : parámetros de la distribución

Para realizar la prueba de bondad del ajuste de Chi cuadrado, se toma como probabilidad empírica “ p ” la obtenida por la fórmula de Gringorten:

$$p = \frac{i - 0.44}{n + 0.12}$$

donde,

i : posición de un valor en una lista ordenada por magnitud ascendente.

n : número total de datos

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

Este análisis de precipitaciones máximas se realiza en hoja de cálculo para la serie histórica final de cada estación.

7. MODELO HIDROLÓGICO HEC-HMS

HEC HMS es software de modelamiento hidrológico libre que permite representar varios procesos del ciclo hídrico superficial. El software implementa diversos modelos para simular la interceptación, pérdida, transformación, enrutamiento y almacenamiento.

HEC-HMS está indicado para la modelación de los procesos hidrológicos más habituales que se dan en una cuenca.

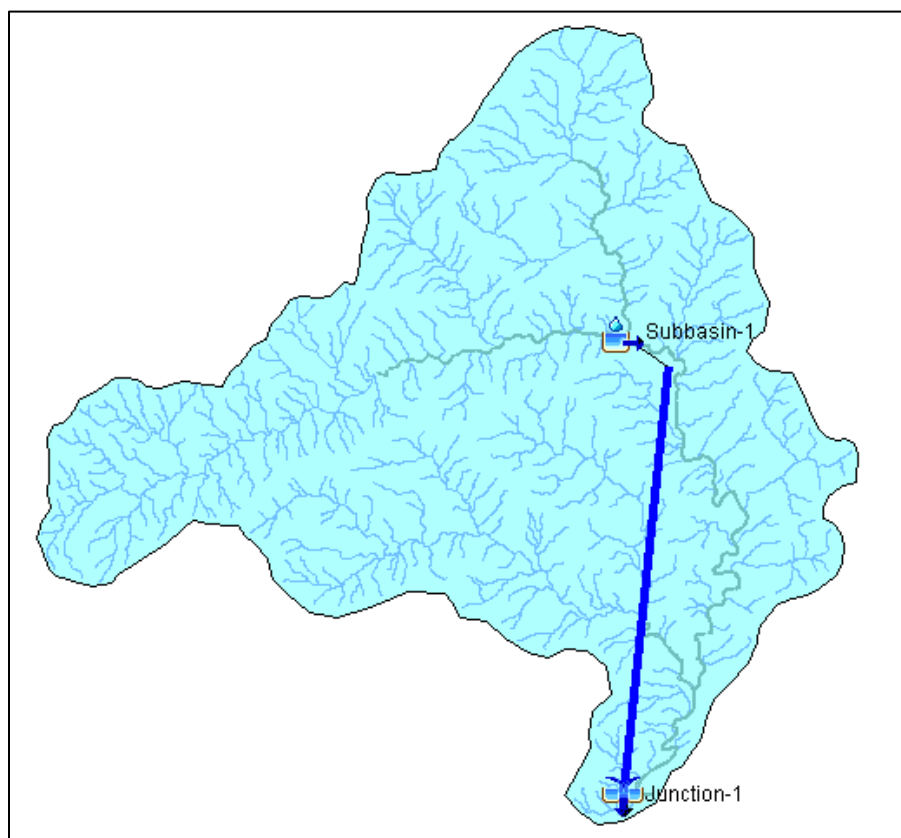


Ilustración 9 Cuenca Río Pescado en Modelo hidrológico

7.1 Cálculo del tiempo de concentración

El tiempo de tránsito del flujo desde un punto de la cuenca hasta otro puede deducirse a partir de la distancia y la velocidad de flujo. Si dos puntos a lo largo de una corriente están separados por una distancia L , y la velocidad a lo largo de la línea de corriente es $v(l)$ donde l es la distancia a lo largo de la trayectoria, entonces el tiempo de tránsito t

$$dt = v(l)dt$$

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

$$\int_0^t \frac{dl}{v(l)}$$

Para el caso que nos ocupa se calcularán los tiempos de concentración a través de las ecuaciones de Kirpich, California Culverts y Bransby Williams

7.1.1 Kirpich

$$t_c = 0.0078L^{0.77}S^{-0.385}$$

L=Longitud del canal en pies
S=pendiente pie/pie

$$t_c = 0.0078 \times 4134^{0.77} 0.019^{-0.385}$$

7.1.2 California Culverts

$$t_c = 60(11.9 L^3/H)^{0.385}$$

L= Longitud de la cuenta en millas
H=diferencia de nivel

7.1.3 Bransby Williams

$$t_c = 14.6A^{-0.1}S^{-0.2}$$

A=Área de la cuenca
S=pendiente pie/pie

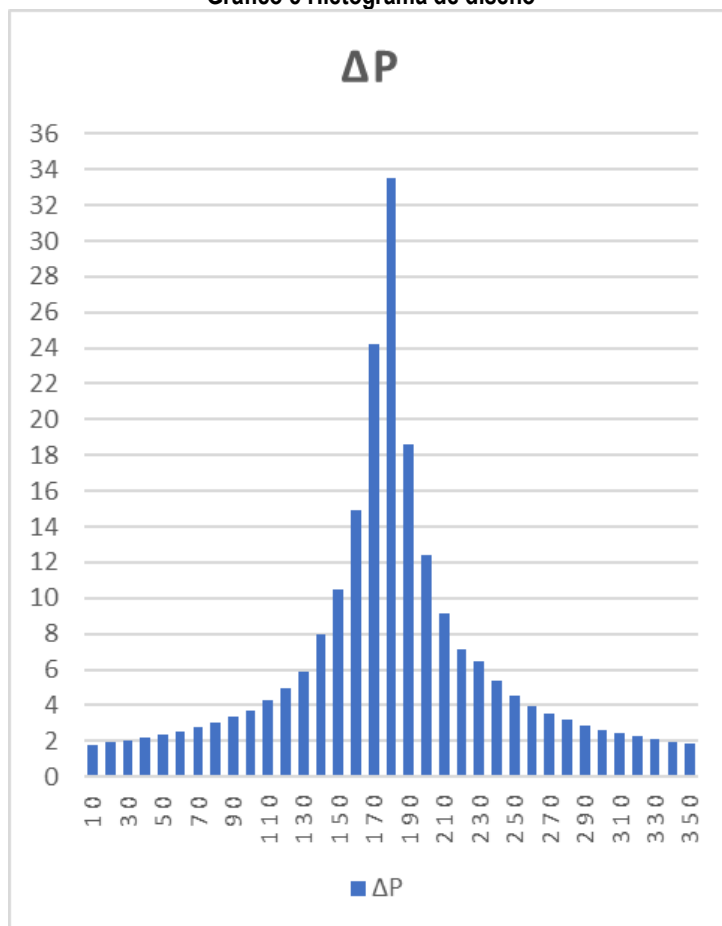
Cuenca	Área (m2)	Área Km2	Área (ha)	L canal	L canal en pies	L millas	Dif altura	Dif altura en pies	Pendiente
PESCADO	536119396.1	536.1193961	53611.94	52095	170872.02	31.26	1200	3936	0.0230

Tc Kirpich	Tc C. Culverts	Tc Bransby Williams	Valor medio (min)
356.2	342.6	10.4	349.4

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Gráfico 5 Hietograma de diseño



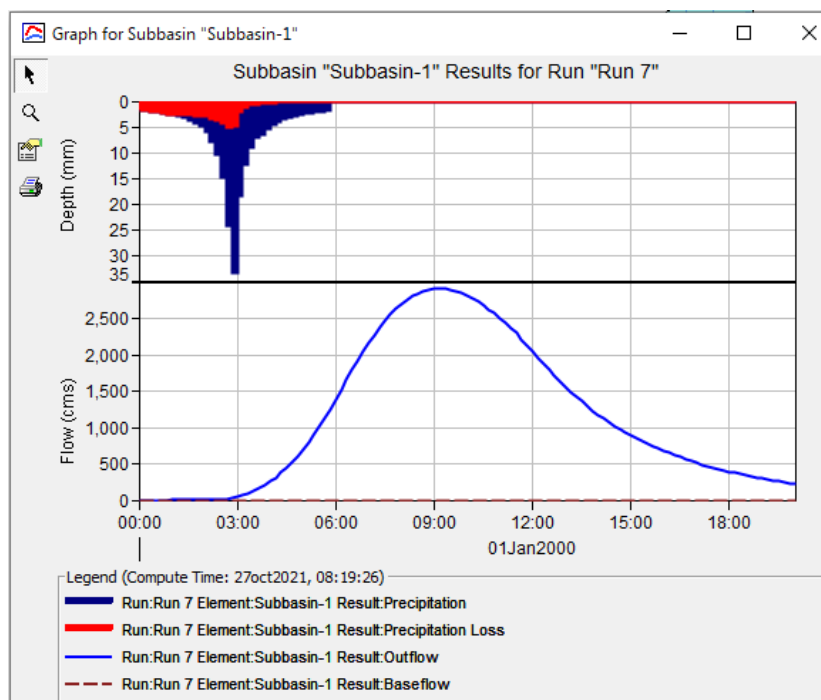
Fuente: Curvas IDF Aeropuerto Gustavo Artunduaga

