

DISEÑO DE TÉCNICAS HIDRÁULICAS PARA LA PROTECCIÓN DE
INUNDACIONES CAUSADAS POR EL RÍO FRÍO EN LA VEREDA TIQUIZA DEL
MUNICIPIO DE CHÍA CUNDINAMARCA.

CARLOS NICOLÁS VIASUS ARIZA Cód. 64081019

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Ambiental

Director: Ingeniero Civil JESÚS ERNESTO TORRES QUINTERO

Magister en Recursos Hidráulicos

Bogotá

Universidad Libre

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Ambiental

Febrero 2015

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, Febrero de 2015

Dedicatoria

A mis padres que me han apoyado durante este largo proceso, siendo las personas que me inspiran cada día con su ejemplo ser una mejor persona.

Agradecimientos

Quiero presentar mi agradecimiento al Ingeniero docente, o Jesús Ernesto Torres Quintero, quien ha sido mi guía en este proceso y director del mismo.

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD	10
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
2. JUSTIFICACIÓN	15
3. OBJETIVOS	16
3.1 Objetivo general	16
3.2 Objetivos específicos	16
4 MARCO REFERENCIAL	17
4.1 MARCO DE ANTECEDENTES	17
4.2 MARCO TEÓRICO	17
4.2.1 Planeación	17
4.2.2 Ordenamiento Territorial	19
4.2.3 Gestión Ambiental Municipal	24
4.2.4 Política Ambiental	25
4.3 MARCO CONCEPTUAL	26
4.3.1 Ordenamiento Ambiental	26
4.3.2 Planes de Ordenamiento Territorial	27
4.3.3 Plan de Manejo y Ordenación de una Cuenca POMCA	28
4.3.4 Sistema de Gestión Ambiental Municipal (SIGAM)	28
4.4 MARCO GEOGRÁFICO	29
4.4.1 Ubicación, Relieve y Clima	29
4.4.2 Hidrografía	32
4.4.3 Demografía	32
5 ZONAS PARA LA PROTECCIÓN DEL SISTEMA HÍDRICO	34
5.1 Zonas de Riesgo	34
5.1.1 Zona Forestal de Amortiguación	34
5.2 ÁREAS DE PROTECCIÓN	34
5.2.1 Las Áreas de Protección Urbanas y las Zonas de Riesgo	34
5.2.2 Zonas de Protección en Centros Poblados Rurales	35

5.3	MARCO LEGAL Y POLÍTICO	35
6	HIPÓTESIS	40
7	MARCO METODOLÓGICO	41
7.1	CLASE DE INVESTIGACIÓN	41
	INVESTIGACIÓN – CUANTITATIVA.	41
7.2	METODOLOGÍA	41
7.3	DOCUMENTACIÓN	42
7.4	CAMPO	42
7.5	RESULTADOS	42
7.5.1	Estudio de caudales	44
7.5.2	Estudio de niveles y zonas de inundación	45
7.5.3	Análisis de resultados	46
8	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	47
	UBICACIÓN	47
8.1	LÍNEA BASE AMBIENTAL	47
8.1.1	Áreas de influencia	47
8.1.2	Área de influencia directa	47
8.1.3	Área de influencia indirecta	47
8.2	LÍNEA BASE AMBIENTAL	47
8.2.1	Orografía:	47
8.3	CLIMATOLOGÍA	48
8.3.1.1	Evaporación	49
8.3.1.2	Precipitación media mensual	49
8.4	FUENTES DE AGUA	50
8.5	DISTRIBUCIÓN TEMPORAL.	50
8.6	GEOLOGÍA	52
8.6.1	Características Morfo métricas	53
8.7	CAUDALES	54
8.7.1	Calidad del Agua.	55
8.7.2	Características hidrológicas	56
	En la tabla número 7 se identifica las características hidrológicas usadas en el consumo de la cuenca.	56
	Tabla # 7	56
8.7.3	Características físicas	56
8.7.4	Características químicas	56
8.7.4.1	Coberturas Vegetales	56
8.7.5	Geomorfología	57
8.8	COMPONENTE BIÓTICO	57

8.8.1	Flora	57
8.8.2	Fauna	57
8.9	COMPONENTE SOCIAL	58
8.9.1	Población y Servicios Básicos	58
8.9.1.1	Demografía	58
8.9.1.2	Acueducto	59
8.9.1.3	Alcantarillado	59
9	ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL	59
10	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	63
10.1	ACTIVIDAD PRELIMINAR	63
10.2	ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN	63
10.3	PROCESO	64
10.4	INFRAESTRUCTURA REQUERIDA	64
10.5	EQUIPOS Y MATERIALES REQUERIDAS	64
10.6	FACTORES DE AFECTACIÓN	65
10.7	ESTABLECIMIENTO DE LOS FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS Y DEFINICIÓN DE LA AFECCIÓN.	67
11	BOLSACRETOS	69
11.1	DESCRIPCIÓN	69
11.2	MATERIALES	69
11.3	EQUIPO	69
11.4	CONSERVACIÓN DE LOS CAUCES	69
11.5	BOMBEO	69
11.6	MANEJO AMBIENTAL Y OTRAS CONSIDERACIONES	70
12	CÁLCULOS	71
12.1	ESTUDIO DEL PROYECTO	71
12.1.1	Selección del punto	72
12.2	Ubicación del diseño	72
-----		73
12.2.1	Distancia a punto de diseño	73
12.2.2	Lugar de diseño	74
12.2.3	Caudales punto de diseño	75
12.3	PERÍODO DE RETORNO (T)	81
12.3.1	Caudal Dominante	84
CAUDALES MÁXIMOS RÍO FRÍO m ³ /s PUENTE LA VIRGINIA		86
CAUDALES MEDIOS RÍO FRÍO m ³ /s PUENTE LA VIRGINIA		91

12.4	CAUDALES MEDIOS MENSUALES-----	97
12.5	CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS-----	97
12.5.1	Tiempo de concentración-----	99
13	ANÁLISIS DE CAUDAL PARA LA SUBCUENCA RÍO FRÍO ZONA OBJETO DE ESTUDIO MUNICIPIO DE CHÍA-CUNDINAMARCA -----	102
13.1	PERIODO DE RETORNO. -----	102
13.2	FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES. -----	104
13.3	CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS-----	104
13.4	ENVOLVENTES REGIONALES.-----	104
14	NIVELES -----	107
14.1	ANÁLISIS SECCIÓN DEL DISEÑO. -----	107
15	DISEÑO BOLSACRETOS -----	117
16	DISEÑOS EN ZONAS DE MAYOR VULNERABILIDAD Y AMENAZAS --	121
17	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL-----	127
18	PLAN DE CONTINGENCIA -----	142
18.1	PLAN ESTRATÉGICO-----	142
18.2	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS AMENAZAS Y SU RIESGO -----	142
18.3	Estimación de Vulnerabilidad y Priorización de Riesgos -----	143
18.4	Medidas de Intervención -----	143
18.5	ESCENARIO DE OCURRENCIA DE LAS AMENAZAS IDENTIFICADAS-----	146
18.6	PLAN OPERATIVO-----	147
18.6.1	Planes de acción-----	147
	NIVELES DE RESPUESTA Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS. -----	147
	PROCEDIMIENTO GENERAL DE RESPUESTA, NOTIFICACIÓN Y ALERTA.----	148
	Procedimiento de Respuesta. -----	148
	CONCLUSIONES -----	149
	RECOMENDACIONES -----	150
	BIBLIOGRAFÍA-----	151

IMÁGENES	156
ANEXO	164
MODELACION HYFA	164

Tabla 1 MARCO DE ANTECEDENTES	17
Tabla 2 Ordenamiento Territorial	24
Tabla 3 MARCO LEGAL Y POLÍTICO.....	39
Tabla 4 METODOLOGÍA	44
Tabla 5 MORFOMETRIA.....	54
Tabla 6 CAUDALES	54
Tabla 7 Características hidrológicas	56
Tabla 8 FICHA AMBIENTAL DEL PROYECTO	63
Tabla 9 CONDICIONES AMBIENTALES	67
Tabla 10 DEFINICIÓN DE LA AFECCIÓN	68
Tabla 11 Calculo velocidad aforo sección de inicio del diseño.....	77
Tabla 12 Cálculo de caudal del punto de inicio del lugar del diseño	77
Tabla 13 Calculo velocidad aforo sección de punto medio del diseño.....	78
Tabla 14 Cálculo de caudal del punto medio del lugar del diseño	79
Tabla 15 Calculo velocidad aforo sección de punto medio final del diseño	79
Tabla 16 Cálculo de caudal del punto final del lugar del diseño	81
Tabla 17 Periodo de Retorno Máximo.....	83
Tabla 18 Caudal Máximo Dominante en Periodo de 25 años	84
Tabla 19 CAUDALES MÁXIMOS RÍO FRÍO.....	88
Tabla 20 Cálculos de Curva de Duración de Caudales Máximos de Puente Virginia.....	89
Tabla 21 CAUDALES MEDIOS RÍO FRÍO.....	94
Tabla 22 CAUDALES MÁXIMOS ESTACIÓN PUENTE LA VIRGINIA	99
Tabla 23 CAUDALES MÁXIMOS ESTACIÓN PUENTE LA VIRGINIA	103
Tabla 24 CAUDALES A DIFERENTES TIEMPOS DE RETORNO.....	104
Tabla 25 CAUDAL REPORTADO POR ESTACIONES.....	105
Tabla 26 CAUDALES A DIFERENTES TIEMPOS DE RETORNO.....	106
Tabla 27 Niveles de Caudales.....	107
Tabla 28 Proyección Tiempos de Retorno a Diferentes Años.....	108
Tabla 29 Caudal Aforo Punto Diseño	110
Tabla 30 Caudales y Áreas de Inundación.....	111
Tabla 31 Curva de Calibración y Área de Inundación.....	112
Tabla 32 Cálculos Curva de Nivel del Punto del Diseño.....	113
Tabla 33 Calculo Niveles.....	115
Tabla 34 Calculo Niveles.....	115
Tabla 35 Niveles	116
Tabla 36 Zonas de Mayor Vulnerabilidad	126
Tabla 37 Programas de Plan de Manejo Ambiental.....	127
Tabla 38 PM1.....	129
Tabla 39 PM2.....	131
Tabla 40 PM3.....	136
Tabla 41 PM4.....	137
Tabla 42 PM5.....	141
Tabla 43 Identificación, Descripción y Análisis de las Amenazas y su Riesgo	143
Tabla 44 Medidas de Intervención.....	146

Tabla 45 ESCENARIO DE OCURRENCIA DE LAS AMENAZAS IDENTIFICADAS ... 147

Grafica 1 Evaporación Media Mensual	49
Grafica 2 Precipitación Media Mensual	51
Grafica 3 Precipitación Media Mensual Estación Santa Isabel	51
Grafica 4 Caudal Máximo Dominante en Periodo de 25 años.....	84
Grafica 5 Curva de Duración de Caudales Máximos de Puente Virginia.....	90
Grafica 6 Curva de Duración de Caudales Medios Puente de la Virginia.....	96
Grafica 7 Caudal Medio Máximo Mensual	96
Grafica 8 Caudales Medios Mensuales Estación Puente la Virginia.....	97
Grafica 9 Caudales Máximos Mensuales Registrados Puente de la Virginia	98
Grafica 10 Curva de Calibración Niveles y Área de Inundación.....	108
Grafica 11 Proyección del área posible a inundar	114

Ecuación 1 Ecuación de Kirpich.....	99
Ecuación 2 Ecuación de Bransby-Williams.....	100
Ecuación 3 Ecuación de Témez	100
Ecuación 4 Ecuación de Giandotti.....	101

Diagrama 1 Estudio de Caudales	44
Diagrama 2 Estudio de niveles y zonas de inundación.....	45
Diagrama 3 Plan de manejo ambiental	46
Diagrama 4 Esquema General Operativo de la Atención de la Emergencia.	148

Ilustración 1 CHÍA.....	31
Ilustración 2 MAPA CHÍA POLÍTICO	32
Ilustración 3 CHÍA UBICACIÓN CUNDINAMARCA	32
Ilustración 4 UBICACIÓN ESTACIONES SOBRE LA SUBCUENCA DEL RÍO FRÍO....	48
Ilustración 5 Caudal Subcuenca del Río Frío	55
Ilustración 6 Población DANE	58

Ilustración 7 Río Frío	61
Ilustración 8 Río Frío	61
Ilustración 9 Río Frío	61
Ilustración 10 Río Frío	61
Ilustración 11 Diseño Final Bolsacreto	62
Ilustración 12 RÍO FRÍO PUNTO DE DISEÑO	71
Ilustración 13 RIO FRIO PUNTO DE DISEÑO 2	72
Ilustración 14 RÍO FRÍO PUNTO DE DISEÑO 3 Fuente: propia	72
Ilustración 15 UBICACIÓN PUNTO DE DISEÑO	73
Ilustración 16 PUNTO DE DISEÑO	73
Ilustración 17 COORDENADAS PUNTO DE DISEÑO	74
Ilustración 18 COORDENADAS PUNTO DE DISEÑO	74
Ilustración 19 MÉTODO AFORO	75
Ilustración 20 Cauce Dominante	84
Ilustración 21 Sección Río Frío	113
Ilustración 22 Nivel Máximo de Inundación	114
Ilustración 23 Bolsacretos	117
Ilustración 24 Diseño de Bolsacretos	117
Ilustración 25 Llenado Bolsacretos	118
Ilustración 26 Estructura Bolsacretos	118
Ilustración 27 Diseño	119
Ilustración 28 Diseño final	120
Ilustración 30 UBICACIÓN DISEÑO	156
Ilustración 31 UBICACIÓN DISEÑO	156
Ilustración 32 ZONA INUNDABLE	157
Ilustración 33 DISEÑO	157
Ilustración 34 DISEÑO	158
Ilustración 35 ZONA INUNDADA EN EL 2011	158
Ilustración 36 Cuenca Río Frío	160
Ilustración 37 Cuenca Río Frío	161
Ilustración 38 Cuenca Río Frío	162

Declaratoria de originalidad

La presente propuesta de trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental de la Universidad Libre no ha sido aceptado o empleado para el otorgamiento de calificación alguna, ni de título, o grado diferente o adicional al actual. La propuesta de tesis es resultado de las investigaciones del autor (es), excepto donde se indican las fuentes de Información consultadas.

Nombre Completo

Carlos Nicolás Viasus Ariza

Firmas:

Nicolos Viasus


Código:

64081019

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El municipio de Chía posee 125.000 habitantes y recibe la movilidad y la migración anual del 1,58% personas al municipio para su residencia, debido a la variedad de actividades que ofrece, la mayoría de éstas encaminadas a disfrutar de sus verdes paisajes. (DANE, 2008)

Pero en los últimos años el municipio se ha visto ensombrecido por las reiteradas inundaciones en las veredas de Tiquiza del municipio de Chía ocasionadas por el Río Frío y sus afluentes.

Estos hechos son antecedentes del fenómeno de la niña y diferentes épocas invernales; razón por la cual Chía tenía que resolver dicho problema a través de la Corporación Autónoma Regional (CAR), la Gobernación de Cundinamarca, la Empresa de Servicios públicos (Hydros), y el mismo municipio; generando obras de mitigación en los Ríos Bogotá y Frío como sus respectivos dragados; pero como esto no sucedió, la precipitación sobre el municipio de Chía hizo crecer el caudal del Río Bogotá en paralelo con el Río Frío, ocasionando las inundaciones. (DANE, 2011)

Estas inundaciones se generan por qué parte del agua que cae no es absorbida por la vegetación, no se evapora, y esta llega a la fuente hídricas esto sucede con mayor frecuencia en los meses de marzo, abril, noviembre, diciembre y enero y esta fluye sin que los ríos sean capaces de canalizarla ni retenerla.

En las vereda de Tiquiza del municipio de Chía, especialmente los sectores del puente de la virgen, la variante de chalacos, sector de invernaderos que se encuentra sobre el flujo del Río Frío, son las más afectadas, en éstas encontramos casas y fincas que están conectadas directamente con el sistema de alcantarillado y el río mencionado anteriormente; ya que cuando sube el caudal del río, las aguas combinadas se devuelven por el alcantarillado, revirtiendo dichas aguas negras en los sifones de las casas; esto se viene presentando en los inviernos desde del 2006 hasta el 2011. (WEISS, 2010)

2. JUSTIFICACIÓN

En nuestro país las inundaciones siempre han existido, se han empezado a notar por hechos de la humanidad y las continuas lluvias, las cuales han causado desbordamientos en los principales ríos del país, inundando extensas zonas del país. De 1.102 municipios en Colombia, 681 presentan algún nivel de afectación, lo que equivale a un 60% del territorio Nacional. Algunos municipios de departamento de Córdoba llevan entre dos y cuatro meses inundados, situación que ha generado la suspensión en actividades educativas, pérdida de cultivos y animales; deterioro de viviendas, centros educativos, puestos de salud, además de colapso en las vías. (Carvajal-Escobar, 2009)

Con el presente diseño y teniendo en cuenta la descripción del problema que acoge la vereda de Tiquiza del municipio de Chía, se propone el diseño de técnicas hidráulicas para la protección de inundaciones en los puntos más críticos causadas por el Río Frío en la vereda Tiquiza del municipio de Chía.

Este diseño contribuye a la problemática ambiental que es causada por las inundaciones, que a su vez son precipitadas por la no adecuación de las obras; lo que se pretende es mitigar los desastres ocasionados por las inundaciones en épocas invernales, al igual que proteger los recursos naturales, las viviendas vías del municipio.

Para esto, es necesario establecer redes de apoyo con diferentes entidades como la CAR, la Gobernación de Cundinamarca e Hydros Chía, para prevenir, controlar y supervisar, lo que lleva consigo la implementación de las técnicas.

Con este diseño se beneficiara tanto Chía como los municipios aledaños a esta, es decir, aquellos por los cuales pasa el Río Bogotá y el Río Frío (Cota, Cajicá y la vía Guaymaral).

Con el diseño de las técnicas hidráulicas está enfocada al Plan de Ordenamiento Territorial (POT). (ALCALDIA DE CHIA, 2000)

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Diseñar técnicas hidráulicas para la protección de inundaciones causadas por el Río Frío analizando la amenaza y vulnerabilidad social en la vereda Tiquiza en el municipio de Chía Cundinamarca.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar los caudales medios y máximo del río frío en la vereda Tiquiza, a través del análisis e interpretación de datos hidrológicos.
- Determinar los niveles y zonas de inundación y sus diferentes periodos de retorno, con base en la información cartográfica, topográfica e hidrológica.
- Elaborar los diseños establecidos en las zonas de mayor vulnerabilidad y amenaza de los puntos seleccionados para el estudio.

4 MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO DE ANTECEDENTES

Para una adecuada identificación por parte del hombre marcó la diferencia fundamental para cambiar su forma de vida originalmente nómada transformándola en el inicio de las civilizaciones teniendo en cuenta que apenas hace dos siglos el hombre ha sido capaz de fundamentar la Hidráulica hoy en día existe un buen conocimiento teórico y experimental de los fenómenos hidráulicos más frecuentes. La humanidad ha desarrollado, tanto en el ámbito urbano como rural, nuevas restricciones en la implementación de novedosas obras hidráulicas requeridas para la solución de los problemas en el sector de saneamiento básico.

El ejercicio de la ingeniería, una permanente y sistemática observación de los fenómenos hidráulicos, sea en la naturaleza como lo hicieron nuestros ancestros o en el laboratorio aplicando técnicas de modelación.

Tabla 1 Del marco de antecedentes

AUTOR	TEMA	DESCRIPCIÓN
Marco Castro.-Ing. Civil Ximena Hidalgo B., M. Rafael Poveda F., Ing. Civil 2010	Modelación hidráulica en obras de saneamiento básico	La modelación hidráulica es la reproducción, a escala reducida, de fenómenos, estados o procesos relevantes del flujo del agua. Las magnitudes físicas o hidrodinámicas en el “modelo hidráulico”
Olguín Gómez, Saúl 20-nov-2008	Hidráulica de ríos, obras de protección y control de cauces	Los bordos son estructuras de tierra que se construyen a lo largo de ríos; que confinan el escurrimiento que sobresale de sus márgenes naturales durante avenidas, protegiendo la planicie de inundación contra el desbordamiento del río, y están entre las más usadas y económicas.

Tabla 1 MARCO DE ANTECEDENTES

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 Planeación

La planificación es la determinación de lo que va a hacerse, incluye decisiones de importancia, como el establecimiento de políticas, objetivos, redacción de programas, definición de métodos específicos, procedimientos y el establecimiento de las células de trabajo y otras más. De ésta manera, la planeación es una disciplina prescriptiva (no descriptiva) que trata de identificar acciones a través de una secuencia sistemática de toma de decisiones, para generar los efectos que se espera de ellas, o sea, para proyectar un futuro deseado y los medios efectivos para lograrlo. (Bernard, 1991).

La Dirección de Desarrollo Territorial Sostenible se encarga de adelantar acciones en relación con finanzas públicas territoriales, fortalecimiento de la descentralización, desarrollo y ordenamiento territorial. Para ello desarrolla, en coordinación con las entidades respectivas, las orientaciones de política del Gobierno Nacional en el ámbito territorial, así como realizar su seguimiento, control y evaluación para formular recomendaciones de consolidación del proceso.

Así mismo, la Dirección promueve la profundización y consolidación de un modelo de descentralización viable, la ampliación y mejoramiento de los servicios sociales, el fortalecimiento de la Democracia y el apoyo a la resolución de conflictos.

Para cumplir con sus funciones, la DDT se apoya en las subdirecciones de Finanzas Públicas Territoriales y de Ordenamiento y Desarrollo Territorial. Adicionalmente, cuenta con grupos de apoyo a su gestión: Análisis y Seguimiento a Finanzas Territoriales y Gestión Pública Territorial.

Desarrollo rural integrado: Esta estrategia se basa en la experiencia israelí de desarrollo agrícola-cooperativo, a partir de la interrelación agricultura espacio rural. Su aplicación en Colombia al igual que en los demás países iberoamericanos, se orientó a transformar las condiciones de retraso y pobreza de las áreas rurales, a través del mejoramiento de las condiciones de bienestar social y la elevación de la productividad de los pequeños productores rurales. El logro del nuevo orden territorial buscado con la política DRI se encontró con fuertes obstáculos puestos por las relaciones capitalistas de producción, que impidieron su éxito pleno

El tipo de Ordenamiento activo, normalmente se asocia con objetivos de desarrollo territorial a escalas nacional, regional y subregional que buscan modificar los desequilibrios del desarrollo regional que caracterizan un orden territorial determinado. Su carácter activo deriva de la intervención voluntaria y dinámica del Estado sobre el territorio, a partir de grandes obras de infraestructura y costosos proyectos de inversión, acompañados de

incentivos fiscales y económicos, para inducir transformaciones espaciales en el orden territorial existente

En Colombia, las políticas de ordenamiento activo han estado presentes en mayor o menor medida en los distintos gobiernos de los últimos treinta años. (Cabeza, 2000)

4.2.2 Ordenamiento Territorial

El ordenamiento territorial es un instrumento de planificación y de gestión de las entidades territoriales y un proceso de construcción colectiva de país, que se da de manera progresiva, gradual y flexible, con responsabilidad fiscal, tendiente a lograr una adecuada organización político administrativa del Estado en el territorio, para facilitar el desarrollo institucional, el fortalecimiento de la identidad cultural y el desarrollo territorial, entendido este como desarrollo económicamente competitivo, socialmente justo, ambientalmente y fiscalmente sostenible, regionalmente armónico, culturalmente pertinente, atendiendo a la diversidad cultural y físico-geográfica de Colombia.

La finalidad del ordenamiento territorial es promover el aumento de la capacidad de descentralización, planeación, gestión y administración de sus propios intereses para las entidades e instancias de integración territorial, fomentará el traslado de competencias y poder de decisión de los órganos centrales o descentralizados del gobierno en el orden nacional hacia el nivel territorial pertinente, con la correspondiente asignación de recursos. El ordenamiento territorial propiciará las condiciones para concertar políticas públicas entre la Nación y las entidades territoriales, con reconocimiento de la diversidad geográfica, histórica, económica, ambiental, étnica y cultural e identidad regional y nacional. (CONGRESO DE LA REPÚBLICA, 2011)

El Ordenamiento territorial es, además, un medio para promover el desarrollo como instrumento de gestión, planificación, regulación, transformación y ocupación del espacio por la sociedad.

La Constitución de 1991 reconoce como entidades territoriales a los departamentos, los distritos, los municipios y los territorios indígenas. Así mismo, posibilita la creación de regiones y provincias como entidades territoriales y la conformación de figuras asociativas para la promoción del desarrollo.

Estos temas, han sido objeto de debate y de diversos proyectos de ley de ordenamiento territorial - LOOT. En esta página se encuentran los proyectos de LOOT más recientes, antecedentes del debate sobre dicho tema, documentos de apoyo y vínculos de interés respecto al tema del ordenamiento territorial. (Departamento Nacional de Planeación)

El ordenamiento puede provenir de lo que se conoce como corriente normativa o de la corriente institucional; en el primer caso el ordenamiento está compuesto por normas regidas por juicios de valor y creencias, y en el segundo caso es la sociedad la que establece el ordenamiento en cuestión. (definiciones, 2007 - 2013)

El territorio está más íntimamente ligado con variantes de paisaje, región, espacio y clima. En la física, por ejemplo, territorio refiere a superficie terrestre o relieve, y por ello está vinculado a las nociones de litosfera, atmósfera y otras. Para la ecología el territorio es sinónimo de medio natural, de entorno del ser humano en su relación con la naturaleza. En la astronomía y tradición espacial, el territorio ya no encierra un aspecto político o legal, sino que tiene que ver con sistemas entendidos como lugares interconectados por redes y flujos. Para el estudio del paisajismo, por citar otro ejemplo, territorio es sinónimo de paisaje natural o cultural que entraña una relación con el uso que la sociedad hace del suelo. (definicion, 2013)

Tabla # 2 Normatividad de Ordenamiento territorial

Ley 1454 de 2011.	En el estado colombiano, el ordenamiento territorial se encuentra reglamentado.
1947. La Ley 188	obliga a los municipios, con presupuesto no inferior a \$200.000 a levantar un plano regulador del desarrollo urbano que incluye: áreas de expansión, localización de áreas de recreo y deporte, ubicación de sitios públicos y demás equipamientos colectivos
1953. El Decreto 2278	Ordena el uso y aprovechamiento de los bosques colombianos, a partir de la clasificación de éstos en bosque protector, bosque público, bosque de interés general y

	bosque privado.
1959. La Ley 2	Establece y delimita las primeras 7 zonas forestales sujetas a manejo especial: del Pacífico, Central, del río Magdalena, de la Sierra Nevada de Santa Marta, de la Serranía de los Motilones, de El Cocuy y de la Amazonia. Así mismo define las áreas forestales productoras y protector-productor.
1961. La Ley 135	(De reforma Agraria), intenta modificar las condiciones de tenencia y uso de las tierras rurales e introduce las zonas de colonización. La Ley 160 de 1994 retoma este intento.
1974. (Decreto 2811)	Se adopta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente que sienta las bases para ordenamiento ambiental del territorio. Establece un gran número de categorías espaciales, agrupadas en:
Decreto 1608 de 1978.	Zonas de Protección, Estudio y Propagación de Fauna Silvestre: territorio fáunico, zocriaderos, reserva de caza, coto de caza, veda de caza.

decreto 1974 de 1989	Distritos de Conservación de Suelos: reglamentados por él, bajo el nombre de distritos de manejo integrado de recursos naturales -DMI-.
Decreto 1541 de 1978	Zonas Hídricas de Protección Especial
Decreto 1681 de 1978	Áreas Especiales de Manejo Integrado para Protección, Propagación o Cría de Especies Hidrobiológicas: reglamentadas por él, incluye manglares, estuarios, meandros, ciénagas y otros cuerpos de agua. Zonas exclusivas para pesca de subsistencia o comunitaria.
Decreto 1715 de 1978	Zonas de Preservación del Paisaje: Reglamentadas por él. Se incluyen, también, las zonas de descanso o recreo.
1978. La Ley 61 y su Decreto Reglamentario 1306 De 1980	Obligan a los municipios con más de 20.000 habitantes a formular planes integrales de desarrollo, definiéndoles contenidos, etapas y responsabilidades y solicita que se formulen con participación de la comunidad.

1979. El Código Sanitario (Ley 9),	Establece elementos para el ordenamiento urbano referidos a localización de zonas industriales, manejo del espacio público, prevención de asentamientos ilegales y calidad del agua para consumo doméstico y disposición de residuos líquidos y sólidos.
1981. El Decreto 2857	Reglamenta el ordenamiento de las cuencas hidrográficas, incluyendo la elaboración de los planes, administración, participación ciudadana, financiación, expropiaciones y servidumbres, prohibiciones y sanciones. Se trata de un tratado científico y administrativo para el manejo de cuencas hidrográficas, muy bien concebido, muy técnico y a la vez poco utilizado.
1986. El Código de Régimen Municipal (Decreto 1333)	<p>Incluye elementos claves del ordenamiento urbano que posteriormente son retomados, por la Ley 388/97, entre estos se destacan:</p> <p>Ordenamiento de los usos del suelo urbano: áreas residenciales, industriales, de recreación y de protección ambiental.</p> <p>Áreas no incorporables a perímetros urbanos. Urbanización futura de ciudades: plano regulador. Zonas de reserva agrícola contiguas a la zona urbana</p> <p>Regulación de la ubicación de industrias</p>

	contaminantes y mataderos públicos.
--	-------------------------------------

Tabla 2 Ordenamiento Territorial

4.2.3 Gestión Ambiental Municipal

Los Sistemas de Gestión Ambiental Municipal -SIGAM- son una propuesta organizacional para el adecuado funcionamiento de la administración municipal, de cara a enfrentar la gestión ambiental en su territorio, de la mano con la autoridad ambiental competente. El SIGAM se propone organizar las piezas del rompecabezas para que la administración municipal desarrolle las funciones, responsabilidades y competencias ambientales que le corresponden. Se refiere a las acciones dirigidas a propósitos definidos, que realiza la sociedad para conservar, recuperar, mejorar, proteger o utilizar racionalmente el suelo y los recursos naturales, o para ocupar un territorio transformándolo y adaptándolo sin destruirlo.

El concepto de Gestión Ambiental se refiere a las acciones que, en forma consciente y dirigida a propósitos definidos, realice la sociedad para conservar, recuperar, mejorar, proteger o utilizar moderadamente el suelo y los recursos naturales, renovables o no, o para ocupar racionalmente un territorio transformándolo y adaptándolo de manera sostenible.

