

197

	MEJORAMIENTO DEL CANAL DE AGUAS LLUVIAS LA SICAMOCHA ENTRE CARRERA 4 HASTA LA CARRERA 2da EN EL MUNICIPIO DE UBATE	UBICACION:	VILLA SAN DIEGO DE UBATE. CUNDINAMARCA COLOMBIA
Servidor:	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS EMSERVILLA S.A.E.S.P.	Fecha: 7 de JUNIO de 2019	
Nombre Documento:	ALCANCE Y PROYECCION CANAL DE AGUAS LLUVIAS ABIERTO TRAPEZOIDAL EN CONCRETO	INFORME-CANAL	

MEJORAMIENTO DEL CANAL DE AGUAS LLUVIAS LA SICAMOCHA ENTRE CARRERA 4 HASTA LA CARRERA 2da EN EL MUNICIPIO DE UBATE- CUNDINAMARCA

INFORME DE HIDROLOGIA Y CLIMATOLOGIA

UBATE, JULIO DE 2019



CONSORCIO SES - ARQ

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA
CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ

PROYECTO: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O
FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE
ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y
CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE
CUNDINAMARCA. SUBZONA 2A

CONTRATO EPC-C-081

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	   CONSORCIO SES-ARO
--	--	--

REVISIÓN No. 2	FECHA	NOMBRE	CARGO	FIRMA
ELABORÓ	15/02/12	Javier E. Farías Rueda	Ingeniero especialista	

CONTROL DE CAMBIOS

REVISIÓN No.	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	   CONSORCIO SES-ARO
--	--	--

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 13

1.1 OBJETIVO GENERAL 13

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13

1.3 RESULTADOS 14

2 INFORME GENERAL 16

2.1 ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO Y DEL CENTRO POBLADO 16

2.1.1 Cuenca Mayor Ubaté – Chiquinquirá 18

2.1.2 Hidrogeología 21

2.1.3 Hidrología 23

2.2 ESTUDIO CLIMATOLÓGICO 24

2.2.1 Precipitación 26

2.2.2 Evaporación y evapotranspiración 28

2.2.3 Temperaturas Medias 29

2.2.4 Brillo Solar 30

2.2.5 Velocidad de los vientos 30

2.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO 31

2.3.1 Curvas IDF para el diseño del alcantarillado pluvial de la localidad 31

2.3.2 Caracterización hidrográfica de la cuenca 32

2.3.3 Niveles máximo y mínimo en el sitio de captación 35

2.3.4 Máximos instantáneos 36

2.3.5 Caudales mínimos 39

2.3.6 Batimetría de la sección transversal en el sitio de captación 41

2.3.7 Consideración del fenómeno del Pacífico en la variación de caudales 43

2.3.8 Requerimientos de agua, aguas abajo de la captación 44

2.3.9 Características del agua cruda 45

2.3.10 Evaluación del transporte de sedimentos 45

2.3.11 Caudales de diseño para la localidad 46

3 MEMORIA DE CÁLCULOS 47

201

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<div>    </div> <p>CONSORCIO SES-ARO</p>
---	--	---

3.1	INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA E HIDROLÓGICA DEL IDEAM Y CAR	47
3.2	CÁLCULOS DEL CONSULTOR.....	47
3.2.1	Procedimiento general de análisis morfométrico de la cuenca.....	47
3.2.1.1	Delimitación de las cuencas y determinación de parámetros.	47
3.2.1.1	Información sobre la aplicación Archydro.	47
3.2.2	Información hidrometeorológica.....	49
3.2.3	Obtención de curvas IDF	53
3.2.4	Procedimientos de regionalización para el cálculo de caudales.....	56
3.2.4.1	Caudales máximos.....	56
3.2.4.2	Caudales mínimos	63
4	ANEXOS	69
4.1	AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LAS DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD	69
4.2	CURVAS DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES	98
5	BIBLIOGRAFÍA	127

207

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<div>    </div> <p>CONSORCIOSES-ARO</p>
---	--	--

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-1 CURVAS IDF DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE UBATÉ.....	15
FIGURA 2-1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE UBATÉ	16
FIGURA 2-2 LÍMITES GEOGRÁFICOS DE UBATÉ.....	16
FIGURA 2-3 CUENCAS Y MICROCUENCAS UBATÉ	17
FIGURA 2-4 CUENCA REGIONAL UBATÉ – CHIQUINQUIRÁ.....	19
FIGURA 2-5 CUENCA Y SUB-CUENCAS UBATÉ – CHIQUINQUIRÁ.....	21
FIGURA 2-6 ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS Y CUENCAS DE LA ZONA MUNICIPIO DE UBATÉ	25
FIGURA 2-7 VALORES TOTALES DE PRECIPITACIÓN ESTACIÓN 2401511 LA BOYERA.....	26
FIGURA 2-8 VALORES TOTALES DE PRECIPITACIÓN ESTACIÓN 2401519	27
FIGURA 2-9 VALORES TOTALES DE PRECIPITACIÓN ESTACIONES 2401049 Y 2401027	27
FIGURA 2-10 VALORES TOTALES DE EVAPORACIÓN.....	28
FIGURA 2-11 DISTRIBUCIÓN GENERAL DE LA ET DE THORNTWAITE DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.....	29
FIGURA 2-12 VARIACIÓN MENSUAL DE LA TEMPERATURA PROMEDIO.	29
FIGURA 2-13 VALORES TOTALES MENSUALES DE BRILLO SOLAR	30
FIGURA 2-14. HISTOGRAMA DE VELOCIDAD DEL VIENTO EN LA ESTACIÓN NOVILLEROS	31
FIGURA 2-15 CURVAS IDF DEL MUNICIPIO DE UBATÉ	32
FIGURA 2-16 ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS Y CUENCAS DE LA ZONA. MUNICIPIO DE UBATÉ	34
FIGURA 2-17 NIVELES MÍNIMOS Y MÁXIMOS EN LAS SECCIONES AGUAS ARRIBA Y AGUAS ABAJO DE LA BOCATOMA UBATÉ, MUNICIPIO DE UBATÉ	36
FIGURA 2-18 CURVA REGIONALIZADA ÁREA DE DRENAJE VS CAUDAL DE REFERENCIA Qc.....	38
FIGURA 2-19 CURVA REGIONALIZADA DE PERÍODO DE RETORNO Tr VS. RELACIÓN Q _{Tr} /Qc.....	39
FIGURA 2-20 CURVA REGIONAL DE ÁREA VS. CAUDAL MEDIO DE LA REGIÓN DE UBATÉ	40
FIGURA 2-21 REGIONALIZACIÓN DE LAS CURVAS ADIMENSIONALES DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES, REGIÓN DE UBATÉ	41
FIGURA 2-22 SECCIONES TRANSVERSALES EN EL SECTOR DE LA BOCATOMA UBATÉ.....	42
FIGURA 2-23 VARIACIÓN ANUAL DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA CONTRASTADA CON EL MULTIVARIATE ENSO INDEX – ESTACIÓN CUCUNUBA 1	43

203

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <p style="text-align: center;">CONSORCIO SES-ARO</p>
---	--	--

FIGURA 3-1. DELIMITACIÓN DE CUENCAS UBATÉ CON HERRAMIENTA GIS	48
FIGURA 3-2 ARCHYDRO - HERRAMIENTA EMPLEADA PARA DELIMITACIÓN DE CUENCAS	49
FIGURA 3-3 CÁLCULO DEL COEFICIENTE K PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS CURVAS IDF	54
FIGURA 3-4 ESTACIONES Y CUENCAS EMPLEADAS EN EL PROCESO DE REGIONALIZACIÓN PARA EL CÁLCULO DE CAUDALES. REGIÓN DE UBATÉ	58
FIGURA 3-5 GRÁFICA DEL AJUSTE DE LA INFORMACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS ANUALES A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I. ESTACIÓN GARAVITO	59
FIGURA 3-6 PRUEBA ESTADÍSTICA DE ENVOLVENTES DE LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS, REGIÓN DE UBATÉ	61
FIGURA 3-7 CURVA REGIONALIZADA ÁREA DE DRENAJE VS CAUDAL DE REFERENCIA Q _C	62
FIGURA 3-8 CURVA REGIONALIZADA DE PERÍODO DE RETORNO T _R VS. RELACIÓN Q _{TR} /Q _C	63
FIGURA 3-9 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES, ESTACIÓN GARAVITO	65
FIGURA 3-10 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES, ESTACIÓN GARAVITO	66
FIGURA 3-11 CURVA REGIONAL DE ÁREA VS. CAUDAL MEDIO DE LA REGIÓN DE UBATÉ	66
FIGURA 3-12 REGIONALIZACIÓN DE LAS CURVAS ADIMENSIONALES DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES, REGIÓN DE UBATÉ	68
FIGURA 4-1 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401713 GARAVITO.....	70
FIGURA 4-2 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401745 PTE PINILLA	71
FIGURA 4-3 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401794 MONASTERIO	72
FIGURA 4-4 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401793 FÚQUENE.....	73
FIGURA 4-5 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401751 NARIÑO	74
FIGURA 4-6 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401738 PTE PERALONSO	76
FIGURA 4-7 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401722 SAN AGUSTÍN.....	78
FIGURA 4-8 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401795 TICHA MUÑOZ	79

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	   CONSORCIO SES-ARO
--	--	--

FIGURA 4-9 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401730 PTE GUZMÁN	81
FIGURA 4-10 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401780 CORRALEJAS	82
FIGURA 4-11 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401755 LA MALILLA	84
FIGURA 4-12 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401723 EL BOQUERÓN	85
FIGURA 4-13 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401733 PTE LA Balsa	87
FIGURA 4-14 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401749 Esc MERCHÁN ABAJO	88
FIGURA 4-15 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401731 PTE BARCELONA	90
FIGURA 4-16 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401715 LA BOYERA - CAR.....	91
FIGURA 4-17 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401729 PTE COLORADO	93
FIGURA 4-18 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401716 EL PINO	95
FIGURA 4-19 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401714 TAPIAS	97
FIGURA 4-20 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401713 GARAVITO	98
FIGURA 4-21 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401713 GARAVITO.....	99
FIGURA 4-22 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401745 PTE PINILLA	100
FIGURA 4-23 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – 2401745 PTE PINILLA	100
FIGURA 4-24 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401794 MONASTERIO	101
FIGURA 4-25 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401794 MONASTERIO	102

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>   CONSORCIO SES-ARO</p>
---	--	--

FIGURA 4-26 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401793 FÚQUENE	103
FIGURA 4-27 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401793 FÚQUENE.....	103
FIGURA 4-28 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401751 NARIÑO	104
FIGURA 4-29 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401751 NARIÑO	105
FIGURA 4-30 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401738 PTE PERALONSO	106
FIGURA 4-31 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401738 PTE PERALONSO	106
FIGURA 4-32 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401722 SAN AGUSTÍN	107
FIGURA 4-33 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401722 SAN AGUSTÍN	108
FIGURA 4-34 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401795 TICHA MUÑOZ	109
FIGURA 4-35 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401795 TICHA MUÑOZ	109
FIGURA 4-36 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401730 PTE GUZMÁN.....	110
FIGURA 4-37 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401730 PTE GUZMÁN	111
FIGURA 4-38 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401780 CORRALEJAS	112
FIGURA 4-39 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401780 CORRALEJAS	112
FIGURA 4-40 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401755 LA MALILLA	113
FIGURA 4-41 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401755 LA MALILLA	114
FIGURA 4-42 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401723 EL BOQUERÓN	115

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	   CONSORCIO SES-ARO
--	--	--

FIGURA 4-43 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401723 EL BOQUERÓN	115
FIGURA 4-44 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401733 PTE LA BALSA.....	116
FIGURA 4-45 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401733 PTE LA BALSA.....	117
FIGURA 4-46 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401749 Esc MERCHÁN ABAJO.....	118
FIGURA 4-47 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401749 Esc MERCHÁN ABAJO	118
FIGURA 4-48 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401731 PTE BARCELONA	119
FIGURA 4-49 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401731 PTE BARCELONA	120
FIGURA 4-50 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401715 LA BOYERA - CAR.....	121
FIGURA 4-51 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401715 LA BOYERA - CAR.....	121
FIGURA 4-52 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401729 PTE COLORADO.....	122
FIGURA 4-53 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401729 PTE COLORADO	123
FIGURA 4-54 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401716 EL PINO	124
FIGURA 4-55 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401716 EL PINO.....	124
FIGURA 4-56 CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401714 TAPIAS	125
FIGURA 4-57 CURVA ADIMENSIONAL DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401714 TAPIAS	126

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1-1 RESUMEN DEL CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS Y MÍNIMOS EN LAS BOCATOMAS DEL MUNICIPIO DE UBATÉ.....	15
--	----

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	   CONSORCIOSES-ARO
--	--	---

TABLA 2-1 SUB-CUENCAS-CUENCA REGIONAL UBATÉ – CHIQUINQUIRÁ.....	18
TABLA 2-2 FUENTES HÍDRICAS DE LA CUENCA REGIONAL UBATÉ – CHIQUINQUIRÁ.....	20
TABLA 2-3. SISTEMA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE UBATÉ.....	23
TABLA 2-4 RESUMEN DE ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS DE LA REGIÓN DE UBATÉ	24
TABLA 2-5 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS CUENCAS.....	33
TABLA 2-6 ESTACIONES LIMNIMÉTRICAS DE LA REGIÓN DE UBATÉ EMPLEADAS EN EL ESTUDIO DE REGIONALIZACIÓN	37
TABLA 2-7 RESUMEN DEL CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMO, MEDIO, MÍNIMO Y ECOLÓGICO EN LAS BOCATOMAS DEL MUNICIPIO DE UBATÉ	45
TABLA 2-8 RESUMEN DEL CÁLCULO DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LAS BOCATOMAS DEL MUNICIPIO DE UBATÉ.....	46
TABLA 2-9.PROYECCIÓN DOTACIÓN Y DEMANDAS MÁXIMAS DE UBATÉ.....	46
TABLA 3-1 EJEMPLO DE SERIE DE DATOS INCOMPLETA - ESTACIÓN 2401036 MONSERRATE...	51
TABLA 3-2 SERIE DE DATOS COMPLETADA - ESTACIÓN 2401036 MONSERRATE.....	52
TABLA 3-3 CÁLCULO DE LAS CURVAS IDF.....	54
TABLA 3-4 CÁLCULO DEL COEFICIENTE K PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS CURVAS IDF	55
TABLA 3-5 ESTACIONES LIMNIMÉTRICAS DE LA REGIÓN DE UBATÉ EMPLEADAS EN EL ESTUDIO DE REGIONALIZACIÓN	57
TABLA 3-6 AJUSTE DE LA INFORMACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS ANUALES A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I. ESTACIÓN GARAVITO	59
TABLA 3-7 PREDICCIÓN DE CAUDALES PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO. ESTACIÓN GARAVITO	60
TABLA 3-8 TEST DE HOMOGENEIDAD DE LA INFORMACIÓN DE LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS, REGIÓN DE UBATÉ	61
TABLA 3-9 CÁLCULO DE LOS PROMEDIO DE COCIENTES DE CAUDALES ÍNDICES PARA LA REGIONALIZACIÓN DE CURVAS, REGIÓN DE UBATÉ	62
TABLA 3-10 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES ESTACIÓN GARAVITO	64
TABLA 3-11 TABLA DE DATOS QUE RELACIONAN EL ÁREA DE LA CUENCA Y EL CAUDAL MEDIO MENSUAL DE LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS DE LA REGIÓN DE UBATÉ	67
TABLA 4-1 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401713 GARAVITO.....	69
TABLA 4-2 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401745 PTE PINILLA	70

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>   CONSORCIO SES-ARO</p>
---	--	--

TABLA 4-3 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401794 MONASTERIO	71
TABLA 4-4 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401793 FÚQUENE	72
TABLA 4-5 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401751 NARIÑO	73
TABLA 4-6 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401738 PTE PERALONSO.....	75
TABLA 4-7 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401722 SAN AGUSTÍN.....	77
TABLA 4-8 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401795 TICHA MUÑOZ	79
TABLA 4-9 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401730 PTE GUZMÁN	80
TABLA 4-10 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401780 CORRALEJAS	82
TABLA 4-11 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401755 LA MALILLA.....	83
TABLA 4-12 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401723 EL BOQUERÓN	85
TABLA 4-13 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401733 PTE LA BALSA.....	86
TABLA 4-14 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401749 ESC MERCHÁN ABAJO	88
TABLA 4-15 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401731 PTE BARCELONA.....	89
TABLA 4-16 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401715 LA BOYERA - CAR.....	91
TABLA 4-17 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401729 PTE COLORADO	92
TABLA 4-18 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401716 EL PINO.....	94
TABLA 4-19 CÁLCULO DE AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD GUMBEL TIPO I – ESTACIÓN 2401714 TAPIAS	96

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	   CONSORCIO SES-ARQ
--	--	--

TABLA 4-20 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401713 GARAVITO.....	98
TABLA 4-21 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401745 PTE PINILLA.....	99
TABLA 4-22 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401794 MONASTERIO	101
TABLA 4-23 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401793 FÚQUENE.....	102
TABLA 4-24 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401751 NARIÑO	104
TABLA 4-25 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401738 PTE PERALONSO.....	105
TABLA 4-26 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401722 SAN AGUSTÍN.....	107
TABLA 4-27 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401795 TICHA MUÑOZ	108
TABLA 4-28 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401730 PTE GUZMÁN	110
TABLA 4-29 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401780 CORRALEJAS	111
TABLA 4-30 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401755 LA MALILLA.....	113
TABLA 4-31 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401723 EL BOQUERÓN.....	114
TABLA 4-32 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401733 PTE LA BALSA.....	116
TABLA 4-33 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401749 ESC MERCHÁN ABAJO	117
TABLA 4-34 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401731 PTE BARCELONA.....	119
TABLA 4-35 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401715 LA BOYERA - CAR.....	120
TABLA 4-36 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN 2401729 PTE COLORADO	122

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	   CONSORCIO SES-ARQ
--	--	--

TABLA 4-37 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN
2401716 EL PINO..... 123

TABLA 4-38 CÁLCULO DE LA CURVA DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES – ESTACIÓN
2401714 TAPIAS 125

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	   CONSORCIO SES - ARQ
--	--	--

1 INTRODUCCIÓN

Dentro del marco del contrato N° EPC-C-081 entre las Empresas Publicas de Cundinamarca y el Consorcio SES - ARQ, con objeto de Ajuste, Actualización, Terminación o Formulación de Planes Maestros de los sistemas de acueducto y alcantarillado en zonas urbanas y centros nucleados del departamento de Cundinamarca de la Subzona 2A se presenta el estudio hidrológico para el municipio de Ubaté, casco urbano.

Se presenta el informe de la localidad siguiendo los lineamientos que la Interventoría, Universidad Nacional de Colombia, planteó en su documento Protocolo Hidrología y Climatología, basado a su vez en los términos de referencia del contrato de consultoría y en lo estipulado por las normas RAS.

1.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del estudio consiste en realizar el diagnóstico climatológico e hidrológico de la localidad frente a sus necesidades en materia de servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado, en el marco del proyecto de consultoría para el "AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A".

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el estudio climatológico de la localidad, analizando los principales parámetros climatológicos complementarios que inciden de manera directa e indirecta en los aspectos ambientales de la cuenca hidrográfica en donde se realiza el aprovechamiento hídrico de la población de estudio.
- Llevar a cabo el estudio hidrológico de la población, con el fin de construir las curvas intensidad - duración - frecuencia IDF que permitan de manera posterior contar con el insumo básico para el diseño del alcantarillado pluvial de la población de estudio.
- Realizar el análisis hidrológico que permita cuantificar los caudales máximos y mínimos aprovechables para la(s) cuenca(s) aferente(s) a los sitios de captación de agua potable del sistema de acueducto de la localidad objeto del estudio.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

1.3 RESULTADOS

Teniendo en cuenta los objetivos generales y específicos trazados, se realizó el diagnóstico climatológico para la localidad de estudio y se llevaron a cabo los estudios hidrológicos destinados a definir las curvas IDF de la localidad y los caudales máximos y mínimos aprovechables, resultado del análisis de la información hidrometeorológica y de las características de las cuencas aferentes a cada una de las bocatomas que surten de agua potable los sistemas de acueducto de la localidad.

Vale la pena notar que en la provincia de Ubaté, región del Departamento de Cundinamarca a la cual pertenece el municipio de Ubaté, la calidad de la información hidrometeorológica no es la mejor. Las series de tiempo de los registros de pluviometría de las estaciones pluviométricas (se invita al lector a remitirse al capítulo de climatología) son heterogéneas tanto desde el punto de vista espacial como temporal, lo cual no facilitó el análisis y dificultó la definición de las diferentes variables meteorológicas.

Por su parte, se pudo, a partir de la información de las estaciones de medición de caudales disponible en la región, llevar a cabo un análisis regional del comportamiento de los caudales máximos y mínimos, el cual fue aplicado a una buena cantidad de casos de las cuencas aferentes a las bocatomas destinadas al suministro de agua potable de las diferentes localidades pertenecientes a la región de Ubaté. Esta metodología fue adoptada asumiendo unas características de similitud en cuanto al comportamiento de las variables hidrológicas de las diferentes cuencas de la región de Ubaté, teniendo en cuenta además la deficiencia general de información hidrometeorológica encontrada en la zona de estudio.

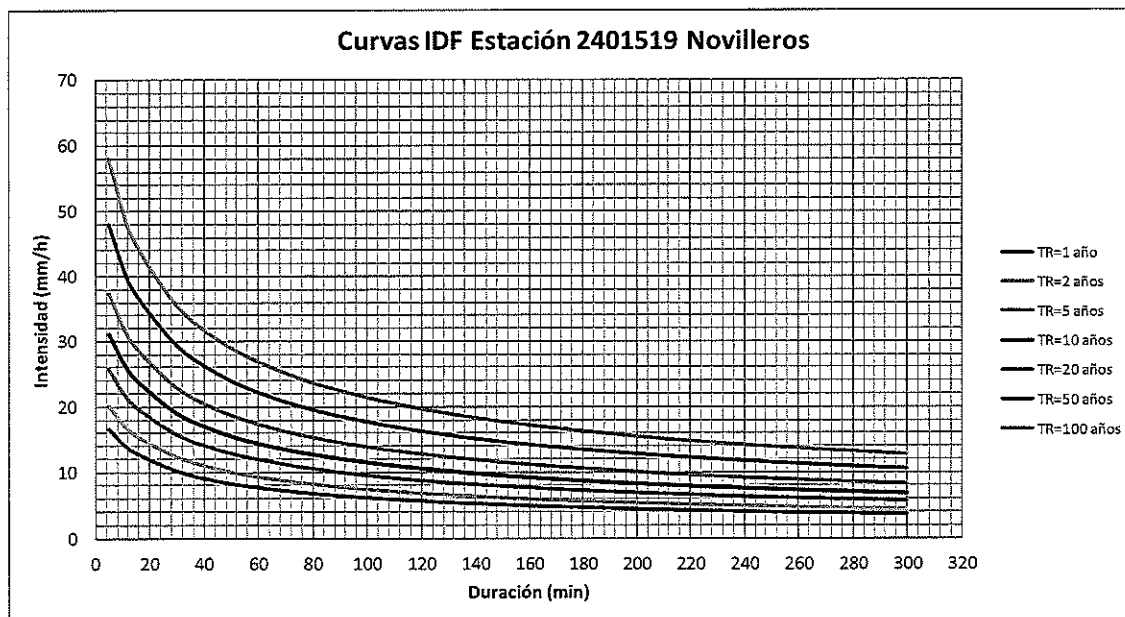
De esta manera y a pesar de las dificultades citadas, se realizaron los respectivos análisis y se produjeron los resultados a partir de estimaciones que se considera razonables de acuerdo con los estudios hidrológicos realizados ya en el país.

En los capítulos subsiguientes se realiza la explicación detallada de los procedimientos y metodologías adoptados para obtener los resultados que aquí se resumen.

En la Figura 1-1 se muestran las curvas IDF obtenidas en la localidad.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 1-1 Curvas IDF del casco urbano del municipio de Ubaté



Se encontró en el casco urbano del municipio de Ubaté, una sola bocatoma destinada a alimentar su sistema de acueducto, denominada Bocatoma Ubaté.

Los caudales máximos para periodos de retorno de 50 y 100 años, resultado de los cálculos realizados en el marco del estudio para la bocatoma Ubaté fueron de 38.50 y 44.00 m³/s de manera respectiva.

Los caudales mínimos, por su parte fueron calculados y arrojaron valores de 0.1304 m³/s en la bocatoma Ubaté.

El resumen de esta información se presenta en la Tabla 1-1.

Tabla 1-1 Resumen del cálculo de caudales máximos y mínimos en las bocatomas del municipio de Ubaté

Municipio	Centro poblado	Bocatoma	Qmax50 (m ³ /s)	Qmax100 (m ³ /s)	Qmedio (m ³ /s)	Qmin (m ³ /s)	Qeco (m ³ /s)
Ubaté	Casco urbano	Bocatoma Ubaté	38.50	44.00	0.97	0.1304	0.2416

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>SESA C ARCEVELES S.A. INARCAD</p> <p>CONSORCIO SES-ARO</p>
--	---	---

2 INFORME GENERAL

2.1 ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO Y DEL CENTRO POBLADO

El Municipio de Ubaté se encuentra al norte del Departamento de Cundinamarca y hacia el Occidente del valle de Ubaté y Chiquinquirá. La cabecera Municipal está localizada a los 5° 18' 24" de latitud norte y 73° 48' 52" de longitud al oeste de Greenwich. Hace parte de la provincia de Ubaté como se observa en la siguiente figura.

Figura 2-1 Localización geográfica de Ubaté¹

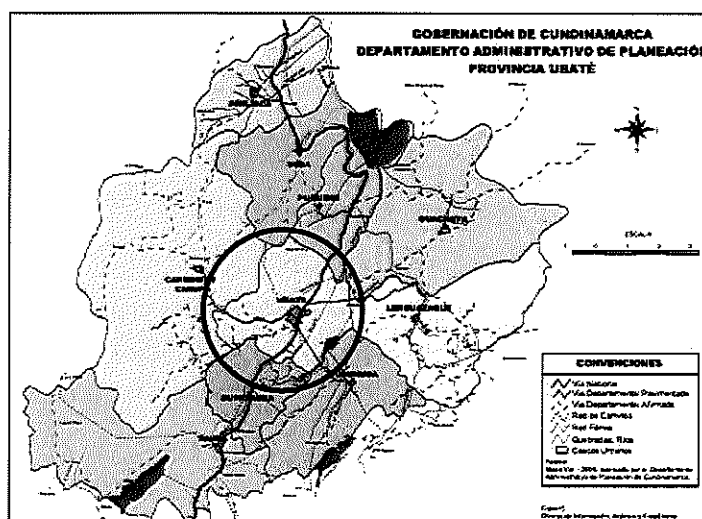
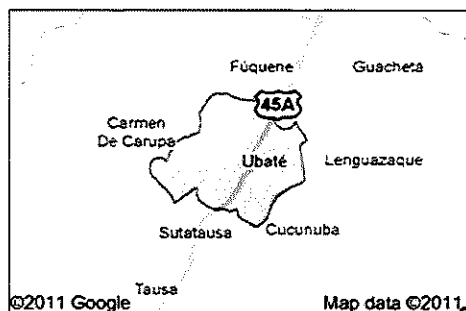


Figura 2-2 Límites geográficos de Ubaté².



¹ Fuente: http://ubate-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/34383864633530336638333236666136/mapa_de_ubate.jpg

² Fuente: google maps

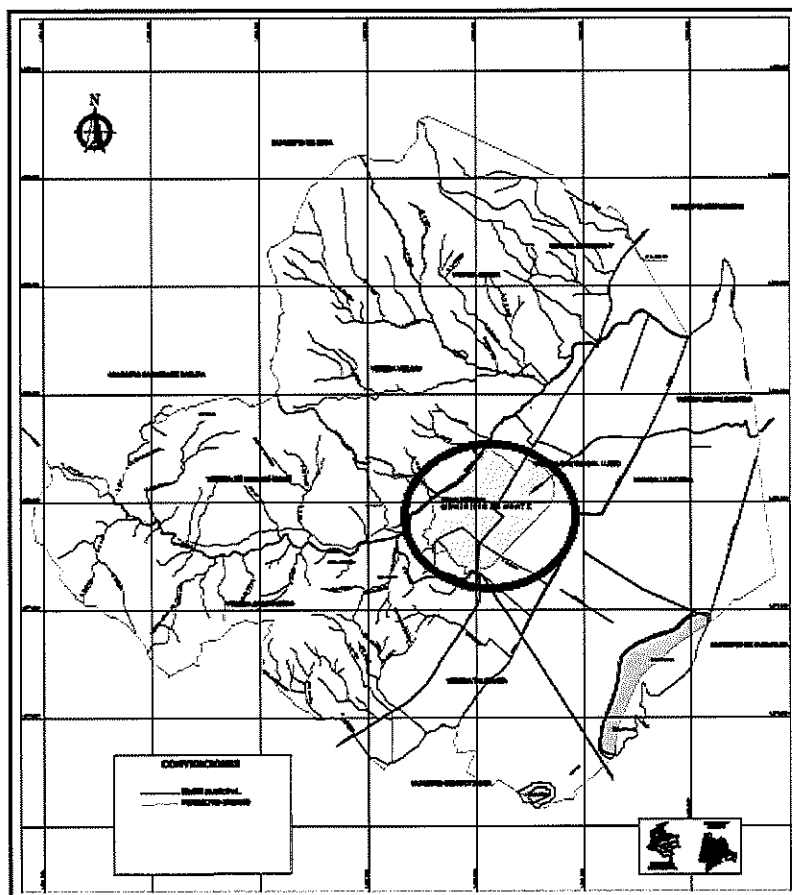
<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

El Municipio de Ubaté limita al Norte con el Municipio de Fúquene (Departamento de Cundinamarca); al Sur con los municipios de Sutatausa y Cucunubá (Departamento de Cundinamarca); al Occidente con el municipio de Carmen de Carupa (Departamento de Cundinamarca) y al Oriente con los Municipios de Guachetá y Lenguaque (Departamento de Cundinamarca), como muestra en la siguiente figura.