8. Resultados del modelo hidrológico de la cuenca Río Pescado

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá



Global Summary Results for Run "Run 7"

Project: PESCADO_BELEN Simulation Run: Run 7

Start of Run: 01ene2000, 00:00 Basin Model: PESCADO_BELEN

End of Run: 01ene2000, 20:00 Meteorologic Model: Met 1

Compute Time: 27oct2021, 08:19:26 Control Specifications: Control 1

Show Elements: Initial Selection Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Junction-1	536	2917.4	01ene2000, 09:10	155.30

Ilustración 10 Caudal Pico en el punto de descarga

9. MODELO HIDRÁULICO HEC RAS

Para cada una de las estructuras de box culvert, se realizó el respectivo modelo en Hec-Ras, con el fin de garantizar la capacidad hidráulica de los mismos.

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región "Caquetá Somos Todos"

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

Este modelo simula la hidráulica del flujo para canales de cualquier tipo de sección transversal bajo flujo gradualmente variado, trabajando de acuerdo con la ecuación de Bernoulli:

$$Z_1 + Y_1 + (V_1^2/2g) = Z_2 + Y_2 + (V_2^2/2g) + h$$

En donde:

Z: Nivel del fondo del canal aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo, denominado este término cabeza de posición, en m.

Y: Lámina de agua aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo, denominado este término cabeza de presión, en m.

$V^2/2g$: Cabeza de velocidad aguas arriba (1) y abajo del tramo (2), denominado este término cabeza de velocidad, en m.

h: Pérdidas de energía en el tramo, dividiéndose en pérdidas por fricción y localizadas, en m.

Las pérdidas por fricción en el tramo h_f para flujo gradualmente variado en un tramo de longitud L del canal se pueden expresar por medio de la ecuación de Manning:

$$h_f = ((S_{e1} + S_{e2})/2) L$$

En donde S_{e1} y S_{e2} corresponden a los valores de la pendiente de la línea de energía aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo. Estos valores se expresan por medio de la fórmula de Manning para flujo uniforme en cada sección del tramo:

$$S_e = (n^2 V^2 / R^{4/3})$$

En donde:

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

V: Velocidad promedio del agua, en m/s.

R: Radio hidráulico, en m, igual al área hidráulica A, en m^2 , dividida entre el perímetro mojado P, en m.

Por otro lado, las pérdidas localizadas h_l en un punto del canal se expresan mediante la ecuación:

$$h_l = K \text{ ABS } ((V_1^2 / 2g) - (V_2^2 / 2g))$$

En donde:

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

K: Coeficiente de pérdidas localizadas, adimensional.
V: Velocidad promedio aguas arriba (1) y aguas abajo (2) del punto o tramo en donde se produce la pérdida localizada, en m/s.

ABS: Representa el valor absoluto del término.

La información de secciones topográficas fue importada desde la herramienta Autocad



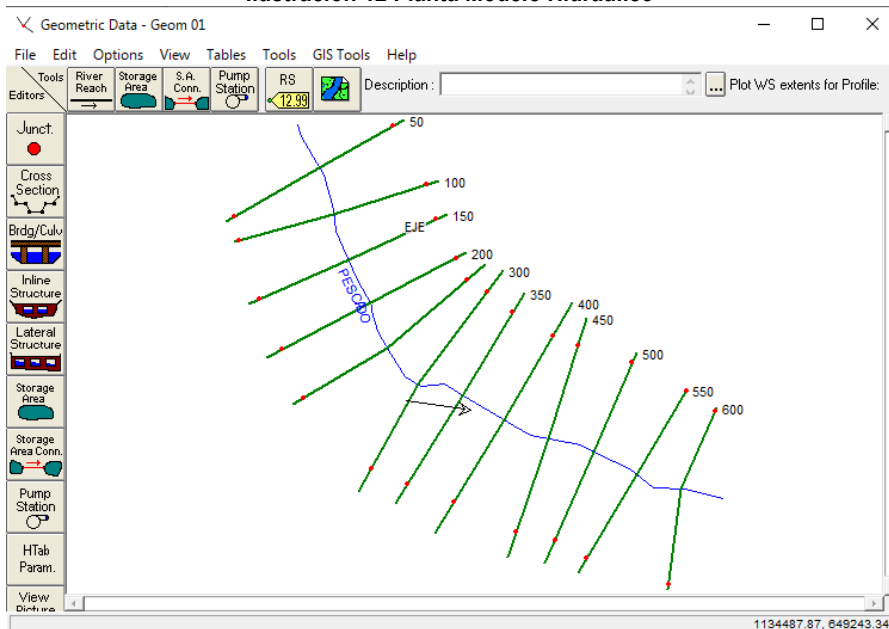
Ilustración 11 Secciones transversales para modelo hidráulico

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

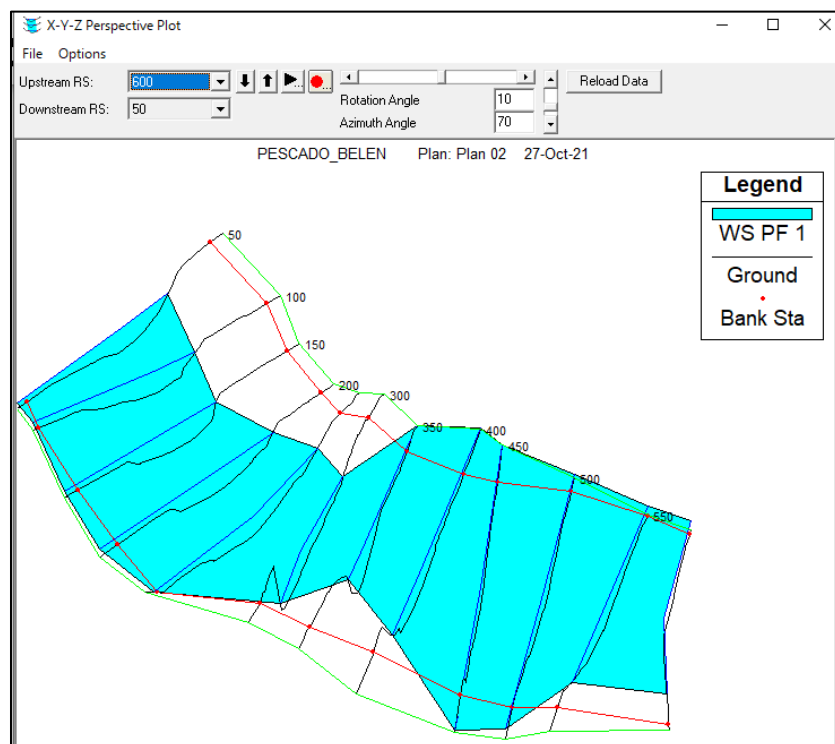
Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