La GAM es el ejercicio consciente y permanente de administrar los recursos y de orientar los procesos culturales al logro de sostenibilidad y a revertir los efectos del deterioro y la contaminación sobre la calidad de vida y la actividad económica.

Se centra principalmente en la regulación y orientación de las prácticas individuales y colectivas y la construcción de valores relacionados con el manejo de los procesos ambientales locales. La gestión ambiental, vista como la administración del ambiente es todo el conjunto de acciones requeridas para mantener, de manera óptima y adecuada tanto en cantidad como en calidad, el capital natural disponible –la oferta ambiental–, y con ello poder lograr niveles de vida dignos, lograr los tan anhelados niveles de calidad y confort de vida sobre la base de un patrimonio natural de alta calidad, todo ello, incluyendo aspectos sociales y culturales como comportamientos humanos, cambios de hábitos y costumbres, la funcionalidad misma de las ciudades, interrelaciones, entre otros; por lo que trasciende la simple idea de conservación de recursos.

Sin embargo, para poder gestionar el ambiente y dar una respuesta adecuada a los requerimientos de vida de una comunidad, debemos en primera instancia, conocerlo: conocer las condiciones y afectaciones del medio, las debilidades y potencialidades territoriales, la oferta de recursos naturales, su estado, las condiciones y tendencias de la demanda, las características de las relaciones hombre - medio y los efectos o impactos de dicha interacción.

A partir de su conocimiento, podremos entonces identificar y diseñar toda una serie de acciones, medidas, técnicas, mecanismos, proyecciones, herramientas y demás, que nos conduzcan a mantener el ambiente en las mejores condiciones, que nos permitan, entre muchas otras cosas, identificar, prever y corregir los efectos de nuestras intervenciones, a la vez que solucionar, en la medida de lo posible, las afectaciones que ya existen.

En síntesis, la gestión ambiental requiere el conocimiento de lo que se va a administrar, requiere la determinación de una visión futura deseable, la definición de objetivos de conservación, preservación y aprovechamiento, y el planteamiento de propuestas de planeación que permitan su administración: qué se va a administrar, para qué, cuáles son los objetivos de dicha administración, quién o quiénes tomarán parte en el proceso y cuál es el papel y la responsabilidad de cada uno de los actores (políticos, sociales, institucionales, etc.), cómo se hará efectiva dicha administración, cuáles son los recursos, mecanismos y herramientas (económicas, financieras, instrumentales, operativas, normativas, institucionales, etc.) que apoyarán la gestión y cómo han de priorizarse e implementarse dichas acciones.

4.2.4 Política Ambiental

Conjunto de lineamientos para la gestión ambiental y el desarrollo sostenible de un país. La política requiere de un orden institucional, de reglas fijas y estables. Ese orden está constituido por un grupo de instituciones como las que conforman el poder judicial, el poder legislativo y otras, pero también requiere de un proceso en el cual participan las conductas individuales y colectivas y, finalmente, las políticas públicas relacionadas con políticas ambientales, sociales, de salud y otras.

Para gestionar la política ambiental global, se ha creado un marco institucional a través de las Naciones Unidas que incluye un grupo de convenios. Los convenios establecen las directrices fundamentales sobre las que se va a regir la política ambiental global. En la República Dominicana, el marco institucional y legal para la política ambiental lo

constituye la Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ley 64-00), promulgada en agosto de 2000. Hasta ese momento, las cuestiones ambientales y el manejo de los recursos naturales estuvieron regidos por diversas instituciones, dispersas y sin ninguna o muy escasa coordinación entre ellas. Esta dispersión no favorecía el manejo eficiente y eficaz de los recursos naturales y de toda la problemática ambiental.

La creación del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales ha constituido una excelente oportunidad no sólo para poner fin a esta dispersión y al traslape que se daba entre las diferentes instancias del Estado, sino también para poder diseñar e implementar políticas y estrategias de conservación y manejo de los recursos naturales coherentes y orientadas a la sostenibilidad.

El Ministerio, a través de su Programa Nacional de Manejo de Recursos Naturales, reconoce tres niveles básicos del marco normativo de los recursos naturales. (Diccionario enciclopédico de medio ambiente).

4.3 MARCO CONCEPTUAL

4.3.1 Ordenamiento Ambiental

El ordenamiento ambiental no tiene un contenido universalmente válido, éste depende del desarrollo relativo del país, de las necesidades a satisfacer y, sobretodo, de la gravedad de las disfuncionalidades, que tienen que ser superadas para alcanzar un desarrollo sustentable. El ordenamiento ambiental es la organización estratégica de la estructura territorial, es decir, hallar y fijar la armoniosa relación entre el sistema ecológico-ambiental y el sistema espacial antrópico, propiciando la disminución de las disfuncionalidades regionales, para lograr un desarrollo sustentable más equilibrado y una mejor calidad de vida de la población. Dicha planificación estratégica, debe ser una herramienta imprescindible en los procesos de formulación de las políticas socio ambientales.

La zonificación ecológica-económica constituye un soporte indispensable para la elaboración de los planes de ordenamiento; pues, provee la localización geográfica y cuantificación de áreas con características físicas, biológicas y socioeconómicas propias, distinguibles entre ellas, por su potencial de recursos naturales y su capacidad de soporte de los impactos ambientales; proporcionando la información necesaria para resolver los problemas complejos relacionados con la generación de bienes y servicios, conservación de los procesos ecológicos y el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

4.3.2 Planes de Ordenamiento Territorial

El POT es un instrumento de planificación del desarrollo local, de carácter técnico, normativo y político, sirve para ordenar los territorios municipales y distritales, reglamentado por la Ley 388 de 1997. Es una herramienta básica de acción física y administrativa, que plasma objetivos ambientales, económicos y sociales del territorio y las comunidades que participan históricamente de su construcción. Adopta una visión de largo plazo y también unos instrumentos de gestión que actúan integral y sectorialmente articulados, estrategias, programas y proyectos, conforme a un imaginario compartido de ciudad. El plan de ordenamiento es la guía por excelencia para dirigir la inversión pública hacia fines específicos relacionados con el mejoramiento estructural y funcional del municipio.

En la Ley se establece que el ordenamiento del territorio, se debe hacer de manera concertada, por los municipios o distritos y las áreas metropolitanas, en ejercicio de la función pública que les compete en su jurisdicción y para regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales. (Estrategia de participación ciudadana Medellín 2005).

El proceso de descentralización, consolidado a partir de la Constitución Política de 1991, fijó la competencia directa sobre la planificación y administración del suelo urbano a los municipios, de tal modo que las entidades territoriales quedaron como responsables de la promoción del desarrollo en sus territorios.

Lo anterior, fue desarrollado por la Ley 152 de 1994 -Ley Orgánica del Plan de Desarrollo, y la Ley 388 de 1997 -Ley de Desarrollo Territorial, las cuales adoptaron nuevas figuras de planeación para los municipios:

- El Plan de Desarrollo que se concreta en programas y proyectos del programa de gobierno de cada alcalde durante su período.
- El Plan de Ordenamiento Territorial (POT) como instrumento de planificación del territorio, vigente como mínimo para tres períodos constitucionales, que incorpora instrumentos de gestión del suelo apropiados a las exigencias del desarrollo local.

Estos planes generaron un nuevo esquema de planeación que vincula el ordenamiento territorial con los demás instrumentos de planeación del municipio, lo que permite identificar los programas y proyectos, así como establecer los lineamientos necesarios para materializar

el modelo de ocupación territorial de largo plazo establecido como futuro deseable del ente territorial.

El ordenamiento territorial como política de estado, fortalece la gobernabilidad, por ser un instrumento a través del cual se orienta y administra el desarrollo del territorio, siendo necesario el encuentro entre la planificación física y las políticas de desarrollo, para lo cual se requiere que tanto el POT como el Plan de Desarrollo se articulen, de tal forma, que se consoliden los objetivos y políticas identificadas sobre el territorio con los intereses socioeconómicos.

4.3.3 Plan de Manejo y Ordenación de una Cuenca POMCA

El Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca, POMCA, es el planeamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos.

También es el marco para planificar el uso sostenible de la cuenca y la ejecución de programas y proyectos específicos dirigidos a conservar, preservar, proteger o prevenir el deterioro y/o restaurar la cuenca hidrográfica.

La ordenación de una cuenca, se hace ejecutando las siguientes fases:

- Diagnóstico
- Prospectiva
- Formulación
- Ejecución
- Seguimiento y evaluación.

(Secretaría distrital del medio ambiente)

4.3.4 Sistema de Gestión Ambiental Municipal (SIGAM)

El Sistema de Gestión Ambiental Municipal -SIGAM- es una propuesta organizacional que trabaja los elementos de orden conceptual, normativo, administrativo, técnico, de procesos, de participación y coordinación de los diferentes actores involucrados en la Gestión Ambiental Municipal, tendientes a la optimización de las estructuras administrativas del

municipio que conlleven a hacer más eficiente la gestión ambiental. El Sistema facilita un mejor conocimiento territorial para el adecuado manejo y aprovechamiento de la oferta ambiental y la atención integral y oportuna de las problemáticas.

Se concibe como el componente de la gestión pública que define y prepara las bases programáticas, metodológicas, jurídicas administrativas y operativas para el desarrollo de las políticas ambientales de un municipio en su contexto regional. (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, 2007 - 2009)

4.4 MARCO GEOGRÁFICO

4.4.1 Ubicación, Relieve y Clima

Chía es un municipio colombiano ubicado en del departamento de Cundinamarca existente desde la época precolombina. El municipio está ubicado al norte de Bogotá sobre la carretera hacia Zipaquirá. Se Encuentra a 31 Km de Bogotá.

Por ley de 12 de mayo de 1864 se fijaron sus límites con Cajicá.

Por Ordenanza 15 de 1941 y 30 de 1942 se aprobaron con Cota y Suba, respectivamente, dados por el Instituto Agustín Codazzi.

Por Ordenanza 36 de 31 de julio de 1945 se legalizaron los determinados por el mismo Instituto con Cajicá, Sopó, La Calera, Usaquén, Suba, Cota, Tenjo y Tabio.

Los límites generales de Chía son:

Por el Norte: Con los municipios de Cajicá y Sopó.

Por el Sur: Con Usaquén y Suba

Por el Oriente: Con Sopo y la Calera

Por el Occidente: Con Cota, Tabio y Tenjo.

La ciudad de Chía está situada en la Sabana de Bogotá, sobre el altiplano Cundiboyacense (Cordillera Oriental de los Andes), a una altitud de unos 2600 msnm. Tiene un área total de 17 km² en su área urbana y un área total de aproximadamente 79 km².

Está delimitada por un sistema montañoso en el que se destacan los cerros de la Balvanera (2900 msnm de altura) y el peñón (2900 msnm de altura) al occidente y oriente de la ciudad respectivamente. Se encuentra comunicada con el cerro de la Balvanera a través de escaleras las cuales son recorridas por miles de turistas al año .por esta razón, el Santuario que allí se

encuentra, es considerado un importante atractivo de la ciudad. Sobre su territorio pasan ríos entre los que se encuentran el río Bogotá, el río Frío, y otros cursos menores. Presenta una importante actividad sísmica, que se evidencia con los terremotos que ha sufrido durante su historia, registrados en 1785, 1827, 1917 y 1948.

Chía está dividida en 11 Veredas más el Área Urbana (Zona Centro), muchas de estas veredas entre las que se destacan Bojacá, La Balsa o Tiquiza son conocidas por el rápido crecimiento de la población y el alto nivel de construcción en su mayoría de clase alta.

Las veredas de Chía son:

Área Urbana

- El Cairo
- Cerca de Piedra
- Fagua
- Fonquetá
- Fusca
- La Balsa
- Samaria
- Tíquiza
- Yerbabuena

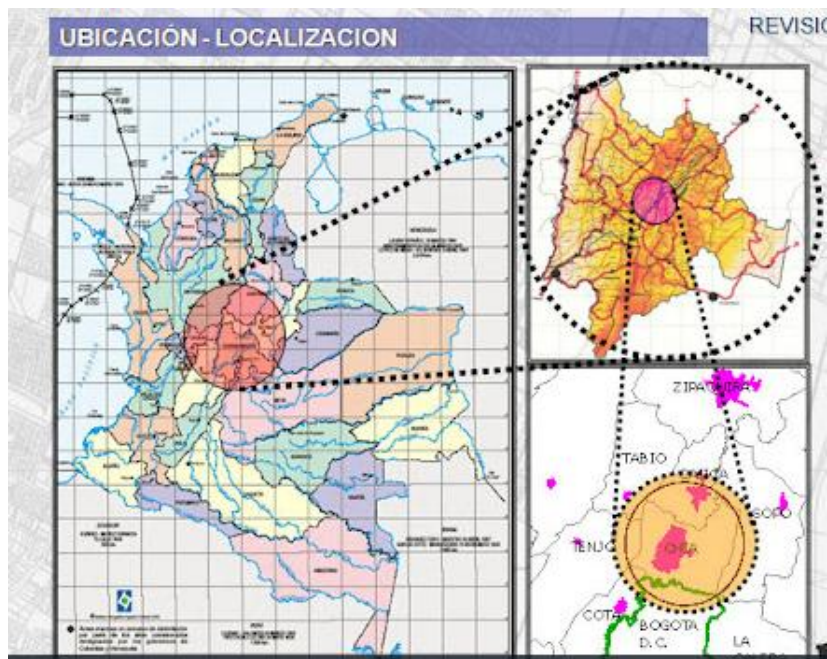
Mapa Río Frío y Río Bogotá



Fuente Alcaldía de Chía

Ilustración 1 CHÍA

Ubicación de Chía



Fuente Alcaldía de Chía

Ilustración 2 MAPA CHÍA POLÍTICO

Ubicación de Chía en Cundinamarca



Fuente. Google imagen

Ilustración 3 CHÍA UBICACIÓN CUNDINAMARCA

4.4.2 Hidrografía

El municipio de Chía de los recursos hídricos se ha ido agotando por falta de conciencia sobre la importancia de agua como fuente de vida.

En la actualidad solo queda la quebrada honda en hierbabuena, que surte el acueducto de este sector, el nacimiento de las Manas y los Ríos Bogotá y Río Frío. El Río Frío en época de verano permanece seco, ya que la mayoría de su caudal es represado al entrar al municipio en la Hacienda Fagua; este Río antes de desembocar en el Río Bogotá, en el sector las juntas es uno de los más contaminados del centro del país, ya que allí se vierten las aguas negras de la zona occidental y del arrea urbana. (GARCÍA, 2007)

4.4.3 Demografía

En la actualidad el 70% de la población de Chía es foránea, predominando aquella que ha venido de otros lugares que se ha radicado en urbanizaciones y conjuntos cerrados, por lo cual los habitantes nativos construyen hoy día una minoría comparada con el otro tipo de población. Por lo cual se presenta en la población poco sentido de pertenencia histórico y cultura. En el aspecto demográfico Chía, es uno de los municipios de más alto crecimiento en el país debido a su continuo movimiento de emigración, por lo tanto no se tiene datos exactos de su población. El promedio de la densidad poblacional de Chía es de 936 habitantes por

Kilómetro cuadrado, en la zona Urbana, y de 285 habitantes, en la zona Rural, esta densidad está por encima de los promedios del país que es de 707 habitantes por Kilómetro cuadrado en la zona Urbana y 8 habitantes en la zona Rural. (DANE, 2008)

Chía tiene una población de **97.896 habitantes** según datos del censo 2005

Si comparamos los datos de **Chía** con los del departamento de **Cundinamarca** concluimos que ocupa el puesto 5 de los 116 municipios que hay en el departamento y representa un 4,2936 % de la población total de éste.

A nivel nacional, **Chía** ocupa el puesto 57 de los 1.119 municipios que hay en Colombia y representa un 0,2283 % de la población total del país. (DANE, 2008)

5 ZONAS PARA LA PROTECCIÓN DEL SISTEMA HÍDRICO

Están conformadas por.

- a) Corrientes y cuerpos de agua naturales relativos, tales como ríos, quebradas, caños, arroyos, playas fluviales, ciénagas, lagos, lagunas, chucuas, pantanos y humedales en general.
- b) elementos artificiales o construidos relativos a corrientes o cuerpos de agua tanto naturales como artificiales. Solo se podrán utilizar las rondas de los ríos Bogotá y Frío de según lo reglamentado en el acuerdo.

Estas franjas deben ser mantenidas como zonas de manejo ambiental, reforestadas con especies nativas. (ALCALDIA DE CHIA, 2000)

5.1 Zonas de Riesgo

Son áreas que por su ubicación o por sus características geomorfológicas y geotécnicas, son susceptibles de sufrir eventos tales como:

- a. Inundaciones o cubrimiento por el agua a causa de desbordamientos de los ríos o quebradas durante sus crecidas.
- b. Flujos torrenciales o avenidas de lodo, piedras y agua, a la salida al valle de quebradas de montaña, con fuerte pendiente.
- c. Deslizamientos y otros movimientos en masa de la tierra, causados por la acción de la gravedad y/o de la saturación hídrica de las formaciones superficiales.
- d. Incendios forestales.

(ALCALDIA DE CHIA, 2000)

5.1.1 Zona Forestal de Amortiguación

Es un área de protección localizada en los límites del municipio, conformando los linderos con los demás municipios circundantes.

Estos usos no requieren licencia de ningún tipo, aunque deberán cumplir las normas establecidas en este acuerdo sobre afectación de zonas de preservación del sistema hídrico y del sistema orográfico. Además, el aprovechamiento forestal debe tener en cuenta las normas de la autoridad ambiental competente. (ALCALDIA DE CHIA, 2000)

5.2 ÁREAS DE PROTECCIÓN

5.2.1 Las Áreas de Protección Urbanas y las Zonas de Riesgo

Se define como área de protección del casco urbano de Chía la zona de protección del sistema hídrico del Río Frío, área urbana.

Esta zona de protección corresponde además, a las franjas con riesgo de inundación, flujos torrenciales y otros eventos que pueden causar daño a las infraestructuras urbanas. Por tales razones, está sujeta a las restricciones de uso y manejo impuestos en el presente acuerdo.

Se deberá tener en cuenta la zona de riesgo por inundación señalada en el plano correspondiente, en el sector aledaño al puente de Tiquiza, que conforma parte del casco urbano; para este efecto es necesario efectuar un estudio hidráulico y con base en este diseñar y ejecutar las obras de protección requeridas para evitar desastres en las viviendas. (ALCALDIA DE CHIA, 2000)

5.2.2 Zonas de Protección en Centros Poblados Rurales

Los planes parciales para los centros poblados rurales deberán identificar y delimitar las zonas de protección del sistema hídrico (ZPH) en sus respectivos planes parciales. Estas zonas de protección tendrán las mismas restricciones de uso y manejo establecidas para las zonas de protección de la cabecera municipal.

5.3 MARCO LEGAL Y POLÍTICO

- Decreto Reglamentario 1541 de 1978, que desarrolla todo lo concerniente a la propiedad privada, los modos de adquirir los usos de las aguas de dominio público, los términos o plazos de las concesiones o permisos, prioridades, las obligaciones de los usuarios, procedimientos, soportes técnicos, obras hidráulicas, aguas subterráneas, reglamentaciones, aguas termales, aguas para usos mineros, etc.
- Ley 373 de 1997. Ahorro consumo de agua

En la tabla número 3 se especifican el marco legal y normativo

Tabla # 3

AUTOR	DESCRIPCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • LEY 99 DE 1993 (SINA) 	<p>10. Principios Generales Ambientales. La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales:</p> <p>11. Los estudios de impacto ambiental serán el instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • ARTÍCULO 10 DE LA LEY 388/1997 	<p>Define los determinantes ambientales, como condicionantes bióticas, físicas (riesgo y amenaza), socioeconómicos y culturales. Según la Ley existen</p>

	<p>tres clases:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Relacionados con conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales y la prevención de amenazas y riesgos naturales. 2. Señalados por la Red Vial Nacional y Regional, los Puertos y la localización de las infraestructuras, sistemas de abastecimiento de agua y servicios de saneamiento. <ol style="list-style-type: none"> 1. Definidos por los componentes del Ordenamiento Territorial de los Planes Integrales de Desarrollo Metropolitano, en cuanto sean aplicables. <p>Las determinantes ambientales son importantes, puesto, poseen especial estatus como organizadores jerárquicos de las decisiones locales, al definir criterios de convergencia indispensables para ajustar el proceso de Ordenamiento Territorial a la realidad jerárquica de los ecosistemas.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • DECRETO 879 DE 1998 	<p>Reglamenta las disposiciones referentes al ordenamiento del territorio municipal y distrital y a los planes de ordenamiento territorial.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • DECRETO 3600 DE 2007 	<p>Reglamenta las determinantes de ordenamiento del suelo rural y el desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • CIRCULAR 023 DE 2010. COMPONENTE 	<p>En los términos señalados en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997, en la elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial, los municipios y distritos deben tener en cuenta las siguientes</p>

<p>AMBIENTAL EN PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL</p>	<p>determinantes que constituyen normas de superior jerarquía: 1. Las relaciones con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales y la prevención de amenazas y riesgos naturales. Entre estas determinantes se encuentran las normas y reglamentos expedidos por las entidades del Sistema Nacional Ambiental; las regulaciones sobre conservación, preservación, uso y manejo del medio ambiente y de los renovables; las disposiciones que reglamentan el uso y funcionamiento de las áreas que integran el sistema de parques naturales y las reservas forestales nacionales.</p> <p>La Ley 388 de 1997 establece en su artículo 11 que los Planes de Ordenamiento Territorial deben contar con 3 componentes: componente general, componente urbano y componente rural.</p> <p>El componente general del POT (constituido por los Objetivos, estrategias y contenidos estructurales de largo plazo) en lo que tiene que ver con el tema ambiental, debe incluir aspectos tales como: (i) Adopción de políticas de largo plazo para la ocupación, aprovechamiento y manejo del suelo y del conjunto y del conjunto de recursos naturales;(ii) Señalamiento de las áreas de reserva y medidas de protección del medio ambiente, así como de las áreas de conservación y protección del patrimonio histórico, cultural y arquitectónico.</p> <p>El componente urbano del POT (constituido por las políticas, acciones, programas y normas para encauzar y administrar el desarrollo físico urbano)</p>
---	---

	<p>En lo que tiene que ver con el tema ambiental, debe incluir aspectos tales como: (i) Políticas de mediano y corto plazo sobre uso y ocupación del suelo urbano y de las áreas de expansión;(ii) Delimitación en suelo urbano y de expansión urbana, de las áreas de conservación y protección de recursos naturales, paisajísticos y de conjuntos urbanos, históricos y culturales.</p> <p>El componente rural del POT (constituido por políticas, acciones, programas y normas para orientar y garantizar la adecuada interacción de los asentamientos rurales y la cabecera municipal así como la conveniente utilización del suelo) debe incluir aspectos ambientales como:</p> <ol style="list-style-type: none"> i. Políticas de mediano y corto plazo sobre uso y ocupación del suelo en relación con los asentamientos urbanos; ii. Señalamiento de las condiciones de protección, conservación y mejoramiento de las zonas de producción agropecuaria, forestal o minera; iii. Delimitación de las áreas de conservación y protección de los recursos naturales, paisajísticos, geográficos y ambientales; iv. Localización y dimensionamiento de las zonas determinadas como suburbanas en armonía con las normas de conservación y protección de recursos naturales y medio ambiente; v. Expedición de normas para la parcelación de predios rurales destinados a vivienda campestre acorde con la legislación agraria y ambiental.
--	---

<ul style="list-style-type: none"> • LEY 1454 DE 2011: LEY ORGÁNICA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL 	<p>CAPITULO II, ART 9. El Gobierno Nacional promoverá la asociación de las Corporaciones Autónomas Regionales, CAR, para diseñar y ejecutar programas de protección ambiental y en especial de cuidado de las zonas productoras de agua para que con recurso de esta se puedan proteger ecosistemas estratégicos y desarrollar programas de mitigación de riesgo. En desarrollo de esta tarea, las Corporaciones Autónomas Regionales podrán hacer inversión por fuera de su jurisdicción en cumplimiento de los convenios adelantados entre las mismas.</p> <p>En concordancia con lo previsto en el numeral 16 del artículo 31 de la Ley 99 de 1993 y el artículo 39 del Decreto 2372 de 2010, las Corporaciones Autónomas Regionales podrán declarar áreas protegidas.</p>
---	---

Tabla 3 MARCO LEGAL Y POLÍTICO

6 HIPÓTESIS

Los diseños para el control de inundaciones traerán beneficios para la población que se moviliza por la vía, por lo tanto se reducirán los impactos y accidentes que se puedan presentar por el desbordamiento debido a las crecientes por lluvias en los meses de mayor precipitación. En el puente de la virgen, se evitaría la inundación del río debido a la precipitación que se genera por el aumento del nivel del agua en temporadas de lluvia.

7 MARCO METODOLÓGICO

7.1 CLASE DE INVESTIGACIÓN

INVESTIGACIÓN – CUANTITATIVA.

Es una investigación de tipo cuantitativo, ya que se pretende elaborar los diseños de las técnicas hidráulicas para la protección de inundaciones causadas por el Río Frío en la vereda Tiquiza del municipio de Chía; se inicia recolectando información hidrológica, cartográfica y topográfica; la cual determina los caudales medio y máximos del Río Frío en las zonas de amenaza y vulnerabilidad, sobre lo que se selecciona el tipo de diseño basándose en los criterios establecidos en el modelo de la autoridad nacional del agua en el 2010, a través del cual se determinan las fases del proyecto: identificar el caudal a conducir, factores geométricos e hidráulicos de la sección, la topografía existente, la geología y geotecnia de la zona, los materiales disponibles en la zona o en el mercado más cercano, costos de materiales, disponibilidad de mano de obra calificada, tecnología actual, optimización económica, socio economía de los beneficiarios, climatología y altitud. (AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, 2010)

7.2 METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos de la presente investigación, se dará a conocer los sistemas, procesos, técnicas e instrumentos empleados para el desarrollo de este; se llevará cabo la metodología de priorización de obras que analizará diferentes escenarios de restricción presupuestaria (nula o de corto plazo), indicando los criterios adecuados para aplicar en cada caso.

Los criterios que se proponen tener en cuenta, pretenden destacar el enfoque hidráulico e hidrológico del alcance territorial de la influencia de la obra propuesta en los límites hidráulicos de su zona de influencia.

Una metodología de análisis de la interacción entre las obras hidráulicas, dando por supuesto que se dispone de los caudales máximos estimados para distintos períodos, razón por la cual es importante abordar los siguientes aspectos hidráulicos e hidrológicos:

Diagnóstico de la modificación de la capacidad de paso, Elevación del agua vs. Caudal, en las obras existentes aguas arriba, por los efectos potenciales de remanso de la obra propuesta.

Estimación de las inundaciones derivadas aguas arriba de la obra por los efectos anteriores sin medidas correctoras adicionales.

Determinación de las medidas correctoras aguas arriba de la obra.

Diagnóstico de la capacidad de paso, Elevación del agua vs. Caudal, en las obras existentes aguas abajo.

Cálculo de los niveles de crecidas aguas abajo para distintos períodos de retorno.

7.3 DOCUMENTACIÓN

Se realizó la revisión de diferentes documentos sobre los temas relacionados con el desarrollo del proyecto, como lo son características hidrográficas, demográficas y ambientales del municipio. De igual manera, se realizó una revisión del POT de la zona rural del municipio de Chía Cundinamarca, también se recurrió a textos teóricos y técnicos, artículos, informes, trabajos de grado y libros.

7.4 CAMPO

El trabajo en campo se desarrollará con la comparación de los datos e información otorgada por la alcaldía relacionada con las precipitaciones mensuales, servicios de acueducto y alcantarillado con los que cuenta el municipio para conocer los usos y potencialidades de estos, se involucrará a las personas que interactúan constantemente con estas fuentes y los recursos naturales, como principales usuarios se establecerá la relación de uso- conservación que se lleva a cabo en la actualidad.

7.5 RESULTADOS

En la primer parte se toma la información obtenida previamente, posterior a esto, se elabora el estudio técnico a través del método de selección de alternativas que permitirán conocer la localización adecuada para el diseño.

En la tabla número 4 se muestra cada uno de los objetivo, sus actividades de cómo se desarrolló y el tipo de metodología usada.

Tabla # 4

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	METODOLOGÍA
<ul style="list-style-type: none">• Determinar los caudales medios y	Realizar una revisión de los caudales año a año y sus características de la zona de	Revisión de la información de documentos relacionados y estudios realizados, con el

<p>máximo del Río Frío en la vereda Tiquiza, a través del análisis e interpretación de datos hidrológicos.</p>	<p>estudio y otros proyectos.</p>	<p>fin de conocer más información de la zona del área de estudio.</p>
	<p>Identificar zona de estudio en cartografía del Municipio de Cundinamarca escala 1:100.000 de la zona.</p>	<p>Identificar la cuenca del Río Frío a partir de la cartografía se obtendrá una serie de rasgos topográficos que son importantes para el diseño hidráulico que realizará en la zona del proyecto.</p>
	<p>Analizar el estado de los diseños, ubicación GPS (Visita, registro Fotográfico).</p>	<p>Seleccionar y diagnosticar el estado de los diseños.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Determinar los niveles y zonas de inundación y sus diferentes periodos de retorno, con base en la información cartográfica, topográfica e hidrológica. 	<p>Trazar la cuenca de estudio para el diseño tipo de Bolsacretos.</p>	<p>Evaluar las condiciones en las que se encuentra la estructura.</p>
	<p>Trazar la cuenca de estudio para el diseño del Bolsacretos</p>	<p>Valorar las características de la zona.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Elaborar los diseños establecidos en las zonas de mayor vulnerabilidad y amenaza de los 	<p>Realizar el diseño del Bolsacretos.</p>	<p>Trazar la cuenca de estudio para el diseño</p>
	<p>Comparar los datos en los diseños de los taludes.</p>	<p>Realizar los cálculos acorde a los parámetros establecidos de diseños hidráulicos.</p>

puntos seleccionados para el estudio.	Desarrollar fichas de manejo ambiental para las obras.	Evaluar los diferentes diseños para el seguimiento de las obras de control.
---------------------------------------	--	---

Tabla 4 METODOLOGÍA

7.5.1 Estudio de caudales

El diagrama número 1 se evidencia los pasos a seguir para seleccionar los caudales de estudio.