El Municipio de Ubaté pertenece al área hidrográfica del Río Ubaté y Suta, tiene un área de influencia de 612Km cuadrados, descarga sus aguas en la hoya del río Suarez y a su vez en la laguna de Fúquene. Las aguas bajan de la zona de páramo de la vereda el Volcán, Soaga y Guatancuy, hacia la zona ondulada generando una red hídrica de caños, quebradas y ríos que irrigan de agua las zonas planas del municipio.

El Municipio de Ubaté presenta una buena red de aguas superficiales que garantizan una buena distribución de las agua lluvias en época de invierno.

Figura 2-3 Cuencas y Microcuencas Ubaté



<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
---	--	---

El río Ubaté constituye la corriente principal que surca al municipio. Lo recorre de occidente a nororiente-, toma en nombre de Ubaté, luego de la confluencia de la quebrada Suchinica con el río Hato, este último origen de su recorrido, al norte del Embalse de Neusa. Durante su recorrido por el municipio de Ubaté, recibe las aguas de otras corrientes como: quebrada Vetama, Chuntoque, Suaga, San Rafael, Chacón y las Lajas, además de otras corrientes menores.

Por el costado oriental del casco urbano recorre con sus aguas canalizadas el río Suta, entregando sus aguas al río Ubaté. Iguales características registra el río Lenguazaque, el cual hace parte del límite municipal en un corto recorrido.

De otro lado, dos cuerpos de agua naturales como lo son las aguas de Palacio y Cucunubá, conforman el sistema hídrico del municipio; la primera originada por la quebrada, la cual se origina en la Peña de Palacio, municipio de Sutatausa y la segunda que se origina por las aguas de varias quebradas como: Cucunuba, El Volcán, Grande, además de otras corrientes menores.

2.1.1 Cuenca Mayor Ubaté – Chiquinquirá

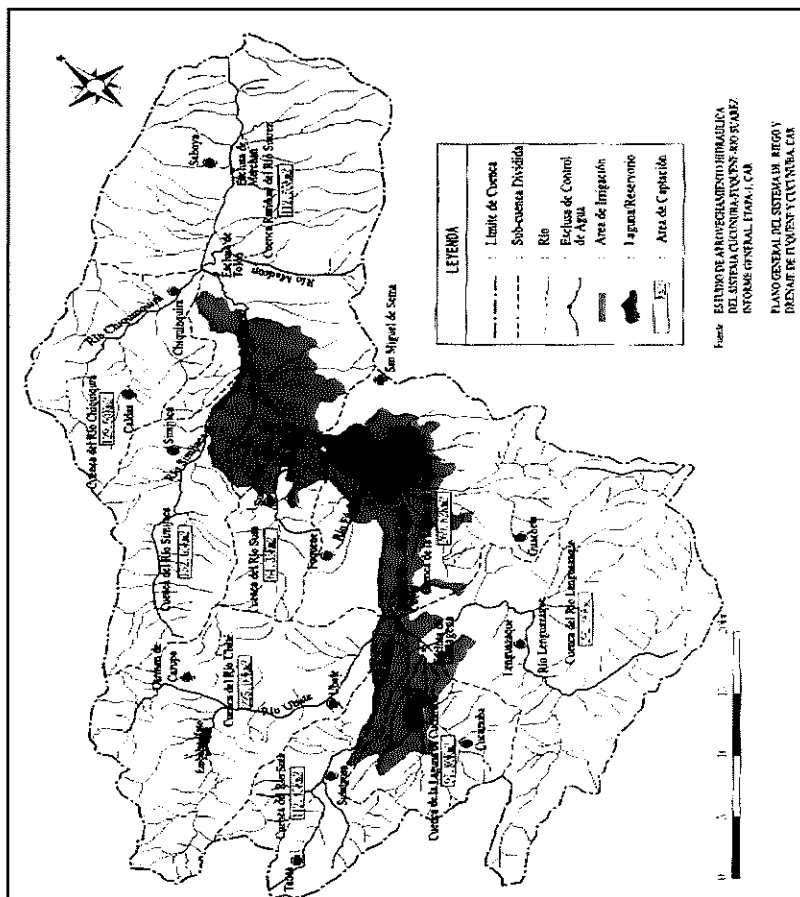
La cuenca regional Ubaté – Chiquinquirá de la que se sirve el municipio de Ubaté tiene un drenaje de 1.752 Km², y se divide en 9 sub-cuencas como se muestra en la siguiente tabla y plano: (JAICA. 1.999).

Tabla 2-1 Sub-cuencas-Cuenca regional Ubaté – Chiquinquirá

CUENCA	NOMBRE DE LA CUENCA	AREA KM ²
1	RIO UBATÉ ARRIBA	293
2	RIO SUTA	112
3	LAGUNA DE CUCUNUBA	92
4	RIO LENGUAZAQUE	293
5	LAGUNA DE FÚQUENE	202
6	RIO SUSA	64
7	RIO SIMIJACA	153
8	RIO CHIQUINQUIRÁ	130
9	RIO SUÁREZ	413
TOTAL		1.752

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<div data-bbox="987 170 1089 239"><p>SESAC</p></div> <div data-bbox="1122 170 1263 239"><p>ANGELVILLER S.A.</p></div> <div data-bbox="1312 170 1377 239"><p>INARCAD</p></div> <p>CONSORCIO SES-ARO</p>
--	---	--

Figura 2-4 Cuenca regional Ubaté – Chiquinquirá



El sistema fluvial está compuesto por los ríos Ubaté alto, Suta, Cucunubá y Lengua, los cuales se unen aguas arriba de la compuerta de Cubio para llegar a la laguna de Fúquene. (JAICA. 1.999)

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	   CONSORCIO SES-ARO
--	--	--

Tabla 2-2 Fuentes hídricas de la cuenca regional Ubaté – Chiquinquirá

NOMBRE DE LA CUENCA	RIO	LONGITUD EN KM	ALTURA ORIGEN M.S.N.M.	ALTURA FINAL M.S.N.M.
RIO UBATÉ ARRIBA	UBATÉ	19	3.550	2.800
RIO SUTA	SUTA	10	3.100	2.550
LAGUNA DE CUCUNUBA		21	2.950	2.550
RIO LENGUAZAQUE	LENGUAZAQUE	16	3.400	2.600
LAGUNA DE FÚQUENE		23	2.800	2.540
RIO SUSA	SUSA	18	3.200	2.550
RIO SIMIJACA	SIMIJACA	31	3.300	2.550
RIO CHIQUINQUIRÁ	CHIQUINQUIRÁ	19	2.800	2.550
RIO SUÁREZ	SUÁREZ	33	2.540	2.525

La temperatura media anual se encuentra entre 12° y 13,5°C. Las precipitaciones medias anuales en las estaciones novilleros y de la compuerta Tolón son 712.0 mm y 995,8 mm respectivamente.

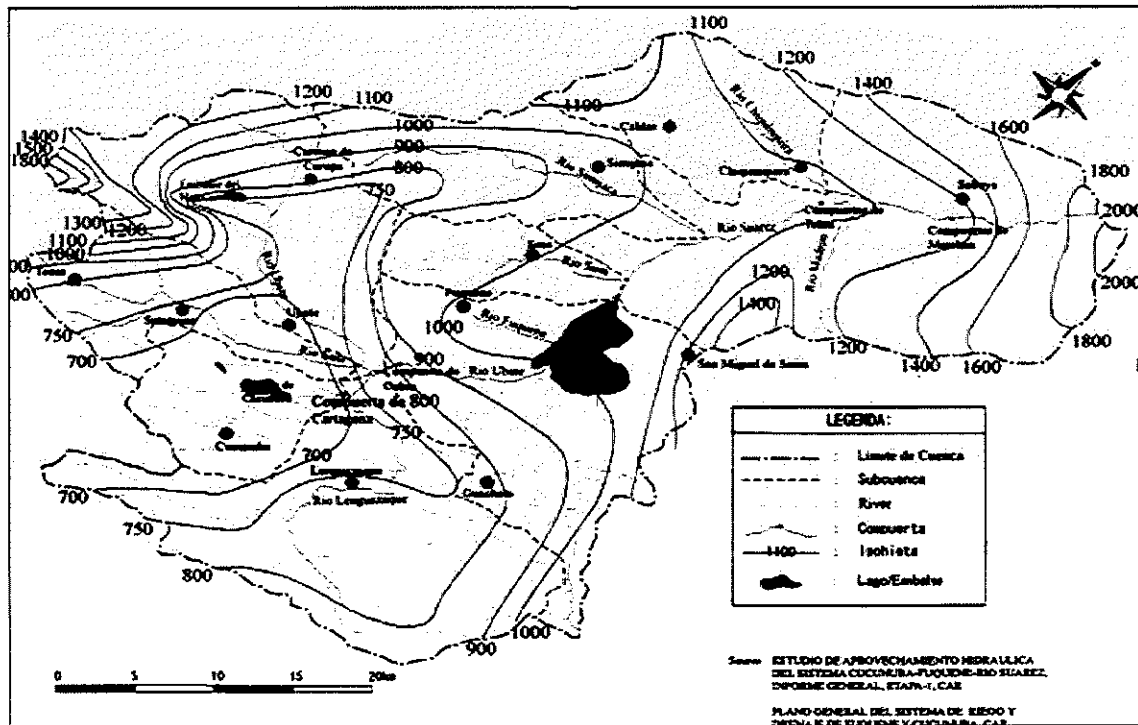
El nivel medio de agua subterránea durante 30 años desde 1.968 hasta 1.998 en las cuatros estaciones (La María, Tichauribe, Esmeralda III y Sugamuxi) no ha variado en grandes cantidades.

El principal uso que tiene el agua es para la agricultura, y los distritos de manejo se encuentran fundamentalmente en la zona plana, con referencia directa hacia los predios de pastos para la cría de animales.³

³ PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO MUNICIPIO DE FUQUENE CUNDINAMARCA. Ing. FORERO NOVOA, CESAR ALFREDO. 2002

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 2-5 Cuenca y sub-cuencas Ubaté – Chiquinquirá



2.1.2 Hidrogeología

Los principales sistemas acuíferos de toda la región del Valle de Ubaté, están constituidos por depósitos y rocas sedimentarias con porosidad primaria o secundaria por fracturamiento, los cuales presentan en general una calidad química apta para su consumo.

La recarga de todos los sistemas acuíferos de la región del valle de Ubaté, es principalmente a partir de la precipitación, ocurriendo en las zonas topográficamente altas de los valles, con una dirección del flujo subterráneo convergente hacia el centro de las cuencas, especialmente cuando éstas se encuentran dominadas por amplias estructuras sinclinales.

Ingeominas (1981) realizó un estudio hidrogeológico regional que cubrió gran parte de la región de la cuenca del río Suárez, con excepción del extremo norte, en el cual se mencionan las características de los sistemas acuíferos considerados desde alta a baja productividad incluyendo el área del municipio de Fúquene.

Según el estudio realizado por la CAR 1997, el cual fue sustentado con varios estudios hidrogeológicos desarrollados en la región de la cuenca del río Suárez Ubaté, para el área

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIOSES-ARO </p>
--	---	--

de Fúquene se encuentran dos tipos de sedimentos con ciertas características hidrogeológicas a nivel regional:

SEDIMENTOS Y ROCAS CON POROSIDAD PRIMARIA EN EL MUNICIPIO DE FÚQUENE: Se relaciona con aquellos acuíferos de extensión local, de tipo libre o confinado, constituidos en su gran mayoría por depósitos sedimentarios del cuaternario y en menor proporción por rocas poco consolidadas de edad cretácica, con conductividad hidráulica baja. La productividad de estos acuíferos es baja.

Por lo general la calidad de las aguas subterráneas en ellos almacenadas es de regular a buena debido al contenido frecuente en hierro en solución. Se consideran de mediana a gran importancia hidrogeológica por la alta densidad de puntos de extracción de agua.

Estos acuíferos de extensión local y baja productividad se relacionan con los depósitos Aluviales (Qal) y Fluviolacustres (Qf) y la Formación Arenisca de Chiquinquirá (Kichi), esta última de edad cretácica.

SEDIMENTOS O ROCAS CON POROSIDAD PRIMARIA O SECUNDARIA EN EL MUNICIPIO DE FÚQUENE: se relaciona con acuíferos de extensión local restringidos a zonas facturadas, libres o confinados, constituidos por rocas de granulometría fina a gruesa pero muy compactas; la conductividad hidráulica de estos acuíferos es muy baja como también la productividad razón por la cual se consideran sin importancia hidrogeológica. Los acuíferos se asocian a los sedimentos de la Formación Simití (Kis).

Estos sistemas acuíferos de extensión regional anteriormente mencionados, que cubren gran parte de la cuenca y que están conformados por sedimentos y rocas medianamente consolidadas, se consideran de moderada importancia hidrogeológica por ser los más intensamente explotados en el área, a pesar de su baja producción.

El agua es utilizada en el abastecimiento doméstico y el riego de pequeñas parcelas. Directamente se han identificado con los nombres de Depósitos Aluviales (Qal) y Formación Arenisca de Chiquinquirá (Kichi).

Depósitos aluviales (Qal): Cubren un área extensa que comprende toda la región plana del municipio. Están compuestos en la parte superior por arcillas con materia orgánica y en la inferior por arenas de grano fino a medio y gravas finas de limolitas silíceas, con frecuentes cambios laterales. Su espesor promedio es de 150 m., depositados en un ambiente fluvio-lacustre. (Ingeominas 1981).

Este sistema constituye un acuífero semi-confinado de extensión regional, a pesar de sus cambios laterales de facies, cubriendo en la mayor parte de la cuenca al sistema Formación Arenisca de Chiquinquirá. El nivel del agua subterránea por lo general se encuentra a una profundidad que varía de 2.0 a 10 m.

Producen caudales menores de 1.0 lit/seg. Los pozos tienen profundidades desde 20 hasta 120 m., con rendimientos entre 0.5 y 3.5 lit/seg. y una capacidad específica promedio de 0.1 lit/seg/m. La transmisividad de estos depósitos varía de 20 a 50 m²/día.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	 CONSORCIO SES-ARQ
--	---	--

El agua subterránea almacenada en éste sistema es de tipo bicarbonatada cálcica o magnésica, dura a muy dura y con un alto contenido en hierro. En la mayor parte de la cuenca el agua necesita de un tratamiento previo a su utilización como potable. En general es empleada en el consumo doméstico y el abrevadero de animales (Ingeominas, 1981).

Formación Areniscas de Chiquinquirá (Kichi): Su distribución en la cuenca se presenta a través de amplias franjas de dirección noreste, conformando hacia la parte central de la cuenca los flancos de la región plana hallándose por ello cubierta por el sistema acuífero Depósitos Aluviales. Este sistema acuífero es de extensión regional y de tipo confinado, constituyéndose el nivel intermedio como el principal acuífero. Comprende caudales hasta de 5.0lit/seg., capacidades específicas de 0.05lit/seg/m. y transmisividades de 50m²/día, rendimientos hasta de 1.0lit/seg, con transmisividades entre 1.0 y 5.0 m²/día.

El agua subterránea es de tipo bicarbonatada magnésico-cálcica, blanda a dura y un contenido máximo de hierro en solución de 2.0 ppm. Es empleada para el consumo humano y el riego.

La principal área de recarga del sistema acuífero de estas areniscas se encuentra representada en el borde oriental y hacia el centro de la cuenca por los cerros de Negua, situados entre los municipios de Fúquene y Guachetá.

2.1.3 Hidrología

El estudio climatológico se realiza con la información de las estaciones de la CAR llamadas 2401511 LA BOYERA y 2401519 NOVILLEROS, las estaciones contienen los datos de información de precipitación total mensual, precipitación máxima en 24 horas y número de días con lluvia, brillo solar, velocidad de los vientos, temperatura y evaporación además de humedad relativa.

Para la precipitación también se cuenta con información de la estación del IDEAM 24011090 UBATE GJA, la cual cuenta con las siguientes características.

Tabla 2-3. Sistema de Cuencas Hidrográficas de Ubaté

LATITUD 519 N	TIPO EST	PG	DEPTO CUNDINAMARCA	FECHA-INSTALACION 1987-MAY
LONGITUD 7347 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO VILLA DE SAN DIEGO DE U	FECHA-SUSPENSION 2010-MAR
ELEVACION 2555 m. s.n.m	REGIONAL	11 BOGOTA	CORRIENTE UBATE	

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	   CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

2.2 ESTUDIO CLIMATOLÓGICO

El estudio climatológico permite determinar las características en cuanto a precipitación, temperatura, evaporación y brillo solar presentes en la zona de estudio, información necesaria para realizar el balance hídrico el cual es instrumento para determinar el caudal medio mensual multianual y el caudal mínimo en la zona aferente a las bocatomas que abastecen al municipio de Ubaté.

La Tabla 2-4 presenta el resumen de las estaciones climatológicas presentes en la zona de estudio de la región de Ubaté. Se seleccionaron las estaciones pluviométricas representativas de la zona de estudio de acuerdo con la calidad de sus series históricas de medición.

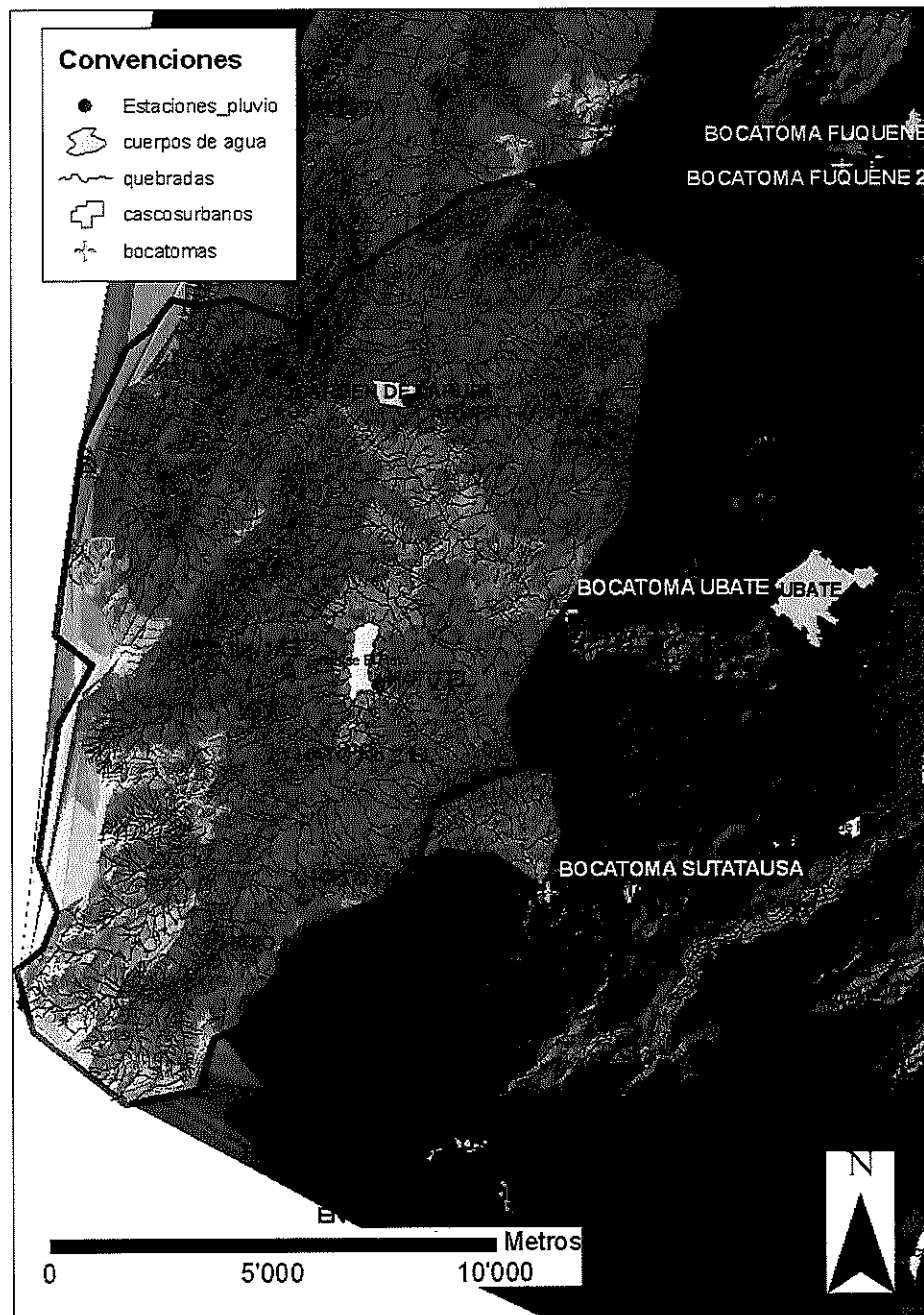
En la Figura 2-6 se presenta el esquema de localización del centro urbano del municipio de Ubaté, de las estaciones hidrometeorológicas de la zona y de las cuencas abastecedoras de agua potable para la localidad, en donde se presenta su localización, de la(s) cuenca(s) aferente(s) a su(s) bocatoma(s) y de las estaciones hidrometeorológicas empleadas en la caracterización climatológica e hidrológica de la correspondiente localidad.

Tabla 2-4 Resumen de estaciones climatológicas de la región de Ubaté

CODIGO	CATEGORIA	ESTACION	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CORRIENTE	CUENCA	SUBCUENCA	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	REGIONAL	FECHA_INST
2401028	PM	TAPIAS	CUNDINAMARCA	LENGUAZAQUE	R. LENGUAZAQUE	R. SUÁREZ	R. LENGUAZAQUE	518	7343	2585	UBATE	1960-03
2401030	PM	HATILLO EL	CUNDINAMARCA	SUESCA	LAG. SUESCA	R. SUÁREZ	LAG. DE SUESCA	510	7348	2885	ZIPAQUIRA	1960-08
2401036	PM	MONSERRATE	CUNDINAMARCA	FUQUENE	LAG. DE FUQUENE	R. SUÁREZ	R. FÚQUENE	524	7348	2865	UBATE	1962-12
2401044	PM	TRES ESQUINAS	CUNDINAMARCA	SUSA	R. SUSA	R. SUÁREZ	R. SUSA	523	7351	3130	UBATE	1965-12
2401042	PM	CALDAS	BOYACÁ	CHIQUINQUIRA	R. CHIQUINQUIRA	R. SUÁREZ	R. CHIQUINQUIRA	533	7352	2655	UBATE	1964-11
2401049	PM	PEDREGAL EL	CUNDINAMARCA	SUTATAUSA	R. SUTA	R. SUÁREZ	R. SUTA	514	7352	2900	UBATE	1966-08
2401058	PM	HATO No 7 EL	CUNDINAMARCA	CARMEN DE CARUPA	R. EL HATO	R. SUÁREZ	R. EL HATO	514	7355	3271	UBATE	1972-10
2401037	PM	SOCOTA	CUNDINAMARCA	CARMEN DE CARUPA	R. SAN JOSE	R. SUÁREZ	R. SAN JOSE	524	7355	3080	UBATE	1962-12
2401053	PM	HATO No 2 EL	CUNDINAMARCA	CARMEN DE CARUPA	R. EL HATO	R. SUÁREZ	R. EL HATO	516	7355	2974	UBATE	1972-10
2401052	PM	HATO No 1 EL	CUNDINAMARCA	CARMEN DE CARUPA	R. EL HATO	R. SUÁREZ	R. EL HATO	517	7355	2985	UBATE	1972-10
2401057	PM	HATO No 6 EL	CUNDINAMARCA	CARMEN DE CARUPA	R. EL HATO	R. SUÁREZ	R. EL HATO	514	7356	3105	UBATE	1972-10
2401026	PG	CANDELARIA LA	BOYACÁ	RAQUIRA	R. CANDELARIA	R. SUÁREZ	R. RÁQUIRA	531	7336	2320	UBATE	1960-03
2401039	PG	TRIANGULO EL	CUNDINAMARCA	LENGUAZAQUE	R. TIBITA	R. SUÁREZ	R. TIBITA	518	7337	2800	UBATE	1963-01
2401051	PG	ZARZAL EL	CUNDINAMARCA	GUACHETA	Q. HONDA	R. SUÁREZ	R. SUÁREZ	528	7340	2900	UBATE	1966-08
2401038	PG	PUENTE EL	CUNDINAMARCA	GUACHETA	R. LENGUAZAQUE	R. SUÁREZ	Q. GACHANECA	521	7340	2810	UBATE	1962-12
2401033	PG	ESPINO EL	CUNDINAMARCA	LENGUAZAQUE	R. LENGUAZAQUE	R. SUÁREZ	R. LENGUAZAQUE	520	7344	2550	UBATE	1961-10
2401043	PG	ESCLUSA MERCHANT	BOYACÁ	SABOYA	R. SUAREZ	R. SUÁREZ	R. ALTO SUÁREZ	542	7345	2550	UBATE	1965-10
2401027	PG	PINO EL	CUNDINAMARCA	SUTATAUSA	R. SUTA	R. SUÁREZ	R. SUTA	515	7351	2575	UBATE	1960-03
2120138	PG	ENCANTO EL	CUNDINAMARCA	TAUSA	R. SUTA	R. SUÁREZ	R. CHECUA	510	7353	3150	UBATE	1958-08
2401002	PG	CARUPA HOSPITAL	CUNDINAMARCA	CARMEN DE CARUPA	R. CARUPA	R. SUÁREZ	R. LA PLAYA	521	7354	2960	UBATE	1961-10
2401533	CP	GUACHETA	CUNDINAMARCA	GUACHETA	LAG. FÉQUENE	R. SUÁREZ		525	7340	2750	UBATE	2000-04
2401535	CP	TAPIAS	CUNDINAMARCA	LENGUAZAQUE	R. LENGUAZAQUE	R. SUÁREZ	R. LENGUAZAQUE	518	7343	2572	UBATE	2000-04
2401518	CP	ESCLUSA TOLON	BOYACÁ	CHIQUINQUIRA	R. SUAREZ	R. SUÁREZ	R. ALTO SUÁREZ	537	7347	2545	UBATE	1963-05
2401513	CP	SIMIACA	CUNDINAMARCA	SIMIACA	R. SIMIACA	R. SUÁREZ	R. SIMIACA	530	7351	2572	UBATE	1984-11
2401536	CP	HATO EL	CUNDINAMARCA	CARMEN DE CARUPA	R. EL HATO	R. SUÁREZ	R. EL HATO	517	7354	2900	UBATE	1962-10
2401110	CO	ISLA DEL SANTUARIO	CUNDINAMARCA	FUQUENE	LAG. DE FUQUENE	R. SUÁREZ	LAG. DE FÚQUENE	528	7344	2580	UBATE	1960-04
2401515	CO	CARRIZAL	CUNDINAMARCA	CUCUNUBA	LAG. SUESCA	R. SUÁREZ	LAG. DE SUESCA	512	7346	2880	UBATE	1960-04
2401519	CO	NOVILLEROS	CUNDINAMARCA	UBATE	R. UBATE	R. SUÁREZ	R. SUTA	520	7347	2550	UBATE	1965-12
2401521	CO	SUTATAUSA	CUNDINAMARCA	SUTATAUSA	R. SUTA	R. SUÁREZ	R. SUTA	515	7351	2700	UBATE	1965-04
2401524	CO	BOQUERON	BOYACÁ	CALDAS	R. CHIQUINQUIRA	R. SUÁREZ	R. CHIQUINQUIRA	536	7354	2840	UBATE	1967-12

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    </p> <p>CONSORCIO SES-ARO</p>
--	---	--

Figura 2-6 Estaciones hidrometeorológicas y cuencas de la zona municipio de Ubaté



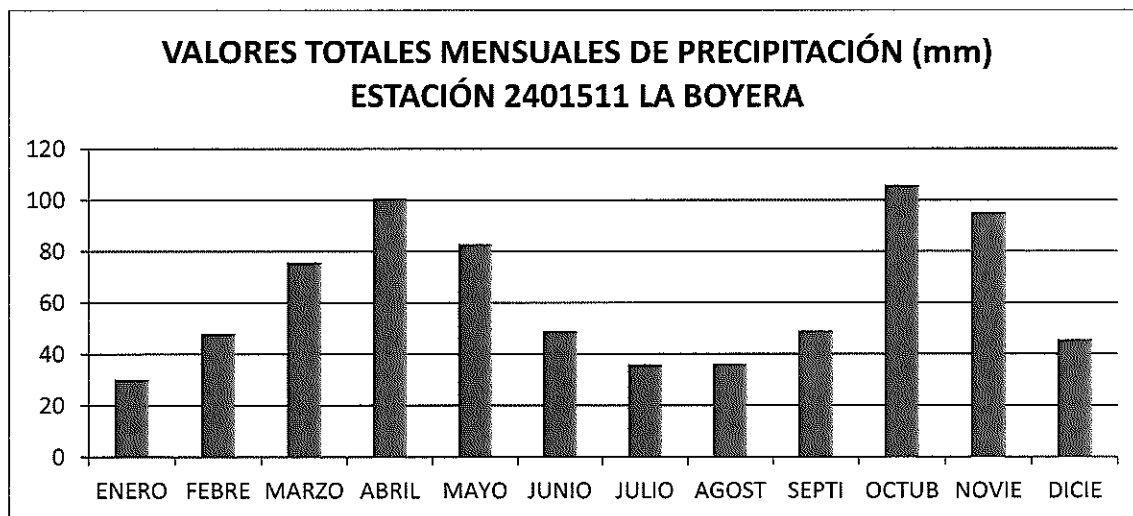
H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  SESAC </div> <div style="text-align: center;">  AROCVILLER S.A. </div> <div style="text-align: center;">  INARCAD </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  CONSORCIO SES-ARO </div>
--	--	--

2.2.1 Precipitación

La precipitación total para el municipio de se toma de los datos registrados en las estaciones de la CAR 2401511 LA BOYERA y 2401519 NOVILLEROS, para garantizar una mayor confiabilidad en los resultados obtenidos. Ambas estaciones están ubicadas en el municipio de Ubaté en la corriente denominada río Ubaté, en las gráficas se observa el régimen bimodal típico presente en la zona andina de Colombia en donde las mayores precipitaciones se presentan en los meses de abril y octubre, con meses secos en agosto y enero.