Ilustración 12 Planta Modelo Hidráulico



Fuente: Modelo HEC-RAS



Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

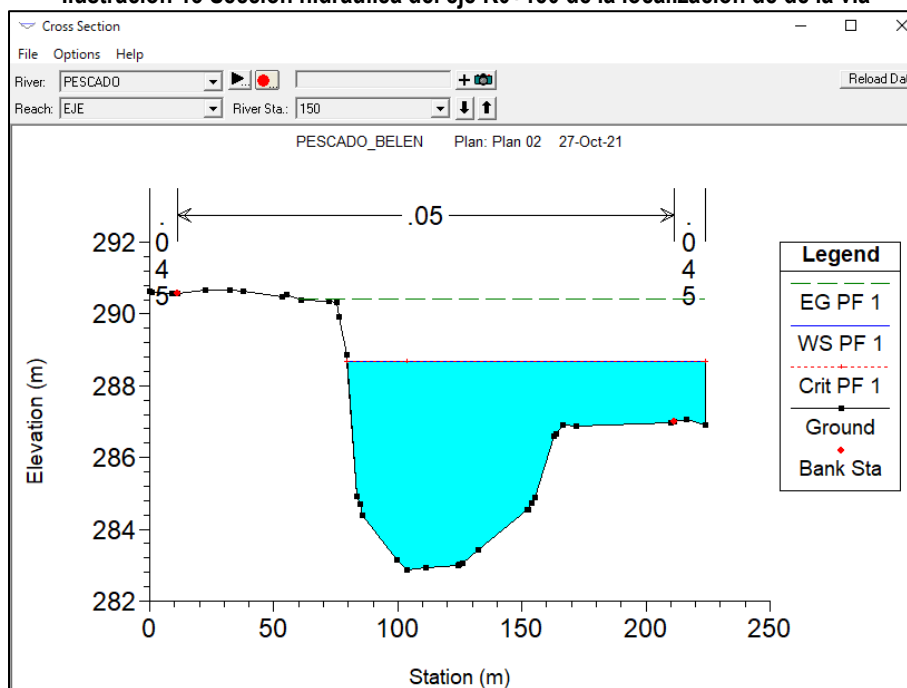
Florencia – Caquetá

Tabla 3 Resultados del modelo hidráulico

River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
600	2917.5	282.36	287.27	287.27	288.91	0.016728	5.69	515.74	158.76	1
550	2917.5	282.56	287.48	287.48	289.05	0.017168	5.56	527.09	170.91	1.01
500	2917.5	283.1	287.43	287.43	288.68	0.017211	5.03	593.35	236.73	0.98
450	2917.5	282.48	287.58	287.58	288.92	0.015217	5.15	580.78	225.47	0.94
400	2917.5	282.87	288.27	288.27	289.67	0.014706	5.33	566.67	199.61	0.94
350	2917.5	279.8	288.5	288.5	290.35	0.015837	6.04	486.16	139.12	0.99
300	2917.5	282.47	288.13	288.13	290.04	0.016055	6.12	476.33	125.03	1
250	2917.5	283.02	287.85	287.85	289.34	0.017019	5.41	540.65	183.99	1
200	2917.5	282.87	288.32	288.32	289.86	0.016279	5.56	534.37	173.45	0.99
150	2917.5	282.88	288.67	288.67	290.41	0.01569	5.89	503.45	144.54	0.98
100	2917.5	283.48	289.06	289.06	290.81	0.016173	5.88	499.55	142.69	1
50	2917.5	282.72	288.58	288.58	290.24	0.015956	5.75	513.81	154.43	0.99

Fuente: HEC-RAS

Ilustración 13 Sección hidráulica del eje K0+150 de la localización de de la vía



Fuente: Modelo Hidráulico

La cota máxima de inundación para el periodo de retorno de 100 años es de 288.67 msnm.

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

10. ESTUDIO DE SOCAVACIÓN

De acuerdo con la American Society of Civil Engineering (Asee), (manual 43), la socavación es "la acción erosiva del agua de una corriente, que excava y transporta el suelo del lecho y de las márgenes. La socavación puede tener lugar tanto en suelos sueltos como en roca sólida".

La socavación es a menudo la causa por la cual un puente queda fuera de servicio, dando lugar al cierre de una carretera, a pérdida de la vida útil, demoras en el tráfico y grandes costos de reparación.

Este es un fenómeno natural que ocurre fundamentalmente en las corrientes aluviales, pero no se limita de ninguna manera a tales corrientes, en virtud de que el desplazamiento del lecho en el cauce y del terreno en las márgenes por procesos de socavación es un fenómeno que puede encontrarse en todo tipo de río o corriente.

Establecer la estabilidad y permanencia de la sección transversal del cauce cuando es sometida a los procesos erosivos generados por la corriente que transporta agua y sedimentos por debajo, y alrededor de pilas y estribos, es de gran importancia cuando se trata de determinar las condiciones para el diseño de las cimentaciones de una estructura de paso. Esta estructura debe resistir las fuerzas de arrastre generadas durante los eventos extraordinarios. La evaluación de la resistencia del material del lecho de fundación es fundamental para fijar la cota mínima a la que se debe implantar la cimentación:

Antes de efectuar un estudio de socavación, es necesario y conveniente plantear algunos conceptos, terminologías y clasificaciones relacionados con las variables que intervienen en el fenómeno, con el fin de entender mejor la metodología los métodos existentes.

La socavación que puede ocurrir en un puente se puede clasificar de la forma siguiente:

- Socavación que tendría lugar en el río, con puente o sin él (socavación natural o geológica).
- Socavación debida a la presencia del puente, por la contracción que ocasiona a la corriente.
- Socavación local, producida por la distorsión del régimen de corriente en las inmediaciones de las pilas y del estribo.

Puesto que el tipo de socavación es resultado del régimen de corriente y de la variación de punto a punto de la capacidad de transporte de sedimentos, los tres tipos clasificados no son del todo independientes. Sin embargo, la separación conceptual de éstas es muy útil para comprender el problema global.

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región "Caquetá Somos Todos"

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

Existen varias clases de comportamiento, características de la corriente implicada en el problema de la socavación. Puede haber un desplazamiento del cauce, como ocurre en la migración de un meandro, etc. Normalmente, la socavación en un lugar está acompañada por el depósito en otro, y tras un largo período de tiempo el cauce de la corriente puede avanzar y retroceder en la misma zona. De manera análoga, la socavación y el relleno pueden suceder durante una crecida, ya que el curso del río está formado por una serie de contracciones y expansiones. La contracción o expansión puede ocurrir en el cauce normal del río, en la corriente que circula por el terreno inundado, y regresa de nuevo al cauce, o en las líneas de corriente de éste, como ocurre en las curvas y cruces con los puentes. En una corriente con régimen sub crítico, que es el existente en la mayor parte de los ríos, las contracciones favorecen la socavación durante la crecida y la depositación cuando ésta cede, mientras que las expansiones depositan durante la crecida y socavan en su receso.

La degradación puede producirse de modo natural, con la corriente como agente geológico de erosión, o es posible que la cause el hombre, como sucede cuando se encauza la corriente, que trae como consecuencia un aumento del caudal unitario o la reducción del aporte de sedimentos en un tramo, como ocurre aguas abajo de una presa. El lecho de la corriente puede descender considerablemente por degradación, con lo que se hace necesario cuantificar su magnitud cuando se realice el estudio hidráulico de un puente que modifica las condiciones del cauce y que genera esta degradación. La vulnerabilidad de los puentes existentes debe comprobarse también al planificar unas obras de control en el río que pueden ocasionar la degradación.

Así mismo, hay que estudiar el tipo de acción que da lugar a un depósito de materiales en el lecho, como la elevación del nivel del agua, que produce la retención de materiales que arrastra la corriente, sobre los miembros inferiores del puente, obstruyendo el paso libre del agua y aumentando la capacidad local de la corriente para transportar sedimentos. La socavación resultante puede ser superior a los depósitos.

Finalmente, está la socavación local, que se origina en las pilas y estribos debido a que la propia presencia de estas estructuras produce un cambio en el régimen de la corriente. La geometría de la estructura y las condiciones de ataque de la corriente sobre la estructura son los factores determinantes de esta socavación, la cual se presenta cuando la capacidad de la corriente para remover o transportar el lecho es mayor que la velocidad con que se reponen los materiales.

Esto sugiere una base para clasificar la socavación local, según la condición de transporte de sedimentos en la zona.

La socavación por agua clara tiene lugar sin transporte de sedimentos, cuando el movimiento del material del lecho ocurre en el sitio adyacente a las pilas. Cuando se remueve el material del hueco de socavación y no se reemplaza, la socavación máxima se presenta cuando la capacidad de transporte hacia fuera llega a cero. Todo lo contrario sucede con la socavación con transporte general de sedimentos, debido a que el hueco de socavación está recibiendo continuamente material de la

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

carga de sedimentos arrastrados en el lecho. Durante la socavación activa, ambos casos, con aporte de sedimentos y sin él, se diferencian en la velocidad de socavación.