Diagrama # 1

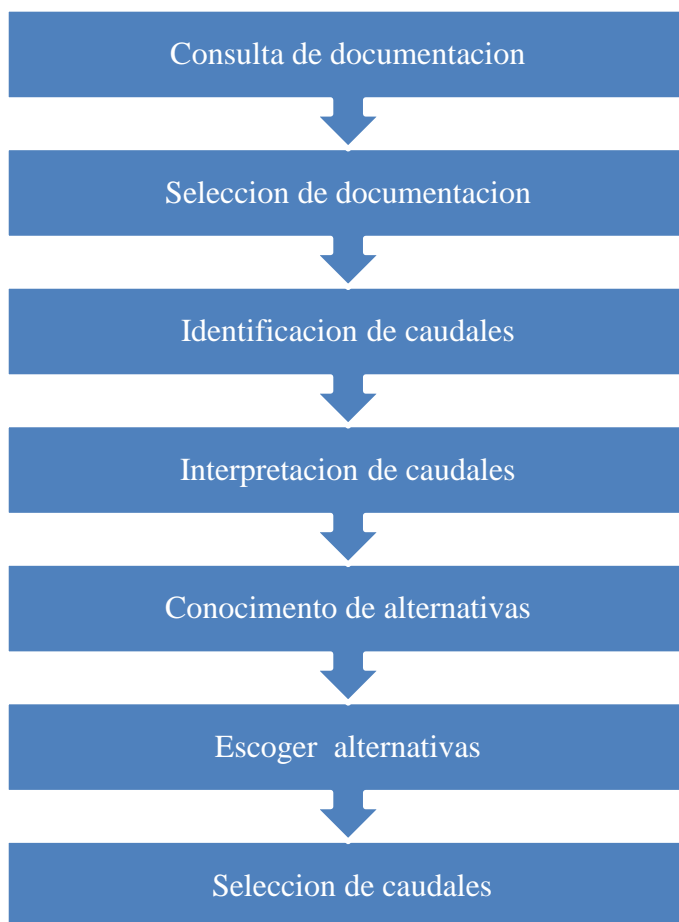


Diagrama 1 Estudio de Caudales

7.5.2 Estudio de niveles y zonas de inundación

Para identificar los las zonas y puntos de inundación de mayor afectación sé que generara el diseño de las obras hidráulicas en el Río Frío que se ilustra en el diagrama número 2.

Diagrama # 2

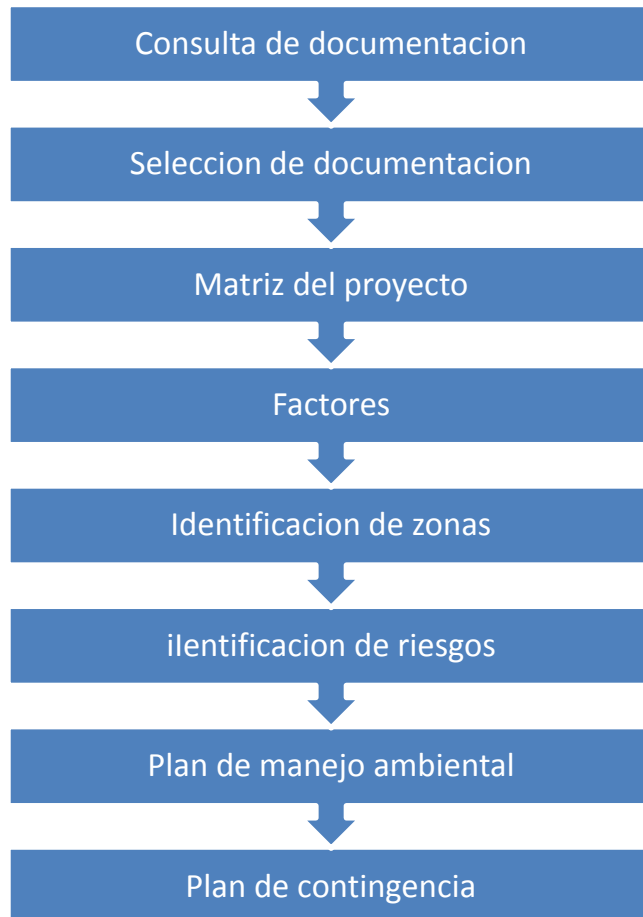


Diagrama 2 Estudio de niveles y zonas de inundación

7.5.3 Análisis de resultados

Con los resultados de los estudios anteriores, se define el diseño, su ubicación y se elaboran los planes de manejo ambiental y los planes de contingencia para el desarrollo del proyecto, se finaliza realizando las conclusiones y recomendaciones para la ejecución del proyecto como se ilustra en el diagrama número 3.

Diagrama # 3

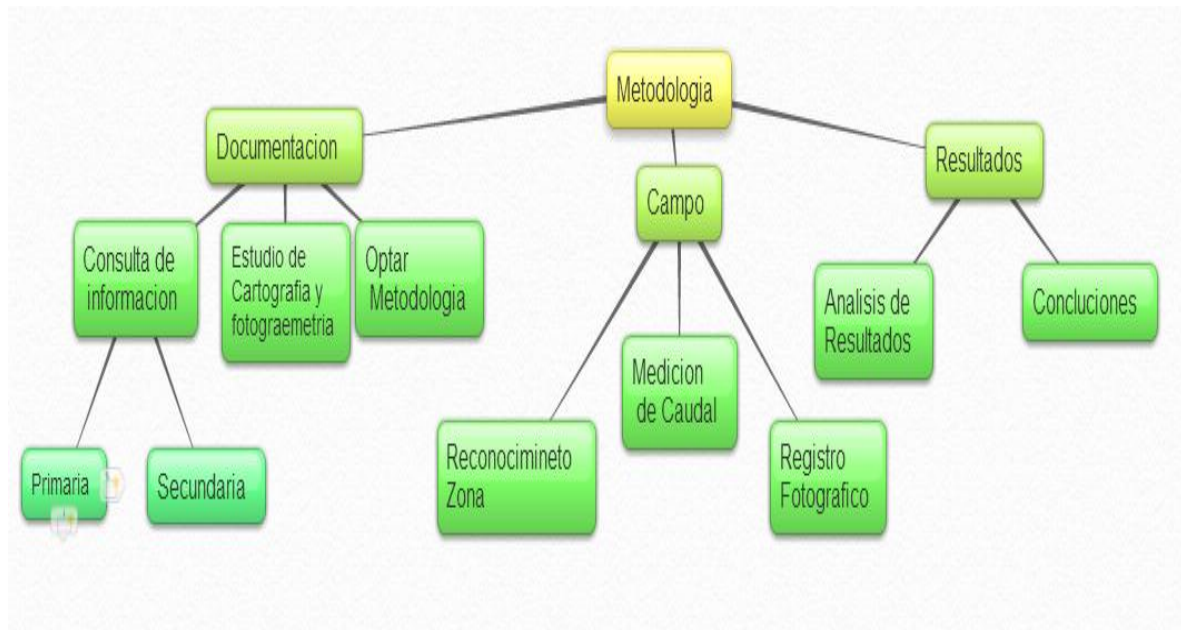


Diagrama 3 Plan de manejo ambiental

8 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

UBICACIÓN

El proyecto se realizará en la vereda Tiquiza en el municipio de Chía departamento de Cundinamarca. Coordenadas 4.871103, -74.063663

8.1 LÍNEA BASE AMBIENTAL

8.1.1 Áreas de influencia

Para el estudio de impacto ambiental se delimitó las áreas directas e indirectas que serán afectadas por los impactos generados en la construcción dique por medio del Bolsacretos.

8.1.2 Área de influencia directa

El área de influencia directa del proyecto serán los predios en la cual se instalaran las obras, campamentos e instalaciones necesarias,

8.1.3 Área de influencia indirecta

Dentro del área de influencia indirecta delimitada se encuentran en un predio, la zona de pasteo en fechas de inundación

8.2 LÍNEA BASE AMBIENTAL

El acelerado crecimiento poblacional (específicamente en la cuenca del Río Frío) deja ver la necesidad de realizar un estudio actual y certero del balance hídrico de la cuenca para adoptar decisiones y llevar a cabo medidas necesarias con el objetivo de prevenir y desarrollar un ambiente sostenible, consecuente con el paisaje natural y la recuperación del equilibrio ecológico.

8.2.1 Orografía:

El Río Frío nace en el Páramo de Guerrero en Zipaquirá, Cundinamarca y recorre los municipios de Zipaquirá, Tabio, Cajicá, Chía, y Cota donde desemboca en el río Bogotá.

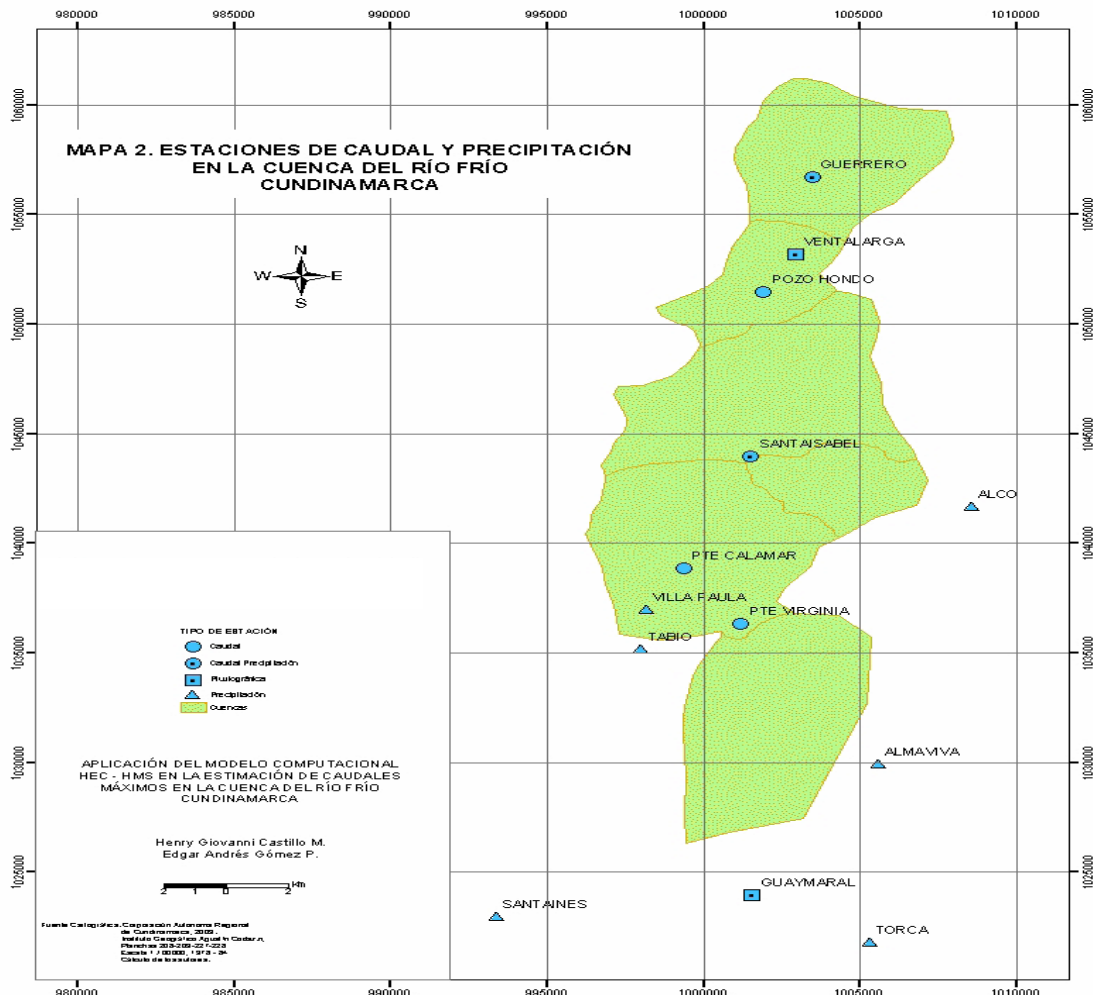
La cuenca del Río Frío se encuentra en la cordillera oriental y limita con una serie de serranías que forman el páramo de guerrero que oscilan entre los 3300 y 3700 msnm y lo separan de la cuenca del Río Cubillos. Por el sur con la zona plana del valle del Río Bogotá sobre los 2550 msnm por el este está limitado por el páramo de guerrero, loma las tres patas, alto de las tres cruces y la cuchilla de San Jorge que lo separan de la cuenca del Río Bogotá. Cuyas elevaciones oscilan entre los 3000 y los 3700 msnm.

8.3 CLIMATOLOGÍA

La cuenca del Río Frío encuentra en una altitud comprendida entre los 3700 y 2550 msnm y su clima está clasificado como frío andino con una temperatura media anual del 10.5 en las zonas altas. Tomando como estación representativa a estación de el neusa y de 13.5 °C tomando como estación representativa la de Tabio en las zonas bajas de la hoya, con fluctuaciones entre los 18°C y -5 °C en épocas de baja precipitación con presencia de heladas, especialmente en los meses Diciembre, Enero y Febrero

Ilustración # 4

UBICACIÓN ESTACIONES SOBRE LA SUBCUENCA DEL RÍO FRÍO



Fuente: CAR

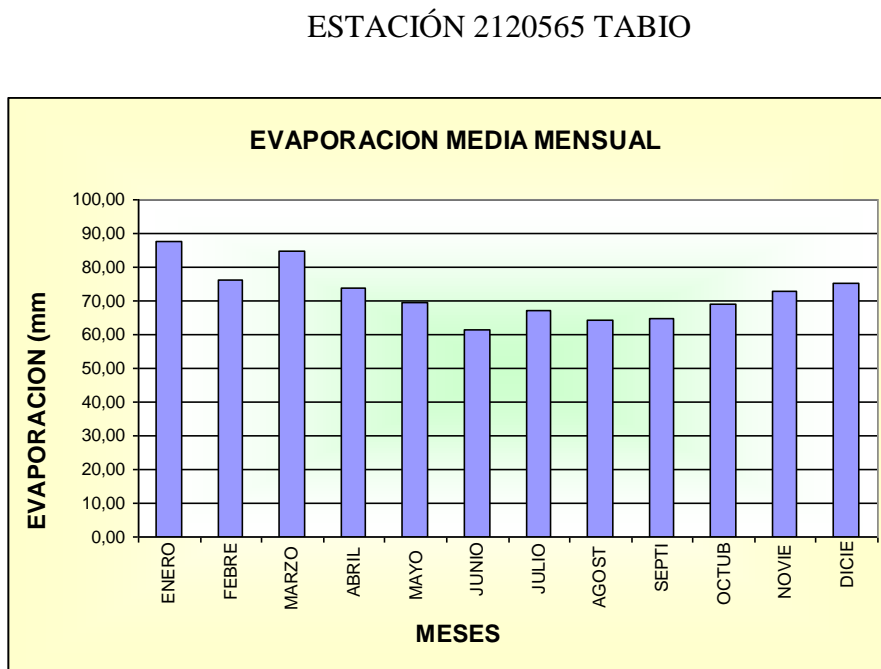
Ilustración 4 Ubicación Estaciones Sobre la Subcuenca del río frío

8.3.1.1 Evaporación

Para el análisis de evaporación en la zona objeto de estudio fue necesario tomar los valores existentes de la estación N° 2120565 Tabio, ubicada en la micro cuenca del Río Chicu, ya que es la más próxima a la zona objeto de estudio y que por su cercanía la información es lo suficientemente apropiada para la zona, ya que la estación Santa Isabel no cuenta con suficiente información de evaporación.

En la gráfica número 1 se evidencia la evaporación media mensual tomadas de la estación de Tabio.

Grafica # 1



Grafica 1 Evaporación Media Mensual

Fuente: Consultaría

8.3.1.2 Precipitación media mensual

La zona objeto de estudio presenta características de relieves planos, predomina el clima de templado a frío, contando el sitio del proyecto con elevaciones cercanas a 2560 m.s.n.m, temperatura promedio de 13,4°C, humedad relativa cercana al 77% y precipitación total anual de unos 770mm.

La hoya hidrográfica del río Frío pertenece básicamente al piso térmico frío, existen dos períodos lluviosos de septiembre a noviembre y de abril a junio.

De diciembre hasta principios de abril la región está dominada por el sistema tropical de los alisios del noreste, lo que define un período más seco con poca ocurrencia de aguaceros; adicionalmente, en los meses de junio y julio ocurre un verano menos acentuado que el mencionado anteriormente.

8.4 FUENTES DE AGUA

La principal fuente de agua superficial de que dispone el distrito para su abastecimiento la constituye el Río Frío, que pese afluentes principales como la quebrada el hornillo y honda a santa Isabel.

El Río Frío nace en el páramo de Guerrero a 3600 msnm tiene un área de drenaje total de 227.3 km² y desemboca al Río Bogotá después de un recorrido de 65 km, con una pendiente media de 1,2%.

Caudal medio de 1,10 m³/s para un área de drenaje de 96,9 km²

Caudal medio de 1.80 m³/s para un área de drenaje de 159.1 km²

8.5 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL.

Para determinar la variación la lluvia media durante el transcurso de los diferentes meses del año, se estudió la distribución histórica de las diferentes estaciones con relación al total anual, el cual se aplicó a la lluvia media del período 1947- Agosto 2011.

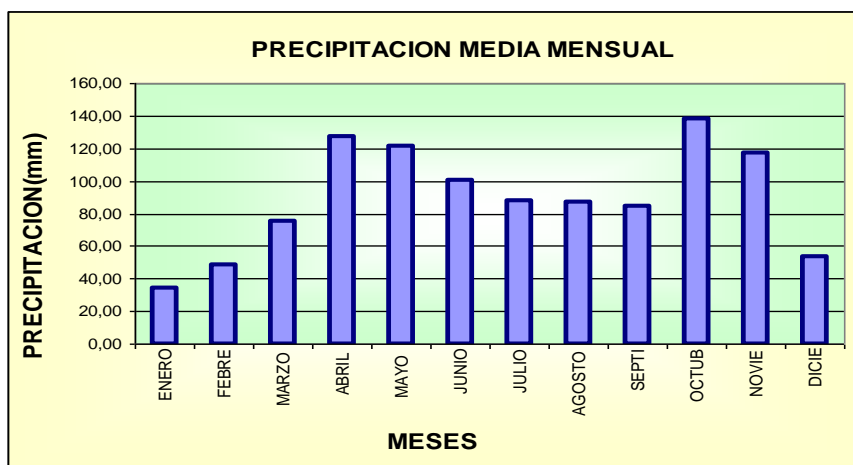
Se puede concluir que la zona presenta dos épocas lluviosas: abril-mayo y octubre-noviembre, y siendo mayor esta última y dos períodos secos: diciembre-marzo y junio-septiembre, notándose mayor intensidad en el primero primer periodo dic-marzo.

Se analizó las estaciones de 2020026 Ventana larga, se analizó los periodos de lluvia mensual del periodo correspondiente al año 1947 a agosto de 2011 y la estación 2120176 Santa Isabel, En el periodo comprendido entre los años 1969 y agosto de 2011, los cuales se presenta en las siguientes figuras.

En la gráfica número 2 se evidencia la precipitación mensual tomadas de la estación de ventana larga.

Grafica # 2

ESTACIÓN 2120026 VENTANA LARGA



Grafica 2 Precipitación Media Mensual

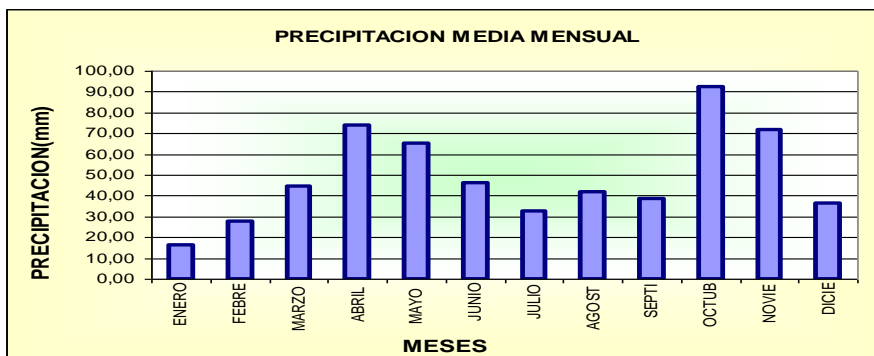
Fuente: La Consultaría

Teniendo en cuenta la información analizada de la estación 2120026 ventana larga, en el periodo de invierno, los meses más lluviosos del año corresponden a Abril y Octubre, con 127.21 mm para el mes de Abril y 138.12 mm para el mes de Octubre, el periodo de verano corresponde a los meses de enero con 34.61 mm y diciembre con 53.45 mm.

En la gráfica número 3 se evidencia la precipitación mensual tomadas de la estación de Santa Isabel.

Grafica # 3

ESTACIÓN 2120176 SANTA ISABEL



Grafica 3 Precipitación Media Mensual Estación Santa Isabel

Fuente: La Consultaría

Teniendo en cuenta la información analizada de la estación 2120176 Santa Isabel, en el periodo de invierno, los meses más lluviosos del año corresponden a Abril y Octubre, con 74.11 mm para el mes de abril y 92.60 mm para el mes de octubre, el periodo de verano corresponde a los meses de enero con 16.52 mm, Julio con 32.46 y Diciembre con 36.68 mm. En esta grafica se evidencia que el mes de Julio presenta un valor de precipitación menor al mes de Diciembre pero este dato se da porque la estación no reporta dato para los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2011, esta es la razón de porque se evidencia en la gráfica el mes de Julio menor que el mes de Diciembre.

(Chaparro, 2011)

8.6 GEOLOGÍA

El municipio hace parte de una geometría que responde a un estilo estructural caracterizado por fallas de cabalgamiento convergencias al occidente de la sabana, como sistemas imbricados que nacen y son controlados por fallas de dirección noroeste que sirven como rampas laterales.

Este sistema imbricado es el responsable de la generación de anticlinales estrechos y sinclinales amplios que han sido enrodados y que son rellenados por sedimentos cuaternarios conformando la planicie de la Sabana.

La geología de la región se caracteriza por estar dentro de una cuenca tectosedimentaria, sobre la cual se depositaron sedimentos de diferente origen como deltaico, lagunar, volcánico y otros; de texturas como conglomerados, arenas, limos y arcillas, que generan una diversidad de geo formas en función a su resistencia, a los procesos denudaciones y a estructuras tectónicas regionales que las afectan.

Regionalmente se conforma un altiplano en la parte central de la cordillera, conformada principalmente por sedimentos fluviolacustres, con algunos cerros y colinas residuales de formaciones litológicas arenosas. Hacia los bordes se presentan cadenas montañosas orientadas en dirección noreste, controladas en su mayoría por fallas y pliegues.

Son característicos igualmente en la región, los depósitos consolidados de origen fluvial y lacustre, presentados en la parte central de la sabana, constituyendo una morfología de altiplanicie.

En la región, se puede establecer dos estilos estructurales: el primero, localizado en el flanco oriental de la Cordillera Oriental, al oriente del sinclinal de Checua, con fallas de cabalgamiento convergencia al Oriente y las otras de menor importancia se comportan como

retro cabalgamiento convergencia hacia el Occidente. El segundo estilo estructural se presenta al occidente, caracterizado por fallas de cabalgamiento convergencias al occidente como sistemas imbricados que nacen y son controlados por fallas de dirección noroeste que sirven como rampas laterales.

Helmes & Van der Hammen (1995), denominan formación Chía a los depósitos constituidos por sedimentos fluviales de grano fino que afloran a lo largo de los ríos principales que generalmente están por debajo de las llanuras de inundación de los ríos.

8.6.1 Características Morfo métricas

Área de la Cuenca: 195.3 km²

Factor Forma: 0.16

El resultado indica que la cuenca tiene una forma achatada y propensa a inundaciones.

Coefficiente de Compacidad: 1.63.

Cuenca oval -oblonga a rectangular- oblonga.

Altitud Media de la Cuenca: 2.870 msnm

Pendiente: 12 y 16% clasificación de media alta.

Densidad de Drenaje: 5.28 m/km² (Longitud de corrientes/área total).

Representa la capacidad de la cuenca para evacuar las aguas de escorrentía.

En la tabla número 5 se identifica toda la morfología del Río Frío

Tabla # 5

MORFOMETRIA	
PARÁMETRO	Río Frío
Área de la cuenca Km ²	195.3
Perímetro	90.1
Long de la corriente Km	51
Diámetro Km	17.011
Razón de elongación	0.33
Factor de forma	0.087
Amplitud de cuenca	4.45
Coefficiente de capacidad	5.2
Cota máxima de la cuenca	3.45

Cota mínima de la cuenca	2.55
Diferencia de altura	900
Razón de relieve	0.017
Forma de la cuenca	Alargada
Fuente: Estudio impacto ambiental ECOPEPETROL	

Tabla 5 MORFOMETRIA

El factor forma reportado para la cuenca identificada en el área de estudio, muestra valores bajos, lo que determina que la tendencia a las crecidas, el desbordamiento y el inicio de procesos de erosión en dicha cuenca es baja.

De igual forma, el coeficiente de compacidad, reportado para la cuenca del área, muestran valores también muy bajos, que determinan que el riesgo de desbordamiento es bajo.

En lo que respecta al régimen hidrológico temporal de las corrientes, este se presenta de manera semejante que la precipitación, es decir en un año hidrológico la distribución es bimodal, con caudales máximos en los meses de marzo a mayo, y un segundo período en los meses de octubre y noviembre. Los meses de caudales menores serían los de diciembre a febrero y entre junio a agosto.

8.7 CAUDALES

Para el caso de la subcuenta del río Frío, se realizó el estudio de los caudales medios mensuales aportados por la cuenca, en dos escenarios del ciclo hidrológico (meses secos y meses húmedos), obteniendo como resultado los datos registrados la tabla número 6.

Tabla # 6

CAUDALES m ³ /s		
	Periodo Seco	Periodo Húmedo
Río Frío	1.47	2.82
Fuente: POMCA Río Bogotá - CAR 2006		

Tabla 6 CAUDALES

La distribución del caudal medio del río Frío, presenta dos períodos de mayor caudal, relacionados con los períodos de precipitación, en donde los caudales superan el valor medio y que corresponde, en primera instancia a los meses de abril a junio, y un segundo período

durante los meses de octubre y noviembre. La época seca corresponde a los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, y un segundo período más corto entre los meses de julio y agosto.

El comportamiento de los caudales medios a lo largo de su trayecto, representado de las dos estaciones de medida existentes para el sector se registra en la ilustración número 5.

(CORPORACION AUTONOMA REGIONAL , 2006)

La cual identifica un caudal mayor en la estación de La Virginia entre el mes de Septiembre y el mes de Noviembre

Ilustración # 5

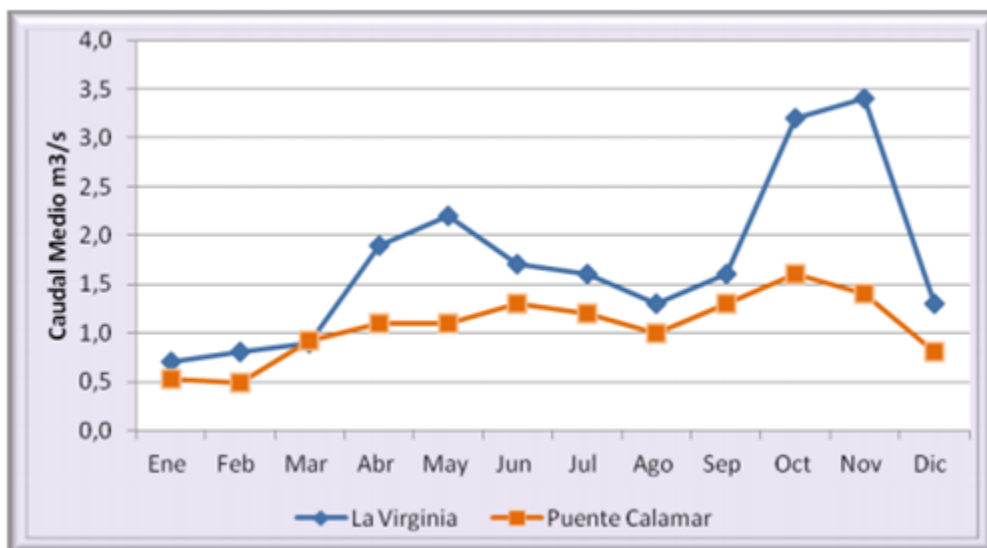


Ilustración 5 Caudal Subcuenca del Río Frío

Fuente: CAR

8.7.1 Calidad del Agua.

Con base en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas se define la calidad del agua, la cual debe cumplir con las normas vigentes y especificaciones técnicas que permita dar uso de este recurso, según sea de doméstico, agrícola, pecuario, industrial, recreacional, para reservación de la flora y la fauna entre otros. A continuación se describen los diferentes informes relacionados con el análisis de los parámetros físico químicos de las principales corrientes de agua que hacen parte de las Subcuenca del municipio.

8.7.2 Características hidrológicas

En la tabla número 7 se identifica las características hidrológicas usadas en el consumo de la cuenca.

Tabla # 7

CUENCA	Oferta		Demanda m ³ /s				Índice de escasez	
	Periodo seco	Periodo húmedo	Domestica	Agropecuaria	Industrial	Ecológica	Periodo seco	Periodo húmedo
Río Frío	1.47 m ³	2.84 m ³	0.049 m ³	8.93 m ³	0.007 m ³	0.17 m ³	Alto	Medio alto

Tabla 7 Características hidrológicas

Fuente: CAR

8.7.3 Características físicas

Texturas moderadamente finas, estructuras moderadas a fuertes, densidades aparentes medias en suelos originados a partir de rocas y bajas en aquellos que son producto de la evolución de cenizas volcánicas y una alta susceptibilidad a la erosión hídrica cuando son desprovistos de vegetación

8.7.4 Características químicas

pH ligeramente ácidos, moderada a alta saturación de aluminio, moderada a baja saturación de bases, moderados contenidos de carbón orgánico, bajos contenidos de fósforo, potasio y calcio. En general, los suelos son de fertilidad moderada a alta.

8.7.4.1 Coberturas Vegetales

Bosque Primario – Alto andino:

Weinmannia tomentosa

Hedyosmum colombianum

Clusia multiflora

Clusia sesillos

Bosque Secundario:

Weinmannia tomentosa

Macleania rupestres

8.7.5 Geomorfología

Chía determinan tres paisajes: Montaña, Piedemonte y Valle, los cuales se describen a continuación:

El paisaje de montaña, localizado al occidente del municipio se eleva desde los 2600 m hasta los 3050 m., como se dijo en el análisis geológico, su composición litológica corresponde a materiales sedimentarios especialmente areniscas y conglomerados. Hacen parte de este paisaje los tipos de relieve laderas predominantemente, con pendientes mayores del 50%; también se presentan cimas y resaltos de laderas con pendientes más suaves, entre el 12 y 50 %.

El paisaje de piedemonte se extiende desde la base de la montaña hasta los taludes que lo separan con la llanura de desborde. Ocupa la mayor extensión del municipio, su topografía es plana a ligeramente ondulada. Presenta como tipos de relieve: abanicos, terrazas y taludes de terraza.