El valor medio de precipitación mensual para la estación 2401511 LA BOYERA es de 62.82 mm, el valor medio anual de la precipitación es de 753.90 mm. La estación se encuentra a 2610 msnm y cuenta con registro de datos desde 1960 hasta el año 2011.

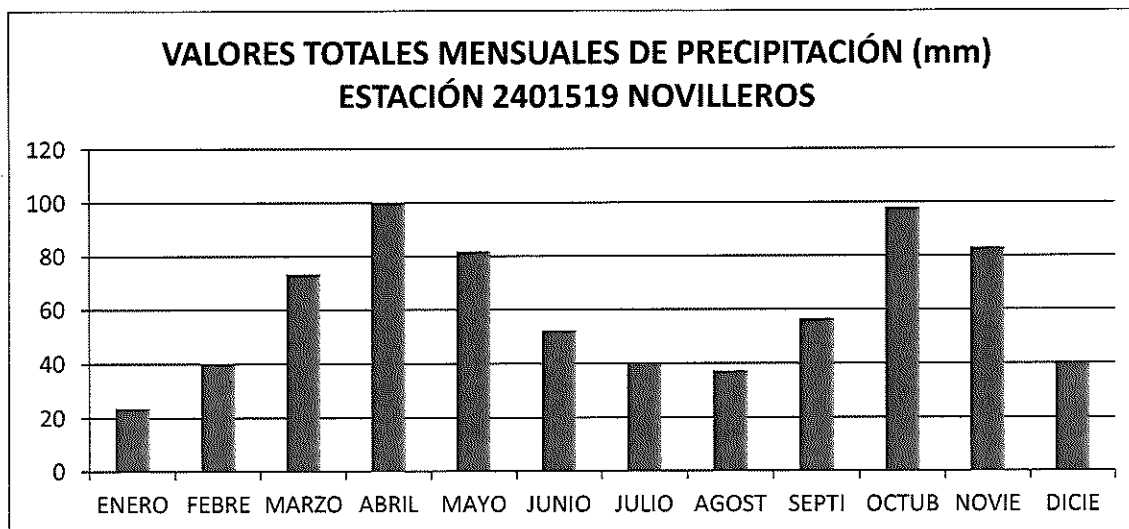
Figura 2-7 Valores totales de precipitación estación 2401511 LA BOYERA



El valor medio de precipitación mensual para la estación 2401519 NOVILLEROS es de 60.51 mm, el valor medio anual de la precipitación es de 726.11 mm. La estación se encuentra a 2550 msnm y cuenta con registro de datos desde 1960 hasta el año 2011.

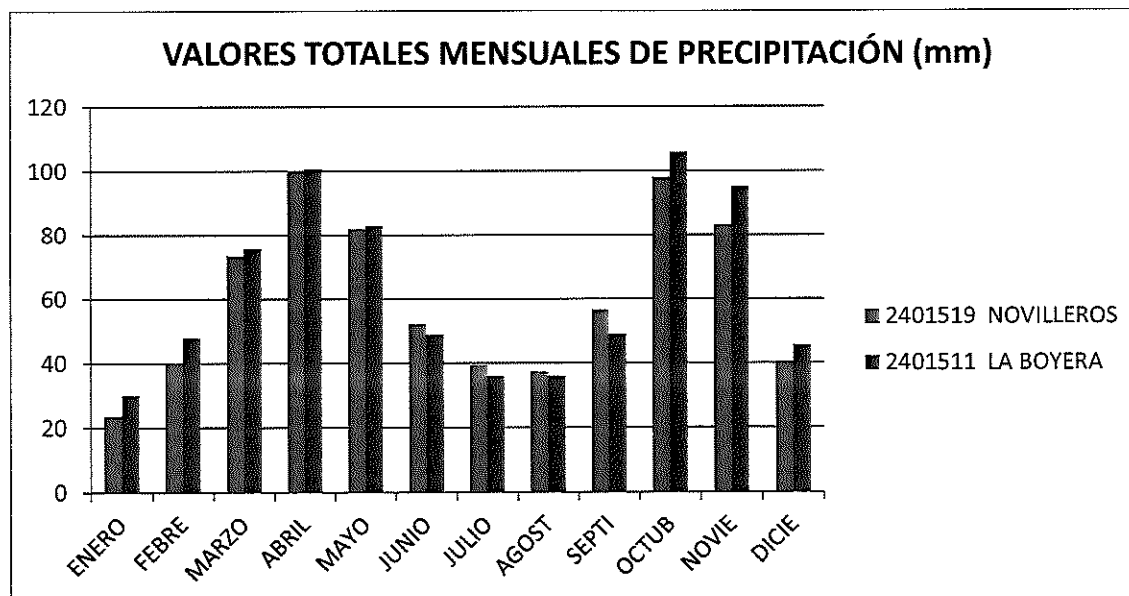
H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	   CONSORCIO SES-ARO
--	--	--

Figura 2-8 Valores totales de precipitación estación 2401519



La siguiente es la superposición de las gráficas de las estaciones de la 2401511 LA BOYERA y 2401519 NOVILLEROS, que muestran claramente una correspondencia en los datos.

Figura 2-9 Valores totales de precipitación estaciones 2401049 y 2401027



<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
---	--	---

Los valores de precipitación media anual multianual representan un régimen bimodal donde se presentan altas precipitaciones en los meses de abril y octubre y bajas precipitaciones en los meses de enero y agosto.

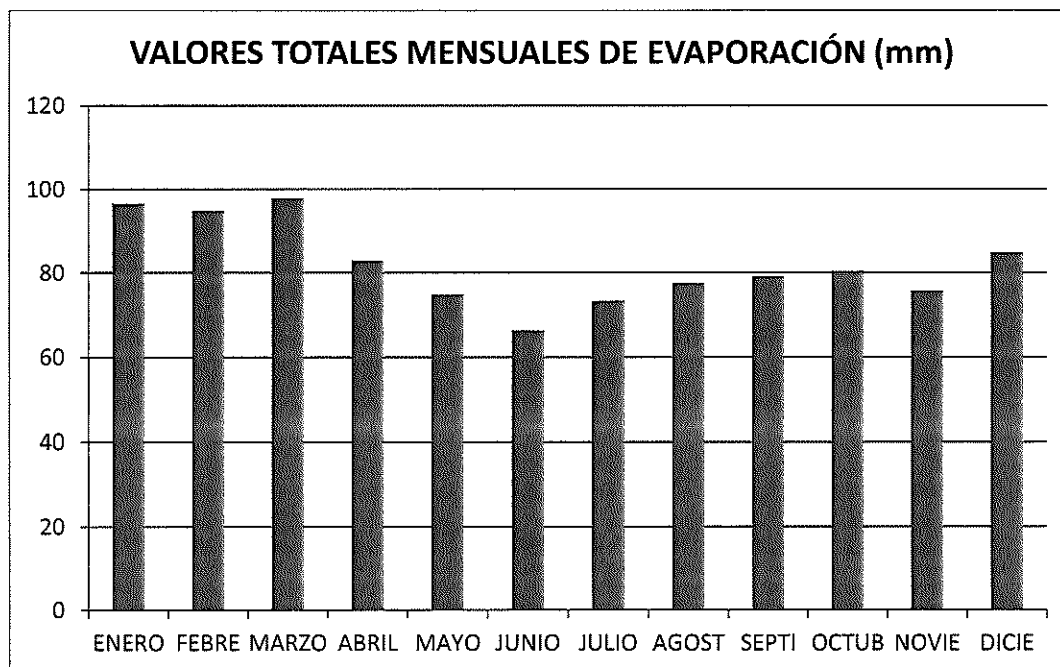
2.2.2 Evaporación y evapotranspiración

La evaporación total para el municipio se toma de los datos registrados en la estación de la CAR 2401519 NOVILLEROS, ubicada en el municipio de Ubaté en la corriente denominada río Ubaté.

De acuerdo con la ilustración se observa como la evaporación media mensual es menor en los meses de Junio y Noviembre con un promedio de 82.02 mm, estos valores se toman para el balance hídrico mensual multianual y la evapotranspiración se toma como el 80% del valor de la evaporación de tanque presente en este numeral y se promedia con los valores de evapotranspiración potencial calculados con los métodos de Thornawaitte y Hargraves.

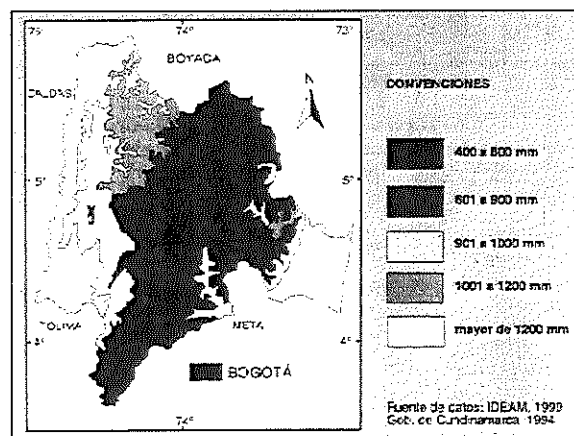
El valor obtenido de evapotranspiración anual se aproxima a lo reportado en el Estudio de Suelos del Departamento de Cundinamarca (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), donde se presenta que en la zona de Ubaté la ETP anual se encuentra entre 601 a 900 mm, como se puede evidenciar por la Figura 2-10.

Figura 2-10 Valores totales de evaporación



<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 2-11 Distribución general de la ET de Thornthwaite del Departamento de Cundinamarca.

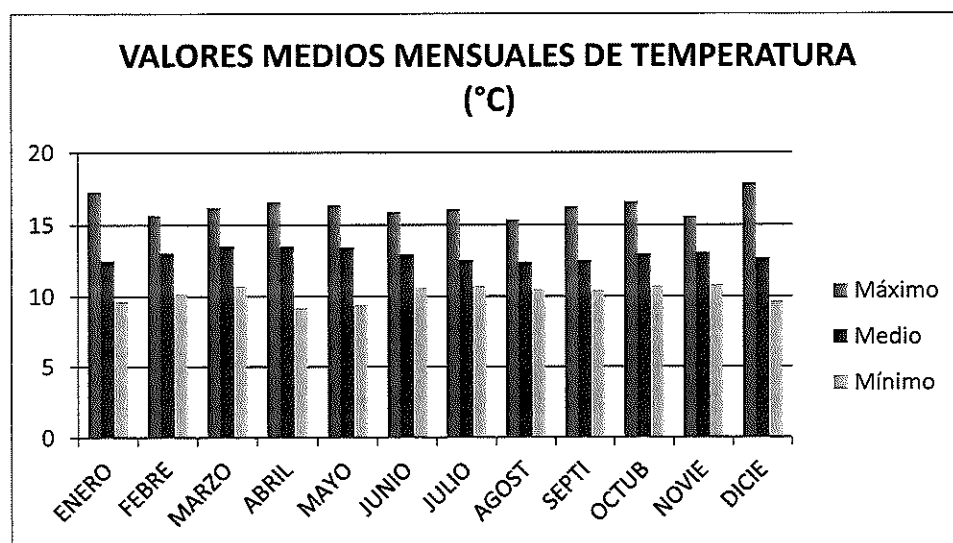


2.2.3 Temperaturas Medias

La temperatura media es un valor que influencia el valor de la evapotranspiración que es necesario para el balance hídrico mensual multianual.

Los valores son tomados del registro histórico de la estación de la CAR 2401519 NOVILLEROS. El valor medio de la temperatura es de 12.94 grados Celsius, con un valor máximo de 17.9 grados Celsius y un mínimo histórico de 9.2 grados Celsius.

Figura 2-12 Variación mensual de la temperatura promedio.

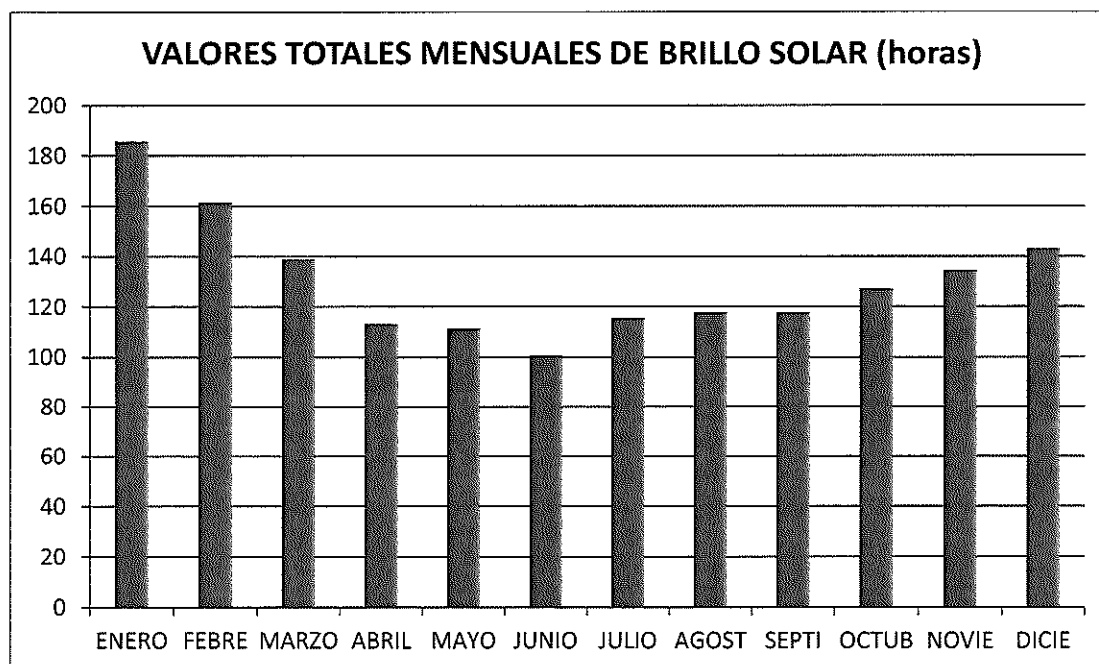


<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
---	--	---

2.2.4 Brillo Solar

El brillo solar es importante en los estudios climáticos porque de este valor depende el tiempo total en que la luz del sol incide directamente sobre el área de estudio, el comportamiento de este parámetro es inversamente proporcional al de la precipitación, ya que a menor precipitación mayor es la radiación solar. Estos datos son obtenidos de la estación de la CAR 2401519 NOVILLEROS, ubicada en el municipio de Ubaté.

Figura 2-13 Valores totales mensuales de brillo solar



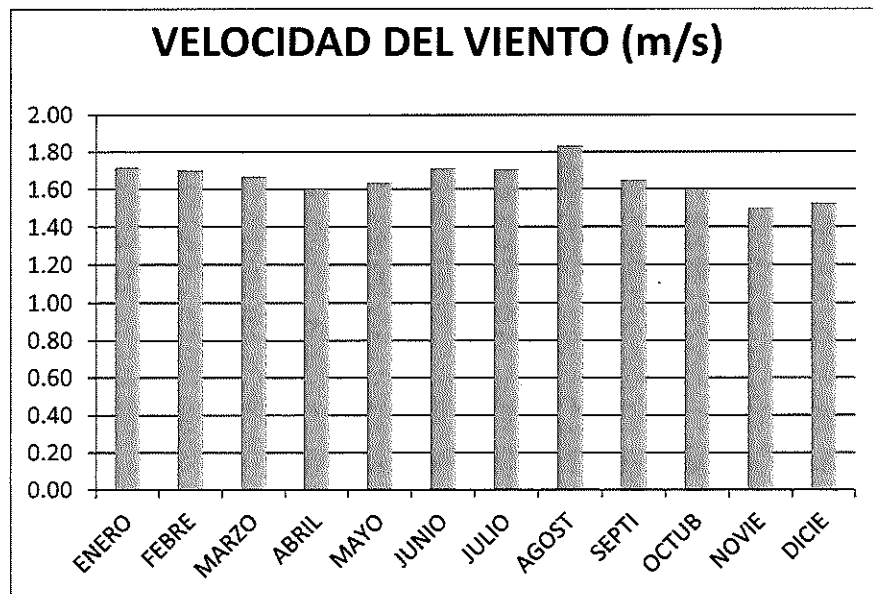
2.2.5 Velocidad de los vientos

Los vientos en la región de la cuenca de Ubaté, a la cual pertenece el municipio de Ubaté, fueron evaluados utilizando en este caso la estación de la CAR 2401519 NOVILLEROS, ubicada en el municipio de Ubaté. Los valores registrados de velocidad de viento media mensual multianual se presentan en la

Figura 2-14. Como se observa en esta figura, la velocidad del viento no varía significativamente a lo largo del año, y se mantiene entre magnitudes de 1.5 a 1.8 m/s.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 2-14. Histograma de velocidad del viento en la estación Novilleros



2.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO

El estudio hidrológico de la localidad, dado el alcance y los objetivos trazados en el presente análisis, se subdivide en el estudio hidrológico para sistemas de alcantarillado pluvial y el estudio hidrológico para sistemas de acueducto.

En el primer caso se obtendrán las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia IDF de la localidad, con el fin de definir y sustentar los posteriores diseños de alcantarillados pluviales.

En el segundo caso se realizará un análisis de caudales y niveles mínimos y máximos en los sitios de captación de agua superficial, destinado a proveer de elementos técnicos para el diseño del sistema de alimentación de agua potable del acueducto de la localidad.

2.3.1 Curvas IDF para el diseño del alcantarillado pluvial de la localidad

Las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia IDF de la localidad fueron construidas a partir de los registros pluviométricos de las estaciones cercanas a la zona estudio.

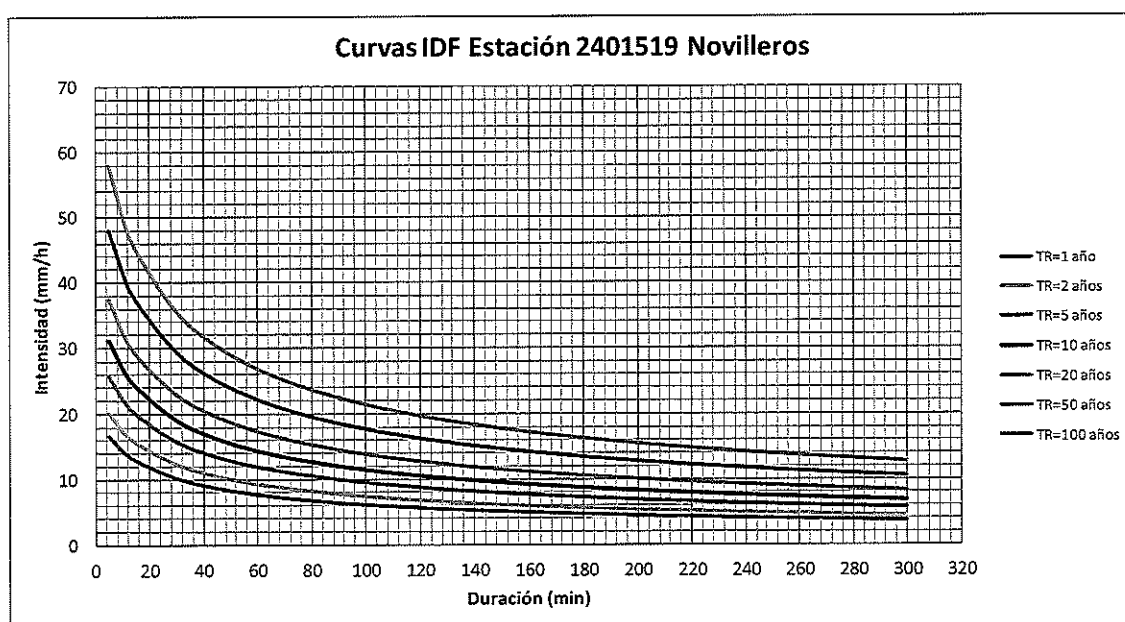
Como se indicó en el capítulo precedente, la estación que mejor representa el comportamiento pluviométrico de la localidad de Ubaté es la estación 2401519 Novilleros.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

El procedimiento adoptado para la obtención de las curvas de la localidad se sustenta en la propuesta de Silva⁴, y se explica en detalle en la sección 3.2.3 de la Memoria de cálculos.

A partir de los registros de precipitación máxima en 24 horas de dicha estación, se obtuvieron las curvas IDF para duraciones entre 5 y 300 minutos y períodos de retorno de 1, 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años. El resultado se puede apreciar en la Figura 2-15. La gama de intensidades que se obtiene bajo las condiciones descritas es entre 5 y 58 mm/h.

Figura 2-15 Curvas IDF del municipio de Ubaté



2.3.2 Caracterización hidrográfica de la cuenca

Para el análisis de caudales se debe definir las bocatomas y a su vez delimitar la cuenca o cuencas hidrográficas de interés para la localidad. Es por esto que a continuación se presentan los resultados obtenidos en el análisis hidrológico del municipio de Ubaté en la caracterización de la cuenca.

Definición de cuenca: Según el decreto No. 1729 de 2002 se define como cuenca al área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor

⁴ SILVA MEDINA Gustavo A. Hidrología básica, pág 171. 1 ed. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería. 1998.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	 CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar⁵.

Para el casco urbano del Municipio de Ubaté se ha determinado una bocatoma denominada Bocatoma Ubaté (ver Figura 2-16).

En la Tabla 2-5 se presentan las características principales tanto morfológicas y fisiográficas de la cuenca analizada.

Tabla 2-5 Características principales de las cuencas

Municipio	Centro poblado	Bocatoma	A (Km ²)	L (Km)	Hmax (msnm)	Hmin (msnm)	S (m/m)
Ubaté	Casco urbano	Bocatoma Ubaté	180.91	20.51	3750	2650	0.05

En esta tabla se presenta:

A: Área de la cuenca

L: Longitud del cauce más largo de la cuenca

Hmáx: Elevación máxima de la cuenca

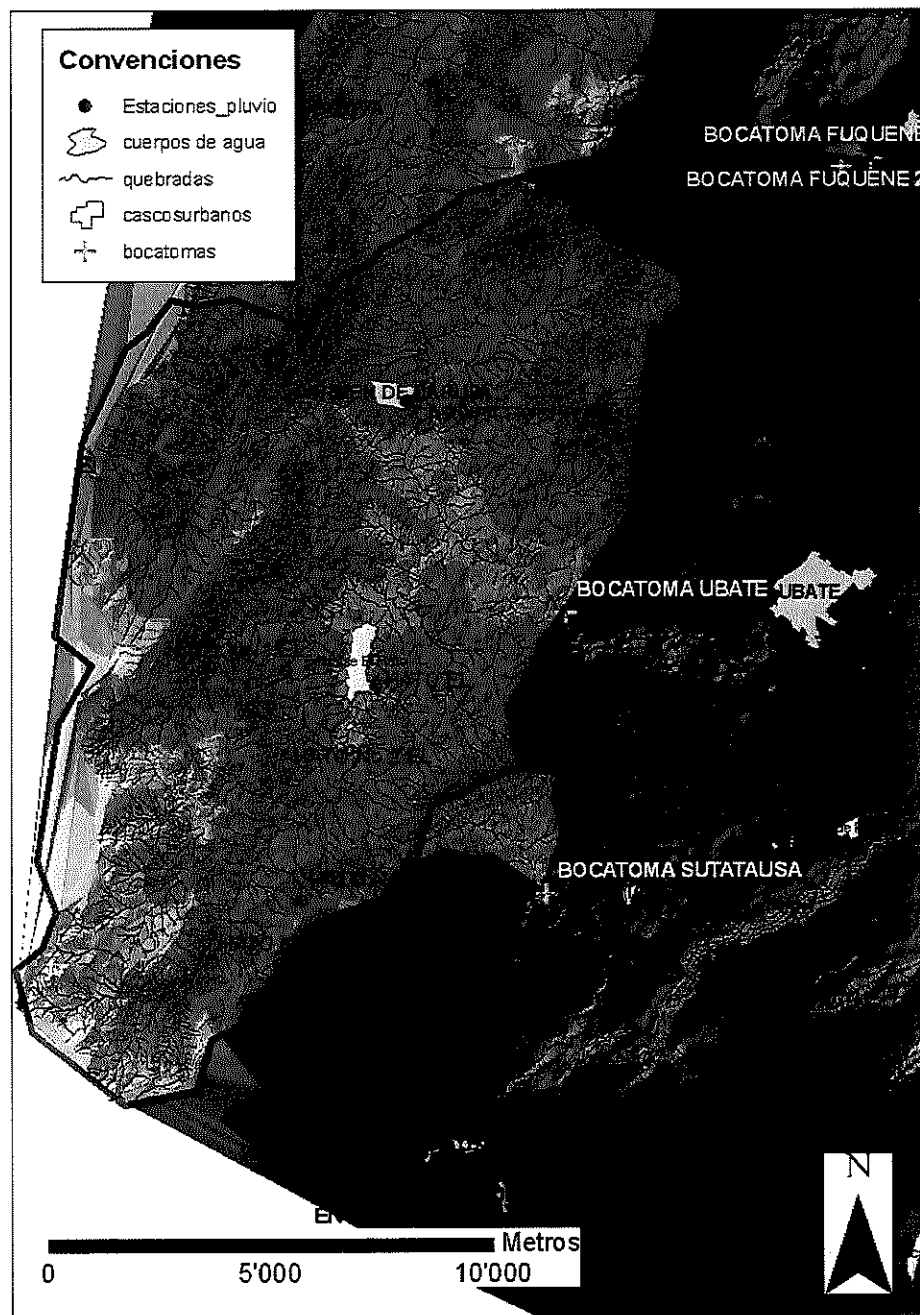
Hmín: Elevación mínima de la cuenca

S: Pendiente del cauce más largo de la cuenca

⁵ Decreto No. 1729 de 2002. República de Colombia.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 2-16 Estaciones hidrometeorológicas y cuencas de la zona. Municipio de Ubaté



H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	   CONSORCIO SES-ARO
--	--	--

2.3.3 Niveles máximo y mínimo en el sitio de captación

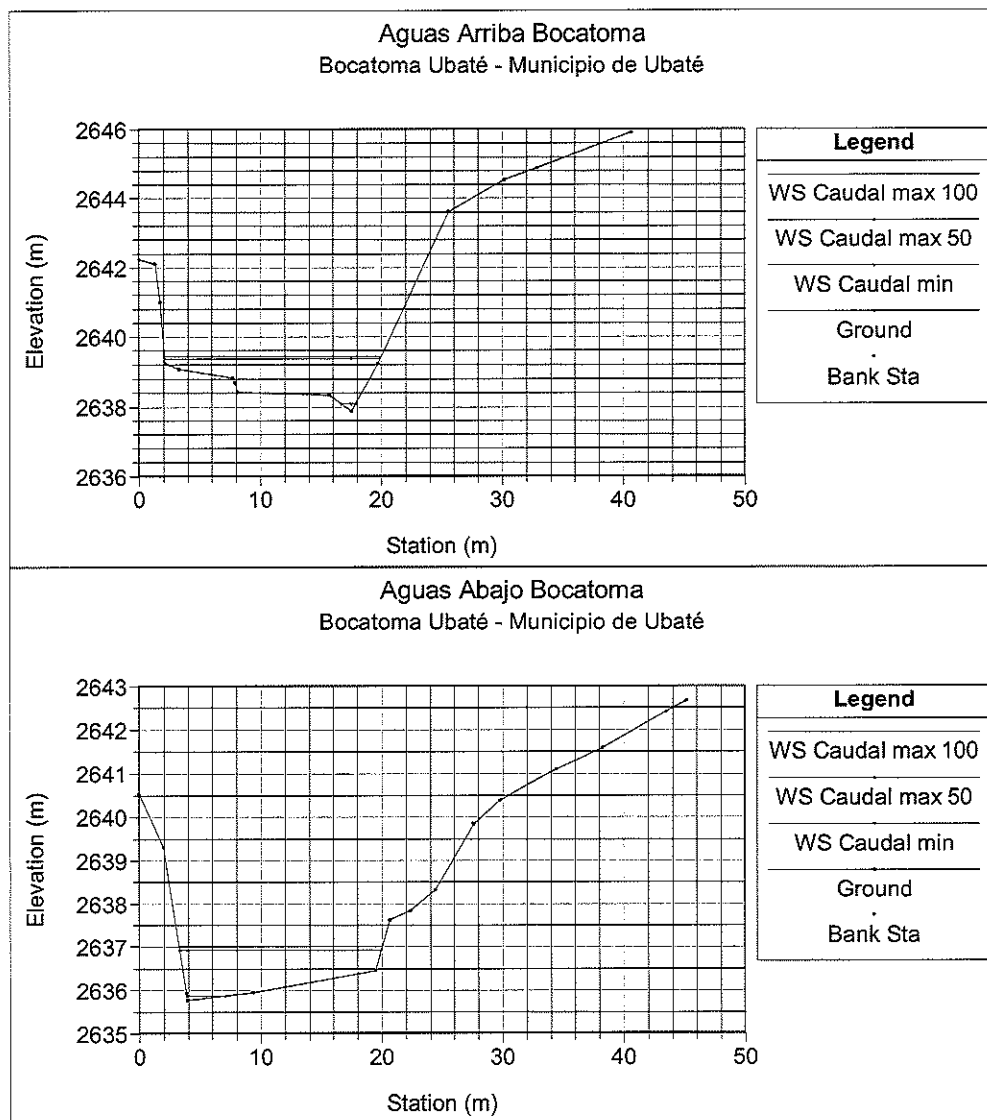
A partir de la información de las secciones transversales (ver 2.3.6 Batimetría de la sección transversal en el sitio de captación) y de los cálculos de caudales de los capítulos siguientes, se estimaron los niveles máximos y mínimos por medio de un análisis que supone flujo uniforme, realizado en el programa HEC-RAS.

Es importante anotar que los cálculos de niveles aquí presentados se realizaron bajo un enfoque de estimación. Un cálculo más preciso requiere de un análisis geomorfológico más extenso del cauce, incluyendo el levantamiento topográfico de una porción considerable, la caracterización geomorfológica e incluso la realización de algunos análisis de suelo del cauce. Ante la ausencia de estos elementos, se realizó una estimación que, sin embargo, se considera que puede presentar problemas de precisión, en particular en las cuencas pequeñas, constituidas por nacederos.