Hay que hacer estudios geológicos y geotécnicos en la zona en que se construya un puente u obra de magnitud, para realizar de manera adecuada el proyecto de cimentación. Si el alcance de estos estudios es suficientemente amplio, no pasará inadvertida la evidencia de socavación natural producida en el pasado. Las indicaciones que se obtengan del examen de estos testigos sobre el alcance de la degradación (o de los depósitos), la modificación del curso del río, los huecos que han quedado o la socavación por contracción pueden proporcionar una buena base para estimar el potencial de la socavación en el lugar. Se debe advertir que normalmente será muy difícil asociar la evidencia pasada de socavación con la magnitud y la frecuencia de la avenida que la produjo.

El perfil del terreno debe emplearse para determinar si existe una capa resistente que pueda interrumpir la socavación. Por otra parte, es posible que haya capas de suelos muy sensibles a la socavación, que se pueden eliminar bastante antes de que se pueda reponer con los sedimentos aportados por la corriente.

Al estimar el potencial de socavación atribuible a causas humanas (especialmente puentes y cimentaciones) es necesario evaluar tres elementos:

- Magnitud y frecuencia de la avenida
- Régimen de corriente para cada avenida
- Socavación Resultante

Ninguna de estas evaluaciones se puede efectuar con la suficiente confiabilidad, pero es necesario hacerlas porque con seguridad va a haber socavación, exceptuando el caso en que el lecho del río sea inerosionable. La socavación que más va a interesar a los proyectistas es la que tendrá lugar durante la presencia de avenidas medias a máximas, razón por la cual son claves el conocimiento de la hidráulica y la hidrología del lugar.

En general, los fenómenos de erosión se presentan en el lecho y orillas de los ríos, y se traduce en el descenso de su cota o nivel. Este descenso es ocasionado por la capacidad que tiene la corriente de transportar partículas del lecho, principalmente durante las crecientes o avenidas. Al ser la socavación un fenómeno de erosión, se puede distinguir una primera etapa de desprendimiento de las partículas del lecho, seguida de una etapa de transporte y, finalmente, de una etapa de sedimentación. Para que se desarrolle la primera etapa de desprendimiento de las partículas, todo material, incluyendo las rocas, de acuerdo con los estudios experimentales realizados, tiene una velocidad límite o crítica, a partir de la cual se inicia el movimiento o desprendimiento. Todos los materiales, incluyendo las rocas, se erosionan y soportan el desgaste producido por agua.

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

11. Socavación General

Si se quiere evaluar la socavación general para los levantamientos topográficos y batimétricos realizados en aguas bajas, se puede suponer que la socavación transversal (socavación producida por el estrechamiento ocasionado por los estribos y los aproches del puente) ya se presentó y por tanto sólo se calcula la socavación general empleando por ejemplo el método de Lischvan-Levediev, que utiliza las siguientes ecuaciones, ya presentadas, para determinar la profundidad de socavación en suelos homogéneos y cauce con rugosidad uniforme.

$$H_s = \left[\frac{\alpha H_o^{5/3}}{0,60 \beta \mu \phi \gamma_s^{1,18}} \right]^{(1/(1+X))}$$

H_s = profundidad de la lámina de agua después de ocurrida la socavación. Se mide desde el nivel del agua cuando pasa la avenida hasta el nivel del fondo del cauce erosionado, m.

H_o = profundidad inicial de la lámina de agua en una línea vertical cualquiera de la sección donde se desee determinar la socavación. Se mide desde el nivel del agua cuando pasa la avenida y el nivel del fondo del cauce registrado durante la estación de estiaje en metros, m ($H_o = y$).

α = coeficiente de sección o de distribución de gasto.

$$\alpha = \frac{Q_d}{H_m^{5/3} B_e} = \frac{S^{1/2}}{n}$$

Q_d = Caudal de diseño de acuerdo con el período de retorno, m³/s.

H_m = profundidad media de la lámina de agua en la sección, ID.

B_e = Ancho efectivo del canal, descontando todos los obstáculos. Si B_e , la corriente incide paralelamente al eje de las pilas será el ancho de la corriente menos el ancho de las pilas que están dentro del cauce. Cuando el ángulo de ataque es diferente de cero, para hallar B_e se debe hacer un plano a escala de la planta del puente. Se traza una línea perpendicular al sentido de la corriente, luego se proyectan todos los obstáculos (pilas y estribos) sobre esta línea y B_e es la suma de todos los espacios libres

S = pendiente del cauce, m/m

n = coeficiente de rugosidad de Manning

A = área hidráulica de la sección de flujo, m.

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

β = coeficiente de frecuencia de la creciente. Se expresa en función del período de retorno

$$\beta = 0,7929 + 0,0973 \text{ Log } (T_r)$$

dm = diámetro medio de las partículas del material granular, mm.

$$dm = 0,01 * \sum d_i * P_i$$

Pi= peso de esa fracción expresado en porcentaje con respecto al total de la muestra (porcentaje retenido).

γ_s = Peso volumétrico del material cohesivo. t/m³

X= exponente variable que depende del peso volumétrico seco (s) del material cohesivo.

$$X = 0,892619 - 0,58073 \gamma_s + 0,136275 \gamma_s^2$$

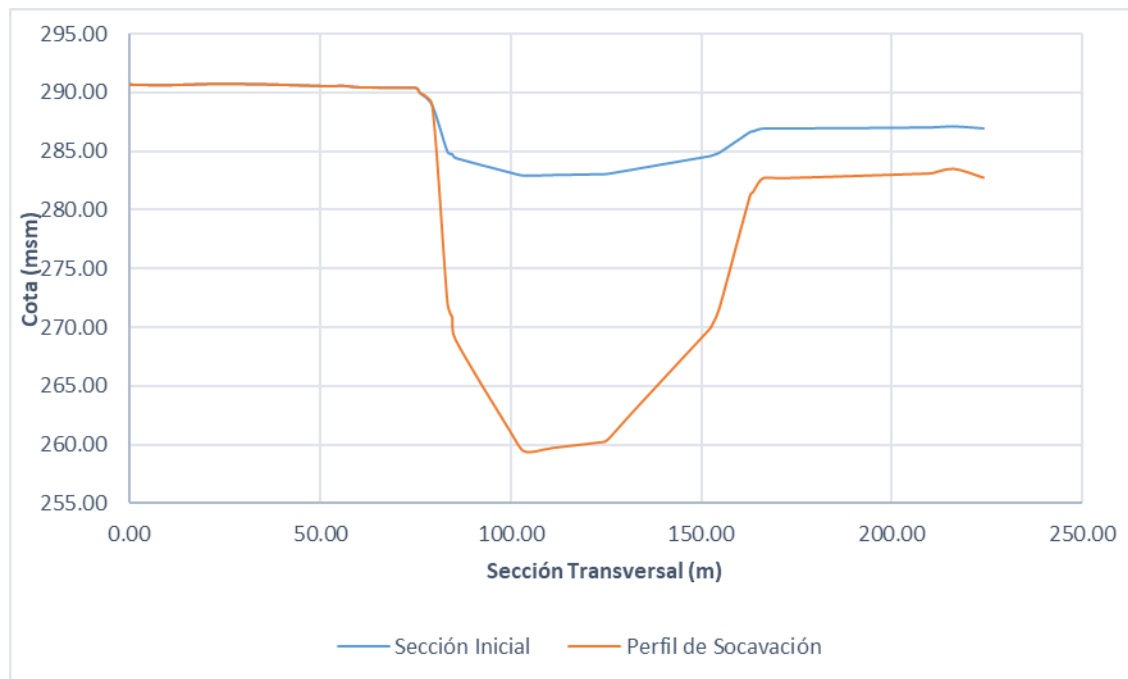
μ = coeficiente de corrección por contracción del flujo. Cuando alguno de los elementos de la infraestructura de un puente se mete en la corriente, causa turbulencias al flujo; entonces se debe aplicar un factor de corrección llamado coeficiente en contracción. Este coeficiente es menor que la unidad, y tiene el efecto de incrementar la profundidad de socavación.

$$\varphi = -0,54 + 1,5143 \gamma_{as}$$

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá



12. Diseño de redes de acueducto

Utilizando el método de factor de simultaneidad y las ecuaciones de pérdidas de energía de Darcy y Colebrook y White, adicionalmente los conceptos establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 1500. Código de fontanería de Colombia.

$$\Delta J_{1-2}^* = \Delta J_{1-2} = f \frac{\Delta L_{1-2}}{D} \frac{U^2}{2g} \quad (1)$$

En la expresión (1) las variables intervinientes son las indicadas en la Figura 1 en la que puede apreciarse el esquema de una conducción a presión, de sección constante, en la que escurre un caudal Q en forma Permanente y Uniforme. En la misma se aprecian el Diámetro de la conducción, el caudal y las líneas de Energía total y la Piezométrica, las que permiten definir, además, las variables hidrodinámicas de la ecuación de referencia.