La topografía es plana con pendiente entre 0-3%; por estas características, es susceptible de presentarse eventualmente problemas de drenaje, como encharcamientos, inundaciones y desbordamientos.

8.8 COMPONENTE BIÓTICO

8.8.1 Flora

Al clima duro de esta comarca hay que añadir la altitud ya que la mínima se aproxima a los 700 m, mientras que la máxima supera los 3000 metros con muchas cimas por encima de esta altura.

Esas características condicionan la vegetación, bien adaptada a la dureza del medio y representada en mayoría por extensos quejigales (*Quercus* sp.) y carrascales (*Quercus ballota*), alternados con manchas de pino laricio (*Pinus nigra*).

Al ascender por las laderas pirenaicas, la vegetación cambia: aparecen primero los pinares de pino silvestre (*Pinus sylvestris*), por encima los hayedo-abetales (*Fagus sylvatica* y *Abies alba*), luego y hasta el límite forestal, los bosques de pino negro (*Pinus uncinata*) y, más arriba, los pastizales subalpinos y alpinos.

8.8.2 Fauna

Los bosques de esta comarca dan vida a gran cantidad de reptiles como diferentes especies de sapos, serpientes o ranas en sus charcas aunque también podemos encontrar a alguno de ellos a gran altitud como la rana pirenaica o la víbora aspid.

Las aves también tienen una importante presencia en esta zona con alguna especie curiosa como el Alcaudón real, el Alcaudón común (ambos similares a un halcón) o el escaso urogallo, el azor es abundante en los bosques así como el cárabo y demás aves de menor tamaño como el mirlo.

La presencia de mamíferos no es menos importante pues podemos encontrar ginetas, zorros, ardillas entre los árboles, jabalíes, al reintroducido oso pardo y ya en más altitud, a los sarrios y las marmotas.

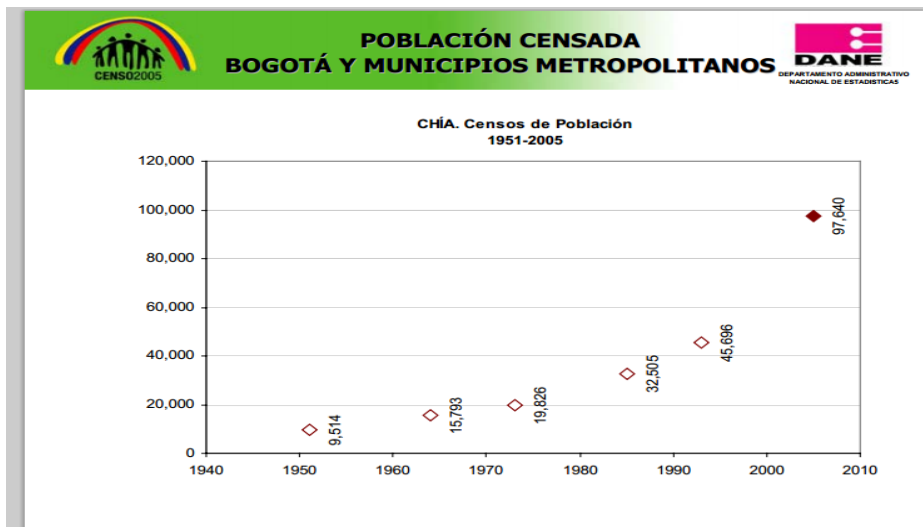
(Ayuntamiento y campo , 2008)

8.9 COMPONENTE SOCIAL

8.9.1 Población y Servicios Básicos

En la ilustración número 6 se representa el aumento de la población brindada por el DANE desde 1950 a 2010

Ilustración # 6



Fuente: DANE

Ilustración 6 Población DANE

(DANE, 2008)

8.9.1.1 Demografía

La hoya del Río Frío pertenece administrativamente a los municipios de Zipaquirá, Tabío, Cajicá, Chía y Cota.

La población total del municipio de Chía para el año de 1980 era de 27406 habitantes, su crecimiento ha afectado más el casco urbano, que el sector rural debido principalmente a un efecto migratorio de Bogotá, especialmente, con un crecimiento promedio del 8,3 en el periodo de 1973 a 1980, mientras que la población rural creció a un ritmo de solo el 1.07%.

Servicio de Energía, Acueducto y Alcantarillado

8.9.1.2 Acueducto

La población urbana y rural de Chía cuenta con un buen suministro de agua de la planta de Tibito

Existen adicionalmente varios acueductos rurales construidos por las acciones comunales que abastecen una pequeña proporción de la población rural en el municipio de Chía

8.9.1.3 Alcantarillado

Los cascos urbanos y zonas aledañas del municipio en Chía cuenta con un buen servicio de alcantarillado, que en la actualidad se está ampliando a las zonas de granjas y fincas, que estos vierten sus aguas al Río Frío y finalmente desemboca en el Río Bogotá, y por parte de la corporación autónoma esta las plantas de tratamiento, dentro del programa de recuperación del Río Bogotá

(Corporacion Autonoma Regional, 1991)

9 ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL

El estudio se realizó para evaluar e identificar los impactos que puedan generar la actividad y las fases de construcción y operación de la obra hidráulica en el Río Frío.

Para la determinación de la construcción se seleccionó tres alternativas, que tenían en cuenta las características y los elementos del medio, de manera que en su elección se evitasen las zonas o enclaves que presentaran interés, así como minimizar al máximo las posibles afecciones quedando descartada cualquier zona que implicase la existencia de impactos de carácter severo a crítico o incompatibilidades con cualquiera de los factores del medio.

Para la evaluación de los impactos ambientales generados se utilizó la metodología Listas de revisión, este método consiste en un listado de componentes ambientales que pueden ser alterados por las acciones de un proyecto.

Ayudan a la identificación de las medidas preventivas o de mitigación de los impactos previstos, dependerá de la experiencia y buen conocimiento ambiental del equipo técnico que realiza el estudio.

En la tabla número 8 se evidencia una ficha ambiental del proyecto a desarrollar.

Tabla # 8

PROGRAMA	Obras hidráulicas para la protección de inundaciones (Bolsacretos)
OBJETIVOS	
<p>Diseñar técnicas hidráulicas para la protección de inundaciones causadas por el Río Frío analizando la amenaza y vulnerabilidad social en la vereda Tiquiza en el municipio de Chía Cundinamarca.</p> <p>Elaborar los diseños establecidos en las zonas de mayor vulnerabilidad y amenaza de los puntos seleccionados para el estudio.</p>	
METAS	
<p>Realizar el 100% de las obras necesarias para evitar las inundaciones para un periodo de durabilidad de 100 años.</p>	
IMPACTOS A MANEJAR	
<p>Deterioro de la estructura , por aumento del Caudal en el Río Frío</p>	
TIPO DE MEDIDA	Preventiva
LOCALIZACIÓN Y/O BENEFICIADOS	
<p>Residentes zona de proyecto</p> <p>Usuarios que se movilizan por el corredor vial y población aledaña.</p>	
ACCIONES DE MANEJO	
<p>Realizar un diagnóstico del estado actual de las zonas de inundación.</p> <p>Determinar si las obras hidráulicas amortiguan la creciente del río evitando el paso del agua hacia las vías y viviendas.</p> <p>Realizar Seguimiento de las estructuras en periodos húmedos y secos.</p>	

SEGUIMIENTO Y MONITOREO



Ilustración 8 Río Frío



Ilustración 7 Río Frío

2012 Fuente: Propia

2012 Fuente: Propia

En las imágenes es evidente el deterioro que sufrieron las zonas de inundación (el año 2012) donde la corriente del río pasaba al costado de la vía, lo que ocasiono por procesos naturales desvío del cauce causando una afectación en las vías , perdiendo estabilidad y generando procesos de socavación como se puede observar



Ilustración 9 Río Frío



Ilustración 10 Río Frío

2012 Fuente: Propia

Para resarcir las alteraciones ocasionadas por la corriente del río, se optó por implementar una medida correctiva utilizando obras de estabilización, como primero aumentar profundidad del área del río, igualmente para impedir el paso del agua hacia estas.

2012 Fuente: Propia



Ilustración 11 Diseño Final Bolsacreto

2014

Funte:propia

La alternativa del Bolsacretos es suficiente para controlar la problemática a la cual se enfrenta la vereda y la zona, por lo se ha dado seguimiento a las obras en el 2014, que actúan en defensa de crecientes y resulta conveniente estas obras para la fijación de márgenes manteniendo el cauce del río y limpieza de alcantarillado.

Actualmente las estructuras Bolsacretos presentar en la base de estas rotura de las bolsas y taponamiento ocasionado por la comunidad del sector, y generando acumulación de sedimentos de arrastre por la corriente del río.

INDICADORES

<i>Nombre del indicador</i>	<i>Formula</i>
Obras de contención	$\frac{\text{Obras construidas}}{\text{Obras a realizar}} * 100$

RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN

Contratista Y Alcaldía

COSTOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Maquinaria		1	1200000	\$ 2.400.000
Bolsas	Metros 3	1215	\$ 30000	\$ 36.450.000
Mano de obra	Trabajador	4	\$ 700000	\$ 5.600.000

Ingeniero	Diseño	1	\$ 1000000	\$ 1000000
			VALOR TOTAL	\$ 45.450.000

Tabla 8 FICHA AMBIENTAL DEL PROYECTO

10 ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Las actividades se describirán para la construcción y operación de la obra hidráulica en el Río Frío en el municipio de Chía.

10.1 ACTIVIDAD PRELIMINAR

- Se debe establecer un plan de trabajo, los medios a utilizar, el destino y la posesión de los materiales y elementos a renovar y recuperar.
- Comprobar la información primaria y secundaria necesaria para la realización del proyecto.
- Comprobar que los efectos generados por las obras de construcción son los contemplados en los Estudios de Impacto Ambiental.
- Conocimiento del proyecto a la población
- Consulta de planes de manejo ambiental

10.2 ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN

- Contratación de personal calificado para la construcción la obra
- Delimitación del vía en el cual se realizara la obra
- Señalización en la vía para protección a transeúntes
- Instalación de cacetas para almacenamiento de materiales
- Instalación de sistemas de iluminación.
- Construcción de campamentos para el personal de la obra.
- Transporte de materia primas a la obra
- Transporte de maquinaria para ejecución de la obra
- Construcción de las obras (diques)
- Entrega de la obra
- Devolución de equipos
- Desmonte de cacetas de almacenamiento
- Desmonte de campamento.

- Disposición final de escombros
- Revegetalización de las zonas afectadas.

10.3 PROCESO

El procedimiento de colocación permite los trabajos en condiciones secas o bajo agua según los requerimientos del proyecto.

Los Bolsacretos son formaletas flexibles y permeables elaboradas a partir de cintas planas de polipropileno, que forman un textil de excelentes características ingenieriles. Estos Bolsacretos se confeccionan según dimensiones establecidas (1 m³ ó 2 m³) para optimizar su manejo, utilización y colocación en el lugar de trabajo, Los Bolsacretos contienen la masa de mortero o de concreto conformando un enrocado de gran tamaño.

Los Bolsacretos, deben ser colocados en el lugar que previamente ha sido establecido por el diseñador o pueden ser lanzados al agua cuando sea necesario. Se debe recordar que se está manejando un enrocado artificial pero que durante el vaciado del material dentro del Bolsacretos, está en forma líquida y no ha adquirido la suficiente resistencia a la compresión. Se debe desarrollar entonces una traba, para que los Bolsacretos una vez fraguados mantengan la estabilidad necesaria, de tal forma que puedan soportar el embate de las aguas o empujes que provengan del espaldón.

10.4 INFRAESTRUCTURA REQUERIDA

Para la construcción del Bolsacretos en el Río Frío es necesario tener en cuentas las siguientes características del terreno:

- Ubicación
- Pendiente
- Estabilidad
- Vías de acceso
- Mano de obra

10.5 EQUIPOS Y MATERIALES REQUERIDAS

Los equipos y las materias primas necesarios para la construcción del diseño de Bolsacretos en la vereda Tiquiza en el municipio de Chía del departamento de Cundinamarca. El Ubicada en la vereda Tiquiza con coordenadas, Latitud 4°52'13.92"N Longitud 74° 3'45.84"W

- Excavadora

- Volquetas
- Válvulas
- Bolsas (cintas planas de polipropileno)
- Concreto
- Equipo para llenado de Bolsacretos
- Geotextil
- Válvula auto sellante
- Mano de obra

10.6 FACTORES DE AFECTACIÓN

A continuación en la tabla número 9 se indican los factores de posible afectación ocasionadas durante la construcción de la obra.

Tabla # 9

CONDICIONANTE AMBIENTAL		ALTERNATIVA
SUELO	Se excluyen los emplazamientos que afectan a zonas de escarpes, inestables o con riesgo alto de inundación, y los que con lleven movimientos de tierras de consideración.	<ul style="list-style-type: none"> · Ubicación adecuada parcialmente a terrenos considerados de riesgo de movimientos en masa y procesos erosivos. · En su localización en pequeñas vaguadas y su mayor proximidad a pequeños arroyos, implica un mayor riesgo de arrastre durante los movimientos de tierra a la red de drenaje.
FAUNA	Se seleccionan las zonas caracterizadas como sensibilidad faunística baja, evitando las formaciones de ribera, hábitat de elevado interés para la fauna amenazada y a través del cual se canalizan los principales flujos aviares en la zona.	<ul style="list-style-type: none"> · Localizar en zonas caracterizadas con sensibilidad baja. · Se sitúa sobre un hábitat favorable para la construcción y con baja amenazada en destrucción de fauna

CONDICIONANTE AMBIENTAL		ALTERNATIVA
VEGETACIÓN	Se favorece la ubicación en terrenos, frente a zonas de vegetación natural como riberas, formaciones y áreas pasteo en las zonas de especial interés.	Resulta más ventajosa debido a que se localiza sobre terrenos dedicados exclusivamente para pasteo y zona inundable.
ESPACIOS NATURALES	Se evita la ubicación en espacios naturales protegidos o catalogados. En el presente caso, el único espacio catalogado corresponde a una arboleda singular incluida en el Inventario Abierto de Árboles	Es la que mayor distancia mantiene respecto a zonas clasificadas como Hábitats Naturales. Si necesidad de tocar ningún árbol.
PATRIMONIO HISTÓRICO CULTURAL	No se encuentra ningún patrimonio sobre la obra	

CONDICIONANTE AMBIENTAL		ALTERNATIVA
PAISAJE	Se excluyen las unidades de paisaje de mayor calidad y fragilidad visual. Se evita la implantación dentro de masas forestales naturales. Y se tiene en cuenta la presencia de arbolado en las cercanías dado que reduciría el impacto visual.	Se sitúa en un lugar frecuentado, y además es el punto de mayor vulnerabilidad, se encuentra sobre la vía principal de Tiquiza la cual se trata de mantener con su paisaje natural a largo plazo.

	Se favorecen los emplazamientos en las zonas de menor calidad paisajística teniendo en cuenta además las características de las cuencas visuales, la Intervisibilidad propia de las unidades de paisaje y las zonas con alta frecuentación.	
INFRAESTRUCTURAS	Se favorece un emplazamiento en zonas con presencia de infraestructuras que dispongan de buena accesibilidad.	Sólo se pondría la apertura de cortos tramos de nuevos accesos que se realizarían la zona verde Se dispondrá de acceso directo, ya que estas próximas a la vía esto facilita el acceso y minimiza el trasiego de maquinaria por caminos rurales.

Tabla 9 CONDICIONES AMBIENTALES

10.7 ESTABLECIMIENTO DE LOS FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS Y DEFINICIÓN DE LA AFECCIÓN.

Una vez definidas las acciones generadas de impacto por la construcción de las obras hidráulicas, se describe los factores de los medio más representativos que se verán afectados por cada una de las acciones antes citadas en las actividades, de tal forma que para cada relación acción – factor se describirá el impacto producido.

Así, de forma genérica, se establece el entorno de ubicación de la obra hidráulica se encuentra constituido por elementos que pertenecen a dos grandes grupos: Medio Físico y Medio Socioeconómico, los cuales se componen de subsistemas y éstos a su vez de componentes ambientales sobre los cuales impactarán las acciones antes propuestas.

A modo de referencia, se establece en la tabla número 10 un resumen con la relación de Factores del Medio más representativos y que servirán de guía en la descripción.

Tabla # 10

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL
MEDIO FÍSICO	MEDIO INERTE	Aire Clima Agua
	MEDIO BIÓTICO	Vegetación Fauna
	MEDIO PERCEPTUAL	Valor testimonial Paisaje Intervisibilidad Componentes singulares Recursos científico culturales
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO Y CULTURAL	MEDIO RURAL (USOS)	Recreativo Producción Conservación de la naturaleza Viario rural
	M. DE NÚCLEOS URBANOS	Estructura de los núcleos Estructura urbana y equipamientos Infraestructura y servicios Patrimonio histórico artístico
	MEDIO SOCIO CULTURAL	Aspectos culturales Servicios colectivos Aspectos humanos Patrimonio histórico artístico
	MEDIO ECONÓMICO	Economía

Tabla 10 DEFINICIÓN DE LA AFECCIÓN

11 BOLSACRETOS

11.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la excavación necesaria para las fundaciones de las estructuras en Bolsacretos de acuerdo con los alineamientos. Incluye también la remoción, transporte y disposición de todo material que se encuentre dentro de los límites de las excavaciones y la limpieza final que sea necesaria para la terminación del proyecto.

11.2 MATERIALES

Los materiales provenientes de las excavaciones en el lecho del Río que sean adecuados y necesarios para la ejecución de rellenos, deberán ser almacenados por el Constructor para aprovecharlos en la protección externa del muro de Bolsacretos, según se determine.

Los materiales de las excavaciones en el lecho del Río que no sean utilizables, deberán ser dispuestos de acuerdo con lo que establezcan los documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor, en zonas de disposición o desecho aprobadas ambientalmente.

11.3 EQUIPO

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más apropiados para las operaciones por realizar, de acuerdo con el tipo de material por excavar, los cuales no deberán producir daños innecesarios en vecindades o en la zona de los trabajos; y deberán garantizar el avance físico según el programa de trabajo, permitiendo el correcto desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

11.4 CONSERVACIÓN DE LOS CAUCES

A menos que una especificación particular indique algo diferente, no se permitirá ninguna excavación por fuera de los cajones, ataguías, encofrados o tablestacados, ni alterar el lecho natural de las corrientes adyacentes a la estructura, sin el consentimiento del Interventor.

Si se efectúa cualquier excavación o dragado en el sitio de la estructura, antes de colocar los el Constructor deberá rellenar la zona excavada o dragada, a sus expensas, una vez colocada la cimentación, hasta la altura natural del terreno o lecho del Río, con material aprobado por el Interventor.

11.5 BOMBEO

En cualquier excavación que lo requiera, el bombeo se deberá hacer de manera que excluya la posibilidad de arrastrar cualquier porción de los materiales colocados. No se permitirá bombear agua durante la colocación del concreto o durante las veinticuatro (24) horas

siguientes, salvo que el bombeo se pueda efectuar desde un sumidero apropiado, separado de la obra de concreto por un muro impermeable u otros medios efectivos.

11.6 MANEJO AMBIENTAL Y OTRAS CONSIDERACIONES

Todas las labores de excavaciones se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

12 CÁLCULOS

12.1 ESTUDIO DEL PROYECTO

Con el estudio técnico se realiza la selección de la localización de mayor impacto a inundaciones para el diseño del mismo, se tomó varios puntos:

- Ubicada en la vereda Tiquiza con coordenadas, Latitud $4^{\circ}52'16.41''N$ Longitud $74^{\circ}3'49.49''W$



Fuente: Propia

Ilustración 12 RÍO FRÍO PUNTO DE DISEÑO

- Ubicada en la vereda Tiquiza con coordenadas, Latitud $4^{\circ}52'13.92''N$ Longitud $74^{\circ}3'45.84''W$



Ilustración 13 RÍO FRÍO PUNTO DE DISEÑO 2

Fuente: propia

- Ubicada en la vereda Fagua con coordenadas Latitud $4^{\circ}53'5.04''N$ Longitud $74^{\circ}3'8.71''W$



Ilustración 14 RÍO FRÍO PUNTO DE DISEÑO 3

Fuente: propia

12.1.1 Selección del punto

Para la selección de este punto para el diseño del Bolsacretos en el Río Frío se utilizó un método cualitativo por medio de puntos asignados en conocimiento del estudio de documentos de caudales y afectación de mayor impacto a inundaciones afectados periódicamente a los factores principales que permitían el desarrollo del proyecto, así se realiza una comparación de puntos de mayor afectación y menor afectación se realiza una comparación para la ejecución del proyecto.

12.2 Ubicación del diseño

- La construcción del diseño de Bolsacretos se realizara en la vereda Tiquiza en el municipio de Chía del departamento de Cundinamarca. El Ubicada en la vereda Tiquiza con coordenadas, Latitud $4^{\circ}52'13.92''N$ Longitud $74^{\circ}3'45.84''W$



Fuente: propia

12.2.1 Distancia a punto de diseño

Distancia [Ilustración 15 UBICACIÓN PUNTO DE DISEÑO](#) de 42.3

kilómetros desde nacimiento apunto de diseño en la ilustración número 16.

Ilustración # 16



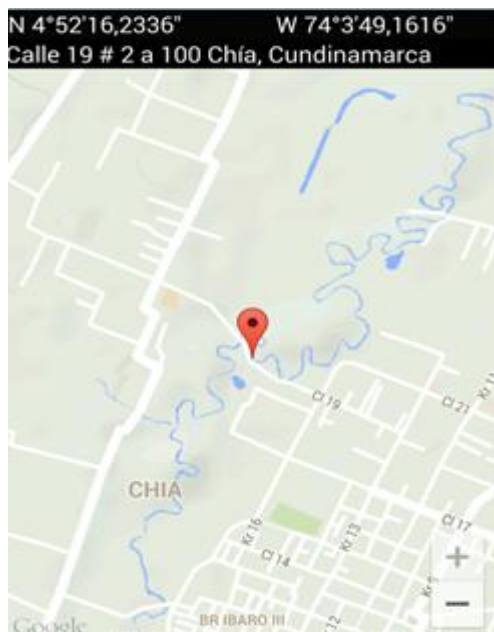
Ilustración 16 PUNTO DE DISEÑO

Fuente: Google Earth

12.2.2 Lugar de diseño

La ilustración número 18 muestra las coordenadas del punto del diseño con el programa Google Map, y la ilustración número 19 muestra coordenadas con el programa portal hidrológico net.

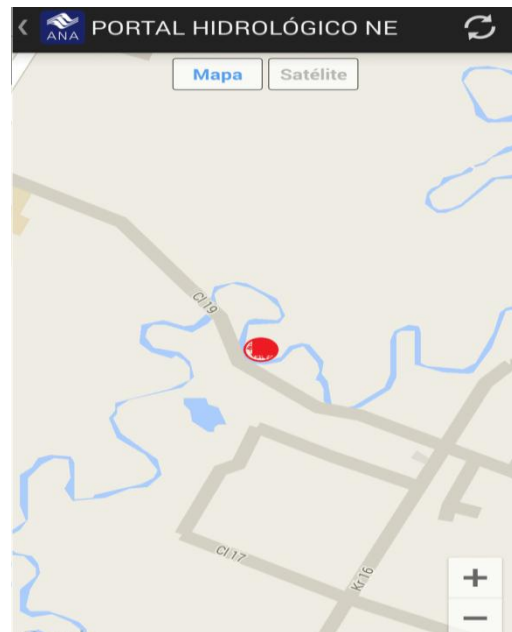
Ilustración # 18



**Ilustración 18 COORDENADAS
PUNTO DE DISEÑO**

Fuente: Google Map

Ilustración # 19



**Ilustración 17 COORDENADAS
PUNTO DE DISEÑO**

Fuente: Portal Hidrológico

12.2.3 Caudales punto de diseño

La metodología es la siguiente:

- Se elige un tramo del canal que sea recto y de sección transversal uniforme, de 10 metros de largo, donde el agua escurra libremente como se evidencia en la ilustración número 19.

Ilustración # 19

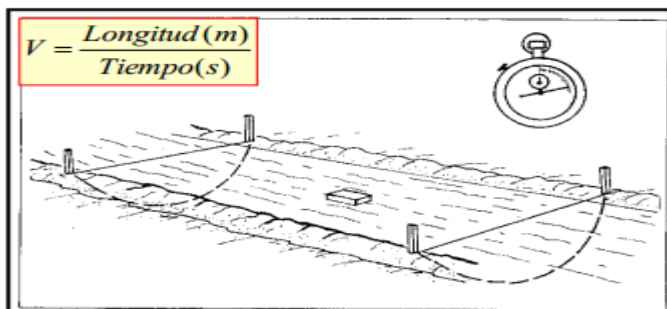


Ilustración 19 MÉTODO AFORO

Fuente: Métodos de aforos

- Para determinar la velocidad que lleva el agua en esa sección, se marca en el terreno la longitud elegida y se toma el tiempo que demora un flotador en recorrerla.
- Como flotador se puede usar cualquier objeto que sea capaz de permanecer suspendido en el agua, como un trozo de madera, que no ofrece gran resistencia al contacto con el aire y que se deje arrastrar fácilmente por la corriente de agua.
- Determinación de velocidad. Se divide la longitud del tramo por el tiempo que tarda el flotador en recorrerla.

Un segundo aspecto de este método considera la determinación de la sección o área de escurrimiento del canal o acequia. Para ello se usa un listón marcado cada 50 cm (d), (esta distancia depende del ancho de la acequia) y una varilla con la cual se mide la profundidad del agua (h) cada 50 cm a lo ancho del cauce.

La sección se determina mediante la semisuma de dos profundidades contiguas, (descontando la distancia entre el listón y el espejo de agua) y multiplicadas por el ancho o separación entre

cada medición, en este caso un valor fijo (d). Los datos se ordenan en una tabla de las siguientes características:

- **INICIO DEL DISEÑO**

En la tabla número 11 se evidencia la velocidad calculada después de realizar el aforo en la sección de inicio de 10 metros.

INICIO DEL DISEÑO		
TIEMPO	DISTANCIA	VELOCIDAD
21.73 sg	10 mt	0.460 m/s
23.35 sg	10 mt	0.428 m/s
21.16 sg	10 mt	0.473 m/s
22.32 sg	10 mt	0.448 m/s
20.12 sg	10 mt	0.497 m/s
21.736 sg	PROMEDIO	0.461 m/s

Fuente:

propia

PUNTO	DISTANCIA (d)	PROFUNDIDAD	PROMEDIO PROFUNDIDAD	PROMEDIO PROFUNDIDADES MULTIPLICADO POR D
1	0 mt	1.1 mt	1.2 mt	0.000 mt
2	0.5 mt	1.3 mt	1.4 mt	0.700 mt
3	0.5 mt	1.5 mt	1.7 mt	0.850 mt
4	0.5 mt	1.9 mt	1.95 mt	0.975 mt
5	0.5 mt	2 mt	2.1 mt	1.050 mt

6	0.5 mt	2.2 mt	2.1 mt	1.050 mt
7	0.5 mt	2 mt	1.75 mt	0.875 mt
8	0.5 mt	1.5 mt	1.35 mt	0.675 mt
9	0.3 mt	1.2 mt	0.6 mt	0.180 mt
	3.8 mt	Superficie total m2		6.355 mt

Tabla 11 Calculo velocidad aforo sección de inicio del diseño

Fuente: propia

Se procede ahora a determinar el caudal mediante la multiplicación del área de la sección, la velocidad de escurrimiento y un factor de corrección que incluye ajustes en la velocidad del agua y cambio de unidades de medida. El resultado es expresado en m³/s como se indica en la tabla número 12:

Tabla #12

DISTANCIA RECORRIDA	10	M
TIEMPO RECORRIDO	21.736	S

V	0.460	m/s
Q	2.924	m3/s

Tabla 12 Cálculo de caudal del punto de inicio del lugar del diseño

Fuente: propia

- **PUNTO MEDIO DISEÑO**

En la tabla número 13 se evidencia la velocidad calculada después de realizar el aforo en la sección media del diseño en 10 metros.

Tabla 13 Calculo velocidad aforo sección de punto medio del diseño

PUNTO MEDIO DISEÑO		
TIEMPO	DISTANCI A	VELOCIDAD
29.34	10	0.341
24.39	10	0.410
22.22	10	0.450
24.36	10	0.411
21.45	10	0.466
24.352	PROMEDIO	0.416

Fuente: propia

PUNTO	DISTANCI A (d)	PROFUNDIDA D	PROMEDIO PROFUNDIDA D	PROMEDIO PROFUNDIDADE S MULTIPLICADO POR D
1	0.00	0.80	0.90	0.00
2	0.50	1.00	1.25	0.63
3	0.50	1.50	1.70	0.85
4	0.50	1.90	1.95	0.98
5	0.50	2.00	2.00	1.00
6	0.50	2.00	1.85	0.93
7	0.50	1.70	1.60	0.80
8	0.50	1.50	1.35	0.68

9	0.50	1.20	1.05	0.53
10	0.30	0.90	0.45	0.14
	4.30	Superficie total m2		6.51

Fuente: propia

Tabla# 14

DISTANCIA RECORRIDA	10	m
TIEMPO RECORRID O	24.352	s

V	0.411	m/s
Q	2.673	m3/s

Fuente: propia

Tabla 14 Cálculo de caudal del punto medio del lugar del diseño

- **PUNTO FINAL DEL DISEÑO**

En la tabla número 15 se evidencia la velocidad calculada después de realizar el aforo en la sección final del diseño en 10 metros.

Tablas # 15

Tabla 15 Calculo velocidad aforo sección de punto medio final del diseño

PUNTO FINAL DEL DISEÑO		
TIEMPO	DISTANCI A	VELOCIDAD
18.23	10	0.549
18.65	10	0.536

19.34	10	0.517
18.17	10	0.550
20.01	10	0.500
18.88	PROMEDIO	0.530

Fuente: propia

PUNTO	DISTANCI A (d)	PROFUNDIDA D	PROMEDIO PROFUNDIDA D	PROMEDIO PROFUNDIDADE S MULTIPLICADO POR D
1	0	0.9	1.1	0.000
2	0.5	1.3	1.4	0.700
3	0.5	1.5	1.7	0.850
4	0.5	1.9	1.95	0.975
5	0.5	2	2.1	1.050
6	0.5	2.2	1.1	0.550
	2.5	Superficie total m2		4.125

Fuente: propia

DISTANCIA RECORRIDA	10	m
TIEMPO RECORRID O	23	s

V	0.4348	m/s
Q	1.7935	m ³ /s

Tabla 16 Cálculo de caudal del punto final del lugar del diseño

(Villavicencio, 2010)

12.3 PERÍODO DE RETORNO (T)

Período de retorno es uno de los parámetros más significativos a ser tomado en cuenta en el momento de dimensionar una obra hidráulica destinada a soportar avenidas, como los diques para control de inundaciones.