El resultado del cálculo de niveles se presenta en las figuras a continuación:

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 2-17 Niveles mínimos y máximos en las secciones aguas arriba y aguas abajo de la bocatoma Ubaté, municipio de Ubaté



2.3.4 Máximos instantáneos

El cálculo de caudales generados en el o los puntos de captación por sus cuencas aferentes se realizó por medio de un análisis regional de frecuencias y ajuste de probabilidad, en el caso de los caudales máximos, de los registros de medición de caudal de las estaciones limnimétricas de la región de Ubaté.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIOSES-ARO </p>
--	---	--

Este procedimiento se empleó teniendo en cuenta la buena densidad de estaciones hidrométricas de la zona de estudio, lo que permite caracterizar las variables hidrométricas principales de la región y aplicarlas a la cuenca en cuestión.

La Tabla 2-6 muestra el resumen de las estaciones limnimétricas presentes en la región de Ubaté y de aquellas seleccionadas para realizar el análisis de regionalización descrito.

Tabla 2-6 Estaciones limnimétricas de la región de Ubaté empleadas en el estudio de regionalización

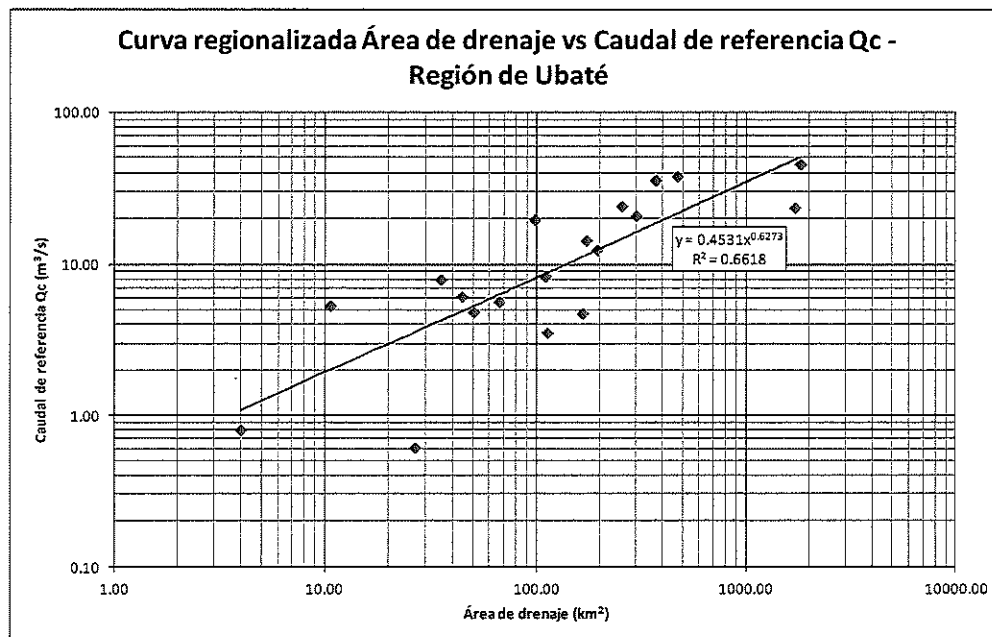
CODIGO	ESTACION	CATEGORIA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CORRIENTE	CUENCA	SUBCUENCA	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	REGIONAL	FECHA INST
2401713	GARAVITO	LG	BOYACÁ	SABOYA	R. SUAREZ	R. SUAREZ	R. ALTO SUAREZ	546	7344	2526	UBATE	1960-01
2401729	PTE COLORADO	LG	CUNDINAMARCA	UBATE	R. UBATE	R. SUAREZ	R. BAJO UBATE	523	7346	2539	UBATE	1964-08
2401733	PTE LA BALSA	LG	CUNDINAMARCA	LENGUAZAQUE	R. LENGUAZAQUE	R. SUAREZ	LAG. DE CUCUNUBÁ	520	7346	2544	UBATE	1964-04
2401731	PTE BARCELONA	LG	CUNDINAMARCA	UBATE	R. UBATE	R. SUAREZ	R. ALTO UBATE	520	7342	2548	UBATE	1964-04
2401738	PTE PERALONSO	LG	CUNDINAMARCA	SUSA	R. SUSA	R. SUAREZ	R. SUSA	527	7343	2600	UBATE	1964-04
2401730	PTE GUZMAN	LG	CUNDINAMARCA	SIMIJACA	R. SIMIJACA	R. SUAREZ	R. SIMIJACA	530	7348	2545	UBATE	1964-04
2401716	PINO EL	LG	CUNDINAMARCA	SUTATAUSA	R. SUTA	R. SUAREZ	R. SUTA	516	7348	2600	UBATE	1960-01
2401755	MAULLA LA	LG	CUNDINAMARCA	CARMEN DE CARUPA	R. CARUPA	R. SUAREZ	R. LA PLAYA	520	7354	2596	UBATE	1967-03
2401794	MONASTERIO	LM	CUNDINAMARCA	RAQUIRA	R. CANDELARIA	R. SUAREZ	R. RAQUIRA	531	7336	2140	UBATE	1997-11
2401723	BOQUERON EL	LM	CUNDINAMARCA	LENGUAZAQUE	R. LENGUAZAQUE	R. SUAREZ	R. LENGUAZAQUE	520	7342	2558	UBATE	1960-11
2401793	FUQUENE	LM	CUNDINAMARCA	GUACHETA	Q. HONDA	R. SUAREZ	R. QUEBRADA HONDA	525	7343	2540	UBATE	1997-04
2401795	TICHA MUNOZ	LM	CUNDINAMARCA	GUACHETA	Q. MIXA	R. SUAREZ	R. BAJO UBATE	525	7343	2540	UBATE	1997-04
2401714	TAPIAS	LM	CUNDINAMARCA	LENGUAZAQUE	R. LENGUAZAQUE	R. SUAREZ	R. LENGUAZAQUE	518	7343	2572	UBATE	1960-01
2401749	ESCLUSA MERCHAN ABAJO	LM	BOYACÁ	SABOYA	R. SUAREZ	R. SUAREZ	R. ALTO SUAREZ	542	7352	2700	UBATE	1961-10
2401745	PTE PINILLA	LM	BOYACÁ	CHIQUEQUIRA	R. CHIQUEQUIRA	R. SUAREZ	R. CHIQUEQUIRA	536	7349	2549	UBATE	1964-04
2401715	BOYERA LA - CAR	LM	CUNDINAMARCA	UBATE	R. UBATE	R. SUAREZ	R. ALTO UBATE	520	7350	2598	UBATE	1960-01
2401751	NARIYO	LM	BOYACÁ	CHIQUEQUIRA	R. CHIQUEQUIRA	R. SUAREZ	R. CHIQUEQUIRA	535	7321	2593	UBATE	1964-11
2401722	SAN AGUSTIN	LM	CUNDINAMARCA	CARMEN DE CARUPA	Q. NUTRIAS	R. SUAREZ	R. SAN JOSE	527	7354	2919	UBATE	1960-08
2401780	CORRALEJAS	LM	CUNDINAMARCA	CARMEN DE CARUPA	Q. EL MOLINO	R. SUAREZ	R. EL HATO	519	7355	2750	UBATE	1992-04

El proceso de regionalización, explicado en detalle en la memoria de cálculos, permite generar dos curvas regionales.

La primera es la curva regionalizada entre el área de drenaje y el caudal de referencia Q_c (adoptado como el caudal para un período de retorno de 2 años). El resultado de esta curva se presenta en la Figura 2-18. Cada uno de los puntos de la gráfica, con los cuales se trazó la línea de tendencia mostrada (en escala logarítmica), corresponde con la información de las estaciones limnimétricas empleadas.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 2-18 Curva regionalizada área de drenaje vs caudal de referencia Qc



La curva regionalizada de la Figura 2-18 permite conocer el valor del caudal de referencia Qc dada el área de la cuenca considerada.

En el caso de los cálculos de caudal máximo para la bocatoma Ubaté ($A = 180.91 \text{ km}^2$), el resultado del empleo de la curva es de $Q_c = 11.81 \text{ m}^3/\text{s}$.

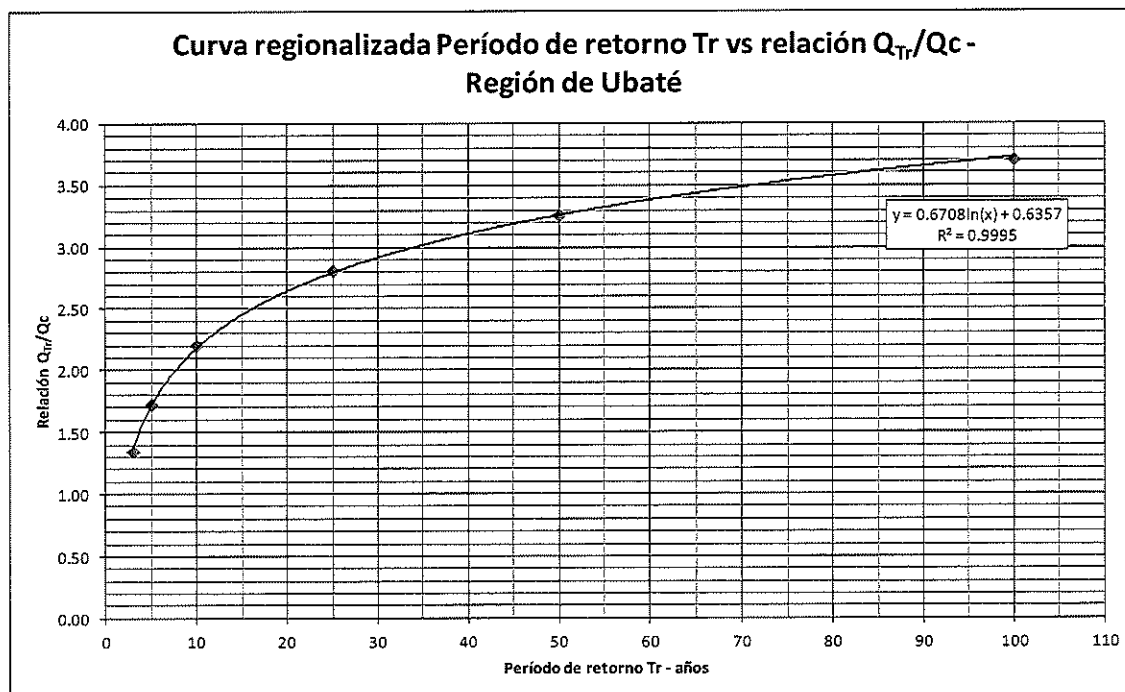
La segunda curva regionalizada corresponde con la relación entre el período de retorno Tr y la relación Qtr/Qc, en donde Qtr corresponde con el caudal para un período de retorno dado y Qc es el caudal de referencia calculado previamente. Esta curva se presenta en la Figura 2-19, junto con su fórmula de regresión, que en este caso ofrece una muy buena bondad de ajuste $R^2 = 0.9995$.

Los caudales máximos en los puntos de bocatoma fueron calculados para períodos de retorno de 50 y 100 años. De la curva de la Figura 2-19, se pueden obtener las relaciones Q50/Qc y Q100/Qc, que de manera respectiva son Q50/Qc = 3.26 y Q100/Qc = 3.71.

De esta manera, el cálculo de los caudales máximos para períodos de retorno de 50 y 100 años en la localidad es $Q_{50} = 38.50 \text{ m}^3/\text{s}$ y $Q_{100} = 44.00 \text{ m}^3/\text{s}$.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 2-19 Curva regionalizada de período de retorno T_r vs. relación Q_{tr}/Q_c



2.3.5 Caudales mínimos

El cálculo de caudales generados en el o los puntos de captación por sus cuencas aferentes se realizó por medio de un análisis regional de curvas adimensionales de duración de caudales, para el caso de los caudales mínimos, de los registros de medición de caudal de las estaciones limnimétricas de la región de Ubaté.

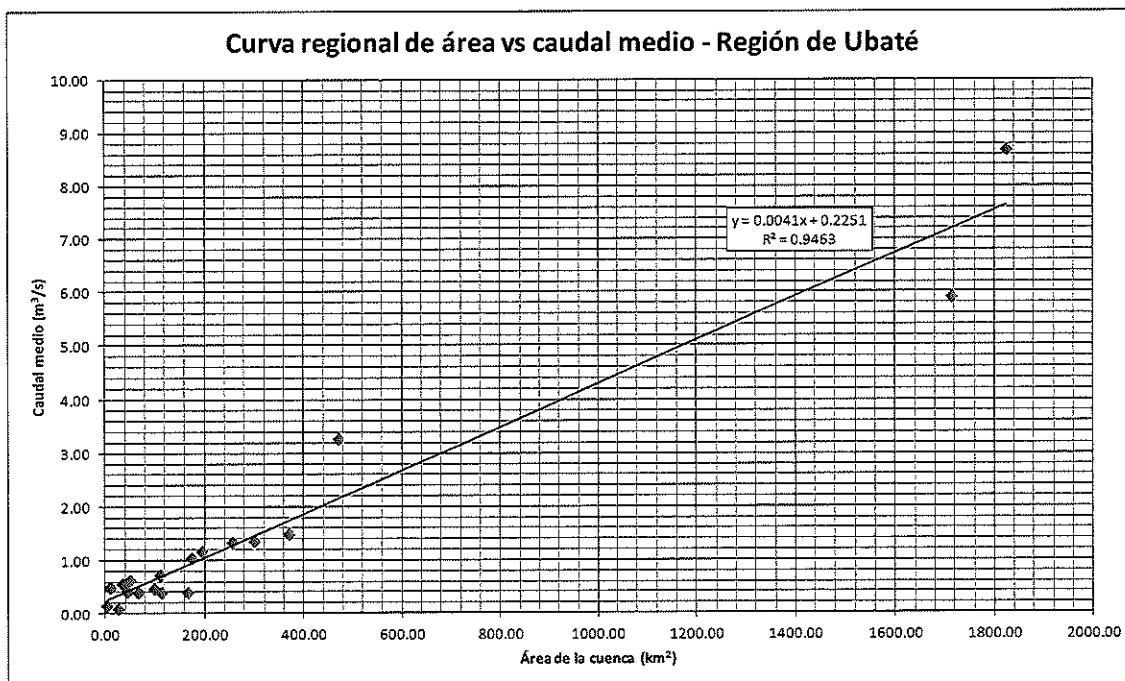
Este procedimiento se empleó teniendo en cuenta la buena densidad de estaciones hidrométricas de la zona de estudio, lo que permite caracterizar las variables hidrométricas principales de la región y aplicarlas a la cuenca en cuestión.

A partir de un análisis de frecuencias de las mediciones de caudal medio mensual de las diferentes estaciones hidrométricas seleccionadas en la región (ver Tabla 2-6, página 37), se construyeron unas curvas regionalizadas de duración de caudales adimensionales. El procedimiento, descrito en detalle en la memoria de cálculos, generó dos curvas regionalizadas.

La primera de estas curvas se denomina curva regional de área versus caudal medio. Para su construcción se empleó la información de 19 estaciones hidrométricas y se calculó para cada una de ellas el área de su cuenca aferente y el caudal medio anual. La Figura 2-20 presenta esta gráfica y su correspondiente regresión lineal, que contó con un buen ajuste, $R^2 = 0.9463$.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 2-20 Curva regional de área VS. caudal medio de la región de Ubaté

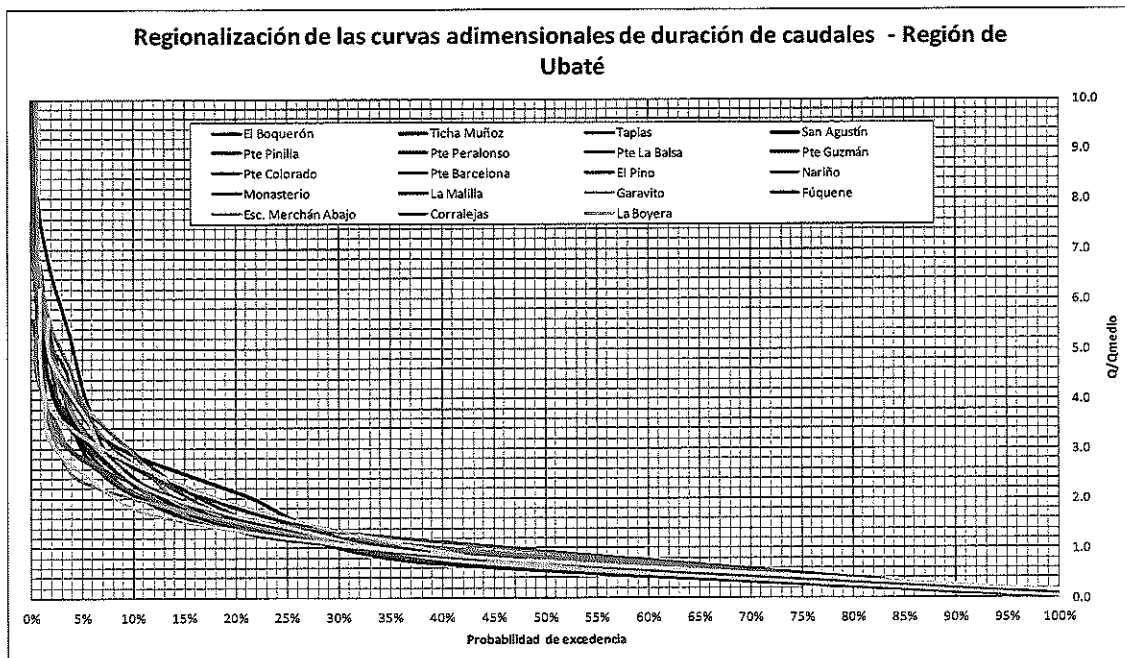


Para el caso de la cuenca Bocatoma Ubaté ($A=180.91 \text{ km}^2$), que abastece de agua potable a la población de Ubaté, la aplicación de la fórmula de regresión de la Figura 2-20, genera un caudal medio de $0.97 \text{ m}^3/s$.

Por otro lado, el análisis de frecuencias de los datos de caudales medio mensuales de las estaciones seleccionadas para el proceso, permitió construir las curvas regionalizadas de caudales medio mensuales adimensionales, es decir la descripción del porcentaje del tiempo que el cociente Q/Q_{medio} es igualado o excedido. Esta curva se presenta en la Figura 2-21.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARQ </p>
--	---	---

Figura 2-21 Regionalización de las curvas adimensionales de duración de caudales mensuales, región de Ubaté



El cálculo del caudal mínimo en la captación se realizó a partir de la regionalización de las curvas de duración de caudales adimensionales de la Figura 2-21 asumiendo que este caudal corresponde con aquel igualado o excedido el 95% del tiempo (Q95%).

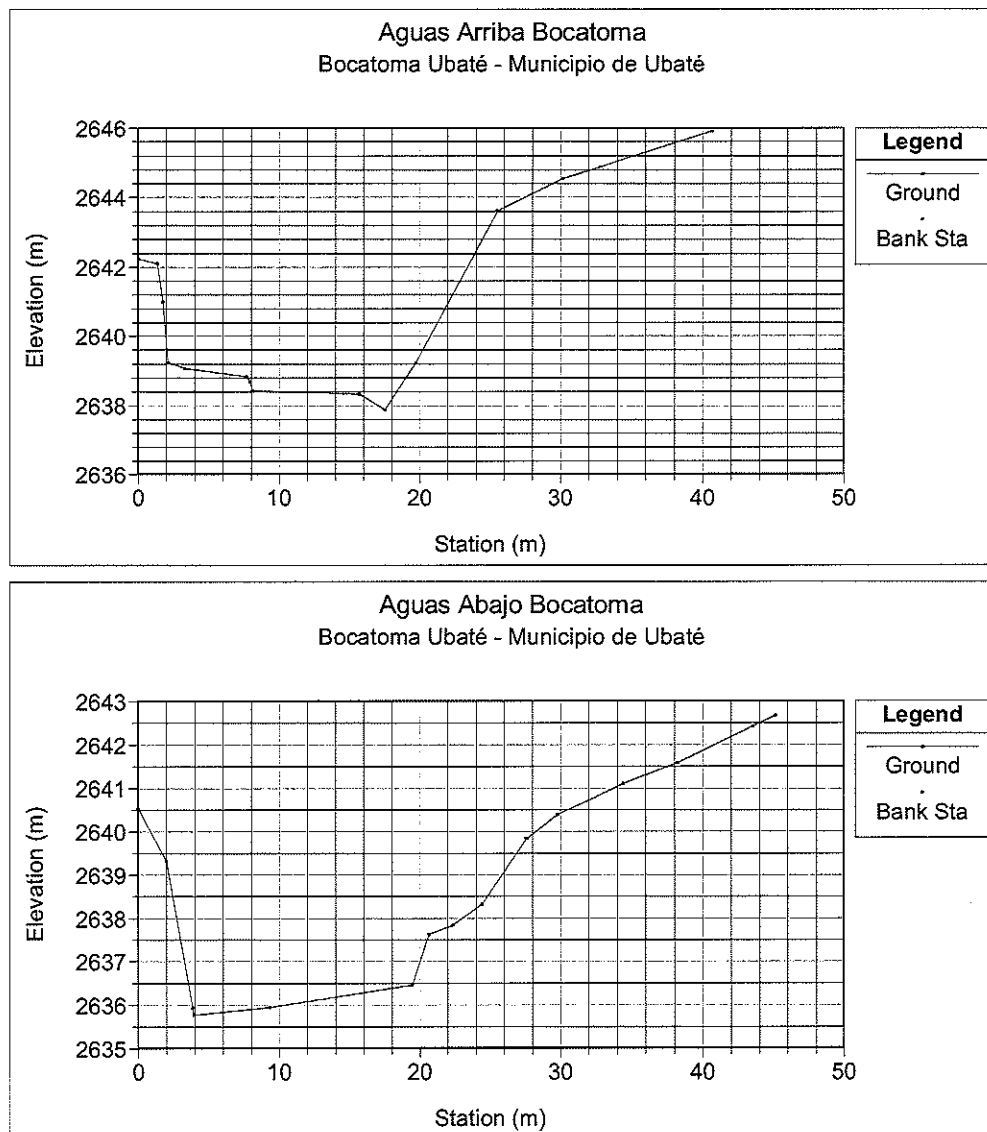
Como se observa en la gráfica, el paquete de curvas de duración de caudales permite inferir una gama de relaciones Q95%/Qmedio que van desde 0.05 hasta 0.22.

Empleando esta información para el caso de la localidad de Ubaté, se obtuvo un caudal mínimo $0.0483 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q_{95\%} \leq 0.2126 \text{ m}^3/\text{s}$. El valor adoptado de caudal mínimo fue el promedio de los dos anteriores valores, que en este caso es de $Q_{\min} = 0.1304 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.3.6 Batimetría de la sección transversal en el sitio de captación

Como se indicó en capítulos precedentes existe una bocatoma destinada a suministrar agua potable al municipio de Ubaté, denominada bocatoma Ubaté. A continuación se presenta la sección transversal del cuerpo de agua en el punto de bocatoma considerado (dos secciones transversales cercanas a la estructura de captación).

Figura 2-22 Secciones transversales en el sector de la bocatoma Ubaté

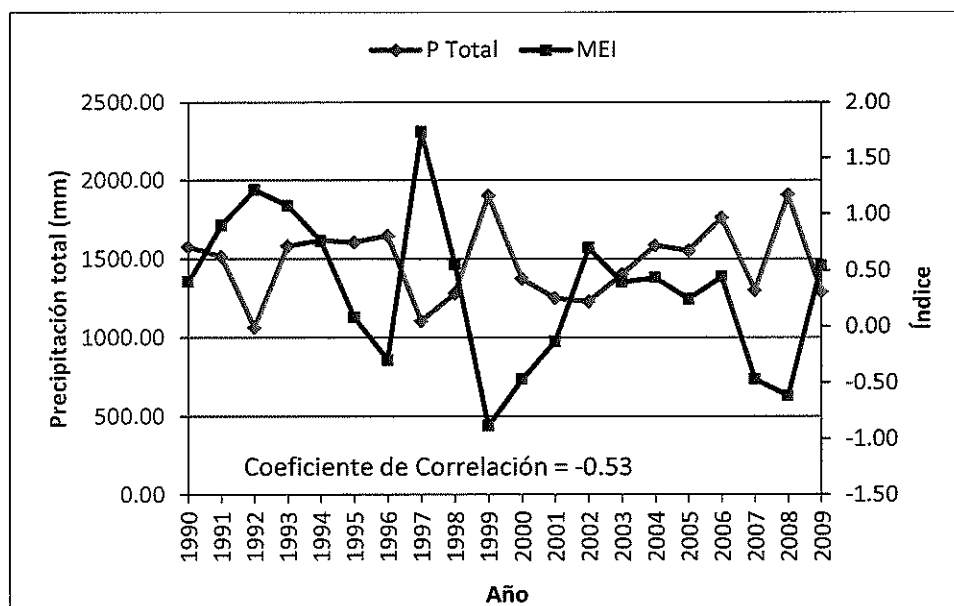


<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

2.3.7 Consideración del fenómeno del Pacífico en la variación de caudales

La información hidrometeorológica recopilada en la Sabaneta permite el análisis de la variación de la precipitación media anual durante los años de registro. En la Figura 2-23 se presenta esta variación, así como la representación del Multivariate ENSO Index (MEI), que es un índice constante de representación de la incidencia del fenómeno del Niño sobre la climatología de la región.

Figura 2-23 Variación anual de la precipitación media contrastada con el Multivariate ENSO Index – Estación Cucunuba 1



En la figura anterior se puede observar claramente como existe una correlación negativa entre la precipitación media anual en la cuenca y el MEI. Esto indica que para años con ocurrencias de altas precipitaciones, se encuentra una asociación inversa con el MEI que indica que el año es influenciado por el fenómeno opuesto al Niño, que corresponde al fenómeno de la Niña; mientras que lo contrario ocurre con los años con ocurrencias de precipitaciones bajas, donde la correlación negativa indica que el año climatológico es altamente influenciado por el fenómeno del Niño. Para los años en que no existe una correlación significativa, la climatología de la cuenca es de tipo normal, y no se encuentra influenciada ni por el fenómeno de la Niña ni por el fenómeno del Niño. En general se observa en los registros de precipitación la ocurrencia esporádica de años influenciados por el fenómeno del Niño o de la Niña. Los años más relevantemente influenciados por el fenómeno del Niño corresponden a 1991, 1992 y 1997 (este último en mayor medida),

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	 
--	---	---

mientras que los años más influenciados por el fenómeno de la Niña son 1999 y 2008, sin contar con el 2010, del cual aún no se tienen registros.

2.3.8 Requerimientos de agua, aguas abajo de la captación

Los requerimientos de agua, aguas debajo de la captación de agua potable de la localidad se analizan por medio del concepto de caudal ecológico.

El caudal ecológico necesario para garantizar una dinámica del ecosistema acuático en la corriente de agua, se calculó como el 25% del caudal medio calculado en la corriente. De acuerdo con la Resolución 865 de 2004, por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones, se reglamenta el cálculo del caudal ecológico en las corrientes de la siguiente manera:

3.4.2 Reducción por caudal ecológico

El caudal mínimo, ecológico o caudal mínimo remanente es el caudal requerido para el sostenimiento del ecosistema, la flora y la fauna de una corriente de agua. Existen diversas metodologías para conocer los caudales ecológicos:

Hidrológicas. Se basan en el comportamiento de los caudales en los sitios de interés, para lo cual es necesario el conocimiento de series históricas de caudales.

Hidráulicas. Consideran la conservación del funcionamiento o dinámica del ecosistema fluvial a lo largo de la distribución longitudinal del río, es decir que el caudal de reserva que se deje en los distintos tramos permita que el río siga comportándose como tal.

Simulación de los hábitats. Estiman el caudal necesario para la supervivencia de una especie en cierto estado de desarrollo.

Mínimo histórico: El Estudio Nacional del Agua (2.000) a partir de curvas de duración de caudales medios diarios, propone como caudal mínimo ecológico el caudal promedio multianual de mínimo 5 a máximo 10 años que permanece el 97.5% del tiempo y cuyo periodo de recurrencia es de 2.33 años.

Porcentaje de Descuento: El Ideam ha adoptado como caudal mínimo ecológico un valor aproximado del 25% del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente en estudio.

La autoridad ambiental debe escoger entre las anteriores metodologías de acuerdo con la información disponible y las características regionales particulares.

Como se aprecia, de acuerdo con las definiciones de la Resolución 865 de 2004, es función de la autoridad ambiental competente definir la metodología de cálculo del caudal ecológico en las corrientes de su jurisdicción.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	 CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

Con fines de tomar un valor de referencia de caudal ecológico en el presente estudio, se calculó el caudal ecológico en el(los) sitio(s) de captación como el 25% del caudal medio, obteniendo los resultados esbozados en la Tabla 2-7. Sin embargo, es importante anotar que esta metodología de cálculo no ofrece, a juicio personal, un valor de referencia comparable y utilizable para fines de diseño, en especial en los casos de cuencas pequeñas, correspondientes con nacederos en los cuales las variaciones de caudal son mínimas.

Tabla 2-7 Resumen del cálculo de caudales máximo, medio, mínimo y ecológico en las bocatomas del municipio de Ubaté

Municipio	Centro poblado	Bocatoma	Qmax50 (m³/s)	Qmax100 (m³/s)	Qmedio (m³/s)	Qmin (m³/s)	Qeco (m³/s)
Ubaté	Casco urbano	Bocatoma Ubaté	38.50	44.00	0.97	0.1304	0.2416

2.3.9 Características del agua cruda

Las características físico-químicas del agua cruda y el análisis de los sedimentos que arrastra la corriente de agua (de acuerdo con la necesidad de este tipo de estudio) en el sitio de captación serán analizadas en los informes correspondientes a plantas potabilizadoras de la localidad, enmarcados dentro del alcance del proyecto AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.