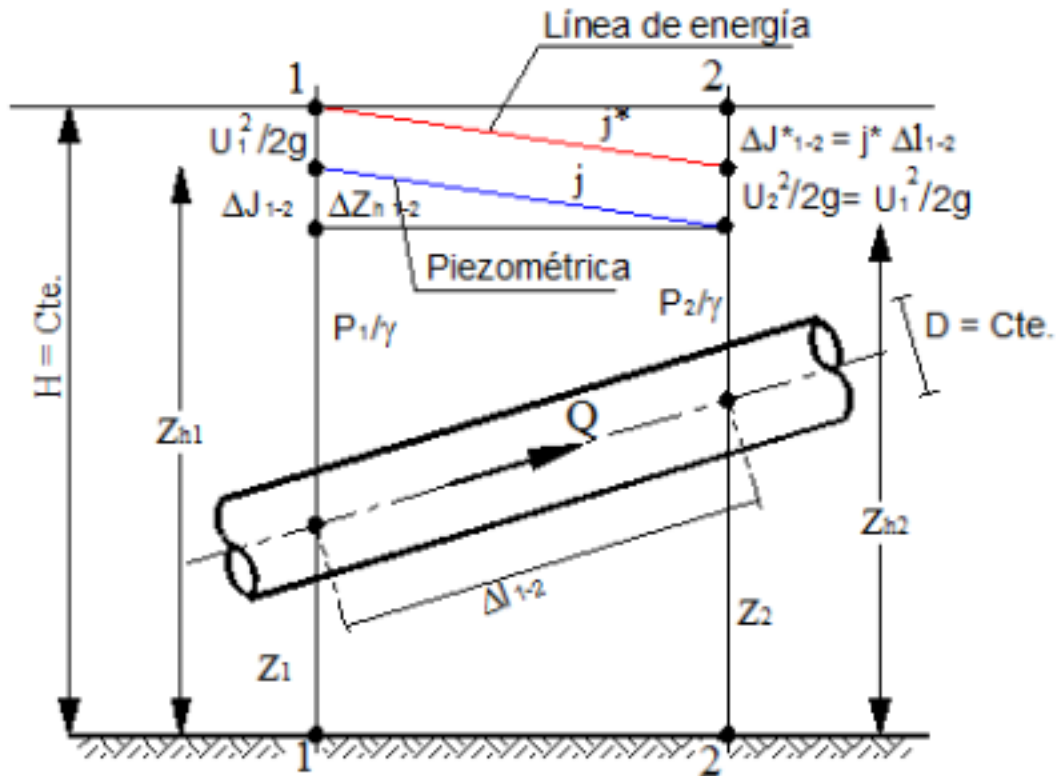
Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá



GOBERNACIÓN DE
CAQUETÁ
REPÚBLICA DE COLOMBIA
Nit: 800.091.594-4
DG-10



Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

En resumen se tiene que:

- ΔJ_{1-2}^* es la “Pérdida de Energía Hidráulica” entre las secciones 1-1 y 2-2
- ΔJ_{1-2} es la “Pérdida de carga” entre las secciones 1-1 y 2-2
- f es el “Coeficiente de Fricción”, el desarrollo del cual a través de los distintos autores y consecuentes tiempos, pretendemos narrar
- z_i son las “alturas” respecto a un plano arbitrario de comparación (expresión de Bernoulli)
- $z_{hi} = z_i + \frac{P_i}{\gamma}$ son las “alturas” suma de las *altura topográficas* y de “presión” en cada *sección transversal*
- ΔL_{1-2} es la “longitud” del tramo de conducción considerado
- D es el “Diámetro” de la conducción
- Q es el “Caudal” que escurre
- U es la “Velocidad media” del escurrimiento.

En 1845, *Julius Weisbach* estableció la ecuación con la forma de la (1) dando para el coeficiente f la expresión

$$f = \alpha + \frac{\beta}{\sqrt{V}} \quad (2)$$

Los coeficientes α y β se brindan en tablas proporcionadas por el autor.

12.1 Parámetros generales de diseño

- Cálculo de pérdidas por fricción estimando un mínimo de presiones de 15 mca desde punto de suministro al aparato mas desfavorable y tanque de almacenamiento.
- Verificación de pérdidas por fricción con operación desde tanque de almacenamiento de agua potable.

Tabla 4 Dotaciones mínimas NTC 1500

Tipología	Subgénero	Dotación mínima	Observaciones
1. Habitación	Vivienda	150 Lts/Hab./día	a
2. Servicios	Cualquier tipo	20 Lts/m2/día	a,c
2.1. Oficinas	Locales comerciales	6 Lts/Hab./día	
2.2. Comercios	Mercados	100 Lts/puesto/ia	a
	Baños públicos	300 Lts/bañista/regadera/día	
	Lavandería de autoservicio	40 Lts/kilo de ropa seca	b
2.3. Salud	Hospitales, clínicas y centros de salud, orfanato ríos y asilos.	800 Lts/cama/día 300 Lts/huésped/día	a,b,c a,c
2.4 Educación	Educación elemental	20 Lts/alumno/turno	a,b,c
	Educación media superior	25 Lts/alumno/turno	a,b,c
	Exposiciones temporales	10 Lts/asistente/día	b
2.5 Recreación	Alimentos y bebidas	12 Lts/comida	a,b,c
	Entretención	6 Lts/asiento/día	a,b
	Circos y ferias	10 Lts/asistente/día	b
	Dotación para animales en su caso	25 Lts/animal/día	
	Recreación social	25 Lts/animal/día	a,c
	Deportes al aire libre, con baño y vestidor	150 Lts/asistente/día	a
	Estadios	10 Lts/asistente/día	a,c
2.6 Alojamiento	Hoteles, moteles y casa de huéspedes	300 Lts/huésped/día	a,c
2.7 Seguridad	Cuarteles	150 Lts/personal/día	a,c
	Reclusorios	150 Lts/interno/día	a,c
2.9 Comunicaciones y transporte	Estación de transporte	10 Lts/pasajero/día	
	Estacionamiento	2 Lts/m2/día	c
3. Industria	Industria donde se manipulan materiales y sustancias que ocasionen manifiesto desaseo	100 Lts./trabajador	
	Otras industrias	30 Lts/trabajador	
4. Espacios abiertos	Jardines y parques	5 Lts/m2/día	

Observaciones:

- a) Las necesidades de riego se considerarán por separado a razón de 5 Lts/m2/día.
- b) Las necesidades generadas por empleados o trabajadores se considerarán por separado a razón de 100 Lts/trabajador/día.

Ahora bien, el volumen de almacenamiento se aplicará según lo dispuesto en la Resolución 0330 de 2017, para dotaciones de estudiantes y personal administrativo.

La dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

12.2 Diseño de red de acometida

12.2.1 Dimensionamiento de Acometida

TRAMO	No de Aparatos	FS	Q Max Posible (L/S)	Q Max Probable	Diámetro mínimo (in)	Diámetro nominal (in)	Diámetro Nominal interno (m)	Velocidad Real
21	0.42	6.30	2.65	1.30	1.5	0.0437	1.77	21

TRAMO	Longitud (m)	RE	f	Energía Cinética (m)	Pérdidas por fricción (m)	No K de pérdidas	Pérdidas Localizadas	Altura (m)	Energía disponible
AC	0.91	67657.0	0.0195	0.1589	0.0647	0.2	0.0318	1	13.90

12.3 Cálculo con suministro desde acometida

a. Caudales de aparatos sanitarios para uso público

Tabla 5 Caudales de suministro

Aparato	Q l/s
Bebedero	0.15
Ducha	0.3
Inodoro de tanque	0.3
Lavamanos	0.2
Lavaplatos	0.25

Fuente: HAR¹

¹ Diseños hidráulicos, sanitarios y de gas, Héctor Alfonso Rodríguez, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería

12.3.1 Geometría propuesta

Ilustración 14, Ver anexo plano de diseño

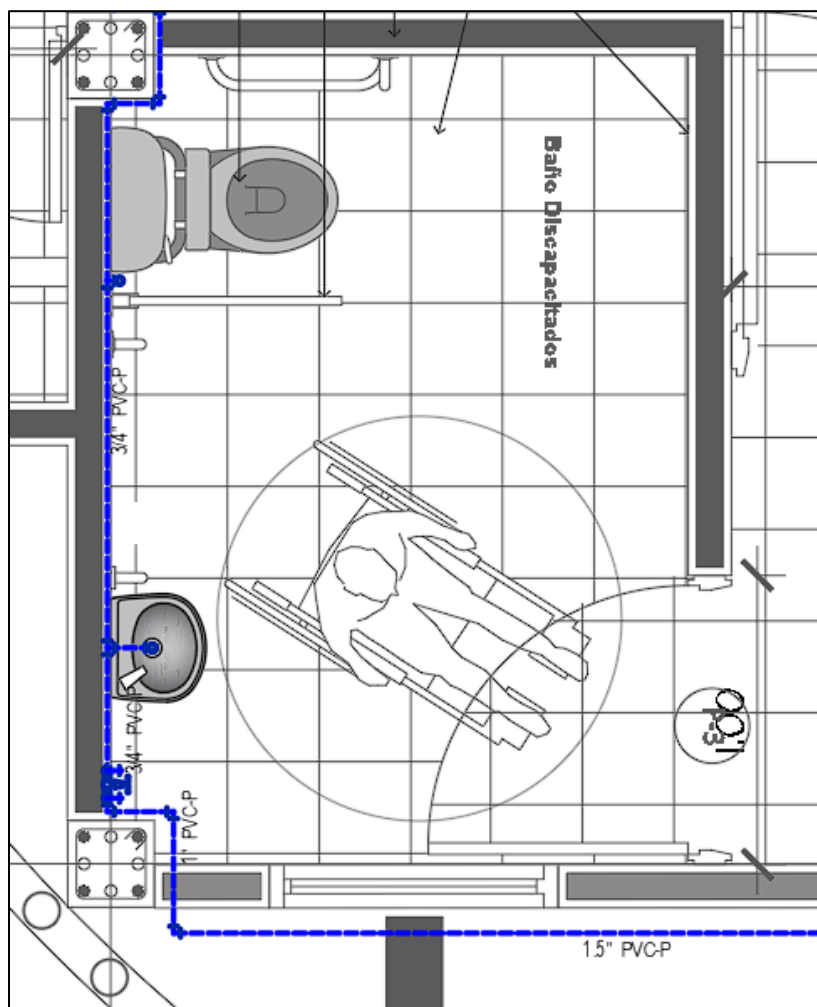
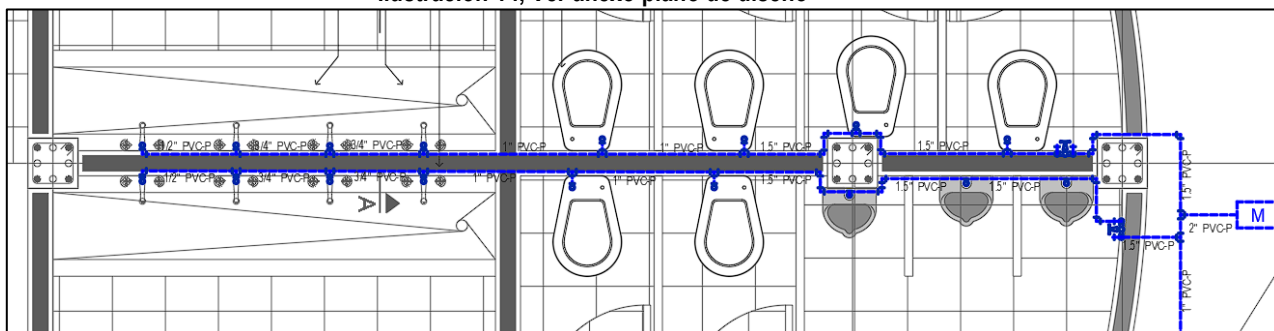


Ilustración 15 Baño Movilidad reducida hombres

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

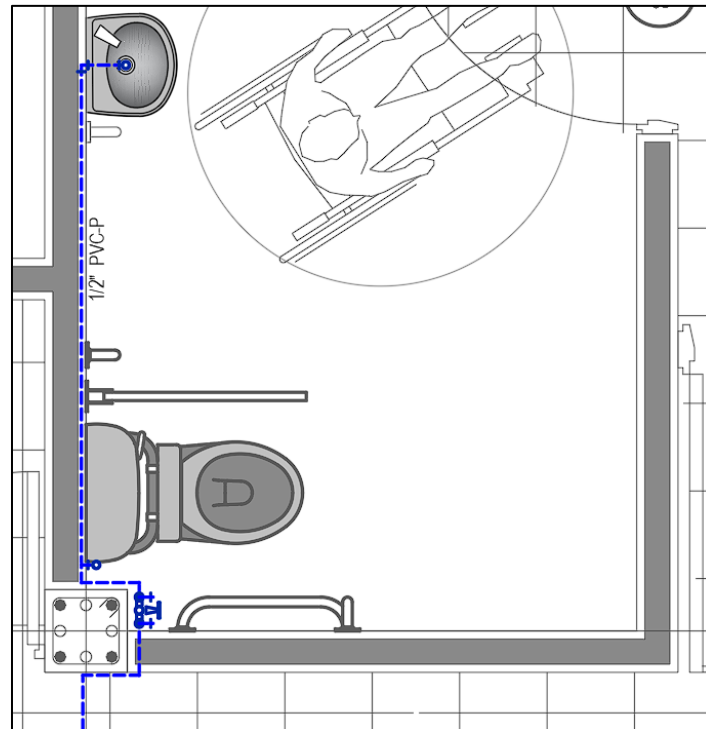


Ilustración 16 Movilidad reducida mujeres

1. Diámetros de Diseño

Tabla 6 Diámetros de diseño

TRAMO	No de Aparatos	FS	Q Max Posible (L/S)	Q Max Probable	Diámetro mínimo (in)	Diámetro nominal (in)	Diámetro Nominal interno (m)	Velocidad Real
AC	21	0.42	6.30	2.65	1.30	1.5	0.0437	1.77
1	1	1	0.30	0.30	0.44	0.5	0.0166	1.39
2	2	1	0.60	0.60	0.62	0.75	0.0218	1.61
3	3	0.68	0.90	0.61	0.62	0.75	0.0218	1.64
4	4	0.62	1.20	0.74	0.69	0.75	0.0218	1.99
5	5	0.59	1.00	0.59	0.61	0.75	0.0218	1.58
6	6	0.56	1.20	0.67	0.65	0.75	0.0218	1.80
7	7	0.54	1.40	0.76	0.69	1	0.0285	1.19
8	8	0.53	1.80	0.95	0.78	1.5	0.0437	0.64
9	1	1	0.30	0.30	0.44	0.5	0.0166	1.39
10	2	1	0.60	0.60	0.62	0.75	0.0218	1.61

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

TRAMO	No de Aparatos	FS	Q Max Posible (L/S)	Q Max Probable	Diámetro mínimo (in)	Diámetro nominal (in)	Diámetro Nominal interno (m)	Velocidad Real
11	3	0.68	0.90	0.61	0.62	0.75	0.0218	1.64
12	4	0.62	1.20	0.74	0.69	0.75	0.0218	1.99
13	5	0.59	1.50	0.89	0.75	1	0.0285	1.39
14	6	0.56	1.80	1.01	0.80	1	0.0285	1.58
15	7	0.54	2.10	1.13	0.85	1	0.0285	1.78
16	8	0.53	2.40	1.27	0.90	1	0.0285	2.00
17	9	0.51	2.70	1.38	0.94	1.5	0.0437	0.92
18	4	0.62	1.20	0.74	0.69	0.75	0.0218	1.99
19	3	0.68	0.90	0.61	0.62	0.75	0.0218	1.64
20	2	1	0.60	0.60	0.62	0.75	0.0218	1.61
21	1	1	0.30	0.30	0.44	0.5	0.0166	1.39