El periodo de retorno se define como el intervalo de recurrencia (T), al lapso promedio en años entre la ocurrencia de un evento igual o mayor a una magnitud dada. Este periodo se considera como el inverso de la probabilidad, del mismo evento de los registros.

El valor del periodo de retorno se determina en función de la posición de la variable aleatoria (Q_{máx} en su caso) en una tabla de valores, ordenados de mayor a menor, como se muestra en la tabla número 17 Cuadro. Con base en las siguientes relaciones:

Tabla # 17

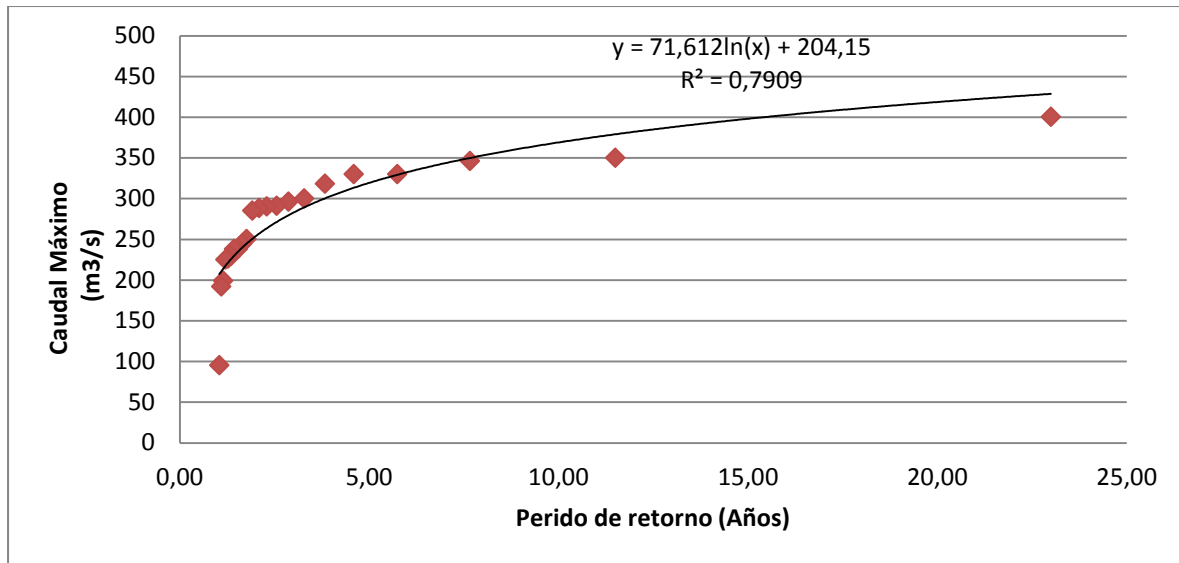
FECHA	CAUDAL MÁXIMO m ³ /s	NUMERO DE ORDEN	PROBABILIDAD %	PERIODO DE RETORNO (Años)	RIESGO ADMISIBLE	Probabilidad de no ocurrencia extremo por año	Vida útil del proyecto, la probabilidad de no ocurrencia	log (T)	CAUDAL MÁXIMO m ³ /s
			$p=m/(n+1)$	$t=(n+1)/n$	$1-(1-1/T)^n$	$1-(1/t)$	$1-(a/t)^n$		
1992	291	1	0.04	23.00	0.043478	0.957	95.65	1.361	400

								73	
1993	199	2	0.09	11.50	0.007561	0.913	83.36	1.060 70	350
1994	250	3	0.13	7.67	0.002219	0.870	65.75	0.884 61	346
1995	238	4	0.17	5.75	0.000915	0.826	46.57	0.759 67	330
1996	296	5	0.22	4.60	0.000486	0.783	29.36	0.662 76	330
1997	244	6	0.26	3.83	0.000315	0.739	16.31	0.583 58	318
1998	346	7	0.30	3.29	0.000242	0.696	7.88	0.516 63	300
1999	350	8	0.35	2.88	0.000214	0.652	3.27	0.458 64	296
2000	288	9	0.39	2.56	0.000215	0.609	1.15	0.407 49	291
2001	226	10	0.43	2.30	0.000241	0.565	0.33	0.361 73	290
2002	229	11	0.48	2.09	0.000299	0.522	0.08	0.320 34	288
2003	290	12	0.52	1.92	0.000407	0.478	0.01	0.282 55	285
2004	225	13	0.57	1.77	0.000601	0.435	0.00	0.247 78	250
2005	330	14	0.61	1.64	0.000959	0.391	0.00	0.215	244

								60	
2006	95	15	0.65	1.53	0.001642	0.348	0.00	0.185 64	238
2007	330	16	0.70	1.44	0.003008	0.304	0.00	0.157 61	238
2008	318	17	0.74	1.35	0.005865	0.261	0.00	0.131 28	229
2009	238	18	0.78	1.28	0.012128	0.217	0.00	0.106 46	226
2010	400	19	0.83	1.21	0.026515	0.174	0.00	0.082 97	225
2011	300	20	0.87	1.15	0.061100	0.130	0.00	0.060 70	199
2012	285	21	0.91	1.10	0.148020	0.087	0.00	0.039 51	192
2013	192	22	0.96	1.05	0.376085	0.043	0.00	0.019 31	95

Tabla 17 Período de Retorno Máximo

Grafica # 4 Caudal Máximo dominante en periodo de 25 años



Grafica 4 Caudal Máximo Dominante en Periodo de 25 años

Fuente: propia

Caudal Dominante	206.181077	m3/s
-------------------------	-------------------	-------------

Tabla 18 Caudal Máximo Dominante en Periodo de 25 años

12.3.1 Caudal Dominante

El caudal de un río es siempre variable, debe emplearse el caudal que da lugar a la geometría hidráulica que se estudia. Esto significa reconocer que la geometría es consecuencia del caudal y más concretamente, que si una geometría es permanente se debe a que ciertos caudales, por su magnitud, por su frecuencia o por una combinación de ambas cosas, se convierten en los caudales determinantes. Esta noción tiene un referente claro en geomorfología fluvial, ya que muchos ríos tienen un cauce, lecho, madre, álveo diferenciado, más o menos hondo y limitado por unas orillas que lo separan de las llanuras de inundación.

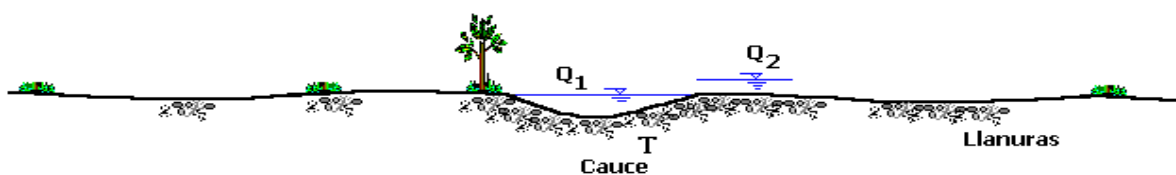


Ilustración 20 Cauce Dominante

Fuente: Transporte sedimentos tripod.

El río se desborda de su cauce en periodos de inundación que ocurren periódicamente, y este caudal que llena a rebosar el cauce, es especialmente importante porque es el responsable principal de la forma y dimensiones del mismo. Esto es así porque mientras el agua está contenida en el cauce, circula con cierta velocidad, en tanto que cuando se desborda levemente, el incremento de caudal inunda las llanuras adyacentes y deposita sedimento en ellas, pero no cambia sustancialmente el flujo en el cauce central.

Así, por efecto de la sedimentación, crecen las llanuras y poco a poco hacen más infrecuente el desbordamiento. Este proceso tiende a un equilibrio en sentido geomorfológico, con un cauce principal que contiene las aguas la mayor parte del tiempo, excepto unos pocos sucesos (avenidas) que exceden su capacidad.

Por eso este caudal de cauce lleno se conoce también como caudal dominante. Según unos autores es un caudal que se da dos veces al año como promedio o bien, según otros, un caudal con un periodo de retorno de 1.4 años. Para algunas hidrologías irregulares, se han encontrado mejores correspondencias con un periodo de retorno de años, acercándose a la cifra más alta cuanto mayor es la irregularidad hidrológica. El caudal formativo sería el determinante de la geometría hidráulica.

(Escuela Colombiana de Ingeniería, 2008)

CAUDALES MÁXIMOS RÍO FRÍO m³/s PUENTE LA VIRGINIA

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1992			212	203	217	191	226	244	223	214	291	213	186.167
1993	186	183	180	185	199	171							92.000
1994				196	250	202							54.000
1995								214	238	236	220	212	93.333
1996	192	208	220	288	224	256	270	237	194	296	208	250	236.917
1997	228	194	188	240	194	226	244	230	186	193	196	182	208.417
1998	110	95	95	198	346	276	284	234	255	310	302	259	230.333
1999	247	280	316	320	225	242	228	240	298	350	292	292	277.500
2000	216	242	226	230	220	236	225	200	278	288	248	188	233.083
2001	188	182	210	183	196	190	190	206	225	199	226	213	200.667

2002	183	177									217	229	67.167
2003		2	202	264	198	198	114	124	201	201	210	290	167.00 0
2004	198	188	151	188	218	198	196	186	218	220	225	210	199.66 7
2005		98	116	102	99	93	98	99	215	330	276	211	144.75 0
2006						95	88	89					22.667
2007		184	135	135	143	205	197	220	209	330	300	226	190.33 3
2008	205	199	250	270	310	315	248	300	280	240	309	318	270.33 3
2009	183	153	238	208	211	198	198	196	190	233	180		182.33 3
2010				252	287	258	400	262	280	300	300	300	219.91 7
2011	210	212	258	296	300	248	200	250	210	300	280	285	448.08 3
2012	213	195	212	240	195	195	220	260	225	285	208	192	220.00 0
2013	185	183	192	181	118	86	76	72	72				97.083

116.27		242.59	163.40	158.36	159.77	158.00						168.61
3	126.909	1	9	4	3	0	164.500	171.545	195.955	190.773	175.318	7

Fuente: C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA

Tabla 19 CAUDALES MÁXIMOS RÍO FRÍO

CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS PUENTE VIRGINIA

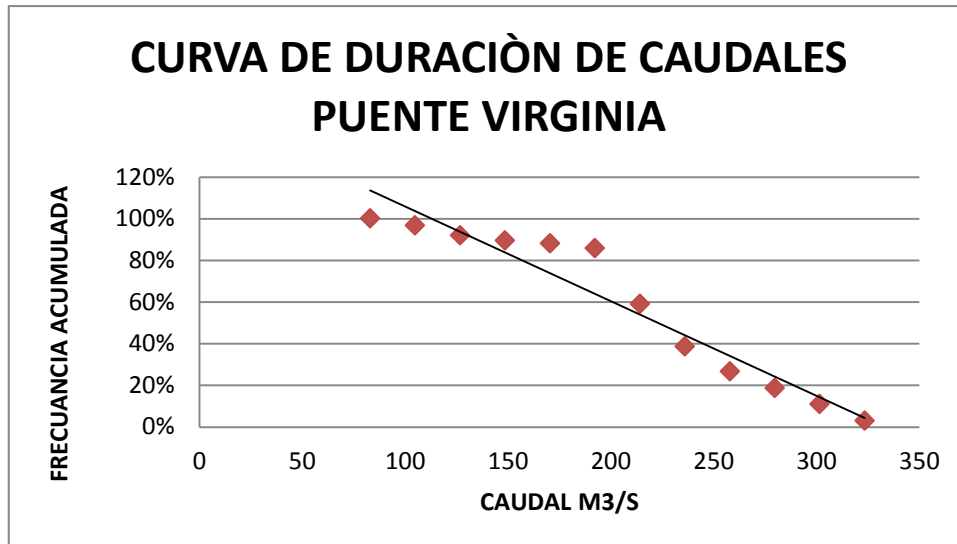
N=	264.00		R=	328.00
	400.00			
Max=	m ³ /s		Nº Int	13.11
Min=	72.00 m ³ /s		A	21.87
				15.00

Rango Caudales m3/s		Q m3/s	Frecuencia %	Frecuencia relativa	Sumatoria frecuencia cota menor
72.000	93.867	83	7	3%	100%
93.867	115.733	105	10	5%	97%
115.733	137.600	127	5	2%	92%
137.600	159.467	149	3	1%	90%
159.467	181.333	170	5	2%	88%
181.333	203.200	192	56	27%	86%
203.200	225.067	214	43	20%	59%
225.067	246.933	236	25	12%	39%
246.933	268.800	258	17	8%	27%
268.800	290.667	280	16	8%	19%
290.667	312.533	302	17	8%	11%
312.533	334.400	323	6	3%	3%
			210.000		

Tabla 20 Cálculos de Curva de Duración de Caudales Máximos de Puente Virginia

CURVA DE DURACION DE CAUDALES MEDIOS PUENTE LA VIRGINIA

Grafica # 5



Grafica 5 Curva de Duración de Caudales Máximos de Puente Virginia

Fuente: Propia

CAUDALES MEDIOS RÍO FRÍO m³/s PUENTE LA VIRGINIA

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
1947	0.77	0.29	0.32	0.42	0.74	1.78	1.37	1.96	1.44	3.95	1.32	0.66	1.252
1948	0.23	0.3	0.4	3.47	1.08	1.35	1.03	0.49	0.4	1.12	1.83	0.99	1.058
1949	0.35	0.35	0.36	1.21	1.82	1.09	2.92	1.63	1.43	2.23	1.98	1.07	1.370
1950	0.53	3.54	2.21	2.59	4.44	3.91	1.75	2.05	1.14	4.83	3.2	2.15	2.695
1951	0.86	0.7	1.02	1.5	4.25	1.97	2.15	2.31	1.57	2.69	4.41	1.14	2.048
1952	0.61	0.43	0.4	2.09	3.22	2.08	2.27	1.83	1.79	1.58	2.56	0.55	1.618
1953	0.95	0.83	0.86	0.93	1.64	2.23	0.65	0.54	0.98	4.35	4.82	1.35	1.678
1954	0.44	0.37	0.3	1.21	1.64	1.57	1.48	1.4	0.66	6.21	5.34	1.3	1.827
1955	0.58	0.43	0.61	5.97	1.48	2.38	2.96	0.88	1.71	9.91	5.41	1.59	2.826
1956	0.99	1.1	1.65	0.95	1.04	2	1.65	0.97	1.26	8.69	3.01	1.68	2.083
1957	0.72	0.4	0.79	1.54	5.25	2.07	1.15	1	0.85	1.53	1.28	0.75	1.444
1958	0.44	0.71	0.56	0.44	0.86	0.96	0.78	1.23	0.63	1.33	1.66	1.02	0.885
1959	0.3	0.29	0.41	0.57	3.07	1.21	2.14	0.86	1.61	2.59	3.61	0.6	1.438
1960	0.67	1.08	0.41	1.77	1.92	1.65	1.83	1.28	0.95	1.84	2.22	1.95	1.464
1961	0.51	0.37	0.59	0.96	0.38	1.03	1.47	1.01	0.65	2.15	5.44	0.72	1.273
1962	0.44	0.63	0.73	1.29	3	4.71	2.63	2.58	2.21	3.58	6.65	1.51	2.497
1963	0.48	0.61	0.86	1.96	5.38	3.46	2.1	2.3	1.07	1.18	5.48	1.38	2.188

1964	0.44	0.36	0.22	1.2	1.41	4.77	3.56	1.02	0.95	0.74	1.27	1.39	1.444
1965	0.69	0.3	0.29	2.17	3.89	0.83	0.92	1.4	0.31	3.31	6.81	1.84	1.897
1966	0.72	0.61	0.76	0.76	0.78	0.72	1.07	1.03	1.39	3.4	3.94	5.25	1.703
1967	0.79	0.89	0.54	1.87	2.15	2.97	1.61	1.6	1.01	1.58	2.02	1.31	1.528
1968	0.45	0.43	0.47	3.81	2.63	5.21	2.7	1.98	1.81	3.19	3.34	1.31	2.278
1969	1.04	0.99	0.32	2.94	3.32	3.14	1.5	1.37	1.16	6.33	3.17	1.28	2.213
1970	0.68	0.67	0.6	0.72	1.17	1.39	1.16	0.98	1.42	5.81	6.58	1.01	1.849
1971	2.13	1.69	1.65	5.37	8.27	2.78	1.83	2.09	4.05	2.67	4.79	1.74	3.255
1972	2.12	1.05	1.32	7.68	6.05	4.39	2.89	1.16	0.86	0.67	1.86	0.68	2.561
1973	0.21	0.1	0.12	0.33	0.96	0.94	1.24	1.11	5	3.5	3.97	3.18	1.722
1974	1.21	2.52	0.6	0.8	1.1	1.33	0.65	0.81	2.99	2.55	8.37	1.94	2.073
1975	0.29	0.42	0.73	1.6	2.08	1.41	2.9	1.62	2.55	2.93	4.19	4.01	2.061
1976	0.7	0.61	1.14	2.88	3.11	1.88	2.21	0.7	0.65	3.21	2.63	0.58	1.692
1977	0.06	0.11	0.19	0.78	1.26	1.36	0.56	0.52	1.16	1.46	3.11	0.27	0.903
1978	0.05	0.02	0.13	1.9	1.55	1.76	0.65	0.3	0.28	1.22	0.66	0.52	0.753
1979	0.15	0.06	0.42	1.34	1.7	3.09	1.22	1.26	1.8	9.05	6.8	1.9	2.399
1980	0.66	0.66	0.18	0.18	0.75	1.56	1.15	0.46	0.59	1.52	0.92	0.08	0.726
1981	0.9	0.02	0.06	1.09	4.84	1.96	1.25	1.09	1.17	1.72	3.55	1.22	1.573
1982	1.05	2.02	1.04	3.94	4.25	2.13	1.21	1.02	1.54	2.66	1.81	1.18	1.988
1983	0.87	0.45	0.61	3.03	4.23	3.7	1.06	1.04	1.8	1.8	0.56	1.88	1.753
1984	0.81	1.22	0.5	0.92	0.59	2.4	1.04	0.96	2.49	2.19	2.05	1.38	1.379

1985	0.54	1.76	0.9	0.9	1.92	1.75	1.1	0.78	2.05	3.52	2.66	1.46	1.612
1986	0.62	2.3	1.24	1.04	1.83	5.4	2.69	1.3	2.43	12.32	5.84	0.79	3.150
1987	0.53	0.5	0.79	0.92	3.63	0.44	1.6	1.18	1.17	3.41	1.28	2.54	1.499
1995	0.206	0.073	0.57	0.4	0.4	1.06	0.52	0.85	1.2	2.1	0.9	1.1	0.782
1996	0.629	0.7	1.48	1	1.1	1.18	2.3	2.2	0.5	1.4	0.6	0.8	1.157
1997	1.28	0.43	0.27	0.8	0.36	0.77	1.2	0.6	0.22	0.17	0.2	0.1	0.533
1998	0.118	0.5	0.029	0.12	1	1.925	1.7	0.7	0.7	1.4	2.1	2.1	1.033
1999	1.47	1.8	2.87	1.7	1.3	1.6	1	1.3	2.5	3.5	2.4	1.1	1.878
2000	0.6	0.81	1.38	1	0.86	1.05	1.3	0.8	2.4	1.9	1.7	0.55	1.196
2001	0.35	0.34	0.7	0.54	0.37	0.137	0.05	0.9	1.1	1	0.8	0.5	0.566
2002	0.14	0.14	0.97	1.3	1.6	1.9	0.7	0.7	0.66	1.1	0.9	0.04	0.846
2003	0.15	0.044	1	1.5	0.64	0.69	0.89	1.1	0.9	1.7	2.5	1.9	1.085
2004	0.6	0.129	0.264	0.45	1	1.4	0.85	0.7	1.9	1.9	2.9	1.3	1.116
2005	0.63	0.2	0.177	0.27	2.3	1.16	0.72	0.8	1	3.5	2.9	0.9	1.213
2006	0.5	0.27	0.914	3.4	6.8	3.4	1.2	0.8	0.6	1.6	3.6	0.8	1.990
2007	0.39	0.254	0.304	0.6	0.47	0.69	0.72	1.09	0.7	1.6	1.6	1.1	0.793
2008	0.85	0.75	1.07	1.2	1.3	1.7	1.6	1.7	1.8	1.4	2.2	1.5	1.423
2009	0.9	1.08	0.993	0.9	0.83	0.75	1.02	0.8	0.86	1	0.7	0.78	0.884
2010	3.06	0.33	2.1	10.43	19.33	5.12	7.44	8.8	4.41	20.07	19.82	3.79	8.725
2011	1.49	1.12	2.7	13.47	11.6	7.14	8.1	5.61	7.44	7.28	22.76	14.12	8.569
2012	6.5	4.14	5.35	4.41	6.78	12.19	1.06	1.61	7.05	14.54	27.85	6.38	8.155

Fuente: C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA

Tabla 21 CAUDALES MEDIOS RÍO FRÍO

CURVA DE DURACION DE CAUDALES MEDIOS PUENTE LA VIRGINIA

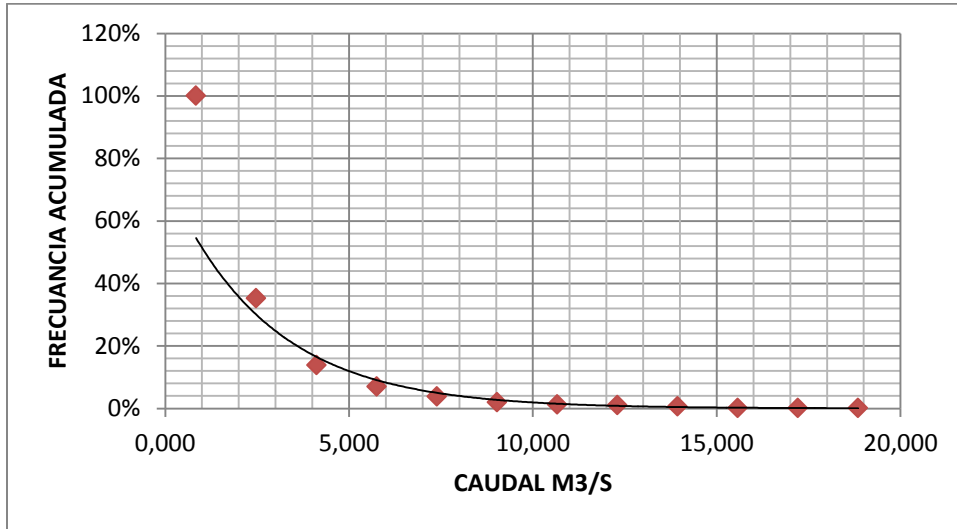
N=	708.00
Max=	27.85 m ³ /s
Min=	0.02 m ³ /s

R=	27.83	
N° Int	15.25	17.00
A	1.64	

Rango Caudales m3/s		Q m3/s	Frecuencia%	Frecuencia relativa	Sumatoria frecuencia cota menor
0.020	1.657	0.839	456.000	65%	100%
1.657	3.294	2.476	151.000	21%	35%
3.294	4.931	4.113	48.000	7%	14%
4.931	6.568	5.750	22.000	3%	7%
6.568	8.205	7.387	13.000	2%	4%
8.205	9.842	9.024	5.000	1%	2%
9.842	11.479	10.661	2.000	0%	1%
11.479	13.116	12.298	3.000	0%	1%
13.116	14.754	13.935	3.000	0%	1%
14.754	16.391	15.572	0.000	0%	0%
16.391	18.028	17.209	0.000	0%	0%
18.028	19.665	18.846	1.000	0%	0%
			704.000		

CURVA DE DURACION DE CAUDALES MEDIOS PUENTE LA VIRGINIA

Grafica # 6

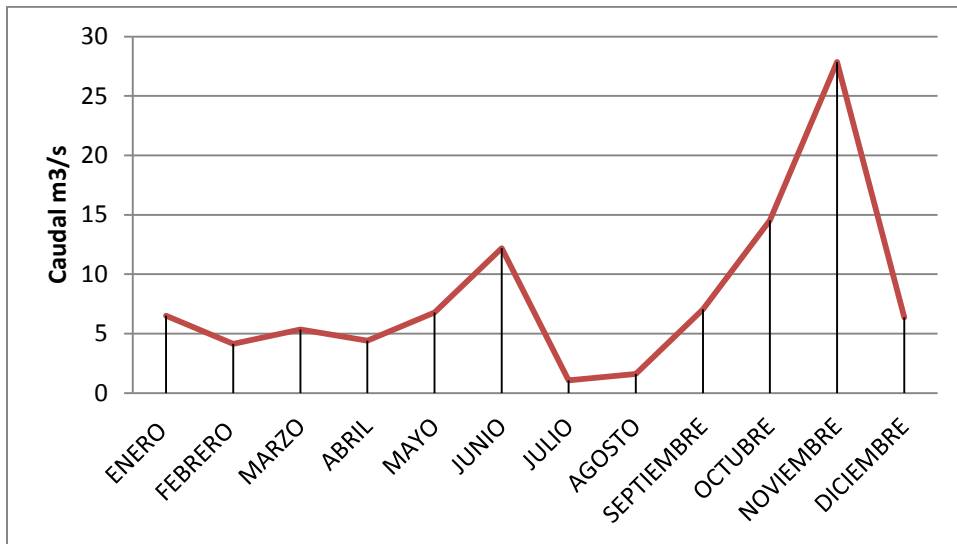


Grafica 6 Curva de Duración de Caudales Medios Puente de la Virginia

Fuente: Propia

La grafica número 7 identifica los meses con los caudales medio altas registrados en Noviembre

Grafica # 7



Grafica 7 Caudal Medio Máximo Mensual

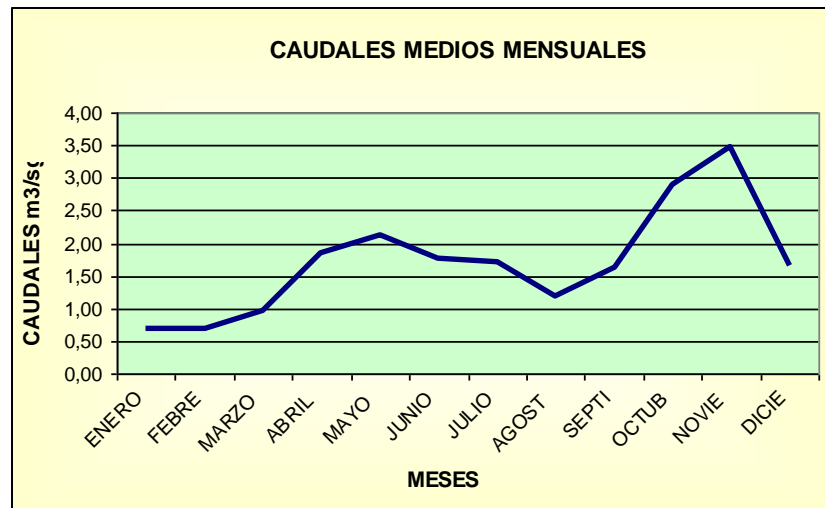
Fuente: Propia

12.4 CAUDALES MEDIOS MENSUALES

Se desarrolla con el análisis de la estación la Virginia, la cual presenta información desde el año 1969 a agosto de 2011 con se evidencia en la gráfica número 8.

CAUDALES ESTACIÓN PUENTE LA VIRGINIA

Grafica # 8



Grafica 8 Caudales Medios Mensuales Estación Puente la Virginia

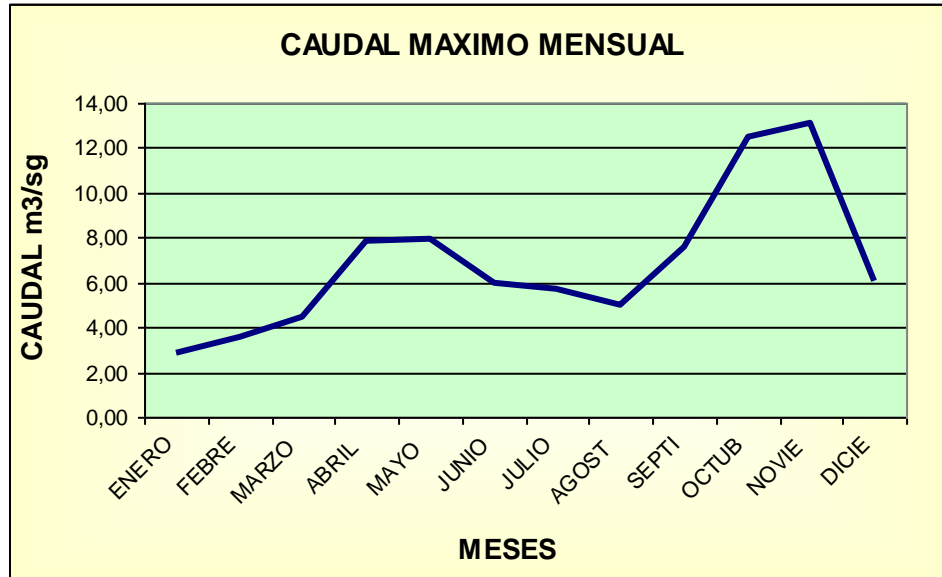
De la gráfica anterior tenemos que la Subcuenca presenta un régimen Bimodal presentando en dos periodos de invierno y dos de verano, los cuales están dados de la siguiente manera periodos de invierno abril-mayo y octubre-noviembre, presentando unos caudales de máximos de 2,12 m³/seg y 3,47 m³/seg respectivamente; y un periodo de verano en enero y agosto con un caudal de 0,68 y 1,18 m³/seg respectivamente.

12.5 CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS

Se estudiaron los caudales puntuales máximos anuales de la Estación la Virginia para establecer los envolventes regionales de la hoya que se evidencian en la gráfica número 9.

CAUDALES ESTACIÓN PUENTE LA VIRGINIA

Grafica # 9



Grafica 9 Caudales Máximos Mensuales Registrados Puente de la Virginia

Se presenta un régimen Bimodal con periodos húmedos en Abril-Mayo y Octubre-Noviembre con caudales de 7,86 y 13,11 m³/seg respectivamente.

Análisis estadístico. Se ajustó la función de probabilidad de Gumbell a los datos registrados en la Estación La Virginia, las cual se muestra en el anexo se realizó con el programa HYFA, y se utilizó la distribución Wibull para el ordenamiento de los caudales máximos y la distribución Gumbell

CAUDALES MÁXIMOS

ESTACIÓN PUENTE LA VIRGINIA

En la tabla número 22 se evidencia (TR) tiempo de retorno en años y su caudal.