2.3.10 Evaluación del transporte de sedimentos

La evaluación rigurosa de la capacidad de una corriente para el transporte de sedimentos requiere información sobre las características hidráulicas, geomorfológicas y granulométricas del cauce.

Sin embargo, en ríos de montaña y para caudales de alto período de retorno, se dan una serie de circunstancias que permiten evaluar la carga sólida a partir de ecuaciones empíricas, que involucran solo el caudal líquido y la pendiente longitudinal del lecho. Sin embargo su precisión es inferior, por lo que se recomienda el uso de tales ecuaciones para estimar la carga sólida solo en casos en los que se tenga un alcance de definición de criterios generales respecto al comportamiento de esta variable. Con dicho alcance se realizó el cálculo presentado en este aparte.

López⁶ propone emplear una fórmula empírica de la forma:

$$\frac{Q_s}{Q} = kS^m \quad 2-1$$

En donde,

Q_s = Caudal sólido (m³/s)

⁶ Fórmulas para el cálculo aproximado de la capacidad de transporte de sedimentos en ríos de montaña, por Raúl López Alonso, en revista Cimbra, España. http://www.citop.es/PubPDF/Cimbra351_07.pdf

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	 CONSORCIO SES-ARO
--	--	--

Q = Caudal líquido (m^3/s)

k, m = Coeficientes a calcular

S = Pendiente del cauce (%)

Por medio de un análisis de regresión de distintas propuestas empíricas disponibles, se llegó a valores promedio de k y m , para obtener la ecuación:

$$\frac{Q_s}{Q} = 4.15S^{1.9} \quad 2-2$$

La ecuación 2-2 fue empleada para calcular el transporte sólido. El resultado para el caudal medio y para los caudales máximos de período de retorno de 50 y 100 años, se muestra en la Tabla 2-8.

Tabla 2-8 Resumen del cálculo de transporte de sedimentos en las bocatomas del municipio de Ubaté

Municipio	Centro poblado	Bocatoma	S (m/m)	Q_s 50 (m^3/s)	Q_s 100 (m^3/s)	Q_s medio (m^3/s)
Ubaté	Casco urbano	Bocatoma Ubaté	0.05	0.62	0.70	0.02

2.3.11 Caudales de diseño para la localidad

Como resultado del estudio aprobado de población y demanda de la localidad, se determinaron los caudales de diseño QMD (Caudal Medio Diario) y QMH (Caudal Máximo Horario), tanto en estado actual como al horizonte del proyecto (2035), los cuales se presentan en la Tabla 2-9.

Tabla 2-9. Proyección Dotación y Demandas Máximas de Ubaté.

PROYECCIONES DE DEMANDA RESIDENCIAL + USOS OFICIAL Y COMERCIAL												
	Hab.	Crecimiento	Nivel de Complejidad	Clima	Dotación Neta (l/hab/día)	Pérdidas	Dotación Bruta (l/Hab/día)	K1	K2	Qm (l/s)	QMD (l/s)	QMH (l/s)
2011	24892	3,02%	MEDIO ALTO	FRIO	127	43%	221	1,20	1,50	76,32	91,59	137,38
2035	42796	1,50%	MEDIO ALTO	FRIO	125	25%	167	1,20	1,50	100,51	120,61	180,92

El caudal mínimo calculado en la fuente es de 0.1304 m^3/s , es decir 130.4 l/s, suficientes para satisfacer la demanda de la localidad, en términos de QMD.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	 CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

3 MEMORIA DE CÁLCULOS

3.1 INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA E HIDROLÓGICA DEL IDEAM Y CAR

La información climatológica e hidrológica empleada como información base del estudio aquí presentado es presentada en el CD adjunto.

3.2 CÁLCULOS DEL CONSULTOR

3.2.1 Procedimiento general de análisis morfométrico de la cuenca

3.2.1.1 Delimitación de las cuencas y determinación de parámetros.

El primer paso para hacer cualquier tipo de modelación hidrológica implica delimitar los arroyos y cuencas hidrográficas, y obtener algunas propiedades básicas de la cuenca como la superficie, pendiente y longitud de flujo. Tradicionalmente esto se realizaba de forma manual utilizando mapas cartográficos. Con la disponibilidad de modelos de elevación digital (DEM) y SIG, las propiedades de las cuencas hidrográficas se pueden extraer mediante procedimientos automatizados.

Para la delimitación de las cuencas y determinación de las variables hidrológicas de éstas, como son el área, largo, pendiente, tiempo de concentración y otras variables, necesarias para conocer los caudales máximos alcanzados en determinados puntos del río como las bocatomas, empleamos las herramientas que nos ofrece el ArcGis.

La delimitación de cuencas hidrográficas en ArcGIS se logra a través de una aplicación que está disponible como una descarga gratuita en el sitio de ESRI, el ArcHydro. Esta es una herramienta que analiza un modelo de elevación digital y permite estimar todas estas variables anteriores.

3.2.1.1 Información sobre la aplicación Archydro.

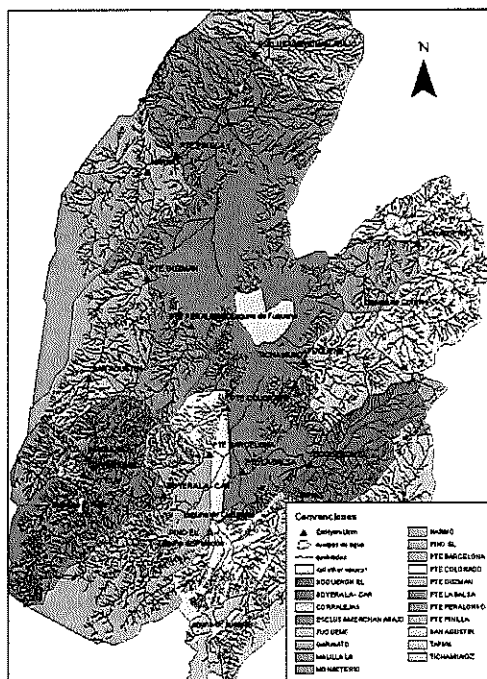
Las herramientas de procesamiento de cuencas que forman parte de Arc Hydro se utilizan para caracterizar las cuencas hidrográficas en un área determinada. Permite a un usuario, después de un preprocesamiento y la generación de nuevos archivos de datos hidrológicos, crear zonas de cuencas hidrográficas, áreas sub-cuenca, las rutas más largas del flujo de esas áreas, y generar otros datos que pueden ser utilizados en el análisis. Las Herramientas de Procesamiento de cuencas pueden ser muy útiles si necesita hacer algún tipo de estudio que implica dividir el área en las diferentes cuencas. A continuación una descripción de las herramientas empleadas:

Watershed Processing > Batch Watershed Delineation

Esta herramienta permite al usuario crear cuencas sobre la base de ubicación de un punto creado con la herramienta Batch Point Generation tool.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 3-1. Delimitación de Cuencas Ubaté con herramienta GIS



Entradas: Flow Direction raster, Stream raster, Catchments polygon feature, Adjoint Catchments polygon feature, Batch Points point feature

Resultados: Poligonos de las cuencas

Batch Point Generation

Esta herramienta permite al usuario crear puntos en un área seleccionada que serán utilizados para crear las cuencas hidrográficas (es el "punto de partida" para la generación de una cuenca hidrográfica).

Watershed Processing > Longest Flow Path

Esta herramienta permite crear la ruta más larga del flujo de agua en una cuenca, dato necesario para determinar el tiempo de concentración.

Inputs: Drainage area polygon, Flow Direction raster

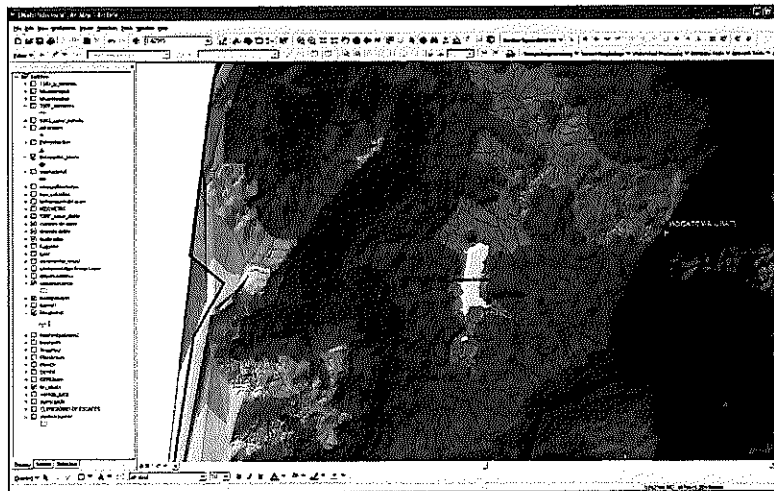
Outputs: Longest Flow Path line feature

El proceso de análisis Raster que se realiza en ArchHydro tiene como objetivo generar datos sobre la dirección y acumulación del flujo, definición de las corrientes de agua y segmentación y la delimitación de la cuenca. Estos datos son utilizados para desarrollar una representación vectorial de las cuencas y las líneas de drenaje a partir de los puntos seleccionados.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

El preprocesamiento del terreno utiliza un modelo digital de terreno DEM, para identificar el patrón de drenaje superficial. Una vez preprocesado, el DEM y sus derivados pueden ser utilizados para la delimitación eficaz de cuencas hidrográficas y la generación de flujo de red.

Figura 3-2 ArchHydro - Herramienta empleada para delimitación de cuencas



Todos los pasos en el menú de preprocesamiento de terreno se deben realizar en orden secuencial, de arriba a abajo. El preprocesamiento debe ser completado antes de usar las Herramientas de Procesamiento de Cuencas del ArchHydro. Para más detalles dirigirse al manual de esta herramienta.

3.2.2 Información hidrometeorológica

Como es sabido, la información de las estaciones hidrometeorológicas es en general heterogénea, mientras algunas estaciones han venido registrando información durante largos periodos de tiempo (más de 30 años), otras fueron instaladas en los últimos diez años.

Además, las series de datos se encuentran incompletas, faltando los valores de algunos meses en algunos años de registro. Con el fin de solventar esta situación, las series de datos de cada una de las estaciones fueron completados mediante procedimientos estocásticos. Esta metodología estocástica fue escogida por sobre otras metodologías ya que no requiere de estaciones vecinas para su ejecución, lo cual representa una ventaja dada la característica heterogénea de las series históricas de las diferentes estaciones presentes en la zona de estudio, como se mencionó.

La expresión utilizada para completar las series de datos fue la siguiente (ejemplificada en el caso hipotético de la precipitación media mensual de enero de 1997):

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

$$P_{Ene97} = \bar{P}_{Ene} + t\sigma_{Ene} \quad 3-1$$

en donde:

P_{Ene97} = Valor desconocido de precipitación para enero de 1997

$\bar{P}_{Ene}$ = Promedio de los valores de precipitación de enero en la serie

t = Número aleatorio normal estándar entre -1 y 1

σ_{Ene} = Desviación estándar de los valores de precipitación de enero de la serie

A manera de ejemplo, se ilustra a continuación el procedimiento descrito. En la Tabla 3-1 se presenta una serie de datos incompleta de precipitación máxima en 24 horas para la estación 2401036 Monserrate. A partir de los valores de la tabla, se calculó para cada mes la media y la desviación estándar de la serie.

Usando la fórmula 3-1, los datos faltantes se completaron a partir de estos valores mensuales de promedio y desviación estándar. Por ejemplo, el dato faltante de enero de 1996, se calcula como:

$$P_{Ene1996} = \bar{P}_{Ene} + t\sigma_{Ene} \quad 3-2$$

$$P_{Ene2000} = 20.6 + t * 18.5 \quad 3-3$$

Para encontrar el valor de t se empleó una función que genera números aleatorios entre -1 y 1 normalmente distribuidos, es decir de acuerdo con la distribución de probabilidades de Gauss. En este caso, la función arrojó $t = -0.83$.

$$P_{Ene2000} = 20.6 + (-0.83 * 18.5) \quad 3-4$$

$$P_{Ene2000} = 5.3 \text{ mm} \quad 3-5$$

El resultado de la serie de evaporación completada mediante esta metodología, se presenta en la Tabla 3-2.

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	   CONSORCIO SES-ARO
--	--	--

Tabla 3-1 Ejemplo de serie de datos incompleta - Estación 2401036 Monserrate

C A R - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA												
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica												
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN, MAXIMA EN 24 HORAS (mm)												
ESTACIÓN : 2401036 MONSERRATE												
Latitud	0524 N X=N=1088870		Departamento	CUNDINAMARCA		Corriente	LAG. FÚQUENE		Categoría	PM		
Longitud	7348 W Y=E=1030320		Municipio	FUQUENE		Cuenca	LAG. FÚQUENE		Fecha Instalación	#####		
Elevación	2865 m.s.n.m		Oficina Provincial	14 UBATÉ		Fecha Suspensión						
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
1963	8.5	13.5	35.0	13.0	30.0	20.0	11.0	7.0	17.5	22.0	35.0	2.0
1964	10.0	15.5	16.5	35.5	20.0	40.5	20.5	15.5	13.0	15.5	65.0	27.0
1965	5.5	15.0	9.5	38.0	39.0	5.4	5.0	21.0	6.0	35.5	43.0	10.0
1966	3.0	7.0	5.0	24.0	19.5	37.0	7.0	24.5	12.0	30.0	35.0	14.0
1967	14.5	16.0	45.0	15.0	50.0	12.5	10.0	10.0	20.0	16.5	45.0	26.5
1968	30.0	50.0	26.5	45.0	37.0	25.0	6.0	10.0	31.0	15.0	40.0	18.0
1969	14.5	20.0	23.0	30.0	40.0	15.0	3.0	3.0	48.0	30.0	20.0	8.0
1970	4.0	30.0	15.0	24.0	23.0	14.0	29.5	12.5	30.0	30.0	23.0	6.0
1975	1.0	27.0	30.0	15.0	43.0	19.0	21.5	15.0	28.5	28.0	50.0	42.5
1978	0.0	30.0	33.0	35.0	35.0	28.0	20.0	17.5	35.0	40.0	25.0	27.5
1980	0.9		25.0	45.0	45.0	34.0	15.0	45.0	48.0	45.0	25.0	20.0
1981	19.0	15.0	18.0	24.0	45.0	8.0	7.0	6.0	7.0	21.5	14.0	2.0
1982	28.5	12.0	9.0	16.0	28.0	5.0	5.0	4.0	15.0	12.0	5.0	6.0
1983	2.0	2.0	5.0	6.0	21.5	5.0	5.0	3.0	3.0	6.0	15.0	6.0
1984							4.0	24.5	21.5	28.0	10.5	8.5
1985	14.0	0.5	12.0	35.0	17.0	20.0	22.5	12.0	24.0	22.5	21.0	17.5
1986	3.0	12.0	2.5	21.5	11.0	37.0	7.5	10.5	37.0	31.0	30.0	5.0
1991	2.5	11.5	38.5	26.5	58.0	10.0	27.0	7.5	23.0	21.0	20.5	8.5
1992	10.0	8.0	28.0	6.5	6.0	6.5	8.5	14.0	14.5	20.0	25.0	21.0
1993	18.0	7.0	26.0	21.0	44.0	7.5	18.0	9.0	8.5	26.5	30.0	9.5
1994	21.0	12.5	20.0	22.0	33.5	23.0	14.5	6.5	17.5	25.0	40.5	3.0
1995	17.0	20.0	27.0	13.0	27.0	14.5	9.5	26.5	34.0	37.5	17.0	22.5
1996	9.0	53.5	34.0	19.0	26.0	38.0	49.5	11.0	28.0	41.0	21.5	30.0
1997	15.0	6.5	7.5	38.0	30.5	20.0	4.0	3.5	29.0	26.5	19.5	9.5
1998	24.5	30.0	30.0	27.0	37.0	10.5	14.5	19.5	9.0	28.0	21.0	48.0
1999	11.0	40.5	25.5	20.5	17.5	18.5	15.5	50.0	18.0	29.5	19.0	21.0
2000	8.4	18.0	29.0	19.0	32.0	52.6	25.0	9.5	14.5	27.0	17.5	8.5
2001	8.0	19.5	30.0	7.5	16.5	20.0	16.0	6.5	22.0	17.5	14.5	40.0
2002	1.5	7.5	39.0	19.0	22.0	33.0	14.0	9.0	25.0	29.0	29.0	29.0
2003	9.0	12.5	15.0	35.0	9.0							
2005		50.0	11.5	29.0	22.5	8.0	23.5	35.5	45.0	20.0	36.0	20.5
2006	17.0	10.0	72.0	35.0	30.5	30.0			30.5	40.5	51.0	50.5
2007	50.0	12.5	41.5	48.0	11.0	12.0	20.5	22.5	6.5	55.0	22.0	33.0
2008	25.0	12.0	23.5	34.0	38.0	26.0	42.0	40.5	44.5	38.5	33.5	24.0
2009	24.5	40.5	55.0	28.5	18.5	40.0	14.0	15.5	25.0			

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	   CONSORCIO SES-ARO
--	--	--

Tabla 3-2 Serie de datos completada - Estación 2401036 Monserrate

C A R - CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA												
SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica												
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN, MAXIMA EN 24 HORAS (mm)												
ESTACIÓN : 2401036 MONSERRATE												
Latitud	0524 N	X=N=1088870	Departamento	CUNDINAMARCA	Corriente	LAG. FÚQUENE	Categoría	PM				
Longitud	7348 W	Y=E=1030320	Municipio	FUQUENE	Cuenca	LAG. FÚQUENE	Fecha Instalación	#####				
Elevación	2865 m.s.n.m		Oficina Provincial	14 UBATÉ			Fecha Suspensión					
AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE
1963	8.5	13.5	35.0	13.0	30.0	20.0	11.0	7.0	17.5	22.0	35.0	2.0
1964	10.0	15.5	16.5	35.5	20.0	40.5	20.5	15.5	13.0	15.5	65.0	27.0
1965	5.5	15.0	9.5	38.0	39.0	5.4	5.0	21.0	6.0	35.5	43.0	10.0
1966	3.0	7.0	5.0	24.0	19.5	37.0	7.0	24.5	12.0	30.0	35.0	14.0
1967	14.5	16.0	45.0	15.0	50.0	12.5	10.0	10.0	20.0	16.5	45.0	26.5
1968	30.0	50.0	26.5	45.0	37.0	25.0	6.0	10.0	31.0	15.0	40.0	18.0
1969	14.5	20.0	23.0	30.0	40.0	15.0	3.0	3.0	48.0	30.0	20.0	8.0
1970	4.0	30.0	15.0	24.0	23.0	14.0	29.5	12.5	30.0	30.0	23.0	6.0
1975	1.0	27.0	30.0	15.0	43.0	19.0	21.5	15.0	28.5	28.0	50.0	42.5
1978	0.0	30.0	33.0	35.0	35.0	28.0	20.0	17.5	35.0	40.0	25.0	27.5
1980	0.9	8.2	25.0	45.0	45.0	34.0	15.0	45.0	48.0	45.0	25.0	20.0
1981	19.0	15.0	18.0	24.0	45.0	8.0	7.0	6.0	7.0	21.5	14.0	2.0
1982	28.5	12.0	9.0	16.0	28.0	5.0	5.0	4.0	15.0	12.0	5.0	6.0
1983	2.0	2.0	5.0	6.0	21.5	5.0	5.0	3.0	3.0	6.0	15.0	6.0
1984	2.8	6.9	32.3	15.9	21.4	11.1	4.0	24.5	21.5	28.0	10.5	8.5
1985	14.0	0.5	12.0	35.0	17.0	20.0	22.5	12.0	24.0	22.5	21.0	17.5
1986	3.0	12.0	2.5	21.5	11.0	37.0	7.5	10.5	37.0	31.0	30.0	5.0
1991	2.5	11.5	38.5	26.5	58.0	10.0	27.0	7.5	23.0	21.0	20.5	8.5
1992	10.0	8.0	28.0	6.5	6.0	6.5	8.5	14.0	14.5	20.0	25.0	21.0
1993	18.0	7.0	26.0	21.0	44.0	7.5	18.0	9.0	8.5	26.5	30.0	9.5
1994	21.0	12.5	20.0	22.0	33.5	23.0	14.5	6.5	17.5	25.0	40.5	3.0
1995	17.0	20.0	27.0	13.0	27.0	14.5	9.5	26.5	34.0	37.5	17.0	22.5
1996	9.0	53.5	34.0	19.0	26.0	38.0	49.5	11.0	28.0	41.0	21.5	30.0
1997	15.0	6.5	7.5	38.0	30.5	20.0	4.0	3.5	29.0	26.5	19.5	9.5
1998	24.5	30.0	30.0	27.0	37.0	10.5	14.5	19.5	9.0	28.0	21.0	49.0
1999	11.0	40.5	25.5	20.5	17.5	18.5	15.5	50.0	18.0	29.5	19.0	21.0
2000	8.4	18.0	29.0	19.0	32.0	52.6	25.0	9.5	14.5	27.0	17.5	8.5
2001	8.0	19.5	30.0	7.5	16.5	20.0	16.0	6.5	22.0	17.5	14.5	40.0
2002	1.5	7.5	39.0	19.0	22.0	33.0	14.0	9.0	25.0	29.0	29.0	29.0
2003	9.0	12.5	15.0	35.0	9.0	22.9	19.0	27.5	17.2	36.7	26.8	28.1
2005	10.6	50.0	11.5	29.0	22.5	8.0	23.5	35.5	45.0	20.0	36.0	20.5
2006	17.0	10.0	72.0	35.0	30.5	30.0	17.3	23.2	30.5	40.5	51.0	50.5
2007	50.0	12.5	41.5	48.0	11.0	12.0	20.5	22.5	6.5	55.0	22.0	33.0
2008	25.0	12.0	23.5	34.0	38.0	26.0	42.0	40.5	44.5	38.5	33.5	24.0
2009	24.5	40.5	55.0	28.5	18.5	40.0	14.0	15.5	25.0	24.1	24.3	20.6

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	 CONSORCIO SES-ARO
---	--	--

Esta metodología para completar las series fue adoptada en todas las bases de datos de información hidrometeorológica utilizadas en el presente estudio, teniendo en cuenta la gran heterogeneidad espacial y temporal encontrada en las diferentes series de tiempo consideradas. En efecto, la presencia de series de tiempo cortas dificultó la realización de correlaciones que permitieran completar las series mediante otra metodología.

3.2.3 Obtención de curvas IDF

Las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia de la localidad fueron construidas según el procedimiento descrito por Silva⁷.

Las curvas IDF tienen la siguiente forma:

$$I = \frac{aT_r^c}{(d+b)^n} = \frac{K}{(d+b)^n} \quad 3-2$$

En donde:

I = Intensidad de la lluvia (mm/h)

a, c = Coeficientes a calcular

T_r = Período de retorno de la lluvia (años)

d = Duración de la lluvia (minutos)

b, n = Coeficientes de la zona. $b \approx 10$ minutos, $n \approx 0.5$. El valor numérico de n es del orden de 0.5 y en general está comprendido entre 0.5 y 0.6. En el presente estudio se adoptó el valor de $n = 0.5$. La magnitud de b , por su parte, está comprendida entre 5 y 20 minutos. En el presente estudio se adoptó un valor razonable de $b = 10$ minutos. Además se comprobó en los cálculos que la incidencia de b en los resultados es mínima.

Silva recomienda también la adopción de un factor de reducción C_p (relación entre la precipitación que cae en una hora y aquella que cae en 24 horas), que depende del patrón típico de lluvias de la región y cuya magnitud está entre 0.1 y 0.5, con los valores más altos para zonas en donde se presentan aguaceros intensos de corta duración. En el presente estudio se adoptó un valor razonable de 0.3.

Para la serie de datos de precipitación máxima en 24 horas de la estación de medición, se calcula la probabilidad de excedencia según Weibull, para determinar de esta manera el valor de K de la ecuación. El procedimiento y resultados parciales se muestran en la Figura 3-3 y en la Tabla 3-4 y Tabla 3-3, en donde además se aprecia la relación de K con el período de retorno T_r .

⁷ SILVA MEDINA Gustavo A. Hidrología básica, pág 171. 1 ed. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería. 1998.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 3-3 Cálculo del coeficiente K para la construcción de las curvas IDF

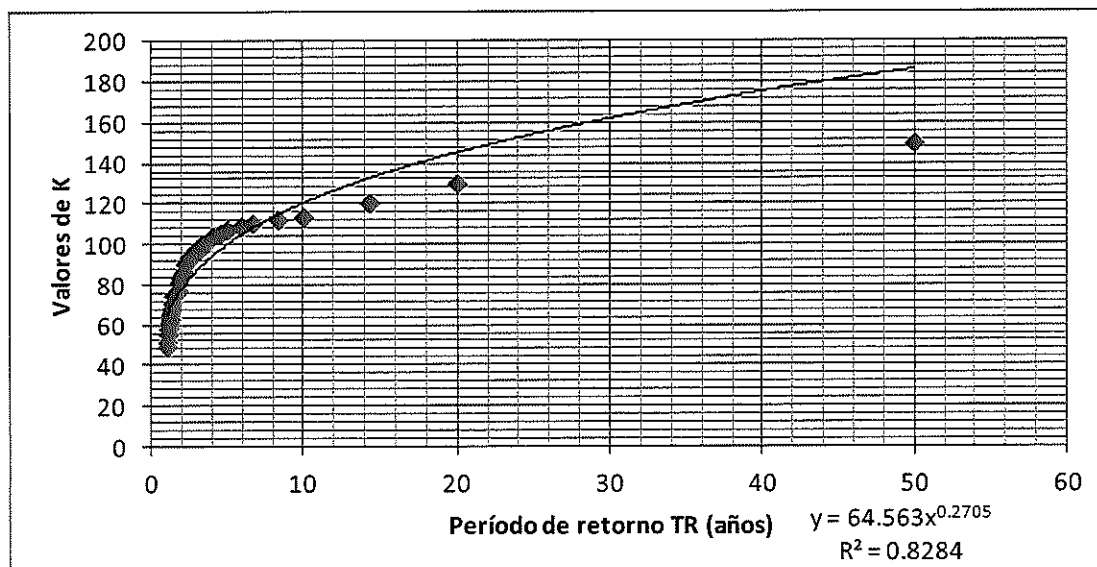


Tabla 3-3 Cálculo de las curvas IDF

Duración (min)	Intensidades de aguacero (mm/h)						
	TR=1 año	TR=2 años	TR=5 años	TR=10 años	TR=20 años	TR=50 años	TR=100 años
Duración (min)	1	2	5	10	20	50	100
5	16.67	20.11	25.76	31.08	37.49	48.03	57.93
10	14.44	17.41	22.31	26.91	32.46	41.59	50.17
15	12.91	15.58	19.96	24.07	29.04	37.20	44.88
30	10.21	12.31	15.78	19.03	22.96	29.41	35.48
45	8.71	10.50	13.45	16.23	19.58	25.08	30.26
60	7.72	9.31	11.93	14.39	17.35	22.23	26.82
75	7.00	8.45	10.82	13.05	15.75	20.18	24.34
90	6.46	7.79	9.98	12.04	14.52	18.60	22.44
105	6.02	7.26	9.30	11.22	13.54	17.35	20.92
120	5.66	6.83	8.75	10.56	12.73	16.31	19.68
135	5.36	6.47	8.29	10.00	12.06	15.45	18.63
150	5.10	6.16	7.89	9.52	11.48	14.71	17.74
165	4.88	5.89	7.54	9.10	10.97	14.06	16.96
180	4.68	5.65	7.24	8.73	10.53	13.50	16.28
195	4.51	5.44	6.97	8.41	10.14	12.99	15.67
210	4.35	5.25	6.73	8.11	9.79	12.54	15.13
225	4.21	5.08	6.51	7.85	9.47	12.13	14.64
240	4.08	4.93	6.31	7.61	9.18	11.76	14.19
255	3.97	4.78	6.13	7.39	8.92	11.43	13.78
270	3.86	4.65	5.96	7.19	8.68	11.12	13.41
285	3.76	4.53	5.81	7.01	8.45	10.83	13.06
300	3.67	4.42	5.67	6.84	8.25	10.57	12.74

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	   CONSORCIO SES-ARQ
--	---	--

Tabla 3-4 Cálculo del coeficiente K para la construcción de las curvas IDF

AÑO	Pmax24h	Weibull	Prob exced	Tr	Pmax1h	Imaxh(mm/h)	b	n	K
1984	19.6	0.03	0.97	1.03	5.88	5.88	10	0.5	49.20
1974	20.5	0.05	0.95	1.05	6.15	6.15	10	0.5	51.45
2001	22.0	0.08	0.92	1.09	6.60	6.60	10	0.5	55.22
1983	23.1	0.10	0.90	1.11	6.93	6.93	10	0.5	57.98
1975	23.3	0.13	0.87	1.15	6.99	6.99	10	0.5	58.48
1977	24.4	0.15	0.85	1.18	7.32	7.32	10	0.5	61.24
1997	25.0	0.18	0.82	1.22	7.50	7.50	10	0.5	62.75
1978	26.0	0.20	0.80	1.25	7.80	7.80	10	0.5	65.26
2009	26.6	0.23	0.77	1.30	7.97	7.97	10	0.5	66.64
1976	27.2	0.25	0.75	1.33	8.16	8.16	10	0.5	68.27
2003	28.2	0.28	0.72	1.39	8.46	8.46	10	0.5	70.78
1982	29.7	0.30	0.70	1.43	8.91	8.91	10	0.5	74.55
1985	29.9	0.33	0.67	1.49	8.97	8.97	10	0.5	75.05
1971	30.0	0.35	0.65	1.54	9.00	9.00	10	0.5	75.30
2007	30.0	0.38	0.62	1.61	9.00	9.00	10	0.5	75.30
1967	30.5	0.40	0.60	1.67	9.15	9.15	10	0.5	76.55
2005	30.8	0.43	0.57	1.75	9.24	9.24	10	0.5	77.31
1995	32.3	0.45	0.55	1.82	9.69	9.69	10	0.5	81.07
1970	33.2	0.48	0.52	1.92	9.96	9.96	10	0.5	83.33
1979	33.8	0.50	0.50	2.00	10.14	10.14	10	0.5	84.84
2006	34.5	0.53	0.47	2.13	10.35	10.35	10	0.5	86.59
1994	36.0	0.55	0.45	2.22	10.80	10.80	10	0.5	90.36
1998	36.6	0.58	0.42	2.38	10.98	10.98	10	0.5	91.87
2000	37.3	0.60	0.40	2.50	11.19	11.19	10	0.5	93.62
2008	37.7	0.63	0.37	2.70	11.31	11.31	10	0.5	94.63
1981	38.6	0.65	0.35	2.86	11.58	11.58	10	0.5	96.89
1968	38.7	0.68	0.32	3.13	11.61	11.61	10	0.5	97.14
1972	40.0	0.70	0.30	3.33	12.00	12.00	10	0.5	100.40
1966	40.4	0.73	0.27	3.70	12.12	12.12	10	0.5	101.40
1986	41.4	0.75	0.25	4.00	12.42	12.42	10	0.5	103.91
1991	42.0	0.78	0.22	4.55	12.60	12.60	10	0.5	105.42
1980	42.8	0.80	0.20	5.00	12.84	12.84	10	0.5	107.43
2002	43.4	0.83	0.17	5.88	13.02	13.02	10	0.5	108.93
1996	44.0	0.85	0.15	6.67	13.20	13.20	10	0.5	110.44
1992	44.7	0.88	0.12	8.33	13.41	13.41	10	0.5	112.20
1973	45.2	0.90	0.10	10.00	13.56	13.56	10	0.5	113.45
1993	48.0	0.93	0.07	14.29	14.40	14.40	10	0.5	120.48
1999	51.8	0.95	0.05	20.00	15.54	15.54	10	0.5	130.02
1969	59.6	0.98	0.02	50.00	17.88	17.88	10	0.5	149.59

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	 CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

3.2.4 Procedimientos de regionalización para el cálculo de caudales

Los procedimientos de regionalización de variables hidrometeorológicas son empleados cada vez con mayor regularidad para el cálculo de caudales, dada la dificultad sistemática que se ha encontrado de poder contar con información de primera mano que garantice para todos los casos la existencia de registros de medición de caudal confiables en, o suficientemente cercanos al punto de interés.