Fuente: Diseño Hidráulico

Tabla 7 Pérdidas por fricción por tramo

TRAMO	Longitud (m)	RE	f	Energía Cinética (m)	Pérdidas por fricción (m)	No K de pérdidas	Pérdidas Localizadas	Altura (m)	Energía disponible
AC	0.91	67657.0	0.0195	0.1589	0.0647	0.2	0.0318	1	13.90
1	0.56	20184.5	0.0268	0.0979	0.0886	0.2	0.0196	1	13.89
2	0.56	30725.6	0.0239	0.1315	0.0806	0.2	0.0263	1	13.89
3	0.56	31340.1	0.0238	0.1368	0.0834	0.2	0.0274	1	13.89
4	1.07	38099.8	0.0226	0.2021	0.2239	0.2	0.0404	1	13.74
5	0.85	30213.5	0.0240	0.1271	0.1189	0.2	0.0254	1	13.86
6	0.85	34412.7	0.0232	0.1649	0.1490	0.2	0.0330	1	13.82
7	0.91	29647.4	0.0241	0.0718	0.0553	0.2	0.0144	1	13.93
8	1.63	24393.3	0.0254	0.0207	0.0196	0.2	0.0041	1	13.98
9	0.56	20184.5	0.0268	0.0979	0.0886	0.2	0.0196	1	13.89
10	0.56	30725.6	0.0239	0.1315	0.0806	0.2	0.0263	1	13.89
11	0.56	31340.1	0.0238	0.1368	0.0834	0.2	0.0274	1	13.89
12	0.89	38099.8	0.0226	0.2021	0.1862	0.2	0.0404	1	13.77
13	0.85	34706.3	0.0231	0.0984	0.0679	0.2	0.0197	1	13.91
14	0.81	39529.9	0.0223	0.1276	0.0811	0.2	0.0255	1	13.89
15	0.70	44471.1	0.0217	0.1615	0.0861	0.2	0.0323	1	13.88
16	0.60	49883.0	0.0211	0.2032	0.0902	0.2	0.0406	1	13.87
17	1.16	35209.2	0.0230	0.0430	0.0263	0.2	0.0086	1	13.97
18	14.37	38099.8	0.0226	0.2021	3.0069	0.2	0.0404	1	10.95
19	1.27	31340.1	0.0238	0.1368	0.1892	0.2	0.0274	1	13.78

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

TRAMO	Longitud (m)	RE	f	Energía Cinética (m)	Pérdidas por fricción (m)	No K de pérdidas	Pérdidas Localizadas	Altura (m)	Energía disponible
20	3.32	30725.6	0.0239	0.1315	0.4780	0.2	0.0263	1	13.50
21	1.81	20184.5	0.0268	0.0979	0.2864	0.2	0.0196	1	13.69

2. RED SANITARIA

Los caudales adoptados para el sistema de acueducto son los mismos a utilizar en el sistema de alcantarillado, la ecuación que representa el fenómeno físico propuestos en Manning.

b. Parámetros de diseño

Material	PVC
Rugosidad	0.01
Ecuación	Manning
Unidades	Sistema Internacional

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Tabla 8 Unidades de descarga NTC 1500

Aparatos	Ocupación	Tipo de control del suministro	Unidades de descarga	Diámetro de la tubería de desagüe, mm (pulgadas)
Inodoro	Público	Fluxómetro	10	102 (4)
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5	102 (4)
Orinal	Público	Fluxómetro de $\Phi = 25,4$ mm (1 pulgada)	10	51 (2)
Orinal	Público	Fluxómetro de $\Phi = 19,0$ mm (3/4 de pulgada)	5	51 (2)
Orinal	Público	Tanque de limpieza	3	51 (2)
Orinal	Público	Llave	2	51 (2)
Lavamanos	Público	Llave	4	51 (2)
Tina / Ducha	Público	Válvula mezcladora	4	51 (2)
Fregadero de servicio	Oficial, etc.	Llave	3	51 (2)
Fregadero de cocina	Hotel, restaurante	Llave	4	51 (2)
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6	102 (4)
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3	102 (4)
Lavamanos	Privado	Llave	1	51 (2)
Bidé	Privado	Llave	1	51 (2)
Tina	Privado	Llave	2	51 (2)
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2	51 (2)
Cuarto de baño	Privado	Un fluxómetro por cuarto	8	
Ducha separada	Privado	Válvula mezcladora	2	51 (2)
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2	51 (2)
Lavadero de 1 a 3 compartimientos	Privado	Llave	3	51 (2)
Lavadora	Privado	Llave	2	
Lavadora	Pública	Llave	4	
Combinación de accesorios	Privado	Llave	3	
Poceta de aseo	Pública	Llave	3	
Lavaplatos eléctricos	Público/Privado	Llave	3 / 6	
Sifones de piso			1	51 (2)

Fuente: NTC 1500

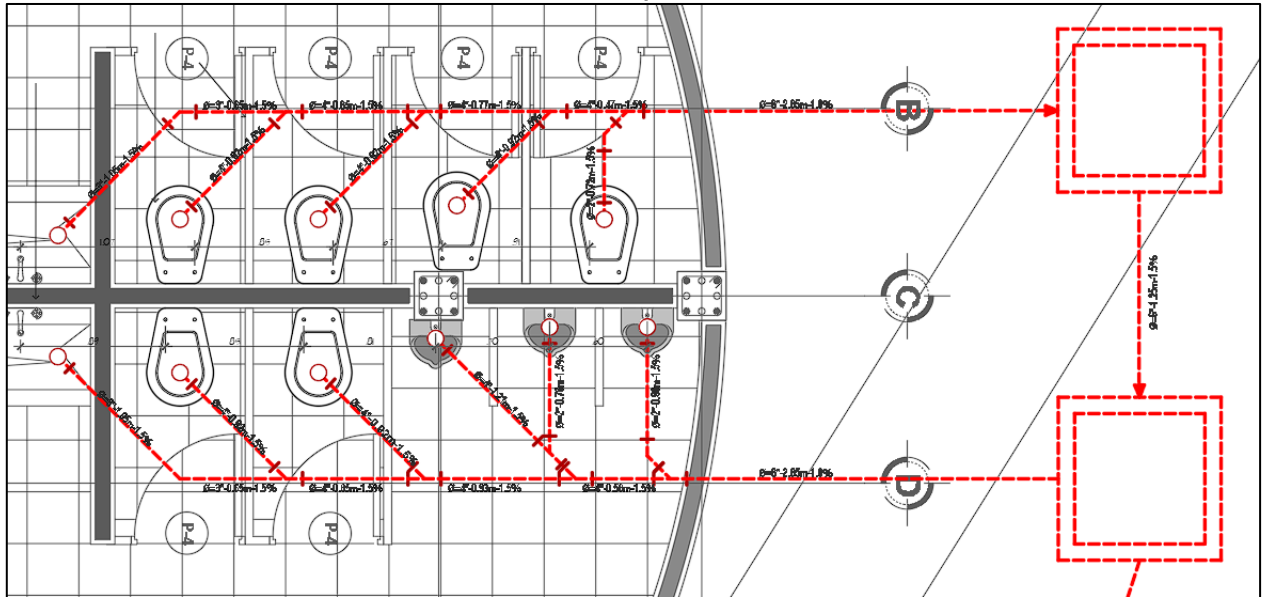
Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co

Florencia – Caquetá

c. Geometría Propuesta

Ilustración 17 Esquema 1



Fuente: Planos de diseño

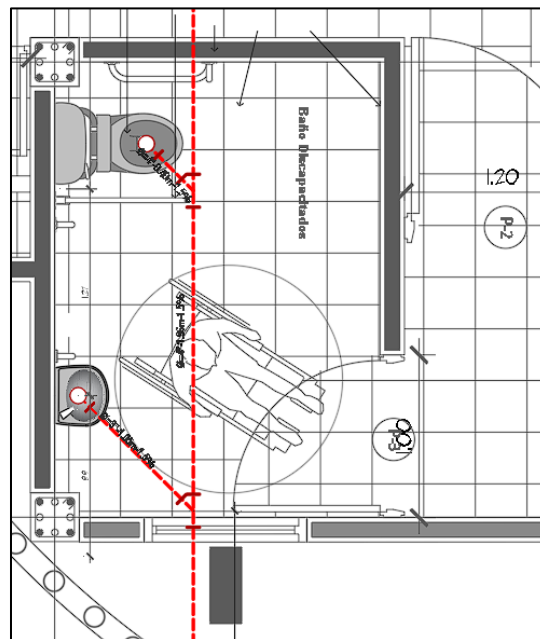


Ilustración 18 Baños movilidad reducida hombres

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
 Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co