Tabla # 22

PUENTE VIRGINIA	
TR	Caudal (m3/s)
5	26,24
10	32,79
20	39,08
25	41,08
50	47,23
100	53,34

Tabla 22 CAUDALES MÁXIMOS ESTACIÓN PUENTE LA VIRGINIA

12.5.1 Tiempo de concentración

Como se mencionó en el capítulo tres, existen varios métodos para calcular el tiempo de concentración. Para este caso se utilizaron cuatro métodos, los cuales se describen a continuación.

Ecuación de Kirpich

$$T_c = 0.0078 \times \left(\frac{L}{\sqrt{S_o}} \right)^{0.77}$$

Ecuación 1 Ecuación de Kirpich

$$T_c = 0.0078 * \left(\frac{140748.04}{\sqrt{0.012}} \right)^{0.77}$$

Tc= 394.37 minutos

En donde: L = longitud del cauce en pies

So = pendiente del cauce (m/m)

Tc = tiempo de concentración en minutos

Ecuación de Bransby-Williams

$$Tc = 21.3 \times L \times A^{-0.10} \times S_o^{-0.20}$$

Ecuación 2 Ecuación de Bransby-Williams

$$Tc = 21.3 \times 26 \times 91^{-0.10} \times 0.012^{-0.20}$$

$$Tc = 854.30 \text{ minutos}$$

En donde: L = longitud del cauce en millas

So = pendiente del cauce (m/m)

A = área de la cuenca en millas²

Tc = tiempo de concentración en minutos

Ecuación de Témez

$$Tc = 0.3 \times \left(\frac{L}{S_o^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Ecuación 3 Ecuación de Témez

$$Tc = 0.3 \times \left(\frac{42.9}{0.012^{0.25}} \right)^{0.76}$$

$$Tc = 12.1 \text{ horas}$$

En donde: Tc = tiempo de concentración, en horas

L = longitud del cauce principal, en kilómetros

So = diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente

Ecuación de Giandotti

$$T_c = \frac{(4 \times \sqrt{A}) + (1.5 \times L)}{25.3 \times \sqrt{L \times S_o}}$$

Ecuación 4 Ecuación de Giandotti

$$T_c = \frac{4 * \sqrt{(147.7) + (1.5 * 42.9)}}{25.3 * \sqrt{42.9 * 0.012}}$$

Tc= 3.20 horas

En donde: Tc = tiempo de concentración, en horas

A = área de la cuenca, en kilómetros cuadrados

L = longitud del cauce principal, en kilómetros

So = diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente sobre L

13 ANÁLISIS DE CAUDAL PARA LA SUBCUENCA RÍO FRÍO ZONA OBJETO DE ESTUDIO MUNICIPIO DE CHÍA-CUNDINAMARCA

13.1 PERIODO DE RETORNO.

Generalmente es expresado en años, entendido como el número de años en que se espera que medianamente se repita un cierto caudal, o un caudal máximo.

Para calcular la curva de intensidad de duración de frecuencia de la Subcuenca del Río Frío se tomaron los datos de la estación Puente La Virginia, por contar con la información completa hasta el año 2011, dada la representatividad dadas las condiciones del fenómeno de la niña presentada en los años 2010 y 2011, finalmente mediante el modelo HYFA se procedió a realizar la estimación de los caudales para los diferentes periodos de retorno como se muestra en la siguiente tabla, y cuyos resultados de la modelación se presentan en el anexo I del presente documento.

CAUDALES MÁXIMOS ESTACIÓN PUENTE LA VIRGINIA

Año	Caudal Max m3/s
1969	19,16
1970	24,1
1971	27,42
1972	24,3
1973	20,42
1974	24,7
1975	9,21
1976	12,03
1977	10,26
1978	7,82
1979	48,6
1991	14,65
1992	
1993	7,47
1995	5,734
1996	15,612
1997	6,578
1998	26,756
1999	27,74
2000	21,644
2001	7,291
2002	
2003	18,742
2004	6,73
2005	21,644
2006	
2007	21,644
2008	15,812
2009	3,303
2010	44,479
2011	10,173

Tabla 23 CAUDALES MÁXIMOS ESTACIÓN PUENTE LA VIRGINIA

CAUDALES A DIFERENTES TIEMPOS DE RETORNO

ESTACIÓN PUENTE LA VIRGINIA

En la tabla número 24 se evidencia (TR) tiempo de retorno en años y su caudal.

Tabla # 24

PUENTE VIRGINIA	
TR	Caudal (m3/s)
5	26,24
10	32,79
20	39,08
25	41,08
50	47,23
100	53,34

Tabla 24 CAUDALES A DIFERENTES TIEMPOS DE RETORNO

13.2 FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES.

Al contar con series de caudales con registros desde el año 1969 y tener registros continuos para la estación Puente la Virginia se utilizó como estación base para la generación de los caudales máximos en el sitio de Proyecto.

13.3 CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS

Se estudiaron los caudales puntuales máximos anuales de las Estaciones de aforo para establecer las envolventes regionales de la hoya. Posteriormente, para los sitios específicos del proyecto se evaluarán los caudales máximos para diseño de cada obra en particular.

Análisis estadístico. Se ajustó la función de probabilidad de Gumbell a los datos registrados en las Estaciones Santa Isabel y La Virginia, las cual se muestra en el anexo se realizó con el programa HYFA, y se utilizó la distribución Wibull para el ordenamiento de los caudales máximos y la distribución Gumbell

13.4 ENVOLVENTES REGIONALES.

Con los valores obtenidos y ajustados de la estación La Virginia se calcularon las curvas de crecientes de la cuenca del Río Frío, para varios períodos de retorno.

Los resultados obtenidos del estudio hidrológico, en caudales en m³/s, en la tabla número 25 son:

Tabla # 25

CAUDAL REPORTADO POR ESTACIONES

Estación	Área Km²	Rendimiento Medio l/s/Km²
La Virginia	159.1	9.5
Proyecto	147.7	9.5

Tabla 25 CAUDAL REPORTADO POR ESTACIONES

Los caudales a estudiar en el sitio de Proyecto con diferentes periodos de retorno:

CAUDALES A DIFERENTES TIEMPOS DE RETORNO

ESTACIÓN PUENTE LA VIRGINIA

TR años	LA VIRGINIA m³/s	DESEMBOCADURA m³/s
100	53	59
50	47	52
25	41	45
10	33	37
5	26	30

Tabla 26 CAUDALES A DIFERENTES TIEMPOS DE RETORNO

(Torres Q. E.-C., 2011)

14 NIVELES

14.1 ANÁLISIS SECCIÓN DEL DISEÑO.

Basados en la información que se presenta y los resultados obtenidos del aforo y las secciones, se determinaron valores de “y” para la proyección del área posible a inundar por crecientes con periodo de retorno de 5, 10, 20, 25, 50 y 100, de lo anterior se obtuvo la tabla número 27.

Tabla # 27

Valor Y(Niveles de Inundación)		A m ²	P mt	R = A/P	AR ^{2/3}
1	1,02	3,28	6,41	0,51	2,10
2	2,04	10,25	8,70	1,18	11,44
3	3,06	18,82	11,05	1,70	26,84
4	4,08	33,07	20,18	1,64	45,96
5	5,11	57,95	27,54	2,10	95,17
6	6,13	82,94	26,54	3,13	177,30

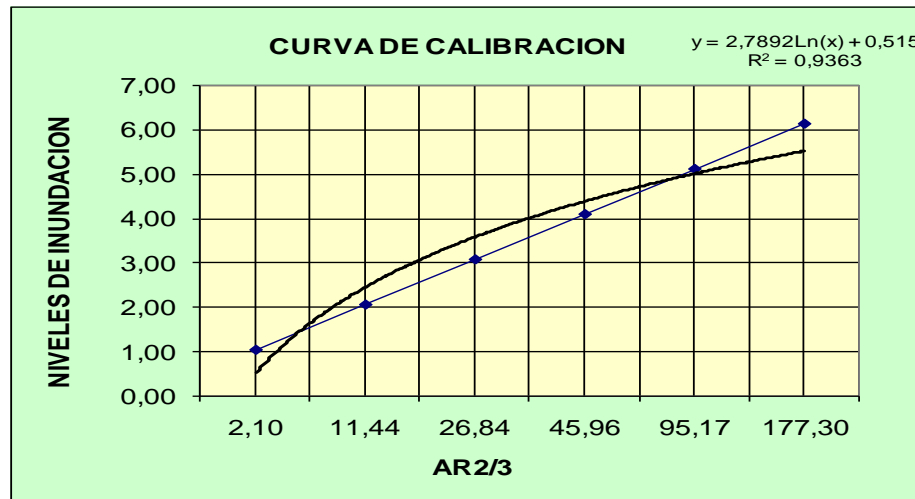
Tabla 27 Niveles de Caudales

Fuente: Consultoría

CAUDALES ESTACIÓN PUENTE VIRGINIA

La grafica número 10 se genera la proyección del área posible a inundar por crecientes con periodo de retorno.

Donde AR2/3 es el área de inundación



Grafica 10 Curva de Calibración Niveles y Área de Inundación

Fuente: Consultoría

La proyección de tiempos de retorno a diferentes años que se evidencian en la tabla número 28

Tabla # 28

TR	ABS 0+00	Cotas
5	11,75	2.554,53
10	12,37	2.555,15
25	13,00	2.555,78
50	13,39	2.556,17
100	13,73	2.556,51

Tabla 28 Proyección Tiempos de Retorno a Diferentes Años

Fuente: Consultoría

De los datos anteriores tenemos que la corriente del Río Frío, presenta para 5, 10, 20, 25, 50, y 100 años alturas que van desde 11,75 hasta 13,73 mts, en la siguiente grafica se ilustra el perfil de la sección transversal, en el plano de perfil de inundación se muestra gráficamente los niveles a los que llegara el río frío para los diferentes tiempos de retorno evidenciados en la lustración 22.

Ilustración # 22

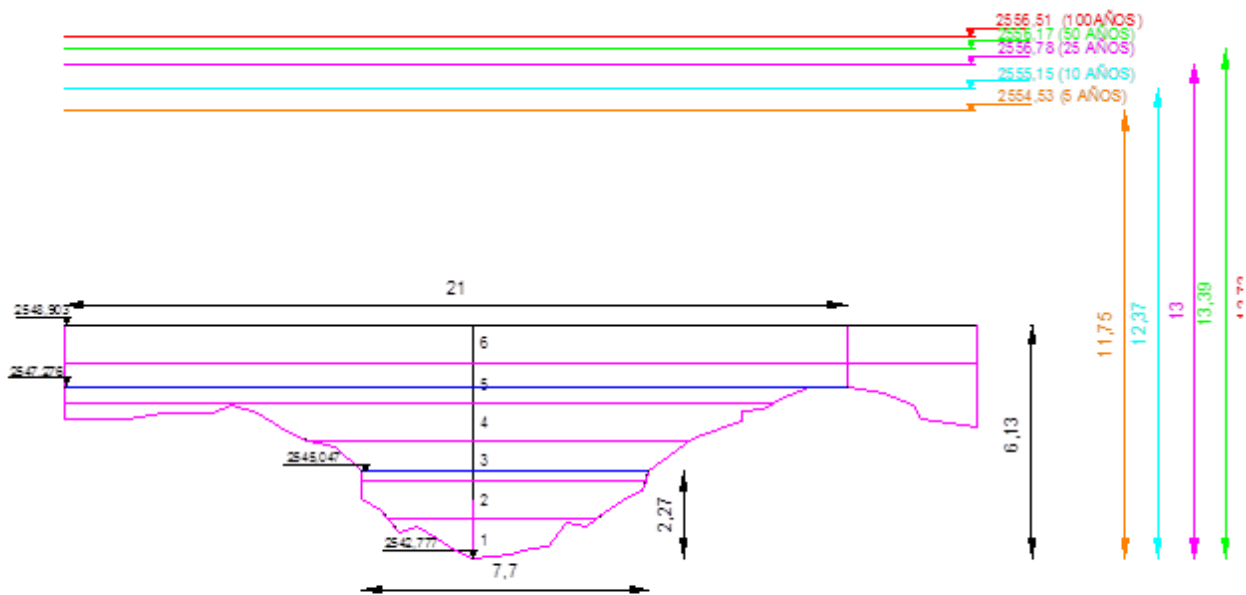


Ilustración 22 SECCIÓN RÍO FRÍO

Fuente: Consultoría perfiles aforos

De acuerdo a los análisis realizados se tiene que el río frío presenta de acuerdo a la sección un área máxima de inundación de 82,94 mts², de acuerdo al análisis desarrollado la sección no tiene suficiente capacidad para albergar el caudal que se presenta para los diferentes periodos de retorno.

Por lo anterior y teniendo en cuenta la grave situación de inundación que se presenta en el municipio de Chía es importante se tomen las medidas necesarias para las obras de mitigación de caudales máximos en la zona del municipio correspondiente al área del puente Chilacos.

Hay que tener en cuenta que la normatividad actualmente vigente dice lo siguiente, “Salvo derechos adquiridos por particulares, son bienes inalienables e imprescriptibles del Estado: “Decreto 2811 de 1974, artículo 83, numeral d) Una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho”;

Se deberá mantener los márgenes de acuerdo a lo establecido en el decreto 2811 de 30 mts, de igual manera se deberá seguir las recomendaciones que existan en el POT con respecto a cuerpos de agua en las zonas urbanas.

CAUDAL AFORO PUNTO DISEÑO

La información que se presenta y los resultados obtenidos del aforo y las secciones, se determinaron valores de “y” para la proyección del área posible a inundar por crecientes con periodo de retorno de 5, 10, 20, 25, 50 y 100, de lo anterior se obtuvo la tabla número 29.

Tabla # 29

	Y	A	P	R=A/P	A*R ^{2/3}	Y
1	6,54735374	3,46	6,79	0,510	0,29947977	6,54735374
2	8,18169699	8,71	8,91	0,978	2,77445575	8,18169699
3	9,75116555	14,81	10,44	1,419	9,9344293	9,75116555
4	10,2502017	22,13	12,03	1,840	24,9627101	10,2502017
5	11,7847377	30,09	12,48	2,411	58,3063879	11,7847377
6	13,2244569	38,07	12,51	3,043	117,520263	13,2244569

Tabla 29 Caudal Aforo Punto Diseño

Fuente: Propia

La tabla número 30 se genera la proyección del área posible a inundar por crecientes con periodo de retorno.

Donde $AR^{2/3}$ es el área de inundación

TR	Caudal (m ³ /s)	N	S	$A \cdot R^{2/3}$	Y (m)
5	26,24	0,041	0,027	6,55	5
10	32,79	0,041	0,027	8,18	5,5
20	39,08	0,041	0,027	9,75	5,9
25	41,08	0,041	0,027	10,25	6,1
50	47,23	0,041	0,027	11,78	6,2
100	53	0,041	0,027	13,22	6,5

Tabla 30 Caudales y Áreas de Inundación

La grafica número 10 se genera la proyección del área posible a inundar por crecientes con periodo de retorno.

Donde AR2/3 es el área de inundación

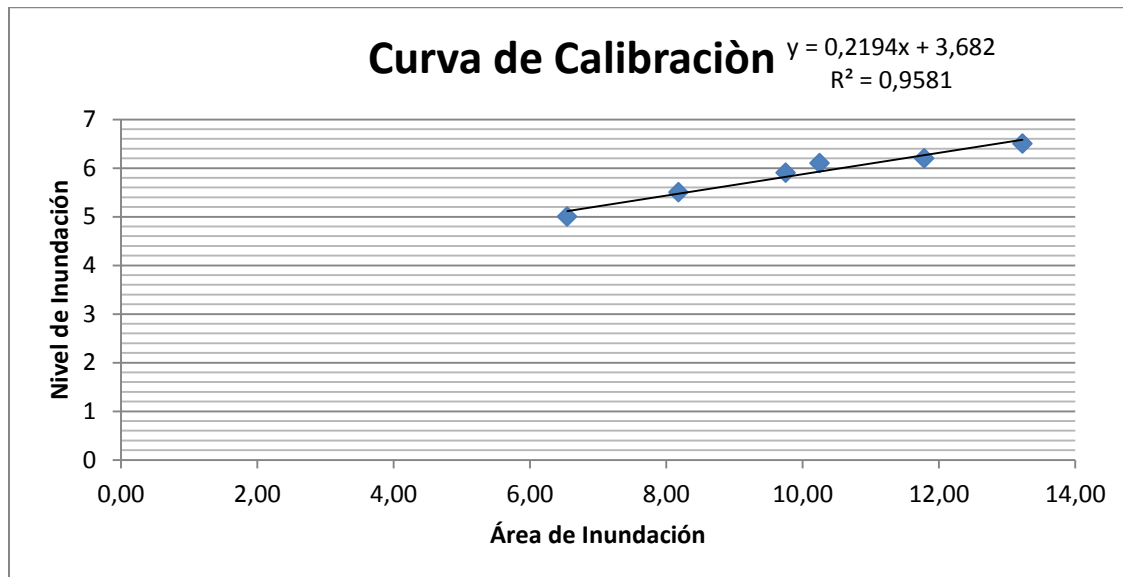


Tabla 31 Curva de Calibración y Área de Inundación

Fuente: Propia

La ilustración número 27 evidencia la altura y la cantidad de años a la cual llegaría el nivel del Río Frío

Ilustración # 27

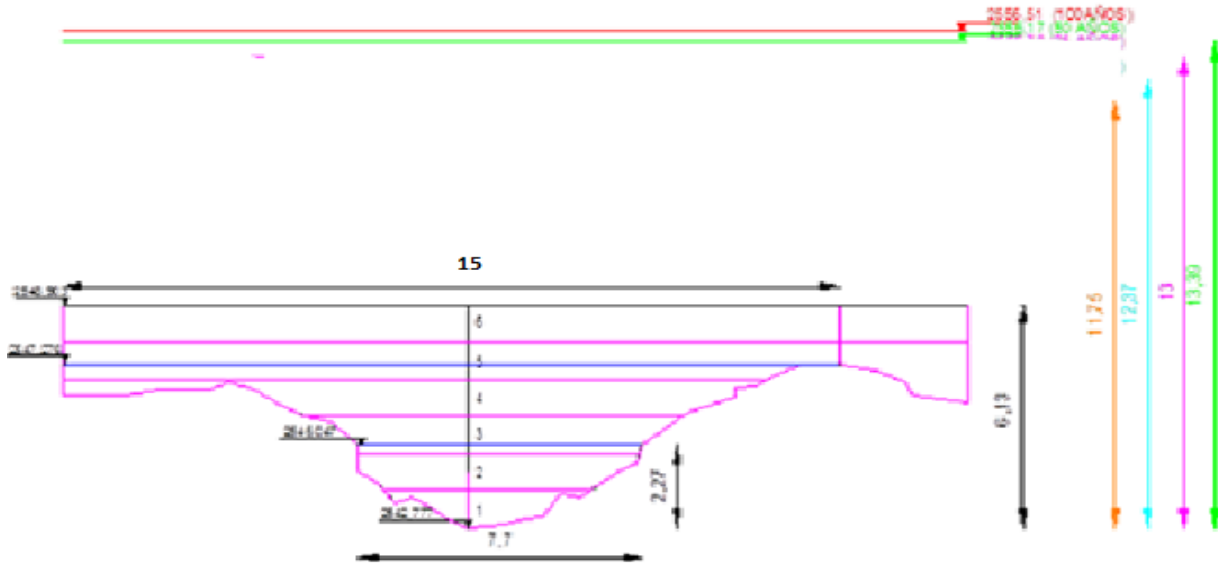


Ilustración 21 Sección Río Frío

Curva calibración punto diseño que evidencia la tabla número 32 niveles máximos a 100 años.

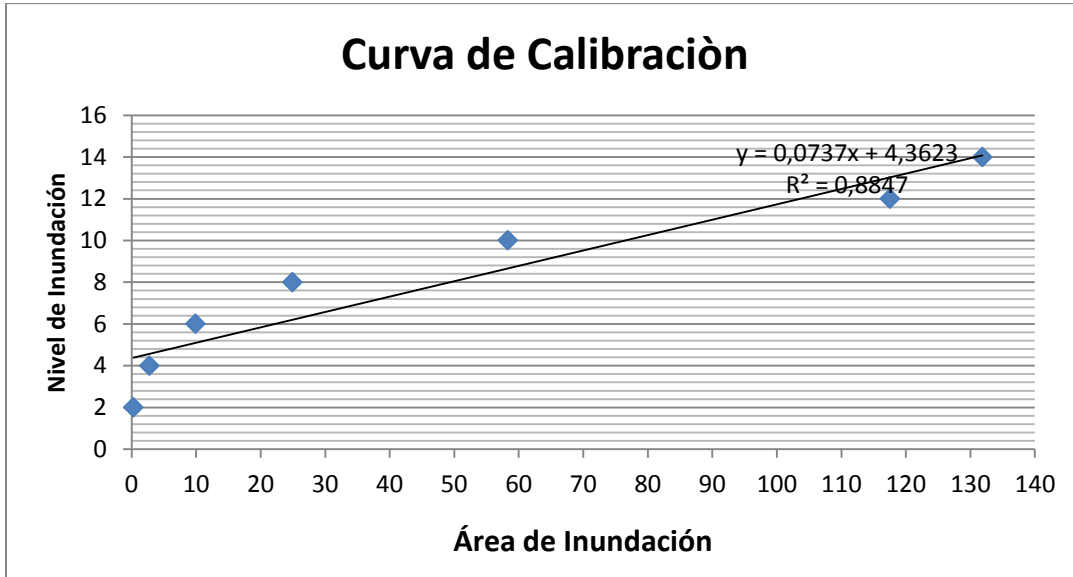
Tabla # 32

	Y	A	P	$R=A/P$	$A \cdot R^{2/3}$
1	2	3,46	6,79	0,510	0,29947977
2	4	8,71	8,91	0,978	2,77445575
3	6	14,81	10,44	1,419	9,9344293
4	8	22,13	12,03	1,840	24,9627101
5	10	30,09	12,48	2,411	58,3063879
6	12	38,07	12,51	3,043	117,520263
7	14	40	12,72	3,145	131,851324

Tabla 32 Cálculos Curva de Nivel del Punto del Diseño

La grafica número 11 se genera la proyección del área posible a inundar por crecientes con periodo de retorno.

Donde AR2/3 es el área de inundación



Grafica 11 Proyección del área posible a inundar

Fuente: Propia

Nivel Máximo de inundación que se refleja en la ilustración número 22.

Ilustración #22

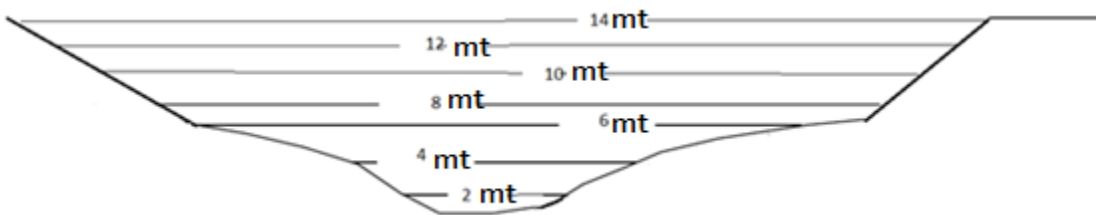


Ilustración 22 Nivel Máximo de Inundación

Fuente: Propia

Los niveles del Río Frío en la zona del proyecto en el año 2011 alcanzaron una cota de 2556

Perímetro Mojado		
T	15	
Y	8	
Constante	8	
Contaste	3	
	26,47	Perímetro

Sección		
caudal	53,34	
velocidad	2,2	m3/s

24,24545455	sección
-------------	---------

Radio Hidráulico	0,91	R
------------------	------	---

Tabla 33 Calculo Niveles

Caudal Periodo de Retorno 100 Años	53,34
Radio Hidráulico	0,92
Coefficiente Rugosidad Manning	0,041
Pendiente	0,025
Anchura aproximada en el tramo	23,60
Constante	1,33

14,78	m2
-------	----

Altura Lámina de Agua	3,1	metros
-----------------------	-----	--------

Tabla 34 Calculo Niveles

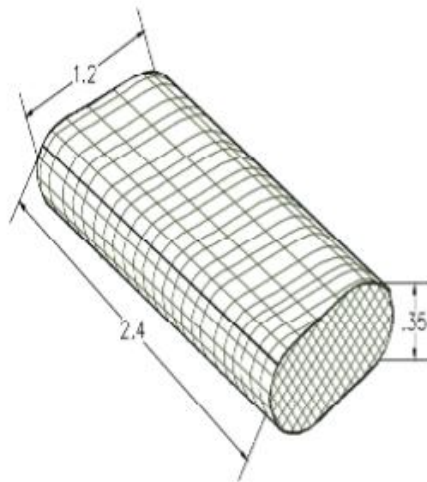
Fuente: Propia

COTA RÍO FRÍO PUNTO DE DISEÑO	2550
COTA MÁXIMA DE INUNDACIÓN	2556
COTA MÁXIMA DE BOLSACRETOS	2558

Tabla 35 Niveles

Fuente: Propia

15 DISEÑO BOLSACRETOS



Bolsacreto:

- Resistencia a tension 650N (min)
- Resistencia a punzonamiento 390N (min)
- Resistencia al raspado 280N (min)

Concreto:

- Resistencia 28 dias $f'c=$

Ilustración 23 Bolsacretos

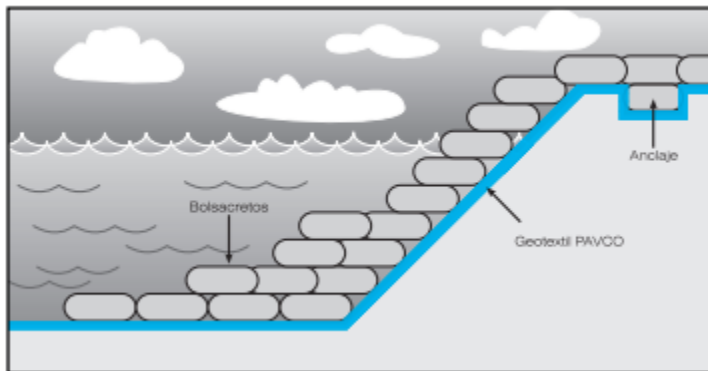


Ilustración 24 Diseño de Bolsacretos

(Fonade, Abril)

Llenado



Fuente: PAVCO

Ilustración 25 Llenado Bolsacretos

Estructura



Fuente: PAVCO

Ilustración 26 Estructura Bolsacretos

Distancia y Profundidad

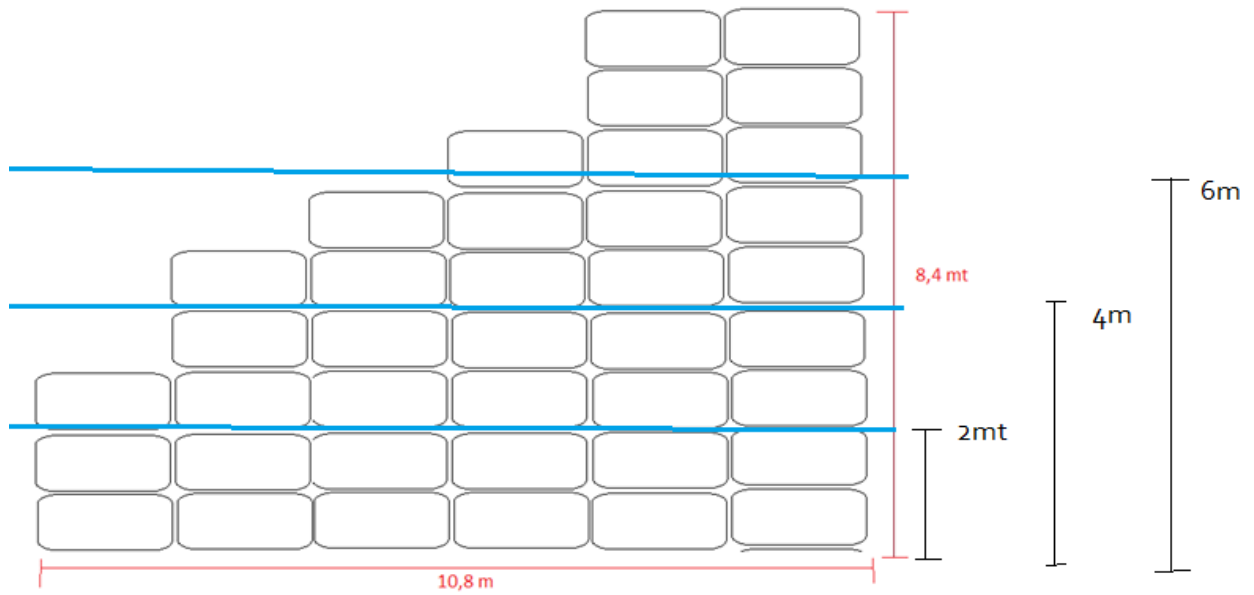


Ilustración 27 Diseño

Fuente: Propia

Distancia y Profundidad



Ilustración 28 Diseño final

16 DISEÑOS EN ZONAS DE MAYOR VULNERABILIDAD Y AMENAZAS

Zonas de Mayor Vulnerabilidad que se evidencian en la tabla número 36

Tabla # 36

Nombre Punto	Etapa	Clase	Evento Detalle	Causas Tipos	Categoría	Subcategoría	Fuente Hídrica	Municipio	Coord Norte	Coord Este	Nivel Riesgo	Fecha Inicio
Avenida 19 Vía Fonquetá	Conocimiento	Inundación	El nivel del río Frío superó el nivel del sistema de alcantarillado en este sector y se produjo inundación a través de las alcantarillas y el agua proveniente del sector Teatro	Otros	ZONAS URBANIZADAS	Centros Urbanos Básicos o Primarios	Río Frío	CHÍA	10303 41	10016 41	Alto	27/04/2011 00:00

			Los Ladrillos donde se desbordó el río Frío. El agua alcanzó niveles de 1.5 m									
Flores Jayvaná	Conocimiento	Inundación	El cultivo flores Jayvaná, es colindante con la fuente hídrica Río Frío, se realizó un recorrido en el cual se evidencio la instalación de material bolsas de reforzamiento en la base del jarillón y	Jarillón irregular	ÁREAS INDUSTRIALES Y COMERCIALES	Zonas Comerciales	Río Frío	CHÍA	1027263	1000130	Alto	12/05/2011 00:00

			corona del mismo, margen derecha del río Frío, debido a que									
Ibaró I y II	Conocimiento	Inundación	Inundación por el sistema de alcantarillado, bomberos a través de compuertas provisionales cerraron la entrada del río a través del sistema de alcantarillado, se estableció un puesto de mando	Otros	ZONAS URBANIZADAS	Centros Urbanos Básicos o Primarios	Río Frío	CHÍA	1030341	1001641	Alto	27/04/2011 00:00

			unificado PMU donde se recogen las aguas negras y lluvias del s									
Los Ladrillo s - Puente Tiquiza	Conocimie nto	Inundaci ón	Este sector inicia desde la avenida Chilacos hasta el Puente Tejares, conocido también como puente Tiquiza, vía de acceso a vereda Tiquiza en, en el cual la vía invade la ronda de protección del	Otro s	INFRAESTR UCTURA ESTRATÉGI CA	Red vial	Río Frío	CHÍA	10303 41	10016 41	Alto	12/05/2011 00:00

			río Frío y se genera riesgo de inundación en dos tramos.									
Puente Tiquiza	Manejo	Inundación	posible	Otros	INFRAESTRUCTURA ESTRATÉGICA	Red vial	Río Frío	CHÍA	1001487	1030496	Medio	10/05/2011 00:00
Teatro Los Ladrillos	Conocimiento	Inundación	El río Frío, supero el jarillón construido con bolsas de arena, e inundó las casas de los conjuntos Altos del río	Jarillón irregular	ZONAS URBANIZADAS	Centros Urbanos Básicos o Primarios	Río Frío	CHÍA	1028136	1005208	Alto	27/04/2011 00:00

		Frío y Conjunto Club Campestre río Frío, sobre la avenida Chilacos y aproximadame nte 50 metros hacia el oriente. El agua alcanzó niveles de 1									
--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabla 36 Zonas de Mayor Vulnerabilidad

Fuente: Corporación Autónoma Regional

17 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Una vez analizados los resultados de la evaluación de impactos se presentan los programas de manejo que se proponen para la prevención, mitigación, restauración y compensación de los impactos ambientales causados por la construcción de las obras hidráulicas. Estos programas no son una serie de medidas aisladas para resolver problemas puntuales, sino que han sido concebidos de manera que aporten una solución integral a cada uno de los “problemas” planteados por las interacciones proyecto-medio ambiente. Se presenta la lista de los programas del Plan de Manejo Ambiental.