La regionalización consiste en generar una serie de relaciones empíricas propias de una región de características hidrometeorológicas homogéneas (como puede ser una macro-cuenca) que cuenta con una buena densidad y calidad de instrumentación, para ser aplicadas en otras cuencas no instrumentadas de la misma región.

Para el caso del presente estudio, se consideró la suposición, de manera posterior corroborable, que existen características de homogeneidad en la región de Ubaté, consistente en la cuenca del río del mismo nombre en el departamento de Cundinamarca.

A continuación se describen los procedimientos de regionalización empleados para el cálculo de caudales máximos y mínimos.

3.2.4.1 Caudales máximos

El cálculo de caudales máximos que se estima, pasarán por la corrientes de agua en el sitio de captación, producto de los fenómenos meteorológicos que ocurren en su cuenca aferente, se realizó por medio de un análisis regional de frecuencias y ajuste de probabilidad de los registros de medición de caudal de las estaciones limnimétricas de la región de Ubaté. Las estaciones empleadas en el análisis se presentan en la Tabla 3-5, en donde destacan las estaciones seleccionadas debido a la calidad de sus registros de medición de caudal. El esquema de ubicación de estas estaciones y de sus correspondientes cuencas aferentes se presenta en la Figura 3-4.

Se explica a continuación el proceso de análisis de frecuencias de la información de caudales máximos, utilizada previo al proceso de regionalización.

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	   CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

Tabla 3-5 Estaciones limnimétricas de la región de Ubaté empleadas en el estudio de regionalización

CODIGO	ESTACION	CATEGORIA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CORRIENTE	CUENCA	SUBCUENCA	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	REGIONAL	FECHA_INST
2401713	GARAVITO	LG	BOYACÁ	SABOYA	R. SUAREZ	R. SUAREZ	R. ALTO SUAREZ	546	7344	2526	UBATE	1960-01
2401729	PTE COLORADO	LG	CUNDINAMARCA	UBATE	R. UBATE	R. SUAREZ	R. BAJO UBATE	523	7346	2539	UBATE	1964-03
2401733	PTE LA BALSA	LG	CUNDINAMARCA	LENGUAZQUE	R. LENGUAZQUE	R. SUAREZ	LAG. DE CUCUNUBÁ	520	7346	2544	UBATE	1964-04
2401731	PTE BARCELONA	LG	CUNDINAMARCA	UBATE	R. UBATE	R. SUAREZ	R. ALTO UBATE	520	7342	2548	UBATE	1964-04
2401738	PTE PERALONSO	LG	CUNDINAMARCA	SUSA	R. SUSA	R. SUAREZ	R. SUSA	527	7343	2600	UBATE	1964-04
2401730	PTE GUZMÁN	LG	CUNDINAMARCA	SIMIJACA	R. SIMIJACA	R. SUAREZ	R. SIMIJACA	530	7348	2545	UBATE	1964-04
2401716	PINO EL	LG	CUNDINAMARCA	SUTATAUSA	R. SUTA	R. SUAREZ	R. SUTA	516	7348	2600	UBATE	1960-01
2401755	MAJILLA LA	LG	CUNDINAMARCA	CARMEN DE CARUPA	R. CARUPA	R. SUAREZ	R. LA PLAYA	520	7354	2596	UBATE	1967-03
2401794	MONASTERIO	LM	CUNDINAMARCA	RAQUIRA	R. CANDELARIA	R. SUAREZ	R. RAQUIRA	531	7336	2140	UBATE	1997-11
2401723	BOQUERON EL	LM	CUNDINAMARCA	LENGUAZQUE	R. LENGUAZQUE	R. SUAREZ	R. LENGUAZQUE	520	7342	2558	UBATE	1960-11
2401793	FUQUENE	LM	CUNDINAMARCA	GUACHETA	Q. HONDA	R. SUAREZ	R. QUEBRADA HONDA	525	7343	2540	UBATE	1997-04
2401795	TICHA MUÑOZ	LM	CUNDINAMARCA	GUACHETA	Q. MIWA	R. SUAREZ	R. BAJO UBATE	525	7343	2540	UBATE	1997-04
2401714	TAPIAS	LM	CUNDINAMARCA	LENGUAZQUE	R. LENGUAZQUE	R. SUAREZ	R. LENGUAZQUE	518	7343	2572	UBATE	1960-01
2401749	ESCLUSA MERCHAN ABAJO	LM	BOYACÁ	SABOYA	R. SUAREZ	R. SUAREZ	R. ALTO SUAREZ	542	7352	2700	UBATE	1961-10
2401745	PTE PINILLA	LM	BOYACÁ	CHIQUEQUIRA	R. CHIQUEQUIRA	R. SUAREZ	R. CHIQUEQUIRA	536	7349	2549	UBATE	1964-04
2401715	BOYERA LA - CAR	LM	CUNDINAMARCA	UBATE	R. UBATE	R. SUAREZ	R. ALTO UBATE	520	7350	2598	UBATE	1960-01
2401751	NARIWO	LM	BOYACÁ	CHIQUEQUIRA	R. CHIQUEQUIRA	R. SUAREZ	R. CHIQUEQUIRA	535	7321	2593	UBATE	1964-11
2401722	SAN AGUSTIN	LM	CUNDINAMARCA	CARMEN DE CARUPA	Q. NUTRIAS	R. SUAREZ	R. SAN JOSE	527	7354	2919	UBATE	1960-09
2401780	CORRALEJAS	LM	CUNDINAMARCA	CARMEN DE CARUPA	Q. EL MOLINO	R. SUAREZ	R. EL HATO	519	7355	2750	UBATE	1992-04

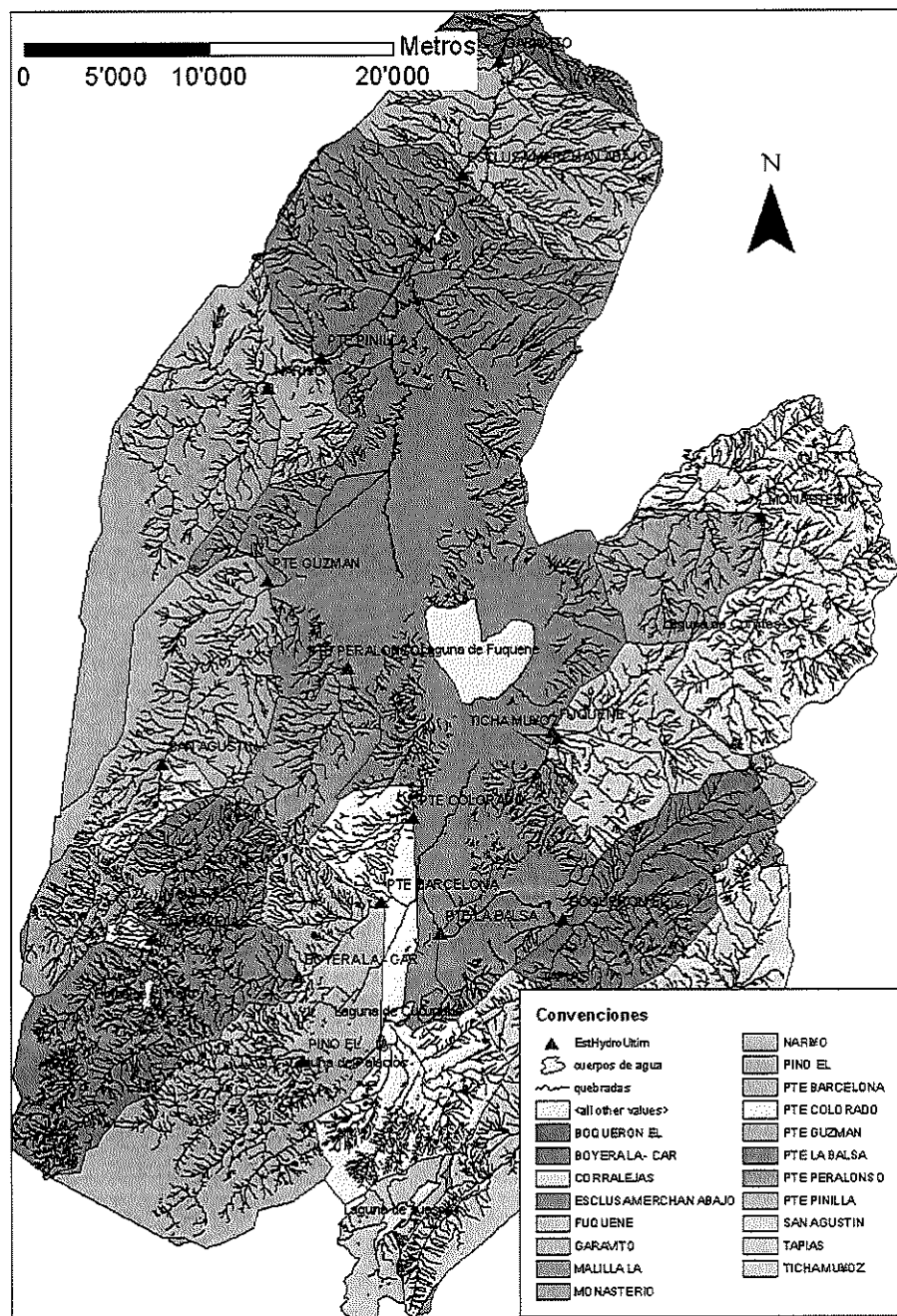
Análisis de frecuencias

La información de caudales máximos mensuales de las estaciones empleadas en el proceso de regionalización fue sujeta a un análisis de frecuencias y de ajuste a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I, que proporciona en general un buen ajuste de valores extremos. El detalle de los cálculos que aquí se exponen, para todas las estaciones involucradas en el análisis se puede consultar en el Anexo 4.1 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LAS DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD.

El análisis consistió en seleccionar para cada uno de los años de registro, el valor más alto de caudal máximo mensual. Esta serie así generada de caudales máximos anuales fue, de manera posterior, organizada de menor a mayor y ajustada a la distribución de probabilidad Gumbel tipo I, que permite conocer la predicción del ajuste de la distribución y la desviación estándar calculada entre cada valor de la serie y aquel dado por la distribución. La desviación estándar proporciona información acerca de la bondad de ajuste de los datos a la distribución de probabilidad. Este proceso se observa, a manera de ejemplo en la estación Garavito en la Tabla 3-6 y en la Figura 3-5.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>   CONSORCIO SES-ARO</p>
--	---	--

Figura 3-4 Estaciones y cuencas empleadas en el proceso de regionalización para el cálculo de caudales. Región de Ubaté

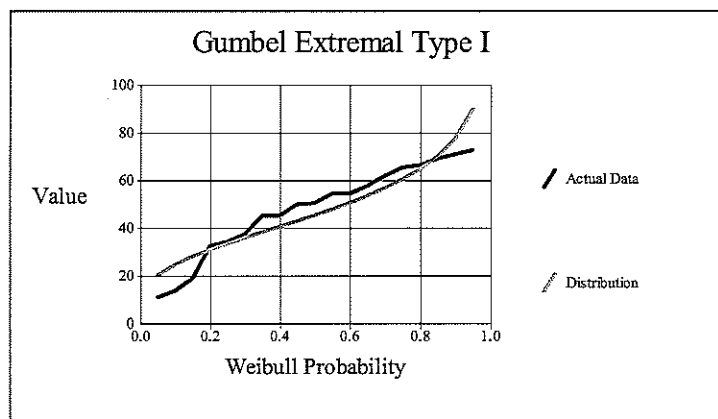


<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Tabla 3-6 Ajuste de la información de caudales máximos anuales a la distribución de probabilidad Gumbel tipo I. Estación Garavito

Weibull	Qmax (m³/s)	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.05	10.92	20.18	5.28
0.10	13.75	24.68	4.58
0.15	18.82	28.00	4.15
0.20	32.32	30.81	3.87
0.25	34.19	33.36	3.69
0.30	37.21	35.78	3.61
0.35	45.06	38.12	3.61
0.40	45.09	40.45	3.68
0.45	49.91	42.81	3.83
0.50	50.46	45.23	4.06
0.55	54.27	47.76	4.36
0.60	54.27	50.45	4.74
0.65	57.50	53.37	5.20
0.70	61.78	56.60	5.76
0.75	65.34	60.28	6.44
0.80	66.26	64.63	7.28
0.85	69.03	70.05	8.39
0.90	70.93	77.47	9.95
0.95	72.72	89.79	12.63

Figura 3-5 Gráfica del ajuste de la información de caudales máximos anuales a la distribución de probabilidad Gumbel tipo I. Estación Garavito



Una vez analizada la información de esta manera, se procede a emplear el resultado anterior para realizar predicciones de caudal con diferente período de retorno. Este procedimiento de predicción conserva el ajuste de la información a la distribución y calcula predicciones con valores pequeños de probabilidad (alto período de retorno), junto con su desviación estándar. El resultado de este proceso se presenta en la Tabla 3-7 para la estación ejemplarizada.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	 CONSORCIO SES-ARQ
--	---	--

Tabla 3-7 Predicción de caudales para diferentes períodos de retorno. Estación Garavito

Probabilidad	Período de retorno	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.995	200	129.60	21.54
0.990	100	117.69	18.85
0.980	50	105.74	16.17
0.960	25	93.70	13.49
0.900	10	77.47	9.95
0.800	5	64.63	7.28
0.667	3	54.43	5.38
0.500	2	45.23	4.06

Este procedimiento fue adoptado en las diez estaciones involucradas en el análisis regional aquí propuesto. Se invita al lector a consultar el Anexo 4.1 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LAS DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD.

Test de homogeneidad de la información

Una vez realizado el proceso de ajuste de la información de las estaciones a la distribución de probabilidad y calculados los diferentes caudales índice (Q100, Q50, Q25, Q10, Q5, Q3 y Q2), se llevó a cabo un test de homogeneidad de la información. Este test es un procedimiento estadístico para determinar si todas las estaciones corresponden a una misma región con un mismo comportamiento hidrológico.

Para este fin se calculó el área de la cuenca aferente a cada una de las 19 estaciones analizadas y se definió un valor de caudal de referencia, denominado Qc. En este estudio se adoptó como caudal de referencia Qc el caudal de período de retorno de dos años (Qc = Q2).

Para cada estación se calculó la relación Q10/Qc, promediando el valor de este cociente $\frac{Q_{10}}{Q_c}$ usando para ello la información de las diez estaciones. De manera posterior, se recalculó el valor de Q'c, así:

$$Q'_c = \frac{Q_{10}}{\left(\frac{Q_{10}}{Q_c}\right)}$$

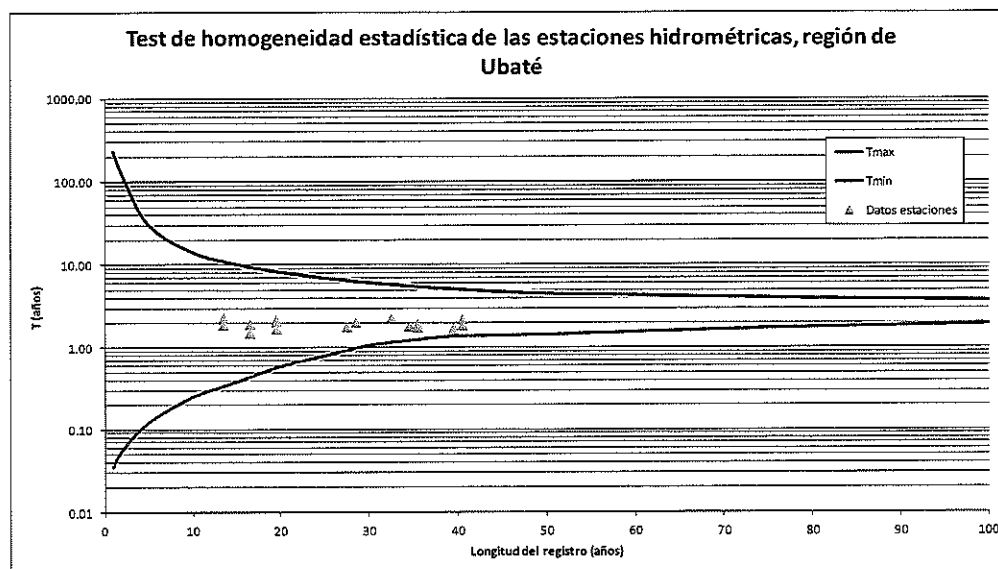
Si el período de retorno Tr correspondiente con el valor de Q'c en cada una de las estaciones es de 2 ± 1 años, la estación en cuestión es de un comportamiento parecido al de las demás. El resultado de este proceso se puede observar en la Tabla 3-8 y de manera gráfica en las envolventes de longitud de registro de la Figura 3-6.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<div>    </div> <p>CONSORCIO SES-ARO</p>
---	--	---

Tabla 3-8 Test de homogeneidad de la información de las estaciones hidrométricas, región de Ubaté

Cuenca Estación	Código estación	Area m ²	Long. Registro (años)	Le	Qc m ³ /s (Tr=2)	Q10 m ³ /s (Tr=10)	Q10/Qc	Q10/VP	Tr*
GARAVITO	2401713	1824.66	19	19.5	45.23	77.47	1.71	35.16	1.70
PTE PINILLA	2401745	166.27	19	19.5	4.73	10.87	2.30	4.93	2.10
MONASTERIO	2401794	50.44	13	13.5	4.84	10.10	2.09	4.58	1.90
FUQUENE	2401793	66.44	13	13.5	5.66	14.76	2.61	6.70	2.25
NARINO	2401751	113.03	19	19.5	3.54	8.65	2.44	3.93	2.20
PTE PERALONSO	2401738	44.41	35	35.5	6.15	12.25	1.99	5.56	1.78
SAN AGUSTIN	2401722	10.64	39	39.5	5.32	9.83	1.85	4.46	1.72
TICHA MUÑOZ	2401795	26.60	13	13.5	0.61	2.16	3.54	0.98	2.32
PTE GUZMAN	2401730	110.39	35	35.5	8.33	18.07	2.17	8.20	1.95
CORRALEJAS	2401780	4.00	16	16.5	0.80	1.60	2.00	0.73	1.94
MALILLA LA	2401755	35.19	32	32.5	7.96	19.43	2.44	8.82	2.28
BOQUERON EL	2401723	255.79	19	19.5	24.06	56.47	2.35	25.63	2.11
PTE LA BALSA	2401733	300.09	27	27.5	20.78	40.21	1.94	18.25	1.80
ESCLUSA MERCHAN ABAJO	2401749	1714.01	16	16.5	23.45	39.47	1.68	17.91	1.51
PTE BARCELONA	2401731	370.89	28	28.5	35.60	78.76	2.21	35.74	2.04
BOYERA LA - CAR	2401715	194.81	19	19.5	12.38	28.13	2.27	12.77	2.06
PTE COLORADO	2401729	471.11	34	34.5	37.54	70.85	1.89	32.15	1.82
PIÑO EL	2401716	98.25	40	40.5	19.64	46.38	2.36	21.05	2.20
TAPIAS	2401714	173.46	40	40.5	14.36	29.16	2.03	13.23	1.87
Valor promedio VP:								2.20	

Figura 3-6 Prueba estadística de envoltentes de las estaciones hidrométricas, región de Ubaté



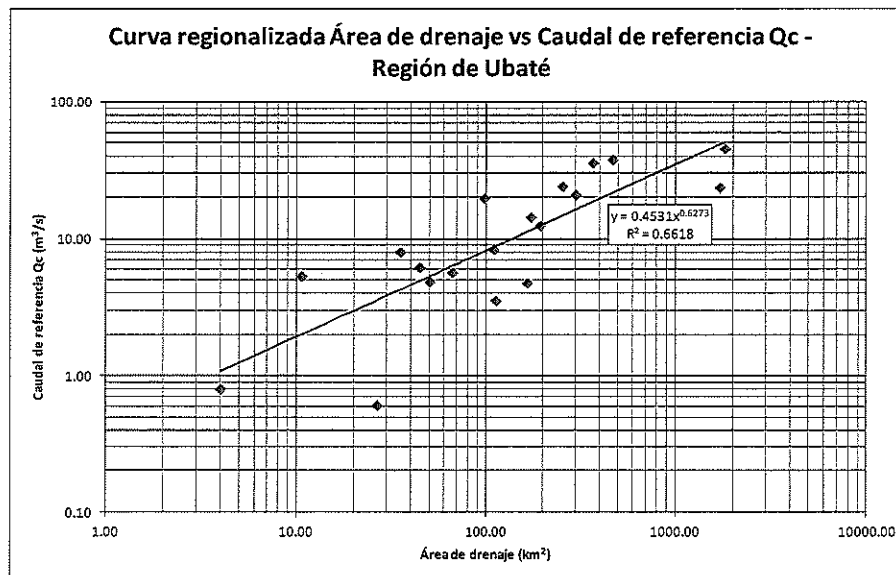
Se concluye a partir de estos test de homogeneidad que las estaciones pertenecen a una misma región hidrológica y por consiguiente son sujetas a estudios de regionalización.

Curvas regionales para el cálculo del caudal máximo

La información de las estaciones que aprobaron el test anterior fue sometida a un proceso que condujo a generar dos curvas regionales. La primera es la curva regionalizada entre el área de drenaje y el caudal de referencia Qc. El resultado de esta curva se presenta en la Figura 3-7.

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  SESAC </div> <div style="text-align: center;">  ARCEVELES S.A. </div> <div style="text-align: center;">  INARCAD </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  CONSORCIO SES-ARO </div>
--	---	---

Figura 3-7 Curva regionalizada área de drenaje vs caudal de referencia Qc



La segunda curva regionalizada corresponde con la relación entre el período de retorno Tr y la relación Qtr/Qc, en donde Qtr corresponde con el caudal para un período de retorno dado y Qc es el caudal de referencia calculado previamente.

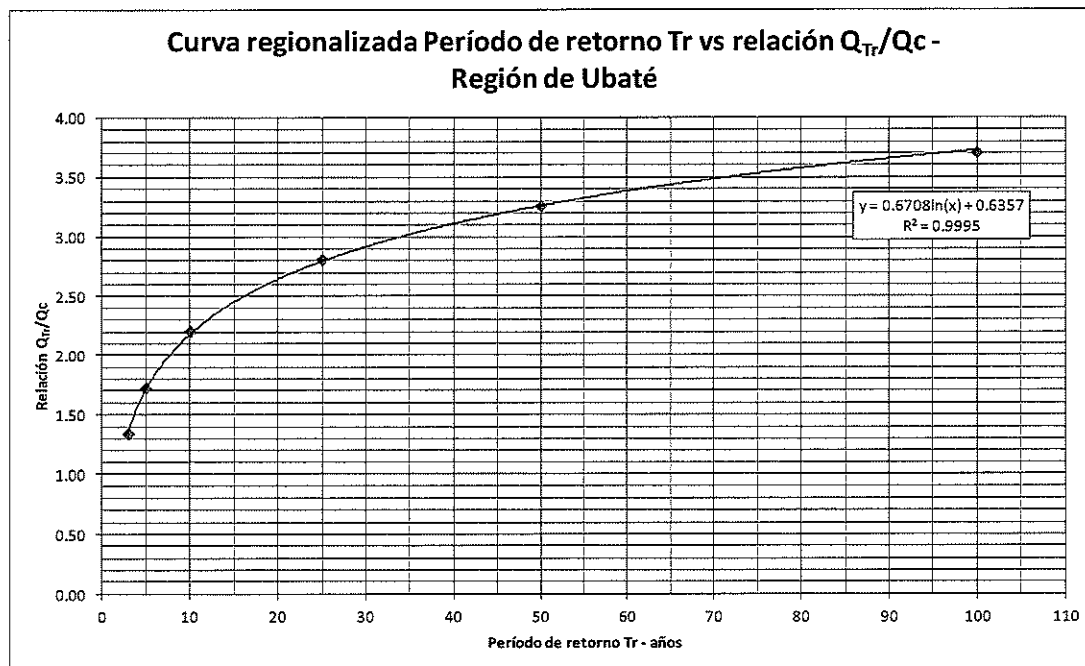
Esta curva se presenta en la Figura 3-8 y fue construida mediante el cálculo de los cocientes entre los diferentes caudales índice (Q100/Qc, Q50/Qc, Q25/Qc, Q10/Qc, Q5/Qc, Q3/Qc) calculados en cada una de las estaciones por medio del análisis de frecuencias. Los cocientes fueron promediados y dibujados en las ordenadas de la curva de la Figura 3-8 junto con su correspondiente período de retorno en las abscisas.

Tabla 3-9 Cálculo de los promedio de cocientes de caudales índices para la regionalización de curvas, región de Ubaté

Estación	Código estación	Area (km²)	Qc m³/s (Tr=2)	Q3 m³/s (Tr=3)	Q5 m³/s (Tr=5)	Q10 m³/s (Tr=10)	Q25 m³/s (Tr=25)	Q50 m³/s (Tr=50)	Q100 m³/s (Tr=100)	Q3/Qc	Q5/Qc	Q10/Qc	Q25/Qc	Q50/Qc	Q100/Qc
GARAVITO	2401713	1824.66	45.23	54.43	64.63	77.47	89.70	105.74	117.89	1.20	1.43	1.71	2.07	2.34	2.60
PTE PINILLA	2401745	166.27	4.73	6.48	8.42	10.87	13.96	16.25	18.52	1.37	1.78	2.30	2.96	3.44	3.92
MONASTERIO	2401794	50.44	4.84	6.34	8.00	10.10	12.75	14.71	16.66	1.31	1.65	2.09	2.63	3.04	3.44
FUQUENE	2401793	66.44	5.66	8.26	11.14	14.76	19.34	22.74	26.11	1.46	1.97	2.61	3.42	4.02	4.61
NARIÑO	2401751	113.03	3.54	5.00	6.62	8.65	11.23	13.13	15.03	1.41	1.67	2.44	3.17	3.71	4.25
PTE PERALONSO	2401738	44.41	6.15	7.89	9.82	12.25	15.32	17.59	19.85	1.28	1.60	1.99	2.49	2.86	3.23
SAN AGUSTIN	2401722	10.64	5.32	6.61	8.04	9.83	12.10	13.79	15.46	1.24	1.51	1.85	2.27	2.69	2.91
TIOHA MUÑOZ	2401755	26.60	0.61	1.05	1.54	2.16	2.95	3.53	4.10	1.72	2.52	3.54	4.84	5.79	6.72
PTE GUZMAN	2401730	110.39	8.33	11.11	14.19	18.07	22.87	26.60	30.21	1.39	1.70	2.17	2.76	3.19	3.63
CORRALEJAS	2401760	4.00	0.80	1.03	1.28	1.60	2.01	2.30	2.60	1.29	1.60	2.00	2.51	2.88	3.25
MALILLA LA	2401756	35.19	7.96	11.23	14.86	19.43	25.21	29.50	33.75	1.41	1.67	2.44	3.17	3.71	4.24
BOQUERON EL	2401723	255.79	24.06	33.31	43.56	56.47	72.79	84.89	96.90	1.38	1.61	2.35	3.03	3.53	4.03
PTE LA BALSA	2401733	300.08	20.78	26.32	32.47	40.21	50.00	57.25	64.46	1.27	1.56	1.94	2.41	2.76	3.10
ESCLUSIA MERCHAN ABAJO	2401748	1714.01	23.45	28.02	33.09	39.47	47.53	53.52	59.45	1.19	1.41	1.68	2.03	2.28	2.54
PTE BARCELONA	2401731	370.89	35.60	47.91	61.57	78.76	100.49	116.61	132.60	1.35	1.73	2.21	2.82	3.28	3.72
BOYERA LA - CAR	2401715	194.81	12.38	16.88	21.86	28.13	36.05	41.93	47.76	1.36	1.77	2.27	2.91	3.39	3.85
PTE COLORADO	2401728	471.11	37.54	47.04	57.58	70.85	87.61	100.05	112.39	1.25	1.53	1.89	2.33	2.67	2.99
PINO EL	2401716	98.25	19.64	27.27	35.73	46.38	59.84	69.63	78.74	1.39	1.62	2.36	3.05	3.56	4.05
TAPIAS	2401714	173.46	14.36	18.56	23.26	29.16	36.61	42.13	47.62	1.29	1.62	2.03	2.55	2.93	3.32
Promedio										1.34	1.72	2.20	2.81	3.26	3.71
Tr										3	5	10	25	50	100

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  S E S A C </div> <div style="text-align: center;">  ARGONVELES S.A. </div> <div style="text-align: center;">  INARCAD </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  CONSORCIO SES-ARO </div>
--	--	--

Figura 3-8 Curva regionalizada de período de retorno T_r vs. relación Q_{Tr}/Q_c



3.2.4.2 Caudales mínimos

Los caudales mínimos fueron calculados también a partir de un proceso de regionalización, en este caso de las curvas adimensionales de duración de caudales, elaboradas a partir de los registros de medición de caudal de las estaciones hidrométricas de la región de Ubaté.