GOBERNACIÓN DE
CAQUETÁ
REPÚBLICA DE COLOMBIA
Nit: 800.091.594-4
DG-10



d. Diseño Sanitario

Tabla 9 Zona oriental de baños públicos

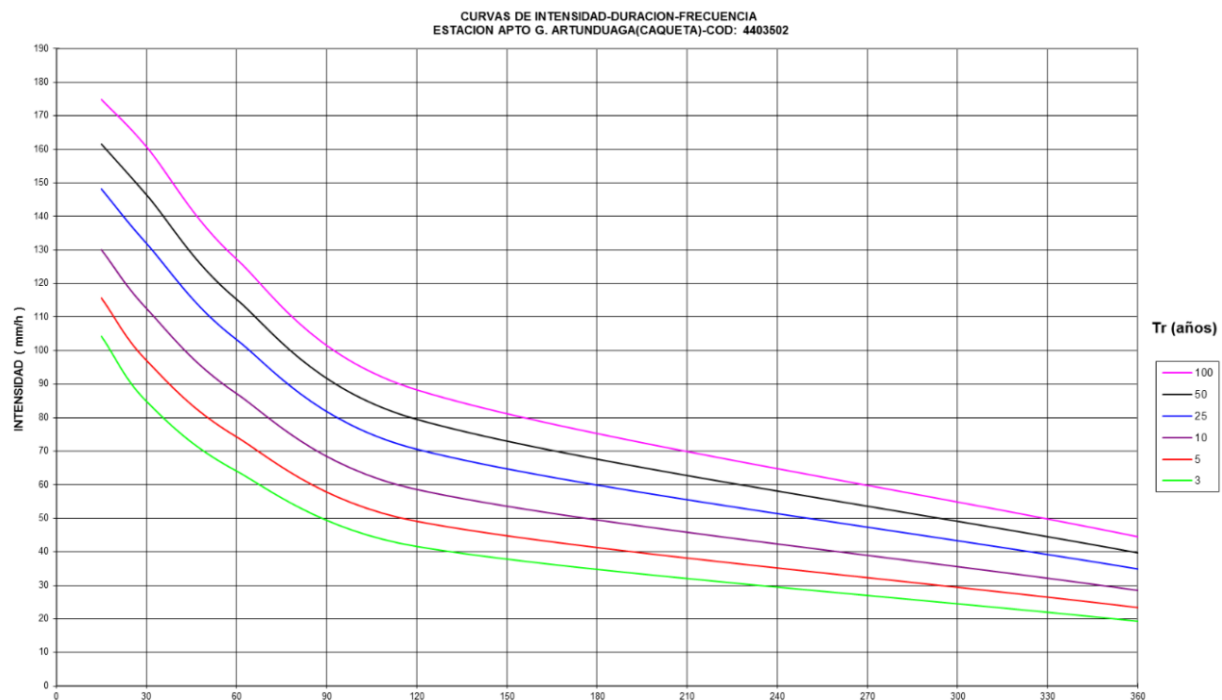
TRAMO		UNIDADES		Q	L	D	D real	S	Qo	Vo	F1							DH
	Aparatos	PROPIAS	ACUM	L/S	m	pulg	pulg	%	l/s	m/s	kg/m2					m/s		m
										> 0,6 ok	> 0,15 ok		< 0,5 ok			0,9>NF Y NF>1.1 ok		
																> 0,6 ok		
1	LM	2	8	1.36	1.7	3	3.0000	1.5	4.43	0.97	0.29	0.31	0.326	0.738	0.025	0.716	1.45	0.026
2	WC	8	8	1.36	0.92	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.12	0.190	0.566	0.020	0.692	1.55	0.014
3			16	2.0056	0.85	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.18	0.236	0.626	0.025	0.765	1.53	0.013
4	WC	8	8	1.36	0.92	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.12	0.190	0.566	0.020	0.692	1.55	0.014
5			24	6.2714	0.95	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.56	0.505	0.893	0.054	1.091	1.49	0.014
6	SF	4	4	0.68	1.21	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.06	0.129	0.452	0.014	0.553	1.50	0.018
7	SF	4	4	0.68	0.76	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.06	0.129	0.452	0.014	0.553	1.50	0.011
8			32	8.3619	0.43	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.75	0.678	0.975	0.073	1.192	1.41	0.006
9	SF	4	4	0.68	0.6	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.06	0.129	0.452	0.014	0.553	1.50	0.009
10			36	9.4072	2.65	6	6.3008	1	26.15	1.30	0.40	0.36	0.361	0.778	0.058	1.011	1.34	0.027
11	LM	2	8	1.36	1.7	3	3.0000	1.5	4.43	0.97	0.29	0.31	0.326	0.738	0.025	0.716	1.45	0.026
12	WC	8	8	1.36	0.92	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.12	0.190	0.566	0.020	0.692	1.55	0.014
13			16	2.0056	0.65	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.18	0.236	0.626	0.025	0.765	1.53	0.010
14	WC	8	8	1.36	0.92	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.12	0.190	0.566	0.020	0.692	1.55	0.014
15			24	6.2714	0.65	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.56	0.505	0.893	0.054	1.091	1.49	0.010
16	WC	8	8	1.36	0.92	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.12	0.190	0.566	0.020	0.692	1.55	0.014
17			32	8.3619	0.65	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.75	0.678	0.975	0.073	1.192	1.41	0.010
18	WC	8	8	1.36	0.72	4	4.2402	1	9.09	1.00	0.27	0.15	0.213	0.596	0.023	0.594	1.25	0.007
19			40	10.452	2.65	6	6.3008	1.5	32.02	1.59	0.60	0.33	0.338	0.752	0.054	1.197	1.64	0.040
20	LM	2	2	0.34	1.7	2	2.1449	1.5	1.81	0.78	0.20	0.19	0.242	0.634	0.013	0.492	1.37	0.026
21	WC	8	8	1.36	0.92	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.12	0.190	0.566	0.020	0.692	1.55	0.014
22			10	1.6886	3.31	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.15	0.214	0.598	0.023	0.731	1.54	0.050
23	WC	8	8	1.36	0.4	2	2.1449	1.5	1.81	0.78	0.20	0.75	0.679	0.976	0.037	0.757	1.26	0.006
24	LM	2	2	0.34	0.92	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.03	0.087	0.368	0.009	0.449	1.48	0.014
25			20	5.2262	3.31	4	4.2402	1.5	11.14	1.22	0.40	0.47	0.435	0.852	0.047	1.042	1.54	0.050
T-final			96	25.086	2.65	6	6.3008	1.5	32.02	1.59	0.60	0.78	0.717	0.987	0.115	1.572	1.48	0.040

3. Diseño de Aguas Lluvias

3.1. Parámetros de Diseño

- Periodo de retorno 5 años
- Intensidad de lluvia 154.1 mm/hora

3.2. Curvas IDF



Las curvas IDF corresponden a las curvas del IDEAM para la estación Aeropuerto Gustavo Artunduaga Paredes de la ciudad de Florencia, Identificada con ID 4403502

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

.Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co
Florencia – Caquetá

3.3. Coeficiente de escorrentía

Característica de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
<i>Condición pobre</i> (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio</i> (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena</i> (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58

Tabla 10 Caudal de diseño y diámetros de bajantes de aguas lluvias

DIMENSIONAMIENTO DE LA RED INTERIOR DE DESAGUES SANITARIOS										
BAJANTES DE AGUAS LLUVIAS										
Ítem	Coeficiente de escorrentía	Área m2	Área (ha)	Intensidad mm/hora	intensidad inches/hora	r = 0.20		Φ pulg	Φ mm	Φ adoptado pulgadas
						Q m3/s	Q L/s			
1	1	44	0.0044	154.1	6.1	0.001883	1.88	2.8081	71.3258	4

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

.Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co
Florencia – Caquetá

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo a la información administrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, y al análisis de caudales máximos instantáneos para un periodo de retorno de 100 Años, el caudal máximo probable asciende a 2917.5 m³/s.
- Una vez analizada la implantación de la infraestructura turística, no se evidencia riesgo por inundación, sin embargo se recomienda proteger la escalera que se encuentra dentro del cauce, con una cimentación por debajo del perfil de socavación.

Elaboró



DIEGO ARMANDO GALLEGO MURIEL
Ms Ingeniería Civil
Énfasis en recursos hidráulicos y medio ambiente

Pacto Social por el Desarrollo de Nuestra Región “Caquetá Somos Todos”

.Carrera 13 Calle 15 Esquina Barrio El Centro. Tels: 57 (8) 4353220 Fax (8)4351704
Línea Gratuita: 018000965505. www.caqueta.gov.co contactenos@caqueta.gov.co
gobernador@caqueta.gov.co
Florencia – Caquetá