(EPM, 2010)

Tabla numero 37 lista de planes de manejo ambientales

Tabla # 37

	NOMBRE DEL PROGRAMA
PM1	Control de sedimentos, erosión y manejo de la capa vegetal
PM2	Manejo de desechos sólidos
PM3	Información y participación comunitaria
PM4	Señalización
PM5	Gestión y Control Ambiental

Tabla 37 Programas de Plan de Manejo Ambiental

A continuación se especifica cada una de las medidas adoptadas para prevenir, mitigar, compensar, corregir y potencializar los diferentes impactos causados durante las etapas de construcción y operación del Proyecto en las tablas 38, 39, 40,41.42.

Tabla # 38

<p>PM1</p> <p>CONTROL DE SEDIMENTOS, EROSIÓN Y MANEJO DE LA CAPA VEGETAL</p>	
<p>TIPO DE MANEJO: Control y mitigación</p>	
<p>OBJETIVO: Evitar que se presente arrastre de sedimentos por las superficies que queden sin cobertura vegetal. Realizar una disposición adecuada del material vegetal y del inerte sobrante de las excavaciones.</p>	
<p>JUSTIFICACIÓN</p>	
<p>Actividades del proyecto en las que se produce el impacto:</p>	
<p>Instalaciones temporales</p> <p>Excavaciones</p>	<p>Obras civiles de casa de máquinas</p> <p>Disposición de sobrantes</p>
<p>Impactos sobre el ambiente:</p>	
<p>Afectación del horizonte orgánico</p> <p>Movimientos en masa</p> <p>Generación de procesos erosivos</p>	<p>Contaminación de agua</p> <p>Sedimentación</p> <p>Aumento en la concentración de material particulado.</p>
<p>ALCANCE: Consiste en el manejo, almacenamiento y disposición de la capa vegetal que se retire durante el descapote en la construcción de la conducción y de la casa de máquinas, así mismo almacenamiento de material pétreo que se requieren para las obras y del material sobrante de excavaciones.</p>	

COBERTURA ESPACIAL: En el área de influencia directa de las obras y aguas abajo de Río Frío		POBLACIÓN BENEFICIADA: Habitantes cercanos al sitio de las obras.
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE LA MEDIDA:		
<p>Antes de realizar el descapote se debe hacer el desmonte de la vegetación existente manualmente.</p> <p>Todos los árboles y arbustos que queden dentro del área de los trabajos, excepto los árboles que indique el interventor ambiental, serán cortados a una altura tal sobre el suelo que le permita desenraizarlos con facilidad posteriormente.</p>		
INSTRUMENTOS E INDICADORES DE SEGUIMIENTO, EVALUACIÓN Y MONITOREO		
Medida	Instrumento	Indicador
Inspecciones oculares	Lista de verificación	Número de actividades realizadas/Número de actividades
Registros	Registros fotográficos,	Comparación del estado inicial con el estado a la fecha del registro
Porcentaje de prendimiento de las áreas	Área de prendimiento	Área tratadas que evoluciona en condiciones aceptables/Áreas

Tabla 38 PM1

Tabla # 39

PM2
MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS
TIPO DE MANEJO: Control y mitigación

OBJETIVO: Realizar un correcto manejo, y disposición final de todo los tipos de desechos sólidos generados por el proyecto.	
JUSTIFICACIÓN	
N	
Actividades del proyecto en las que se produce el impacto:	
Instalaciones provisionales Excavaciones Tendido de tubería a presión Obras civiles de casa de máquinas	Montajes de equipos Disposición de sobrantes Operación y mantenimiento
Impactos sobre el ambiente:	
Afectación del horizonte orgánico Contaminación del suelo Contaminación del agua Sedimentación	Afectación de la fauna Afectación de la salud humana Molestias a la comunidad
ALCANCE: El programa incluye medidas para el manejo para los desechos sólidos producidos por excavaciones, obras civiles, instalación de tubería, montaje y equipos y en operación	
COBERTURA ESPACIAL: El área de influencia directa	POBLACIÓN BENEFICIADA: Habitantes del área de influencia directa del proyecto y trabajadores del proyecto.

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE LA MEDIDA:

1. Sobrantes de excavaciones e inertes de obras civiles

En se deberá utilizar la mayor cantidad posible del material de las excavaciones en los llenos requeridos por la obra.

La disposición final de los materiales obrantes de excavaciones y demoliciones se realizará en el interior del terreno de las obras, en sitios previamente escogidos por el Contratista y la Interventoría.

El material sobrante de excavaciones dispuesto en estos sitios será compactado.

Una vez finalizada la disposición del material sobrante de las excavaciones se recuperará el área mediante la colocación del suelo orgánico y el material vegetal.

INSTRUMENTOS E INDICADORES DE SEGUIMIENTO, EVALUACIÓN Y MONITOREO

Medida	Instrumento	Indicador
Inspecciones oculares	Lista de verificación	Número de actividades realizadas/Número de actividades que se debieron
Registros	Registros fotográficos.	Comparación del estado inicial con el estado a la
Evaluación de quejas a la comunidad	Registros de quejas	Número de quejas por mal manejo de desechos sólidos

Tabla 39 PM2

Tabla # 40

PM3
INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA
TIPO DE MANEJO: Prevención y mitigación
<p>OBJETIVO:</p> <p>Informar a la comunidad sobre las características y políticas del proyecto, sus impactos ambientales y beneficios que traerá a la región y resolver las dudas y expectativas que pueda generar el proyecto sobre la población.</p>
JUSTIFICACIÓN
<p>La participación comunitaria en defensa de un ambiente sano, se consagra en las normas internacionales y en nuestra Constitución Política, donde el tema de la evaluación ambiental, es uno de sus principales elementos. Según lo estipulado en Ley 99 de 1993, artículo 74, la comunidad directamente involucrada en proyectos de desarrollo, tiene derecho a la obtención de la información necesaria, oportuna y veraz en materia ambiental.</p>
ACTIVIDADES DEL PROYECTO QUE AFECTAN EL AMBIENTE
<p>En general, en todas las actividades del proyecto es necesario realizar la información y participación comunitaria. De acuerdo con el cronograma de trabajo propuesto para cada tramo, se debe realizar el trabajo de información y participación comunitaria, antes de ejecutar las obras de rehabilitación y/o reconstrucción de la vía férrea.</p>
IMPACTOS SOBRE EL AMBIENTE

Generación de expectativas	Molestias a la comunidad
<p>ALCANCE</p> <p>Establecer una comunicación permanente con los propietario, las administraciones locales y la comunidad para establecer una armonía comunidad – proyecto, Vincular a la población residente en el área de influencia y a las autoridades locales a todas aquellas acciones que permitan la adecuada ejecución de las obras y la minimización de los impactos.</p>	
<p>COBERTURA ESPACIAL: Municipios del área de influencia</p>	<p>POBLACIÓN BENEFICIADA: En general los habitantes de los municipios Jericó y</p>

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE LA MEDIDA

El programa debe ejecutarse atendiendo tres necesidades de comunicación:

Con los propietarios de predios que serán intervenidos por las obras.

Con las administraciones locales.

Con la comunidad en general que pueda ser afectada por el proyecto.

A estos diversos interlocutores debe proporcionarles información con respecto a tres aspectos básicos:

Las características generales del proyecto: actividades por ejecutar, cronograma de construcción. Adicionalmente, deberá presentarse la justificación del proyecto, aludiendo al hecho de que constituye una alternativa de abastecimiento del líquido y una posibilidad de potenciar el desarrollo de la zona.

Los requerimientos del proyecto al medio físico, biótico y social, es decir sus implicaciones ambientales.

Las medidas que el proyecto va a ejecutar para mitigar o compensar los impactos y que requieren la participación de los propietarios de los predios, de la comunidad en general o de las administraciones locales.

Los canales de comunicación pueden ser varios: reuniones informativas con los diversos interlocutores del proyecto, cartas dirigidas directamente a los interesados, utilización de los espacios brindados por los medios de comunicación local o regional.

Con las administraciones municipales se propone la realización de talleres detallados sobre los programas del PMA (Plan de Manejo Ambiental) con el fin de lograr la inclusión de los mismos dentro de las herramientas de planeación de los municipios, única forma de garantizar su aplicación en los cuales la responsabilidad

de ejecución recaiga en los particulares.

Para evitar la creación de expectativas de empleo no calificado, el contratista informará con claridad a las comunidades las posibilidades reales del proyecto de generar empleo en la zona.

**INSTRUMENTOS E INDICADORES DE SEGUIMIENTO,
EVALUACIÓN Y MONITOREO**

Medida	Instrumento	Indicador
--------	-------------	-----------

Evaluación de representación de las comunidades	Actas de reuniones	Estimación porcentual de representación de la comunidad activa (afiliados a Juntas de Acción Comunal u otras organizaciones
Evaluación y monitoreo de participación de las	Actas de reuniones	Frecuencia y tipo de observaciones y demandas de las comunidades con respecto al proyecto para clasificarlas en su orden.
Evaluación y monitoreo del sistema	Formato de comunicación de único entre	Archivo con registro de inquietudes recibidas y entregadas en la relación comunidad - Contratista
Evaluación, seguimiento y monitoreo a la gestión del Contratista	Lista de verificación	Número de casos atendidos y sin atender. Demandas sin atender y causas.

Tabla 40 PM3

Tabla # 41

PM4	
SEÑALIZACIÓN	
MECANISMOS Y ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS:	
En el programa de Educación al personal del Contratista se darán las indicaciones para el cumplimiento de las medidas indicadas en este programa.	
RESPONSABLES:	RESPONSABILIDADES:
GENERADORA UNIÓN S.A. E.S.P	Incluir en el contrato de construcción todas las medidas indicadas en este programa y

CONTRATISTA	Ejecutar las acciones propuestas en este programa. Instruir al personal encargado de los frentes de trabajo sobre la señalización	
INTERVENTORÍA AMBIENTAL	Verificar que las señales estén instaladas adecuadamente y que se encuentren en buen estado. Verificar que el Contratista destine todos los recursos necesarios para la ejecución de	
INSTRUMENTOS E INDICADORES DE SEGUIMIENTO, EVALUACIÓN Y MONITOREO		
Medida	Instrumento	Indicador
Inspecciones oculares	Lista de verificación	Número de actividades realizadas/Número de actividades
Inspecciones oculares	Estado de las señales	Señales deterioradas/número total de señales
Registros	Registros fotográficos, fílmicos y escrito	Comparación del estado inicial con el estado a la fecha del registro
PRESUPUESTO:		
El presupuesto incluye transporte, instalación y mantenimiento de las señales viales.		
Costo del Programa:	\$ 2.400.000	

Tabla 41 PM4

Table # 42

PM5 GESTIÓN Y CONTROL AMBIENTAL
TIPO DE MANEJO: Prevención, Corrección, Mitigación, Potenciación.
OBJETIVO: El objetivo primordial es la conservación del medio ambiente que predomina en el área de influencia del proyecto; la gestión ambiental tendrá como objeto la implementación adecuada y oportuna de cada uno de los planes de manejo formulados Velar por el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental y el cumplimiento de las normas ambientales en la fase de construcción. Identificar efectos no incluidos en el PMA que puedan presentarse durante la construcción y plantear las medidas necesarias para su manejo. Realizar el seguimiento a las actividades de carácter ambiental que se realicen por motivo de la ejecución del proyecto y llevar los registros respectivos.
JUSTIFICACIÓN N
La ejecución del PMA implica el uso de recursos y el cumplimiento de unos objetivos. Por las anteriores razones debe haber una organización conformada por personas con capacidad e idoneidad para manejar los recursos y permitir los logros.

Actividades del proyecto en las que se produce el impacto

Todas.

Impactos sobre el ambiente

Todos los determinados en el capítulo de identificación y evaluación de impactos.

GESTIÓN Y CONTROL AMBIENTAL

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE LA MEDIDA:

Con la gestión ambiental se busca obtener las metas trazadas mediante el manejo eficiente de los recursos naturales, por lo tanto, se requiere ejecutar el programa planteado en forma concertada entre el grupo de gestión ambiental del Contratista y de la Interventoría

1. Gestión Ambiental del Contratista

El Contratista implementará cada uno de los planes de manejo estipulados y tendrá el personal y recursos necesarios para ello.

El esquema organizacional para el Grupo de Gestión Ambiental del Contratista debe como mínimo contener los siguiente elementos:

Director de Obra: Responsable directo de la Ejecución de las actividades del

Plan de Manejo Ambiental.

Coordinador Ambiental: Biólogo o ingeniero con experiencia en el área ambiental que será encargado de coordinar o llevar a cabo las actividades de los programas del Plan de Manejo Ambiental

correspondientes a los impactos físico- bióticos.

Coordinador de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial:
Profesional idóneo para coordinar o ejecutar las actividades propias de los programas en el área humana y de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial. Será de dedicación completa durante la construcción

Recursos: Para el buen funcionamiento de la supervisión ambiental, además se debe contar como mínimo con los siguen

ALCANCE:

Este programa comprende la creación de una estructura organización del Grupo de Gestión Ambiental del Contratista y de la Supervisión Ambiental por parte de la Interventoría que garanticen un correcto manejo de los impactos generados por el proyecto y el uso racional de los recursos naturales

**INSTRUMENTOS E INDICADORES DE SEGUIMIENTO,
EVALUACIÓN Y MONITOREO**

Medida	Instrumento	Indicador
Inspecciones oculares	Lista de verificación	Número de actividades realizadas/Número de actividades
Identificación y evaluación de impactos	Evaluación expost	Impactos previstos/impactos generador
Registros	Registros fotográficos, fílmicos y escrito	Comparación del estado inicial con el estado a la fecha del registro
Registros	Informe final	Conclusiones de la Gestión Ambiental del Proyecto

Tabla 42 PM5

18 PLAN DE CONTINGENCIA

El plan de contingencias permite dotar al proyecto una herramienta estratégica, operativa e informática, que le facilita coordinar la prevención, al peligro dentro del área de influencia, buscando que estas emergencias se atiendan bajo criterios unificados y coordinados.

El plan comprende 3 Capítulos principales:

- *El Plan Estratégico* que incluyen el alcance, filosofía, descripción y área de influencia de las instalaciones y organización del Plan.
- *El Plan Operativo* que incluye las acciones, procedimientos a seguir al momento de presentarse la emergencia y distribución de equipos.
- *El Plan Informativo* en donde se indican los procedimientos de información y el listado de teléfonos tanto del personal como de entidades externas a las que se debe acudir al momento de presentarse un evento.

18.1 PLAN ESTRATÉGICO

En este componente se incluyen las recomendaciones para manejar los distintos tipos de contingencias que pueden ocurrir en las operaciones de del proyecto, ya sea por derrames o incendios además de otros tipos de emergencias; además, se indican los equipos que se deben utilizar y los dispositivos de seguridad para prevenir estos.

Es importante definir que las prioridades de protección según su orden son:

1. La salud de trabajadores y clientes presentes.
2. La protección del medio ambiente.
3. La protección de las instalaciones.

18.2 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS AMENAZAS Y SU RIESGO

La siguiente tabla número 43 muestra las Amenazas Identificadas

Tabla # 43

NATURAL	TECNOLÓGICO	SOCIAL
Fenómenos de remoción en masa	Incendios y Explosiones	Hurto
Movimientos sísmicos	Fugas y Derrames	Asaltos
Inundación	Fallas estructurales	Terrorismo
Lluvias torrenciales	Fallas en equipos y sistemas	Secuestros
Granizadas	Intoxicaciones	Asonadas
Vientos fuertes	Trabajos de alto riesgo	Concentraciones masivas
Otros dependiendo de la geografía y clima.	Riesgos externos	Otros
	Otros	

Tabla 43 Identificación, Descripción y Análisis de las Amenazas y su Riesgo

18.3 Estimación de Vulnerabilidad y Priorización de Riesgos

Del Análisis de amenazas podemos concluir que:

- Amenazas que muestran una *Vulnerabilidad Inminente* son: Incendios y explosión.
- Amenazas que muestran una *Vulnerabilidad Probable*: Movimientos sísmicos, Lluvias torrenciales, inundaciones, derrames fugas químicas (Combustibles), fallas en maquinaria y equipo, hurto, atraco y terrorismo.
- Amenazas que muestran una *Vulnerabilidad Posible*: Caída de rayos y accidentes de tránsito.

18.4 Medidas de Intervención

Tabla # 44

AMENAZA	INTERVENCIÓN
Deslizamiento o aplastamiento, sismo,	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación a todo el personal involucrado sobre qué hacer en caso de una Emergencia (Temblor, Sismo, Incendio, deslizamiento, etc.).

AMENAZA	INTERVENCIÓN
falla estructural.	<ul style="list-style-type: none"> • Divulgación del plan de emergencias a todo el personal involucrado, puntos de encuentro y procedimientos a realizar según el tipo de emergencia presente. • Evacuación del Área.
Explosión	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar instrumentos de trabajo. • Evitar fuentes de Chipa y Altas Temperaturas • Señal de NO FUMAR. • Hacer respetar vehementemente las normas de NO FUMAR.
Incendios	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de extintores cerca de las zonas identificadas como de mayor riesgo. • Instalación de vallas o conos para bloquear el tráfico en la zona de descargue o recolección materias primas en el momento que se estén realizando estas operaciones. • Verificación de fuentes de ignición (cigarrillos, encendedores, llamas, etc.) en los alrededores de las áreas de mayor riesgo. • Asegurarse que el motor del vehículo esté apagado cuando se realice el llenado de combustible. • Señal de NO FUMAR. • Hacer respetar vehementemente las normas de NO FUMAR. • Plan de Mantenimiento de equipos y maquinaria de suministro de combustible y de recolección de aceites usados. • Almacenamiento de COMBUSTIBLES y los residuos peligrosos en recipientes adecuados, en buen estado, herméticos y con capacidad suficiente para almacenar los volúmenes producidos.
Falta de herramientas de detección o monitoreo de amenazas	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación en luces y lámparas de emergencia, señales de emergencia, botón de emergencia que des energiza las zonas de riesgo. • Mantenimiento al cuarto de control. Paneles de control.

AMENAZA	INTERVENCIÓN
<p>Protestas, disturbios, robos y atracos</p> <p>Explosión por atentado terrorista</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de medidas de seguridad para ingreso de empleados y proveedores. • Folletos o boletines informativos para visitantes, los cuales especifiquen la ubicación de los puntos de encuentro, nombre de los brigadistas y recomendaciones a tener presente en caso de una emergencia • Comunicación con el cuadrante de seguridad de la zona
<p>Eventos atmosféricos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Líneas o polos a tierra que permitan proteger las instalaciones; (reguladores de voltaje).
<p>Inadecuado acopio, manejo y transporte de residuos peligrosos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de manejo integral de residuos sólidos peligrosos y convencionales.
<p>Derrames de productos peligrosos y sustancias químicas, presencia de materiales peligrosos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos de manejo de sustancias químicas. • Hojas de Seguridad de las sustancias o productos peligrosos. Divulgación y Capacitación de las Hojas de Seguridad
<p>Vertimiento de sustancias peligrosas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección de las condiciones y elementos de los sistemas de combustible. • Revisión permanente del estado de los sistemas de almacenamiento. • Verificación de las cunetas perimetrales. • Los RESPEL líquidos se depositan en recipientes resistentes, almacenados en diques o muros de contención. • Identificación y señalización en forma adecuada a cada una de las áreas. • Kits y materiales para la contención de derrames y fugas, y los debidos equipos contra incendios.

Tabla 44 Medidas de Intervención

18.5 ESCENARIO DE OCURRENCIA DE LAS AMENAZAS IDENTIFICADAS

En el siguiente cuadro se presentan los escenarios donde se pueden presentar las amenazas identificadas y su probabilidad de ocurrencia, teniendo en cuenta su afectación al medio ambiente.

Tabla # 45

Evento	Escenario	Calificación	Recursos afectados
Derrame de Combustibles	Áreas de trabajo, almacenamiento, manejo y	Probable	√Recurso suelo
Contaminación de suelos y/o aguas superficiales / subterráneas.	Zona de descargue, almacenamiento, del combustible o aceites. Daño en cárcamos o cunetas. Daño en Dique.	Posible	√Recurso suelo √Recursos hídricos subterráneos. √Recurso hídrico superficial. √Daños generales al
Incendios y/o explosiones	Área de operación	Inminente	√Recurso suelo √Recursos hídricos subterráneos. √Recurso hídrico superficial. √Daños generales al ecosistema √Infraestructura física √Comunidades
Aguas Hidrocarbonadas	Lluvias que entren en contacto con el suelo el cual tenga trazas de combustible	Probable	√Recursos hídricos subterráneos. √Recurso hídrico superficial. √Recurso suelo

Accidentes vehiculares	Área de operación	Posible	√Recurso suelo √Recurso hídrico superficial. √Daños generales al ecosistema √Infraestructura física
Accidentes Laborales	Área de Operación. Tránsito de Vehículos. Peligros por manejo de combustible	Posible	Afecta a la Persona.

Tabla 45 ESCENARIO DE OCURRENCIA DE LAS AMENAZAS

IDENTIFICADAS

18.6 PLAN OPERATIVO

La prevención de los posibles eventos que pudieran ocasionar emergencias y derrames en la manipulación y el transporte del proyecto es la mejor medida que se puede tomar cuando se está diseñando un plan de contingencia. Igualmente el entrenamiento del personal es de la mayor importancia para que estas medidas y procedimientos se apliquen y favorezcan los hábitos de seguridad convenientes para un buen manejo del combustible.

18.6.1 Planes de acción

NIVELES DE RESPUESTA Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS.

Dentro del PNC nos encontramos en Nivel Uno donde desplegamos nuestro máximo nivel de respuesta. La estructura de organización para la atención de eventos contemplados en el plan de contingencia en las instalaciones del proyecto, presenta los siguientes niveles de emergencia:

- **Emergencia grado 1:** Esta situación será atendida directamente a través del personal vinculado, con base en los equipos propios de esta.
- **Emergencia grado 2:** Esta emergencia será atendida por la brigada de servicio con ayuda de entidades especializadas en la atención de eventos, organismos de ayuda mutua, entidades distritales y las de orden nacional de ser necesario.

De acuerdo a la evolución de la emergencia se ira activando la estructura del PNC de acuerdo a la necesidad y por la entrega del mando de la emergencia a las organismos o entidades

especializadas en atención de emergencias en especial el Cuerpo Oficial de Bomberos de Chía y Bogotá

PROCEDIMIENTO GENERAL DE RESPUESTA, NOTIFICACIÓN Y ALERTA.

El procedimiento general de respuesta ante cualquier evento incluye una serie de acciones enlazadas desde la detección del incidente hasta el fin del evento y la reiniciación de la operación normal del proyecto. A continuación se muestra el esquema general operativo de la atención de la emergencia.

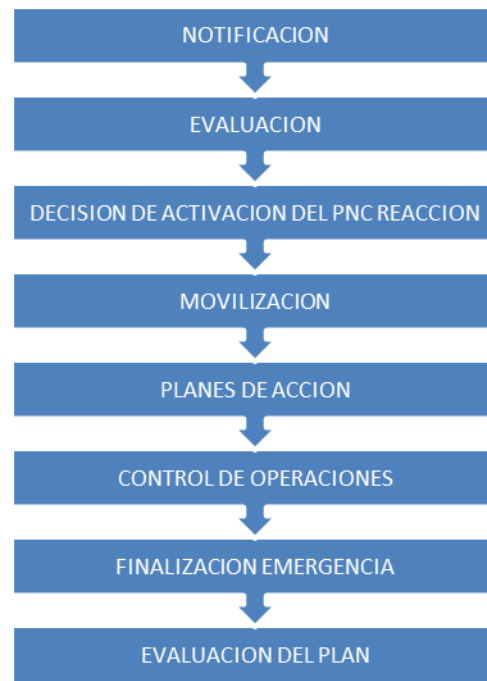


Diagrama 4 Esquema General Operativo de la Atención de la Emergencia.

Procedimiento de Respuesta.

Las respuestas a un accidente de contaminación son de dos tipos:

- **Acciones Correctivas:** Que se dirigen a evitar que cualquier tipo de incidente o accidente tenga consecuencias mayores que puedan afectar el componente social o ecológico.
- **Acciones Preventivas:** Que se enfocan hacia el manejo y control de las causas que pueden producir o causar un incidente o accidente y a minimizar los efectos que pueda conllevar.

(AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES, 2012)

CONCLUSIONES

A través del análisis e interpretación de los datos hidrológicos que se encuentran sobre la vía, se identificó que estos se caracterizan por tener corrientes efímeras, es decir que solo llevan abundante agua en época de lluvia.

De acuerdo al estudio de caudales que se realizó para periodos de retorno de 25, 50 y 100 años, se determina que estas estructuras son y serán autosuficientes para el tiempo estimado.

Respecto a los niveles y zonas de inundación que se tienen en cuenta como resultado de los cálculos para el diseño de Bolsacretos, se presenta la proyección de caudal máximo anual de $53,34\text{m}^3/\text{s}$, el cual corresponde a un periodo de retorno de 50 años.

Los niveles del Río Frío en la zona del proyecto en el año 2011 alcanzaron una altura de 1m por encima de la vía, para el perfil del proyecto se debe llegar 1.5 m por encima de la vía y se debe tener en cuenta la altura del diseño, asegurando el cambio de flujo supercrítico a subcrítico.

La elaboración de los diseños establecidos en las zonas de mayor vulnerabilidad son obras con el fin de evitar el desplazamiento del Río por el exceso de agua que se incrementa en diferentes temporadas del año; así mismo, se evita el deterioro en la estructura vial controlando que el afluente no se desborde y conserve su cauce natural; generando de esta manera calidad de vida de los habitantes aledaños.

La vía que conducen a las veredas de Tiquiza se caracterizan por tener en su topografía gran parte del el recorrido del Río Frío, afectando la movilidad de los usuarios en momentos de precipitación y poniendo en peligro la integridad de las personas, lo que conlleva a la necesidad de instalar obras para el control a inundaciones y crecientes.

Las fichas de manejo ambiental, son herramientas que plantean medidas correctivas de las obras que se han instalado para el desarrollo del proyecto en la vereda Tiquiza del municipio de Chía, dando así respuesta a cada uno de los impactos generados.

RECOMENDACIONES

Es importante tener en cuenta actividades de psicoeducación que se relacionen con el control ambiental, con el fin de evitar obstrucción del alcantarillado, inundaciones por precipitaciones en la vía y otras afectaciones ambientales; lo anterior en vista de recuperar las zonas verdes y mejorar la zona paisajística,

Se deben implementar adecuadamente los programas de medidas de manejo ambiental propuestas para mitigar los impactos ocasionados por las actividades en el desarrollo del proyecto.

Este tipo de proyectos debe tener como eje principal el incentivar a la comunidad para modificar sus conductas depredadoras del medio ambiente.

Es necesario elaborar programas de capacitación y educación ambiental a todo nivel, como mecanismo de incorporación progresiva de la problemática ambiental en la vida diaria de todos los sectores de la población.

Crear y/o perfeccionar mecanismos de participación para la gestión ambiental, de manera que esta participación se produzca desde el inicio de la consideración de una idea y no solamente cuando el ciudadano se siente afectado, en ajuste al principio de prevención de los conflictos ambientales.

Bibliografía

(s.f.).

Abernethy, R. (25 de Julio de 2013). *Fundmentos Del Analisis De Weibull*. Obtenido de http://www.mantenimientoplanificado.com/art%C3%ADculos_rcm_archivos/Fundamentos%20analisis%20Weibull.pdf

Abner, T. (02 de septiembre de 2013). *Plan Quinquenal de Ahorro y Uso Eficiente Del Agua* . Obtenido de <http://caqueza-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/30363635333333316466386438626535/plan-uso-de-aguas.pdf>

Alcaldia Chia. (2000). *PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL*. Chia.

ALCALDIA DE CHIA. (14 de JUNIO de 2000). *PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL*. Obtenido de ALCALDIA CHIA: http://www.planeacion.cundinamarca.gov.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/sig_documento_2000%20ch%C3%ADa%20Acuerdo_17_2000.pdf

Alfredo, M. V. (2005). Presas . *Curso de Irrigación*, 26-29.

ANDESCO. (2010). *CIRCULAR N° 1*.

AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. (2012). *Planes de Contingencia* . Bogota.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. (DICIEMBRE de 2010). *sisman utm.edu*. Obtenido de <http://www.sisman.utm.edu.ec/libros/FACULTAD%20DE%20CIENCIAS%20MATEMATICAS%20F%C3%8DSICAS%20Y%20QU%C3%8DMICAS/INGENIER%C3%8DA%20CIVIL/08/OBRAS%20HIDRAULICAS%20II/manual-dise%C3%B1os-1.pdf>

Ayuntamiento y campo . (2008). Obtenido de <http://www.campo.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/idpag.19/idmenu.1045/chk.5d90bfe6bf0a1efe022d866571cc0531.html>

Bernard, T. (1991). *Planeación estratégica exitosa* (Vol. 1). Bogota, Colombia: Legis.