Las estaciones hidrométricas empleadas en este procedimiento fueron las mismas con las que se realizó el análisis regional de caudales máximos, además con la seguridad de contar con registros homogéneos desde el punto de vista hidrológico, resultado del test de homogeneidad realizado.

A continuación se precisa el procedimiento de cálculo de caudales mínimos empleado en el presente estudio.

Curvas de duración de caudales mensuales

A partir de los análisis de frecuencia de las mediciones de caudal medio mensual de las diferentes estaciones hidrométricas seleccionadas en la región, se construyó para cada una de ellas, las curvas de duración de caudales medio mensuales y se calculó el caudal medio mensual multianual.

H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	 CONSORCIO SES-ARO
--	--	--

La curva de duración de caudales encontrada para cada caso fue desarrollada mediante el procedimiento de asignación de diferentes intervalos de clase de la información mensual, según el llamado criterio de Yevjevich, según el cual:

$$NC = 1.33 \ln N + 1$$

en donde NC es el número de intervalos de clase y N es el tamaño de la muestra.

Así definido el número de intervalos de clase, se calcula la amplitud de cada intervalo, dividiendo el rango del registro (diferencia entre los registros mayor y menor de toda la muestra) entre el número de intervalos NC.

Esta información permite conocer los límites superior e inferior de cada intervalo de clase. A continuación se cuenta el número de registros que se encuentran en cada uno de los intervalos de clase, que no es otra cosa que la frecuencia de registros por intervalo.

La información de frecuencias se puede acumular, proceso que indica el número de veces que un valor de caudal excede el límite inferior de cada intervalo y que además se puede expresar en porcentaje. Finalmente se grafica el porcentaje calculado en las abscisas contra los límites inferiores de cada intervalo en las ordenadas.

El proceso se ejemplifica en el caso de la estación Garavito, perteneciente a la región de estudio, en la Tabla 3-10 y en la Figura 3-9.

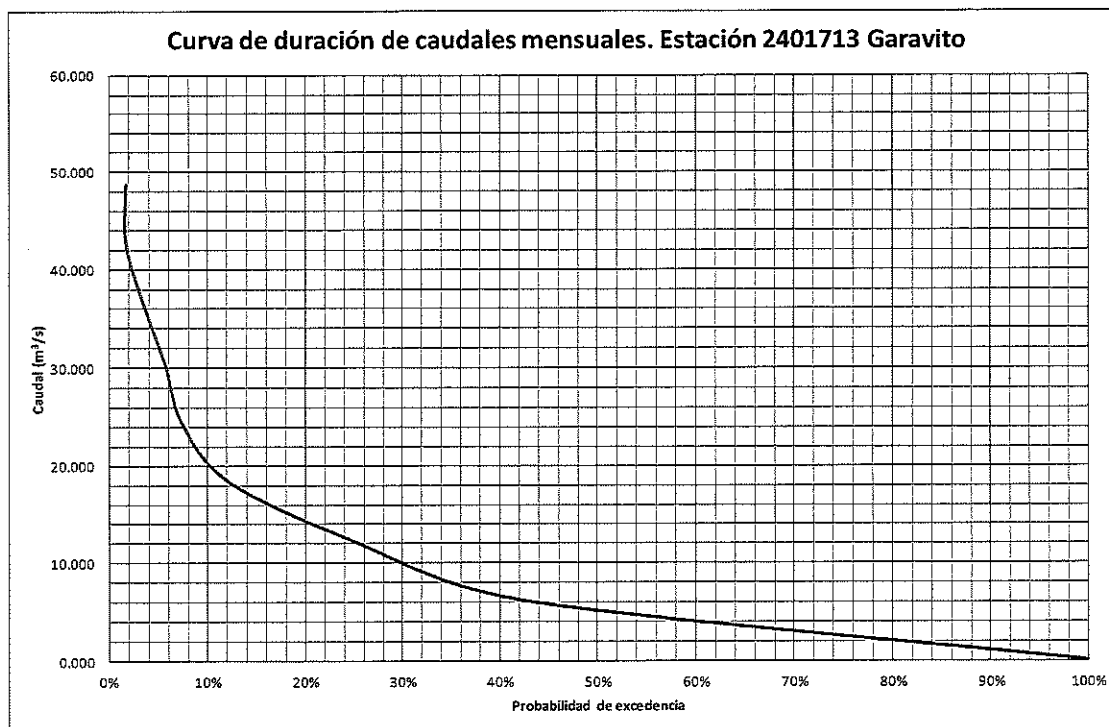
La construcción de las curvas de duración de caudales en las demás estaciones se puede consultar en el Anexo 0 CURVAS DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES.

Tabla 3-10 Cálculo de la curva de duración de caudales estación Garavito

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	228				
Rango registro	54.609	m ³ /s			
Número intervalos	9				
Amplitud inetvalo	6.068	m ³ /s			
Límite Sup. LS (m ³ /s)	Límite Inf. LI (m ³ /s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
54.756	48.688	4	4	2%	5.612
48.688	42.620	0	4	2%	4.912
42.620	36.552	4	8	4%	4.213
36.552	30.484	5	13	6%	3.513
30.484	24.416	4	17	7%	2.814
24.416	18.348	11	28	12%	2.115
18.348	12.280	29	57	25%	1.415
12.280	6.212	40	97	43%	0.716
6.212	0.147	131	228	100%	0.017

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
---	--	---

Figura 3-9 Curva de duración de caudales mensuales, estación Garavito



Curvas adimensionales de duración de caudales mensuales

La curva de la Figura 3-9 se puede presentar de otra manera, mediante un proceso de adimensionalización de las ordenadas, dividiendo los valores de caudal entre el caudal medio mensual multianual calculado a partir de la serie de datos, como se muestra en la última columna de la Tabla 3-10.

El resultado se muestra en la Figura 3-11 y muestra una curva de forma muy parecida a la original pero sin unidades en las ordenadas, lo cual permite compararla con otras curvas adimensionales de estaciones vecinas.

Regionalización de curvas adimensionales de duración de caudales

Para calcular los caudales mínimos que fluyen por las corrientes de agua en los puntos de captación de agua, se llevó a cabo, como se indicó, un proceso de regionalización de las curvas adimensionales de duración de caudales calculadas en cada una de las estaciones que fueron seleccionadas para este procedimiento. En realidad se trazaron dos curvas regionales, la primera de ellas, denominada curva regional de área versus caudal medio, se construyó como la relación entre el área de la cuenca aferente de las estaciones hidrométricas y el caudal medio anual calculado a partir de los registros de caudal medio mensual (ver Figura 3-11 y la Tabla 3-11).

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  SESAC </div> <div style="text-align: center;">  ARGOVIZ S.A. </div> <div style="text-align: center;">  INARCAD </div> </div> <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">CONSORCIO SES-ARO</p>
---	--	--

Figura 3-10 Curva adimensional de duración de caudales mensuales, estación Garavito

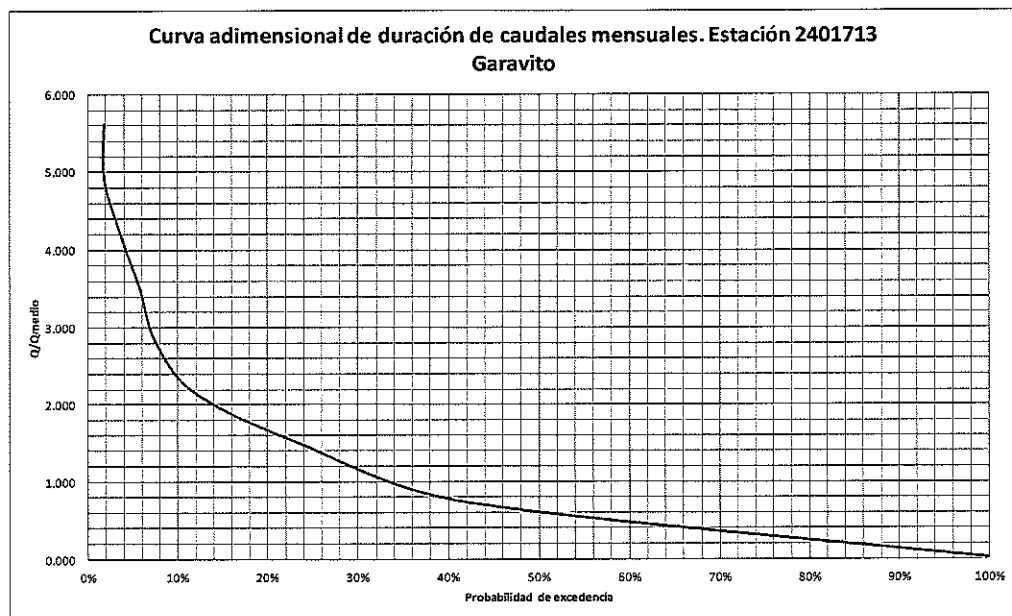
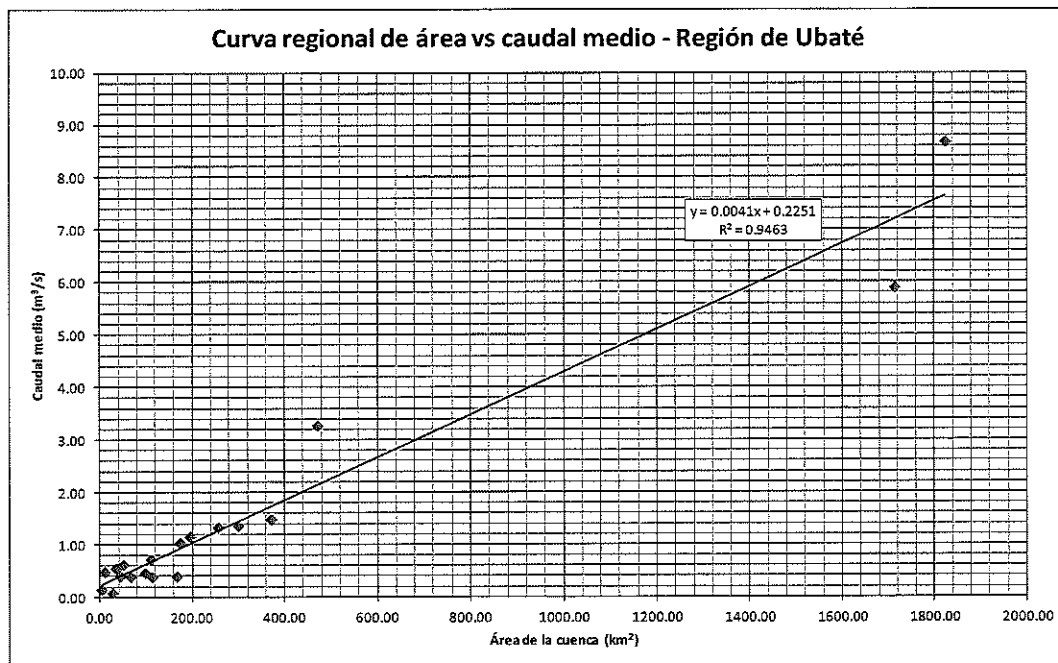


Figura 3-11 Curva regional de área vs. caudal medio de la región de Ubaté



H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	 CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

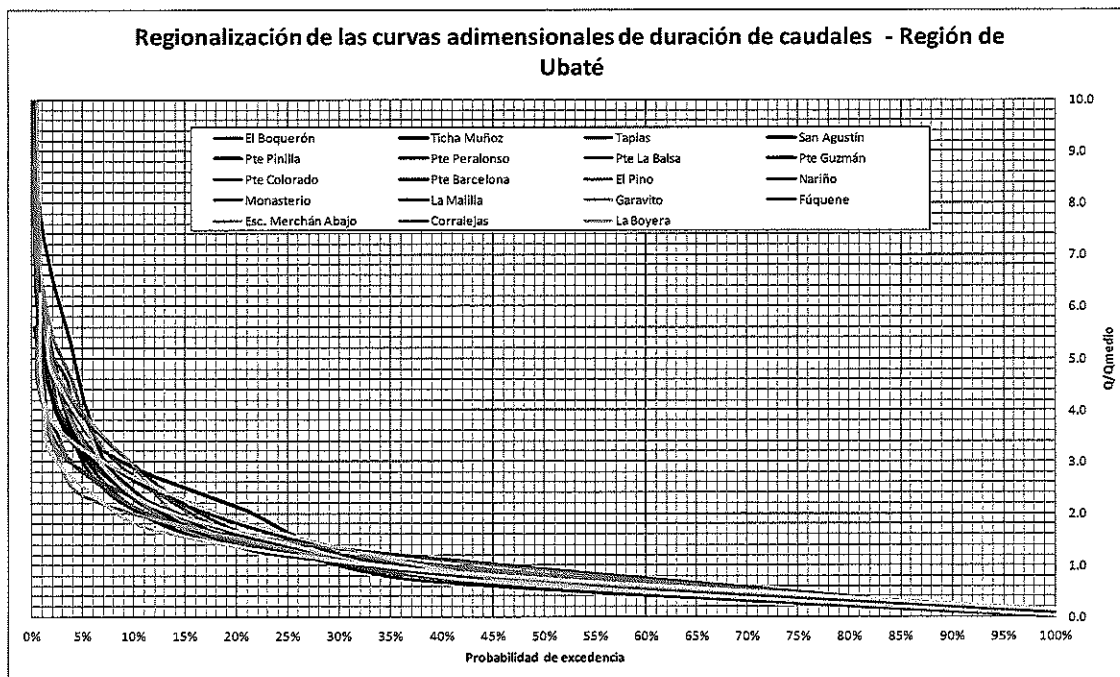
Tabla 3-11 Tabla de datos que relacionan el área de la cuenca y el caudal medio mensual de las estaciones hidrométricas de la región de Ubaté

Estación	Código estación	Area (km2)	Qmedio (m3/s)
GARAVITO	2401713	1824.66	8.68
PTE PINILLA	2401745	166.27	0.39
MONASTERIO	2401794	50.44	0.61
FÚQUENE	2401793	66.44	0.39
NARIÑO	2401751	113.03	0.38
PTE PERALONSO	2401738	44.41	0.40
SAN AGUSTIN	2401722	10.64	0.48
TICHA MUÑOZ	2401795	26.60	0.08
PTE GUZMAN	2401730	110.39	0.71
CORRALEJAS	2401780	4.00	0.14
MALILLA LA	2401755	35.19	0.54
BOQUERÓN EL	2401723	255.79	1.33
PTE LA Balsa	2401733	300.09	1.35
ESC. MERCHÁN ABA	2401749	1714.01	5.89
PTE BARCELONA	2401731	370.89	1.48
BOYERA LA - CAR	2401715	194.81	1.16
PTE COLORADO	2401729	471.11	3.27
PINO EL	2401716	98.25	0.46
TAPIAS	2401714	173.46	1.03

La segunda curva regional construida reúne todas las curvas adimensionales de duración de caudales mensuales de las 19 estaciones empleadas en el análisis y se presenta en la Figura 3-12. Como se observa en la gráfica, el paquete de curvas de duración de caudales permite inferir una gama de relaciones $Q_{95\%}/Q_{medio}$ que van desde 0.05 hasta 0.21, lo que permite calcular el caudal mínimo en el sitio de captación.

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 3-12 Regionalización de las curvas adimensionales de duración de caudales mensuales, región de Ubaté



H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	   CONSORCIO SES-ARQ
--	---	--

4 ANEXOS

4.1 AJUSTE DE LOS DATOS DE CAUDAL MÁXIMO A LAS DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD

Tabla 4-1 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401713 Garavito

Weibull	Qmax (m³/s)	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.05	10.92	20.18	5.28
0.10	13.75	24.68	4.58
0.15	18.82	28.00	4.15
0.20	32.32	30.81	3.87
0.25	34.19	33.36	3.69
0.30	37.21	35.78	3.61
0.35	45.06	38.12	3.61
0.40	45.09	40.45	3.68
0.45	49.91	42.81	3.83
0.50	50.46	45.23	4.06
0.55	54.27	47.76	4.36
0.60	54.27	50.45	4.74
0.65	57.50	53.37	5.20
0.70	61.78	56.60	5.76
0.75	65.34	60.28	6.44
0.80	66.26	64.63	7.28
0.85	69.03	70.05	8.39
0.90	70.93	77.47	9.95
0.95	72.72	89.79	12.63

Probabilidad	Período de retorno	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.995	200	129.60	21.54
0.990	100	117.69	18.85
0.980	50	105.74	16.17
0.960	25	93.70	13.49
0.900	10	77.47	9.95
0.800	5	64.63	7.28
0.667	3	54.43	5.38
0.500	2	45.23	4.06

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>SESAC   CONSORCIO SES-ARQ</p>
--	---	--

Figura 4-1 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401713 Garavito

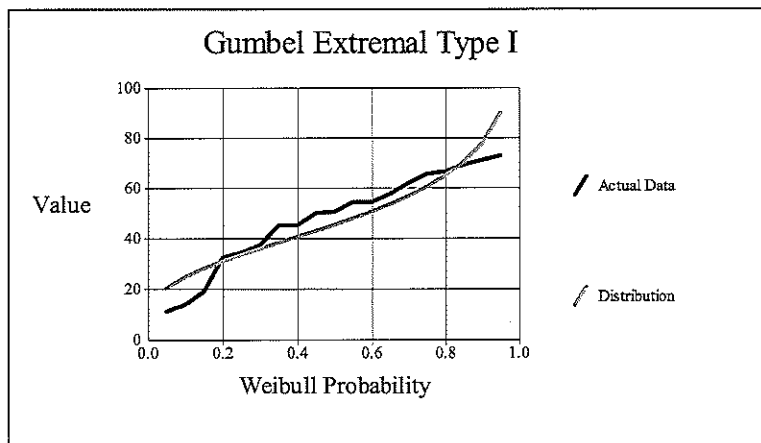


Tabla 4-2 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401745 Pte Pinilla

Weibull	Qmax (m³/s)	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.05	0.26	-0.04	1.00
0.10	0.79	0.82	0.87
0.15	0.97	1.45	0.79
0.20	1.60	1.99	0.74
0.25	2.11	2.47	0.70
0.30	3.65	2.93	0.69
0.35	3.65	3.38	0.69
0.40	3.98	3.82	0.70
0.45	4.63	4.27	0.73
0.50	4.95	4.73	0.77
0.55	5.02	5.21	0.83
0.60	5.81	5.72	0.90
0.65	5.86	6.28	0.99
0.70	7.12	6.89	1.10
0.75	7.12	7.60	1.22
0.80	7.71	8.42	1.39
0.85	8.30	9.46	1.60
0.90	12.21	10.87	1.89
0.95	13.75	13.21	2.40

Probabilidad	Periodo de retorno	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.995	200	20.79	4.10
0.990	100	18.52	3.59
0.980	50	16.25	3.08
0.960	25	13.96	2.57
0.900	10	10.87	1.89
0.800	5	8.42	1.39
0.667	3	6.48	1.02
0.500	2	4.73	0.77

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 4-2 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401745 Pte Pinilla

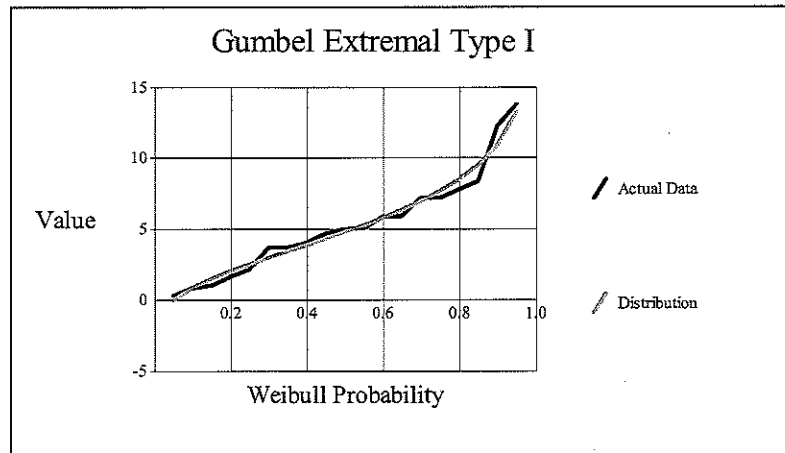


Tabla 4-3 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401794 Monasterio

Weibull	Qmax (m ³ /s)	Predicción (m ³ /s)	Desv. Estándar
0.07	2.79	1.10	0.95
0.14	3.48	1.96	0.79
0.21	3.48	2.61	0.70
0.29	3.48	3.19	0.65
0.36	3.48	3.73	0.63
0.43	3.56	4.28	0.66
0.50	3.56	4.84	0.71
0.57	4.14	5.44	0.80
0.64	4.93	6.10	0.93
0.71	5.26	6.86	1.09
0.79	9.34	7.79	1.31
0.86	9.95	9.04	1.62
0.93	10.55	11.08	2.16

Probabilidad	Período de retorno	Predicción (m ³ /s)	Desv. Estándar
0.995	200	18.61	4.20
0.990	100	16.66	3.66
0.980	50	14.71	3.13
0.960	25	12.75	2.60
0.900	10	10.10	1.90
0.800	5	8.00	1.36
0.667	3	6.34	0.98
0.500	2	4.84	0.71

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARQ </p>
--	---	---

Figura 4-3 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401794 Monasterio

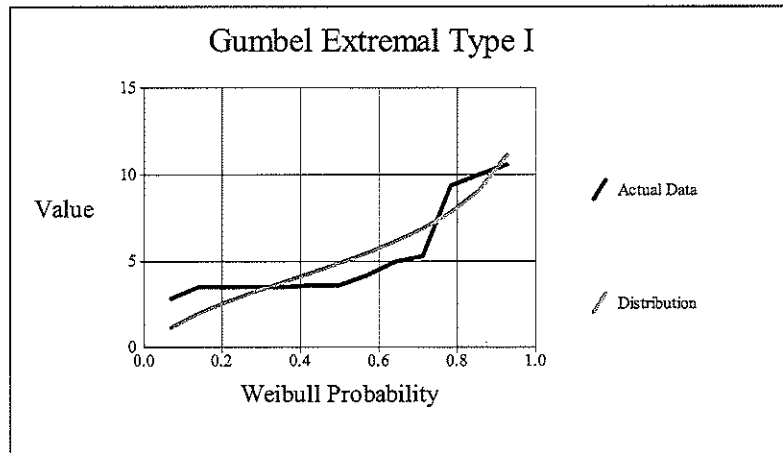


Tabla 4-4 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401793 Fúquene

Weibull	Qmax (m ³ /s)	Predicción (m ³ /s)	Desv. Estándar
0.07	1.04	-0.80	1.64
0.14	2.69	0.68	1.36
0.21	3.46	1.80	1.20
0.29	3.46	2.80	1.12
0.36	4.37	3.75	1.10
0.43	4.37	4.69	1.14
0.50	4.37	5.66	1.23
0.57	4.37	6.70	1.39
0.64	5.35	7.84	1.61
0.71	5.35	9.15	1.89
0.79	14.53	10.76	2.27
0.86	14.53	12.92	2.81
0.93	14.53	16.46	3.73

Probabilidad	Período de retorno	Predicción (m ³ /s)	Desv. Estándar
0.995	200	29.47	7.26
0.990	100	26.11	6.34
0.980	50	22.74	5.42
0.960	25	19.34	4.50
0.900	10	14.76	3.28
0.800	5	11.14	2.36
0.667	3	8.26	1.69
0.500	2	5.66	1.23

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 4-4 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401793 Fúquene

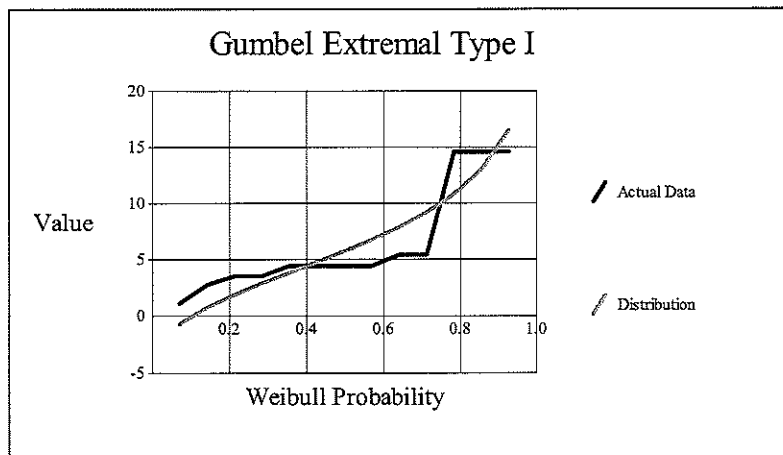


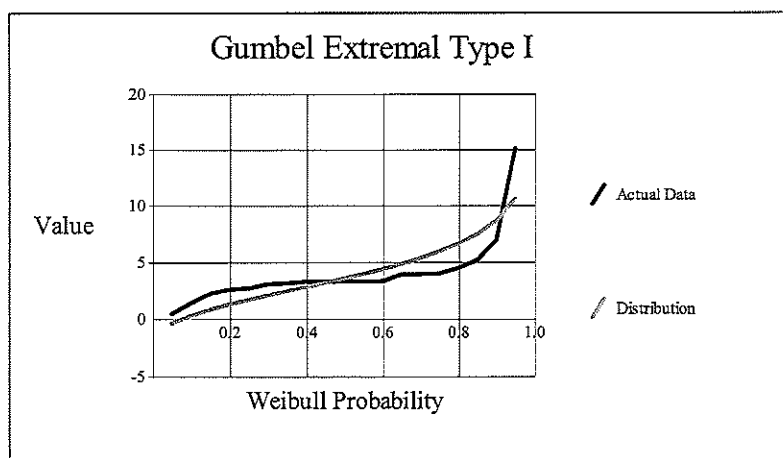
Tabla 4-5 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401751 Nariño

Weibull	Qmax (m ³ /s)	Predicción (m ³ /s)	Desv. Estándar
0.05	0.44	-0.43	0.84
0.10	1.38	0.29	0.73
0.15	2.21	0.81	0.66
0.20	2.56	1.26	0.61
0.25	2.66	1.66	0.59
0.30	3.06	2.05	0.57
0.35	3.12	2.42	0.57
0.40	3.26	2.79	0.58
0.45	3.26	3.16	0.61
0.50	3.29	3.54	0.64
0.55	3.29	3.94	0.69
0.60	3.29	4.37	0.75
0.65	3.91	4.83	0.82
0.70	3.91	5.35	0.91
0.75	3.98	5.93	1.02
0.80	4.47	6.62	1.15
0.85	5.18	7.48	1.33
0.90	6.94	8.65	1.58
0.95	15.11	10.61	2.00

Probabilidad	Período de retorno	Predicción (m ³ /s)	Desv. Estándar
0.995	200	16.91	3.41
0.990	100	15.03	2.99
0.980	50	13.13	2.56
0.960	25	11.23	2.14
0.900	10	8.65	1.58
0.800	5	6.62	1.15
0.667	3	5.00	0.85
0.500	2	3.54	0.64

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 4-5 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401751 Nariño



<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<div>    </div> <p>CONSORCIO SES-ARO</p>
---	--	---

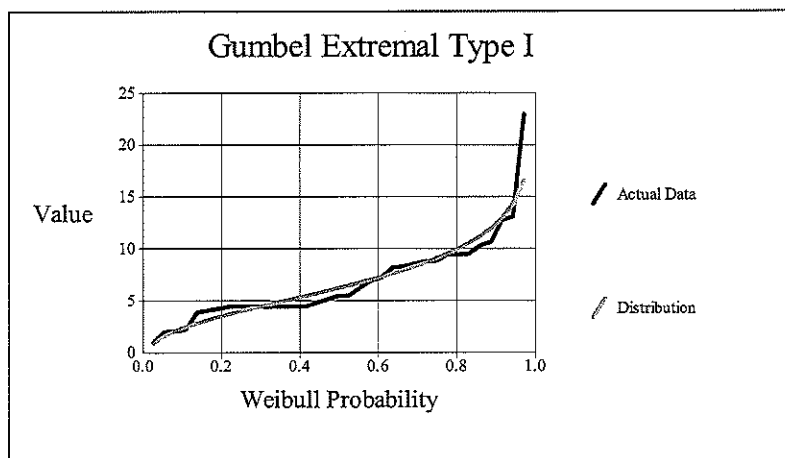
Tabla 4-6 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401738 Pte Peralonso

Weibull	Qmax (m³/s)	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.03	0.93	0.84	0.83
0.06	1.95	1.54	0.75
0.08	1.99	2.02	0.70
0.11	2.18	2.42	0.66
0.14	3.81	2.77	0.63
0.17	3.98	3.08	0.61
0.19	4.20	3.37	0.60
0.22	4.39	3.65	0.59
0.25	4.39	3.91	0.58
0.28	4.39	4.17	0.57
0.31	4.39	4.42	0.57
0.33	4.39	4.66	0.57
0.36	4.39	4.91	0.58
0.39	4.39	5.15	0.59
0.42	4.39	5.40	0.60
0.44	4.76	5.65	0.61
0.47	5.06	5.90	0.63
0.50	5.40	6.15	0.65
0.53	5.45	6.42	0.67
0.56	6.20	6.69	0.69
0.58	6.87	6.97	0.72
0.61	7.18	7.26	0.75
0.64	8.15	7.57	0.79
0.67	8.25	7.89	0.83
0.69	8.48	8.23	0.87
0.72	8.71	8.60	0.92
0.75	8.78	9.00	0.97
0.78	9.38	9.44	1.03
0.81	9.38	9.92	1.10
0.83	9.44	10.47	1.18
0.86	10.23	11.12	1.28
0.89	10.59	11.89	1.39
0.92	12.68	12.87	1.55
0.94	13.04	14.23	1.76
0.97	22.89	16.52	2.13