Cabeza, A. M. (2 de Octubre de 2000). *BIBLIOTECA VIRTUAL*. Recuperado el 2003, de BIBLIOTECA LUIS ANGEL ARANGO: <http://www.banrepcultural.org/derautor.htm>

- Carvajal-Escobar. (2009). “*Caudal ambiental: conceptos, experiencias y desafíos*”, en *Régimen de caudal ambiental en el marco de la gestión integrada del recurso hídrico, Cali, Programa editorial Universidad del Valle*. Cali.
- Carvajal-Escobar, Y. (21 de JULIO de 2011). *revista memorias*. Recuperado el 8 de ABRIL de 2011, de revista memorias: <http://www.revistamemorias.com/articulos%2016/7.Inundaciones%20en%20Colombia%20%BFEstamos%20preparados%20para%20enfrentar%20la%20variabilidad%20y%20el%20cambio%20clim%20El%20tico.pdf>
- Chaparro, C. (2011). *Estudio hidrológico correspondiente a la zona del río frío municipio de chia - cundinamarca*. Bogota.
- Chow, V. t. (2004). *Hidraulica de Canales Abiertos* . California: Mc-Graw Hill.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA. (28 de Junio de 2011). *Memoria y Dignidad* . Recuperado el 2011, de Memoria y Dignidad : <http://memoriaydignidad.org/memoriaydignidad/index.php/site-administrator/tierra-y-territorio/instrumentos-nacionales/540-ley-1454-de-2011-28-de-junio-de-2011>
- CORPORACION AUTONOMA REGIONAL . (2006). *PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO BOGOTÁ*. Bogota: CAR.
- Corporacion Autonoma Regional. (1991). *Adecuacion Hidraulica del Rio Frio*. Bogota: CAR.
- DANE. (2008). *PROYECCIONES DE POBLACIÓN*. dane, Cundinamarca, Chia.
- DANE. (MARZO de 2008). *PROYECCIONES DE POBLACIÓN PROYECCIONES MUNICIPALES 2006-2020*. Recuperado el MARZO de 2006, de DANE: <http://www.dane.gov.co/>
- DANE. (6 de ENERO de 2011). *REPORTE No. 1 DE ÁREAS AFECTADAS POR INUNDACIONES 2010 - 2011*. (DANE, Editor, & DANE) Recuperado el 22 de NOVIEMBRE de 2010, de DANE: http://www.dane.gov.co/files/noticias/Reporte_uno.pdf
- definicion. (2013). *definicion abc*. Obtenido de <http://www.definicionabc.com/social/territorio.php#ixzz2bQGP7bhp>
- definiciones. (2007 - 2013). *Definicion abc*. Recuperado el 2013, de <http://www.definicionabc.com/derecho/ordenamiento.php#ixzz2bQFda3kO>

- EPM. (2010). *ACTUALIZACIÓN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – PLAN DE MANEJO AMBIENTAL*. Medellín.
- Escuela Colombiana de Ingeniería. (2008). *Gregoriomarin*. Recuperado el 9 de 11 de 2014, de Gregoriomarin: http://transportesedimentos.tripod.com/esp/pagina_nueva_19.htm
- Estudios y Diseños Para La Construcción Del Plan Maestro De Acueducto Y Alcantarrillado Del Municipio De Une -Cundinamarca*. (18 de Abril de 2013). Obtenido de http://municipio-une-cundinamarca.wikispaces.com/file/view/Plan+Maestro+Aguas+UNE_2006.pdf
- Felipe, V. (02 de Septiembre de 2013). Proyecto de mallas de protección de taludes en el mejoramiento de la interconexion sector tumbe-Centrode talcahuano. Bogotá.
- Fonade. (Abril). *CONSTRUCCION DE OBRAS DE PROTECCIÓN*. Bogota: Fonade.
- Gabby, V. S. (12 de Octubre de 2013). *Importancia de los estudios ambientales en la proyeccion de vias,un estudio comparado de caso*. Obtenido de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/la%20importancia%20de%20los%20estudios%20ambientales%20en%20la%20proyecci%C3%B3n%20de%20v%C3%ADas,%20un%20estudio%20comparado%20de%20caso.pdf>
- GARCÍA, O. M. (2007). *PLAN DE TURISMO PARA EL MUNICIPIO DE CHIA COMO UNA OPORTUNIDAD DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEJORAMIENTO DEL NIVEL DE VIDA DE SUS HABITANTES*. Chia.
- Gilberto, S. Á. (1999). *Hidraulica Genreal*. Mejico: Noriega Editores .
- Hernan, M. (1997). *Obras Hidraulicas Rurales*. Bogotá: no se.
- Hernán, M. (1997). *Obras Hidraulicas Rurales*. Santiago de Cali : Universidad del valle .
- Ideam. (2006). *Precipitación estacion las cazas*. Villavicencio.
- Ingenieros Consultores. (15 de septiembre de 2013). *Elaboración del Diagnostico y Formulación del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado del Municipio de Caqueza*. Obtenido de <http://caqueza-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/30363635333333316466386438626535/informe-final-plan-maestro.pdf>
- Lopez, G. M. (1996). *Manual de estabilidad de taludes*. Via Bogota-Villavicencio: Institut Nacional de Vias .
- Maccaferri. (25 de Mayo de 2013). *Control de Erosión en Taludes y Obras de Ingeniería*. Obtenido de <http://www.maccaferri.com.mx/documentos/articulos/15641-1.html>

- Maccaferri. (19 de Abril de 2013). *Los Gaviones* . Obtenido de <http://www.maccaferri.com.mx/documentos/articulos/15641-1.htm>
- Miguel, V. S. (1993). *TECNICAS DE MODELACION EN HIDRAULICA*. MEXICO: ALFAOMEGA.
- Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial. (2007 - 2009). *Cortolima*. Obtenido de Cortolima: <http://www.cortolima.gov.co/SIGAM/gen/x1.htm>
- Ministerios De Ambiente vivienda y Desarrollo territorial; Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (18 de Enero de 2010). *Resolucion °N 0081*. Bogotá, Colombia.
- Monsalve, S. G. (2000). *Hidrologia En La Ingenieria*. Bogota: Escuela Colombiana De Ingenieria .
- Municipio de Cota. (2011). *REVISIÓN GENERAL PBOT COTA*. Cota.
- OCHA Colombia. (2010). *Colombia • Inundaciones 2010 informe de situacion #10*. BOGOTA: OCHOA.
- Ochoa Rivera, J. C. (2006). *Diseño de planes de emergencia de obras hidráulicas ante su riesgo de fallo-teoría y caso de estudio [[recurso electronico] //] Juan Camilo Ochoa Rivera*. MEDELLIN: e-libro, Corp.
- Páez, E. S. (16 de Junio de 2013). *Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental Subcuenca Río Negro*. Obtenido de http://www.cdmb.gov.co/ciaga/Boletin%20Electronico%20Ambiental_No_5/Pomca%20Rionegro.pdf
- Por encima de la tierra. (2004). *comunidad andina*. Recuperado el 2004, de comunidad andina: http://www.comunidadandina.org/public/Atlas_13_El_Nino_y_La_Nina.pdf
- Prieto, A. M. (5 de Agosto de 2006). *Metodologia para la estimación de curvas de vulnerabilidad economica para lluvia para infraestructura vial -Aplicación Carrtera Bogotá -Villavicencio*. Obtenido de <http://academic.uprm.edu/laccei/index.php/RIDNAIC/article/viewFile/125/124>
- Torres, C. C.-E. (2011). *Estudio hidrologico correspondiente a la zona del rio frio municipio de chia - cundinamarca*. Bogota.
- Torres, Q. E.-C. (2011). *Estudio hidrologico correspondiente a la zona del rio frio municipio de chia - cundinamarca*. Bogota.

- Velez, J. P. (10 de Julio de 2013). *Aplicación De diferentes Metodologías Para Estimar De curvas Intensidad Frecuencia Duración En Colombia* . Obtenido de http://www.academia.edu/410128/Aplicacion_De_Diferentes_Metodologias_Para_Estimacion_De_Curvas_Intensidad_Frecuencia_Duracion_En_Colombia
- Villavicencio, A. (2010). *Metodo de aforos de caudales*. Chile.
- WEISS, J. F. (2010). *CIRCULAR N°1*. ALCALDIA DE CHIA, CONCEJO MUNICIPAL DE CHIA, CHIA.
- Whittaker, R. (1980). *Biodiversidad* . Recuperado el 1980, de Bioadivesidad mexiana: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/quees.html>

IMÁGENES



Ilustración 29 UBICACIÓN DISEÑO

Fuente: Propia



Ilustración 30 UBICACIÓN DISEÑO

Fuente: Propia



Ilustración 31 ZONA INUNDABLE

Fuente: Propia



Ilustración 32 DISEÑO

Fuente: Propia



Ilustración 33 DISEÑO

Fuente: Propia



Ilustración 34 ZONA INUNDADA EN EL 2011

Fuente: Propia

Fuente: Arcgis Propia



Ilustración 36 Cuenca Río Frio

Fuente: Arcgis Propia

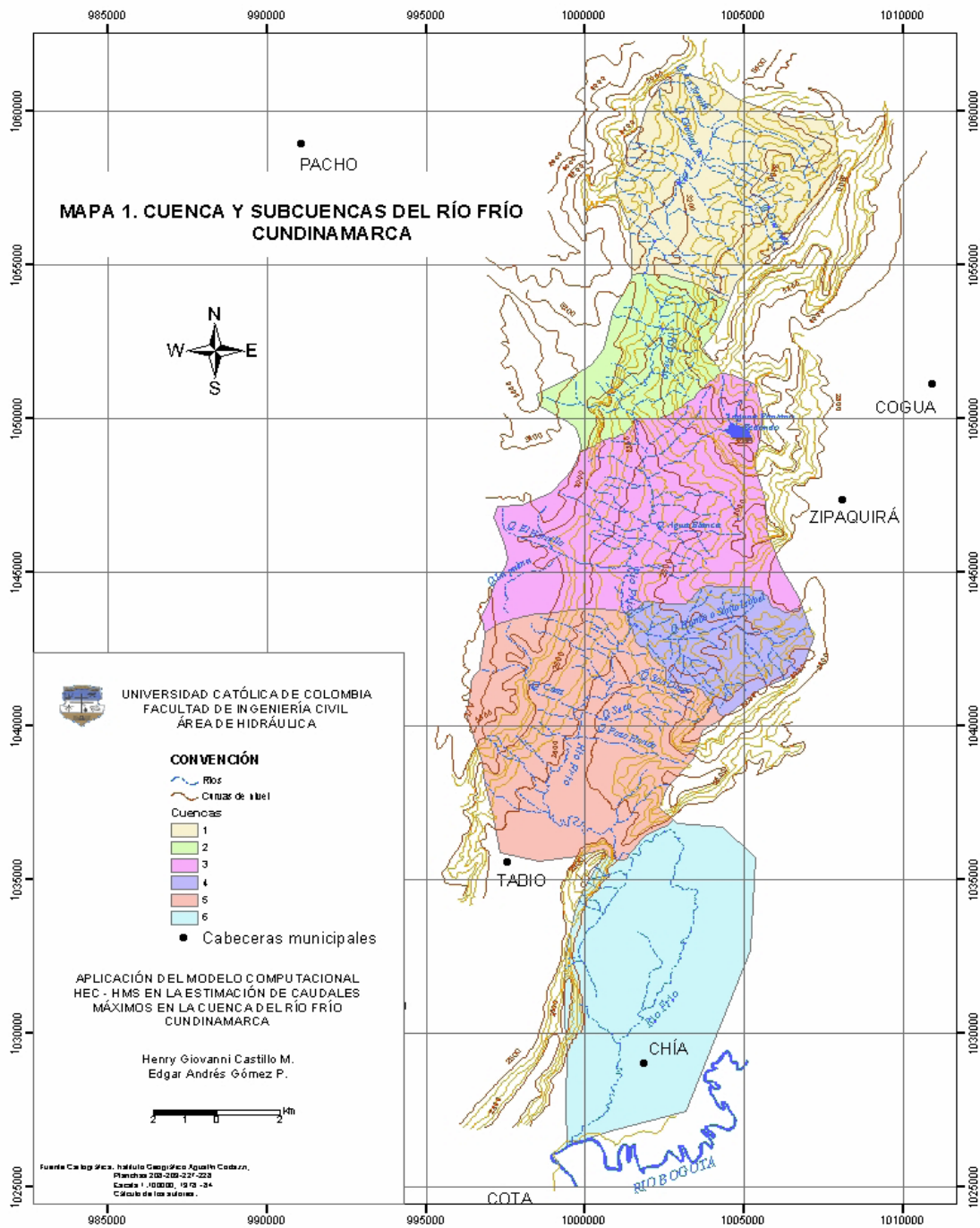


Ilustración 37 Cuenca Río Frío

Fuente: Universidad Católica

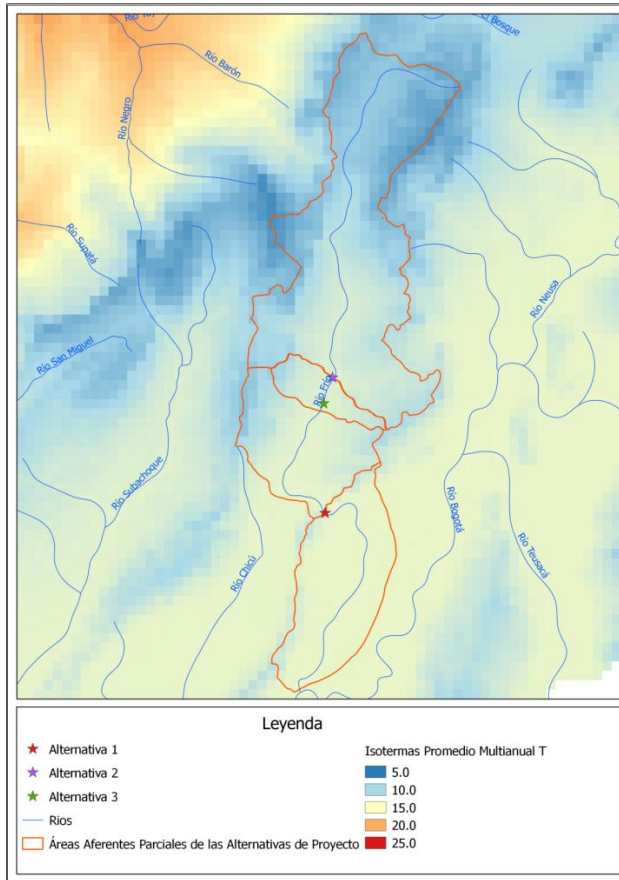


Ilustración 40 Informe caracterización hidroclimática

Fuente: Informe caracterización hidroclimática

ANEXO

MODELACION HYFA

TITLE :

Río Frío 2011

INPUT OF THE VARIATE VALUES & FILE COMMUNICATION

1 =	19.00	9 =	10.00	17 =	27.00	25 =	3.00
2 =	24.00	10 =	8.00	18 =	22.00	26 =	44.00
3 =	27.00	11 =	49.00	19 =	7.00	27 =	10.00
4 =	24.00	12 =	15.00	20 =	19.00	28 =	27.00
5 =	20.00	13 =	7.00	21 =	7.00		
6 =	25.00	14 =	6.00	22 =	22.00		
7 =	9.00	15 =	16.00	23 =	22.00		
8 =	12.00	16 =	7.00	24 =	16.00		

your x-values are stored in File: Pte la Virginia

BASIC STATISTICS OF x and ln x

Descriptor	x-stat	lnx-stat
mean =	18.0000	2.6997
var =	.1211E+03	.4344
st.dev=	11.0050	.6591
biasskew=	1.0496	-.3775
biaskurt=	4.0903	2.6160
skew =	1.1722	-.4216
kurt =	5.1163	3.2722

RANKING OF THE DATA & THE PLOTTING POSITIONS

rank value value plotting position (percent) according to:
 of x of ln(x)

HAZEN

1 =	3.00	1.09861	1.7857
2 =	6.00	1.79176	5.3571
3 =	7.00	1.94591	8.9286
4 =	7.00	1.94591	12.5000
5 =	7.00	1.94591	16.0714
6 =	7.00	1.94591	19.6429
7 =	8.00	2.07944	23.2143
8 =	9.00	2.19722	26.7857
9 =	10.00	2.30259	30.3571
10 =	10.00	2.30259	33.9286
11 =	12.00	2.48491	37.5000
12 =	15.00	2.70805	41.0714
13 =	16.00	2.77259	44.6429
14 =	16.00	2.77259	48.2143
15 =	19.00	2.94444	51.7857
16 =	19.00	2.94444	55.3571
17 =	20.00	2.99573	58.9286
18 =	22.00	3.09104	62.5000
19 =	22.00	3.09104	66.0714
20 =	22.00	3.09104	69.6429
21 =	24.00	3.17805	73.2143
22 =	24.00	3.17805	76.7857
23 =	25.00	3.21888	80.3571
24 =	27.00	3.29584	83.9286

25 =	27.00	3.29584	87.5000
26 =	27.00	3.29584	91.0714
27 =	44.00	3.78419	94.6429
28 =	49.00	3.89182	98.2143

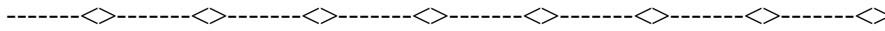
EVALUATION t-VALUE

****one-tail Student t-value****

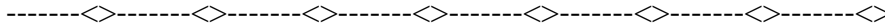
degrees of freedom = 27

level of significance = .9500

t - v a l u e = -.100



FREQUENCY ANALYSIS



>>> THE GUMBEL TYPE I DISTRIBUTION <<<

note : for relevant use of this distribution

skew should preferably be around 1.13

there is a perfect fit when skew = 1.1395

& kurt = 5.4002

---method of moments---

Return per. Years (T=1/p)	Probab.		Est. value X	St.Error		Conf. lim. of Est.	
	Exc. (p)	Non.Exc. (1-p)		-----		lower-----	upper
			T	T	(X -t.S)	(X +t.S)	
			T	T	T	T	T
1.01010	.990	.010	-.056	3.008	.244	-.357	
1.02564	.975	.025	1.847	2.709	2.118	1.576	
1.05263	.950	.050	3.633	2.449	3.878	3.388	
1.11111	.900	.100	5.891	2.159	6.107	5.675	
1.25000	.800	.200	8.964	1.867	9.151	8.778	
2.00000	.500	.500	16.193	1.909	16.384	16.002	
5.00000	.200	.800	25.918	3.215	26.240	25.597	
10.00000	.100	.900	32.357	4.342	32.792	31.923	
20.00000	.050	.950	38.534	5.485	39.082	37.985	
25.00000	.040	.960	40.493	5.855	41.079	39.908	
50.00000	.020	.980	46.529	7.006	47.229	45.828	
100.00000	.010	.990	52.520	8.161	53.336	51.704	

alpha = .11654E+00

u = .13048E+02

---maximum likelihood---

Return per. Years (T=1/p)	Probab.		Est. value X	St.Error		Conf. lim. of Est.	
	Exc. (p)	Non.Exc. (1-p)		-----		lower-----	upper
			T	T	(X -t.S)	(X +t.S)	
			T	T	T	T	T
1.01010	.990	.010	.724	2.030	.927	.521	

1.02564	.975	.025	2.528	1.867	2.715	2.341
1.05263	.950	.050	4.221	1.738	4.394	4.047
1.11111	.900	.100	6.361	1.615	6.522	6.199
1.25000	.800	.200	9.273	1.538	9.427	9.119
2.00000	.500	.500	16.123	1.805	16.304	15.943
5.00000	.200	.800	25.340	2.771	25.617	25.063
10.00000	.100	.900	31.442	3.555	31.798	31.087
20.00000	.050	.950	37.296	4.350	37.731	36.861
25.00000	.040	.960	39.152	4.608	39.613	38.692
50.00000	.020	.980	44.872	5.411	45.413	44.331
100.00000	.010	.990	50.550	6.219	51.172	49.928

alpha = .12297E+00

u = .13143E+02

-----◇-----◇-----◇-----◇-----◇-----◇-----◇

GOODNESS OF FIT TESTS

-----◇-----◇-----◇-----◇-----◇-----◇-----◇

FREQUENCY ANALYSIS CORRESPONDING TO
PLOTTING POSITION ACCORDING HAZEN

L.P.III DIR : LOG PEARSON TYPE III DIRECT METHOD OF MOMENTS
L.P.III IND : LOG PEARSON TYPE III INDIRECT METHOD OF MOMENTS

GUMBEL EVI : GUMBEL EXTREME VALUE TYPE I

Fitting Method : Method of Moments

N.EX.PR	EMPIRICAL	GUMBEL EVI
.018	3.000	1.098
.054	6.000	3.833
.089	7.000	5.479
.125	7.000	6.766
.161	7.000	7.871
.196	7.000	8.869
.232	8.000	9.798
.268	9.000	10.683
.304	10.000	11.540
.339	10.000	12.380
.375	12.000	13.214
.411	15.000	14.049
.446	16.000	14.893
.482	16.000	15.754
.518	19.000	16.638
.554	19.000	17.555
.589	20.000	18.514
.625	22.000	19.526
.661	22.000	20.606
.696	22.000	21.772
.732	24.000	23.048
.768	24.000	24.471
.804	25.000	26.091
.839	27.000	27.994

.875	27.000	30.324
.911	27.000	33.380
.946	44.000	37.926
.982	49.000	47.511

Fitting Method : Max. Likelihood

N.EX.PR EMPIRICAL GUMBEL EVI

.018	3.000	1.818
.054	6.000	4.410
.089	7.000	5.970
.125	7.000	7.189
.161	7.000	8.237
.196	7.000	9.182
.232	8.000	10.063
.268	9.000	10.902
.304	10.000	11.714
.339	10.000	12.510
.375	12.000	13.300
.411	15.000	14.092
.446	16.000	14.892
.482	16.000	15.707
.518	19.000	16.546
.554	19.000	17.414
.589	20.000	18.323
.625	22.000	19.282
.661	22.000	20.305
.696	22.000	21.410
.732	24.000	22.620
.768	24.000	23.968
.804	25.000	25.504

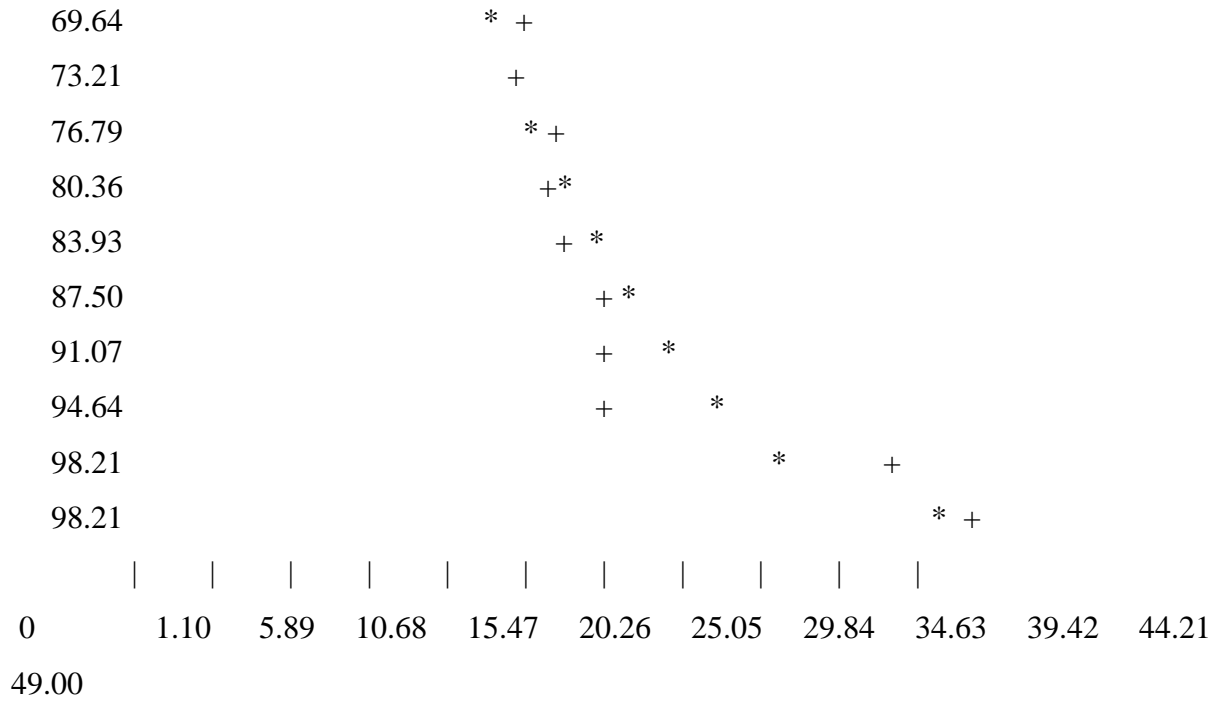
.839	27.000	27.307
.875	27.000	29.515
.911	27.000	32.411
.946	44.000	36.719
.982	49.000	45.803

~~~~~  
 ~~~~~The Graphical Method~~~~~  
 ~~~~~

Fitting Method : Method of Moments

-----

1.79	* +
5.36	* +
8.93	* +
12.50	*+
16.07	+ *
19.64	+ *
23.21	+ *
30.36	+ *
33.93	+ *
37.50	+ *
41.07	+ *
44.64	* +
48.21	* +
51.79	*+
55.36	* +
58.93	* +
62.50	* +
66.07	* +



```

|-----|
|  L E G E N D  |
|              |
|  GUMBEL EVI : * |
|  EMPIRICA : + |
|_____|

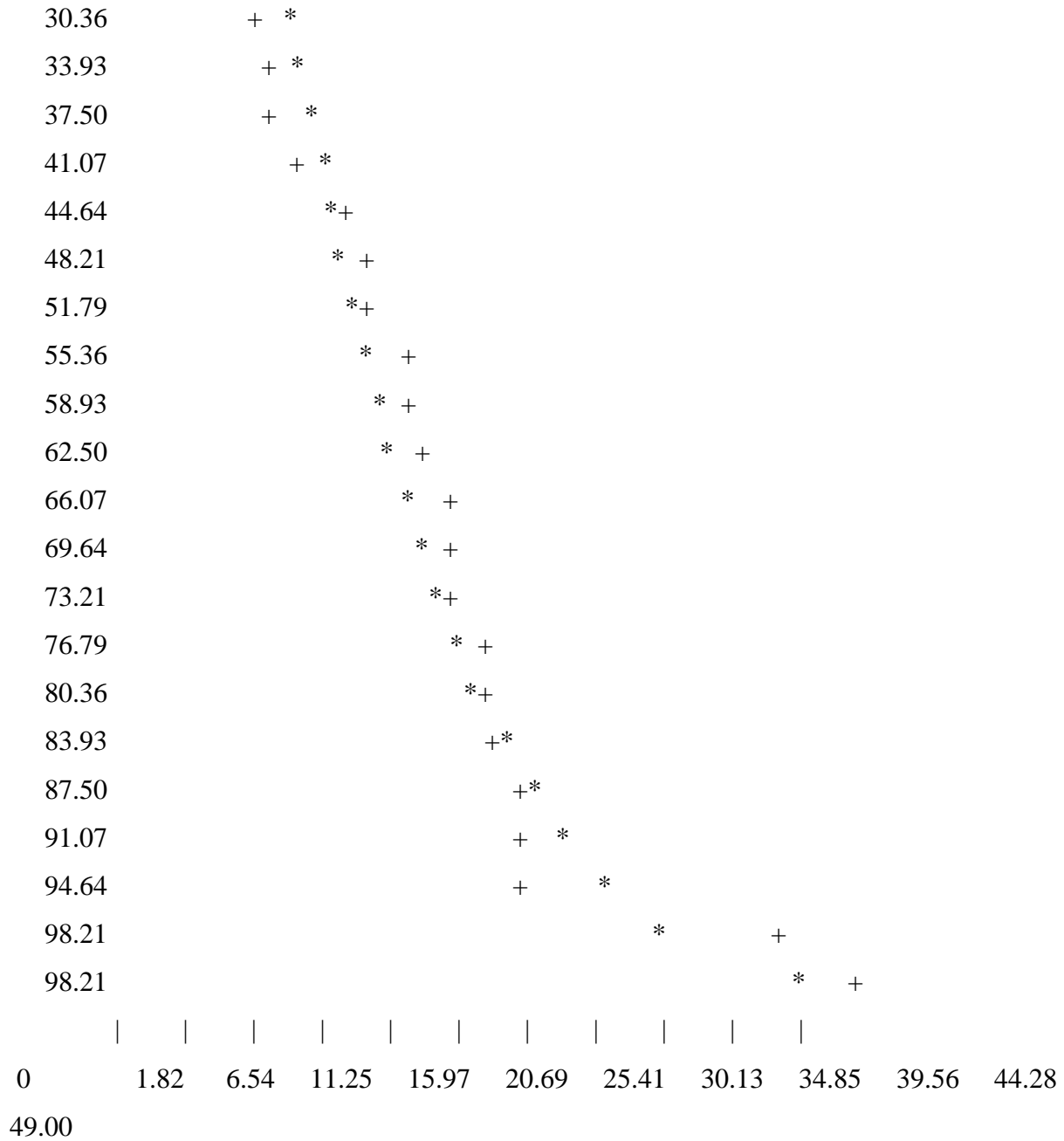
```

Fitting Method : Max. Likelihood

```

-----
1.79  * +
5.36  * +
8.93  * +
12.50  +*
16.07  + *
19.64  + *
23.21  + *

```



~~~~~  
 ~~~~~The Deviation Method~~~~~  
 ~~~~~

Freq. Distribution Fitting method mean mean

relat.dev sq.rel.dev.

GUMBEL EVI Moments 13.63737 354.36010

Max.Likelihood 12.88593 263.27030

~~~~~The Chi-square Test~~~~~

The number of classes : 5

The expected absolute frequency : 5.60

Freq.Distribution Fitting Method Chi-square value

GUMBEL EVI Moments 4.14286

Max.Likelihood 5.57143

>>CLASS INTERVALS<<

Fitting Method : Method of Moments

PROB. GUMBEL EVI

.200 8.964

.400 13.798

.600 18.812

.800 25.918

.982 47.511

Fitting Method : Max. Likelihood

-----

PROB. GUMBEL EVI

.200 9.273

.400 13.854

.600 18.605

.800 25.340

.982 45.803

~~~~~\*\*\*\*\*~~~~~