Probabilidad	Periodo de retorno	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.995	200	22.10	3.05
0.990	100	19.85	2.68
0.980	50	17.59	2.31
0.960	25	15.32	1.94
0.900	10	12.25	1.45
0.800	5	9.82	1.08
0.667	3	7.89	0.83
0.500	2	6.15	0.65

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARQ </p>
--	---	---

Figura 4-6 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401738 Pte Peralonso



<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>   CONSORCIO SES-ARO</p>
--	--	--

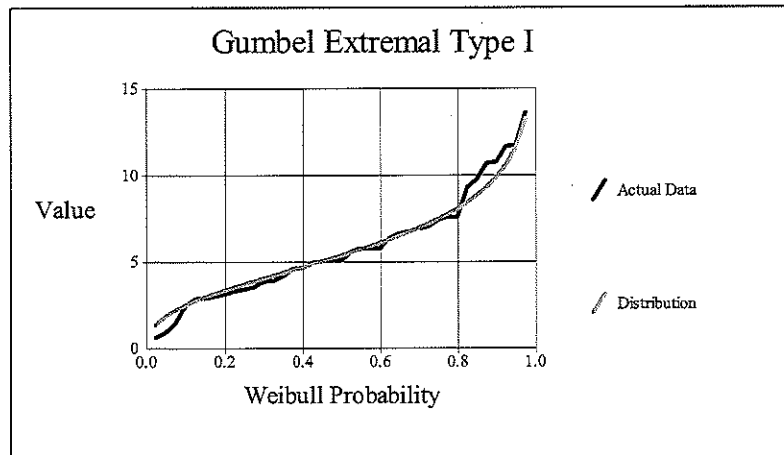
Tabla 4-7 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401722 San Agustín

Weibull	Qmax (m ³ /s)	Predicción (m ³ /s)	Desv. Estándar
0.03	0.59	1.32	0.59
0.05	0.87	1.82	0.54
0.08	1.43	2.17	0.50
0.10	2.39	2.45	0.48
0.13	2.81	2.69	0.46
0.15	2.86	2.91	0.44
0.18	2.96	3.12	0.43
0.20	3.08	3.31	0.42
0.23	3.25	3.49	0.42
0.25	3.37	3.66	0.41
0.28	3.51	3.83	0.41
0.30	3.83	4.00	0.41
0.33	3.87	4.17	0.41
0.35	4.12	4.33	0.41
0.38	4.56	4.49	0.42
0.40	4.62	4.65	0.42
0.43	4.89	4.82	0.43
0.45	4.98	4.98	0.44
0.48	5.04	5.15	0.45
0.50	5.04	5.32	0.46
0.53	5.54	5.50	0.48
0.55	5.72	5.68	0.49
0.58	5.73	5.86	0.51
0.60	5.73	6.05	0.53
0.63	6.34	6.25	0.55
0.65	6.60	6.46	0.57
0.68	6.70	6.68	0.60
0.70	6.90	6.91	0.62
0.73	6.98	7.16	0.65
0.75	7.37	7.43	0.69
0.78	7.55	7.72	0.73
0.80	7.55	8.04	0.77
0.83	9.25	8.39	0.82
0.85	9.73	8.80	0.87
0.88	10.65	9.27	0.94
0.90	10.75	9.83	1.02
0.93	11.63	10.55	1.13
0.95	11.70	11.56	1.28
0.98	13.58	13.25	1.54

Probabilidad	Período de retorno	Predicción (m ³ /s)	Desv. Estándar
0.995	200	17.12	2.14
0.990	100	15.46	1.88
0.980	50	13.79	1.62
0.960	25	12.10	1.36
0.900	10	9.83	1.02
0.800	5	8.04	0.77
0.667	3	6.61	0.59
0.500	2	5.32	0.46

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 4-7 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401722 San Agustín



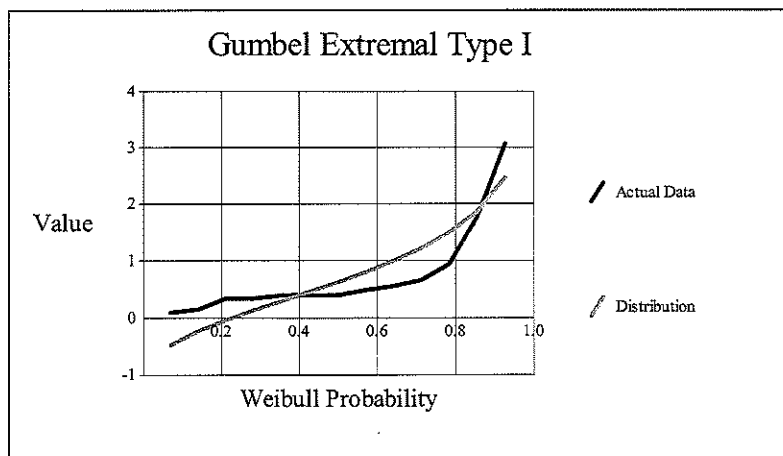
<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARQ </p>
--	---	---

Tabla 4-8 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401795 Ticha Muñoz

Weibull	Qmax (m³/s)	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.07	0.08	-0.49	0.28
0.14	0.14	-0.24	0.23
0.21	0.33	-0.05	0.21
0.29	0.33	0.12	0.19
0.36	0.38	0.28	0.19
0.43	0.38	0.44	0.19
0.50	0.38	0.61	0.21
0.57	0.47	0.79	0.24
0.64	0.54	0.98	0.27
0.71	0.65	1.21	0.32
0.79	0.93	1.48	0.39
0.86	1.75	1.85	0.48
0.93	3.06	2.45	0.64

Probabilidad	Período de retorno	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.995	200	4.68	1.24
0.990	100	4.10	1.08
0.980	50	3.53	0.93
0.960	25	2.95	0.77
0.900	10	2.16	0.56
0.800	5	1.54	0.40
0.667	3	1.05	0.29
0.500	2	0.61	0.21

Figura 4-8 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401795 Ticha Muñoz



<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

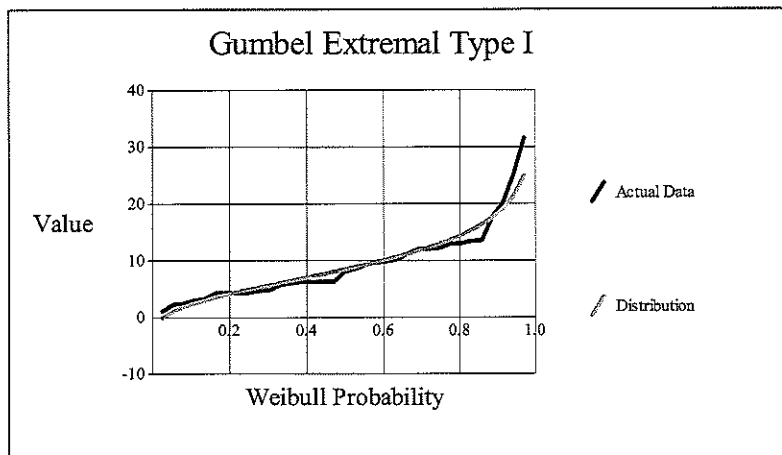
Tabla 4-9 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401730 Pte Guzmán

Weibull	Qmax (m ³ /s)	Predicción (m ³ /s)	Desv. Estándar
0.03	0.95	-0.16	1.32
0.06	2.22	0.95	1.19
0.08	2.38	1.73	1.11
0.11	2.89	2.37	1.05
0.14	3.13	2.92	1.01
0.17	4.19	3.42	0.98
0.19	4.23	3.89	0.95
0.22	4.23	4.33	0.93
0.25	4.23	4.75	0.92
0.28	4.55	5.16	0.92
0.31	4.66	5.56	0.91
0.33	5.63	5.95	0.92
0.36	5.94	6.34	0.93
0.39	6.16	6.73	0.94
0.42	6.16	7.12	0.96
0.44	6.16	7.52	0.98
0.47	6.16	7.92	1.00
0.50	7.94	8.33	1.03
0.53	8.44	8.75	1.07
0.56	9.17	9.18	1.11
0.58	9.58	9.63	1.15
0.61	9.83	10.10	1.20
0.64	10.16	10.59	1.26
0.67	11.13	11.10	1.32
0.69	11.97	11.65	1.39
0.72	11.97	12.24	1.46
0.75	12.10	12.88	1.55
0.78	12.87	13.57	1.65
0.81	12.90	14.35	1.76
0.83	13.35	15.23	1.89
0.86	13.44	16.26	2.04
0.89	17.70	17.49	2.23
0.92	20.10	19.06	2.47
0.94	25.05	21.23	2.81
0.97	31.46	24.89	3.41

Probabilidad	Período de retorno	Predicción (m ³ /s)	Desv. Estándar
0.995	200	33.81	4.88
0.990	100	30.21	4.28
0.980	50	26.60	3.69
0.960	25	22.97	3.09
0.900	10	18.07	2.32
0.800	5	14.19	1.73
0.667	3	11.11	1.32
0.500	2	8.33	1.03

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 4-9 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401730 Pte Guzmán



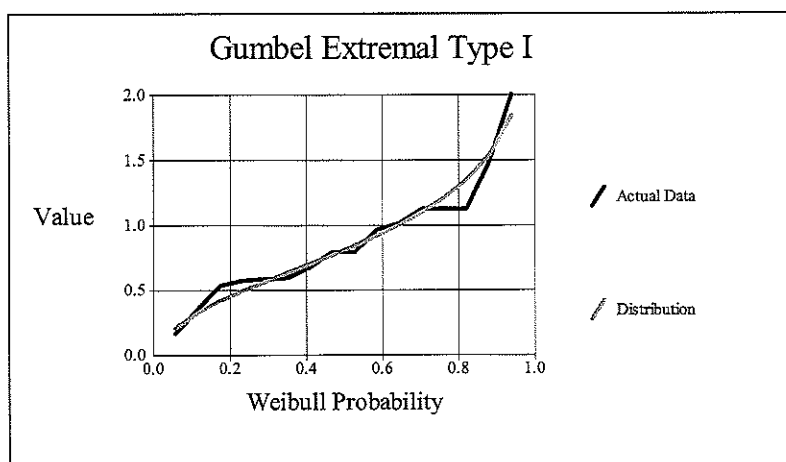
<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Tabla 4-10 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401780 Corralejas

Weibull	Qmax (m³/s)	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.06	0.16	0.20	0.14
0.12	0.35	0.32	0.12
0.18	0.53	0.41	0.10
0.24	0.57	0.49	0.10
0.29	0.58	0.56	0.09
0.35	0.59	0.63	0.09
0.41	0.67	0.70	0.10
0.47	0.79	0.77	0.10
0.53	0.79	0.84	0.11
0.59	0.96	0.92	0.12
0.65	1.01	1.00	0.13
0.71	1.12	1.09	0.15
0.76	1.12	1.21	0.18
0.82	1.12	1.34	0.21
0.88	1.48	1.53	0.25
0.94	2.00	1.84	0.32

Probabilidad	Período de retorno	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.995	200	2.90	0.58
0.990	100	2.60	0.51
0.980	50	2.30	0.43
0.960	25	2.01	0.36
0.900	10	1.60	0.27
0.800	5	1.28	0.19
0.667	3	1.03	0.14
0.500	2	0.80	0.10

Figura 4-10 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401780 Corralejas



<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	 CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

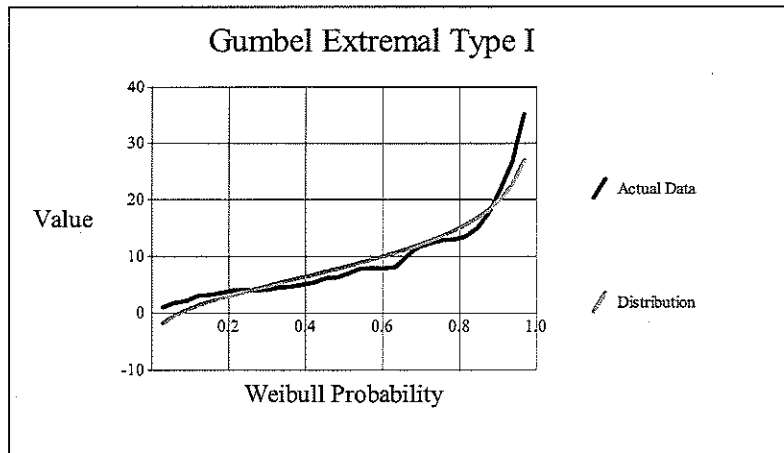
Tabla 4-11 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401755 La Malilla

Weibull	Qmax (m³/s)	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.03	0.90	-1.90	1.60
0.06	1.67	-0.56	1.44
0.09	1.99	0.40	1.34
0.12	2.89	1.17	1.27
0.15	3.06	1.85	1.21
0.18	3.42	2.47	1.17
0.21	3.88	3.05	1.14
0.24	3.91	3.60	1.12
0.27	3.95	4.13	1.11
0.30	3.96	4.64	1.11
0.33	4.40	5.15	1.11
0.36	4.54	5.65	1.12
0.39	4.89	6.16	1.14
0.42	5.29	6.66	1.16
0.45	6.02	7.17	1.19
0.48	6.17	7.69	1.23
0.52	6.88	8.22	1.28
0.55	7.75	8.77	1.33
0.58	7.75	9.34	1.38
0.61	7.75	9.94	1.45
0.64	8.01	10.56	1.52
0.67	10.00	11.22	1.61
0.70	11.62	11.93	1.70
0.73	12.19	12.69	1.80
0.76	12.76	13.53	1.92
0.79	12.85	14.46	2.06
0.82	13.42	15.51	2.22
0.85	14.90	16.73	2.41
0.88	17.59	18.19	2.64
0.91	21.90	20.04	2.94
0.94	26.70	22.61	3.36
0.97	35.02	26.93	4.09

Probabilidad	Periodo de retorno	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.995	200	37.99	6.00
0.990	100	33.75	5.26
0.980	50	29.50	4.53
0.960	25	25.21	3.80
0.900	10	19.43	2.84
0.800	5	14.86	2.12
0.667	3	11.23	1.61
0.500	2	7.96	1.25

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 4-11 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401755 La Malilla



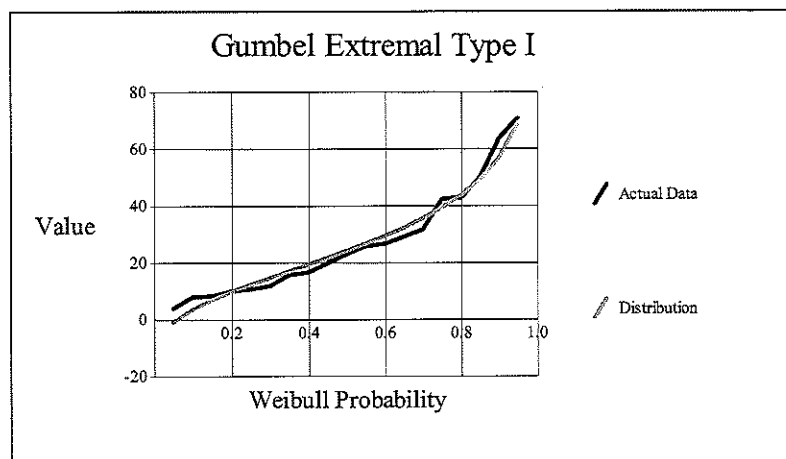
<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Tabla 4-12 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401723 El Boquerón

Weibull	Qmax (m³/s)	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.05	3.79	-1.12	5.31
0.10	7.81	3.41	4.60
0.15	8.12	6.74	4.17
0.20	9.79	9.57	3.89
0.25	10.48	12.14	3.71
0.30	11.67	14.56	3.63
0.35	15.57	16.92	3.62
0.40	16.49	19.26	3.70
0.45	19.82	21.63	3.85
0.50	22.81	24.06	4.08
0.55	25.74	26.61	4.38
0.60	26.56	29.31	4.76
0.65	29.05	32.25	5.22
0.70	31.66	35.49	5.79
0.75	42.21	39.19	6.47
0.80	42.72	43.56	7.32
0.85	49.63	49.02	8.43
0.90	63.44	56.47	10.01
0.95	70.56	68.86	12.70

Probabilidad	Período de retorno	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.995	200	108.87	21.66
0.990	100	96.90	18.95
0.980	50	84.89	16.26
0.960	25	72.79	13.56
0.900	10	56.47	10.01
0.800	5	43.56	7.32
0.667	3	33.31	5.40
0.500	2	24.06	4.08

Figura 4-12 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401723 El Boquerón



<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<div>    </div> <p>CONSORCIO SES-ARO</p>
---	--	---

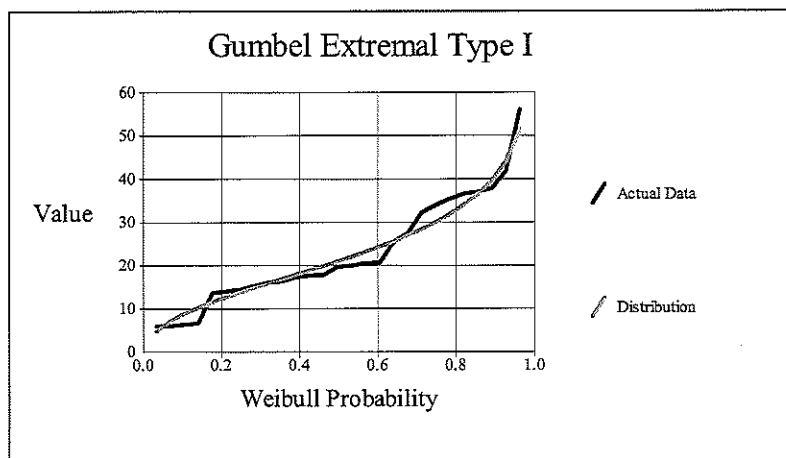
Tabla 4-13 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401733 Pte La Balsa

Weibull	Qmax (m³/s)	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.04	5.77	4.58	2.87
0.07	5.82	6.98	2.55
0.11	6.13	8.70	2.36
0.14	6.47	10.13	2.22
0.18	13.51	11.38	2.12
0.21	13.87	12.54	2.05
0.25	14.26	13.62	2.01
0.29	15.04	14.67	1.98
0.32	15.85	15.69	1.98
0.36	16.25	16.69	1.99
0.39	17.16	17.70	2.03
0.43	17.53	18.70	2.08
0.46	17.71	19.73	2.15
0.50	19.55	20.78	2.23
0.54	19.77	21.86	2.34
0.57	20.41	22.98	2.46
0.61	20.46	24.17	2.60
0.64	25.27	25.42	2.76
0.68	27.26	26.77	2.95
0.71	32.03	28.23	3.17
0.75	33.77	29.85	3.42
0.79	35.22	31.67	3.71
0.82	36.39	33.77	4.05
0.86	36.83	36.29	4.48
0.89	37.66	39.46	5.04
0.93	41.53	43.84	5.82
0.96	55.88	51.19	7.17

Probabilidad	Periodo de retorno	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.995	200	71.64	11.01
0.990	100	64.46	9.65
0.980	50	57.25	8.30
0.960	25	50.00	6.95
0.900	10	40.21	5.17
0.800	5	32.47	3.84
0.667	3	26.32	2.89
0.500	2	20.78	2.23

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 4-13 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401733 Pte La Balsa



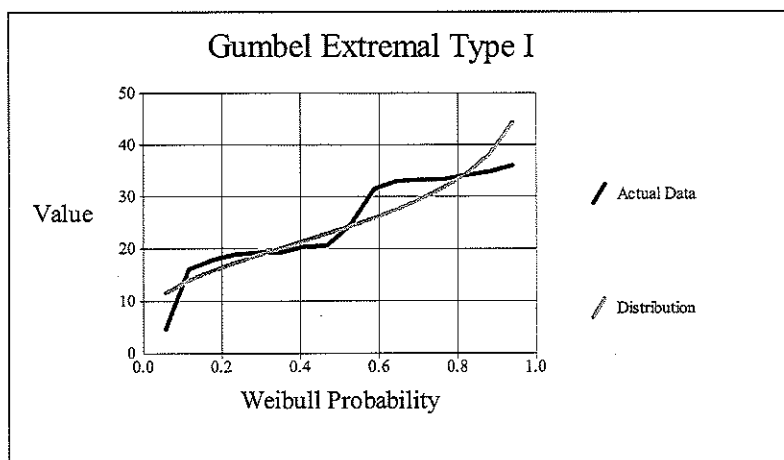
<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Tabla 4-14 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401749 Esc Merchán Abajo

Weibull	Qmax (m ³ /s)	Predicción (m ³ /s)	Desv. Estándar
0.06	4.55	11.48	2.75
0.12	16.01	13.87	2.34
0.18	17.74	15.65	2.10
0.24	18.80	17.20	1.95
0.29	19.17	18.62	1.87
0.35	19.17	19.99	1.86
0.41	20.29	21.35	1.91
0.47	20.52	22.74	2.02
0.53	24.44	24.18	2.18
0.59	31.24	25.72	2.41
0.65	32.81	27.41	2.70
0.71	33.03	29.30	3.06
0.76	33.20	31.52	3.52
0.82	34.00	34.27	4.12
0.88	34.68	38.01	4.97
0.94	35.85	44.17	6.42

Probabilidad	Período de retorno	Predicción (m ³ /s)	Desv. Estándar
0.995	200	65.37	11.60
0.990	100	59.45	10.14
0.980	50	53.52	8.69
0.960	25	47.53	7.23
0.900	10	39.47	5.31
0.800	5	33.09	3.86
0.667	3	28.02	2.81
0.500	2	23.45	2.09

Figura 4-14 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401749 Esc Merchán Abajo



<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	   CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

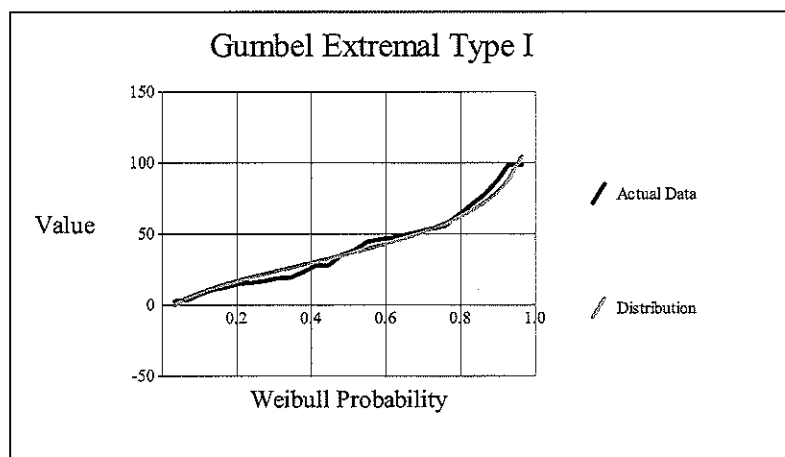
Tabla 4-15 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401731 Pte Barcelona

Weibull	Qmax (m³/s)	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.03	2.31	-0.62	6.30
0.07	3.02	4.66	5.62
0.10	7.34	8.43	5.19
0.14	10.59	11.54	4.90
0.17	11.90	14.28	4.68
0.21	14.77	16.79	4.52
0.24	15.22	19.15	4.42
0.28	16.37	21.41	4.36
0.31	18.34	23.60	4.34
0.34	18.76	25.77	4.36
0.38	22.62	27.91	4.42
0.41	27.43	30.07	4.52
0.45	27.61	32.25	4.65
0.48	34.90	34.47	4.81
0.52	37.95	36.75	5.01
0.55	44.07	39.11	5.25
0.59	45.94	41.57	5.52
0.62	47.03	44.17	5.84
0.66	49.00	46.92	6.20
0.69	51.02	49.89	6.61
0.72	53.32	53.11	7.08
0.76	54.99	56.68	7.63
0.79	62.19	60.70	8.26
0.83	69.46	65.35	9.02
0.86	76.33	70.91	9.96
0.90	85.46	77.94	11.17
0.93	98.24	87.66	12.88
0.97	98.24	103.95	15.81

Probabilidad	Período de retorno	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.995	200	148.54	24.02
0.990	100	132.60	21.07
0.980	50	116.61	18.12
0.960	25	100.49	15.18
0.900	10	78.76	11.31
0.800	5	61.57	8.40
0.667	3	47.91	6.33
0.500	2	35.60	4.91

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARQ </p>
--	---	---

Figura 4-15 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401731 Pte Barcelona



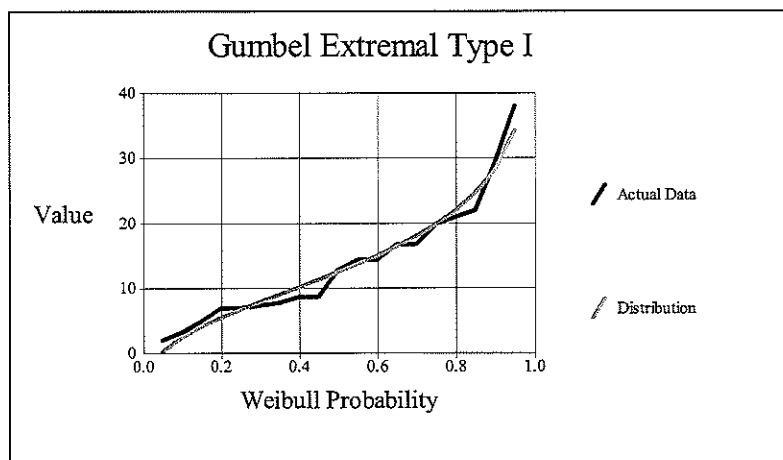
<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Tabla 4-16 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401715 La Boyera - CAR

Weibull	Qmax (m³/s)	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.05	1.90	0.15	2.58
0.10	3.11	2.35	2.23
0.15	4.84	3.97	2.03
0.20	6.85	5.34	1.89
0.25	6.85	6.59	1.80
0.30	7.26	7.77	1.76
0.35	7.66	8.92	1.76
0.40	8.52	10.05	1.80
0.45	8.52	11.20	1.87
0.50	12.71	12.38	1.98
0.55	14.30	13.62	2.13
0.60	14.30	14.94	2.31
0.65	16.67	16.36	2.54
0.70	16.67	17.94	2.81
0.75	19.79	19.73	3.14
0.80	20.87	21.86	3.56
0.85	21.90	24.51	4.10
0.90	29.28	28.13	4.86
0.95	37.96	34.14	6.17

Probabilidad	Período de retorno	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.995	200	53.58	10.52
0.990	100	47.76	9.21
0.980	50	41.93	7.90
0.960	25	36.05	6.59
0.900	10	28.13	4.86
0.800	5	21.86	3.56
0.667	3	16.88	2.62
0.500	2	12.38	1.98

Figura 4-16 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401715 La Boyera - CAR



<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

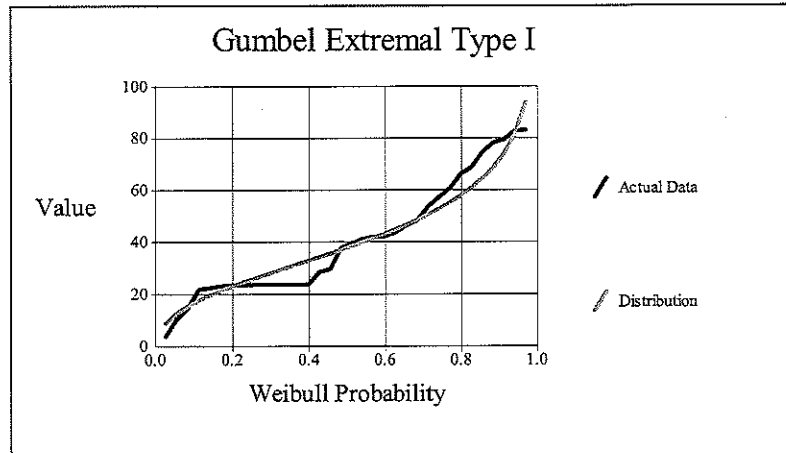
Tabla 4-17 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401729 Pte Colorado

Weibull	Qmax (m³/s)	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.03	3.64	8.64	4.56
0.06	10.20	12.47	4.11
0.09	14.25	15.17	3.83
0.11	21.57	17.37	3.63
0.14	22.17	19.29	3.48
0.17	22.88	21.03	3.37
0.20	23.00	22.65	3.28
0.23	23.29	24.18	3.22
0.26	23.38	25.65	3.18
0.29	23.38	27.08	3.16
0.31	23.48	28.48	3.16
0.34	23.48	29.86	3.18
0.37	23.48	31.23	3.21
0.40	23.48	32.61	3.26
0.43	28.34	33.99	3.33
0.46	29.41	35.39	3.41
0.49	37.63	36.82	3.51
0.51	39.19	38.27	3.63
0.54	40.97	39.77	3.76
0.57	41.64	41.32	3.91
0.60	41.92	42.94	4.08
0.63	43.48	44.63	4.27
0.66	46.18	46.41	4.48
0.69	48.11	48.29	4.72
0.71	53.42	50.32	4.98
0.74	57.03	52.51	5.28
0.77	60.40	54.91	5.61
0.80	65.90	57.58	6.00
0.83	68.50	60.61	6.45
0.86	74.19	64.12	6.98
0.89	78.00	68.35	7.63
0.91	79.14	73.71	8.48
0.94	82.51	81.15	9.67
0.97	82.81	93.66	11.72

Probabilidad	Periodo de retorno	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.995	200	124.69	16.91
0.990	100	112.39	14.84
0.980	50	100.05	12.78
0.960	25	87.61	10.73
0.900	10	70.85	8.02
0.800	5	57.58	6.00
0.667	3	47.04	4.56
0.500	2	37.54	3.57

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARQ </p>
--	---	---

Figura 4-17 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401729 Pte Colorado



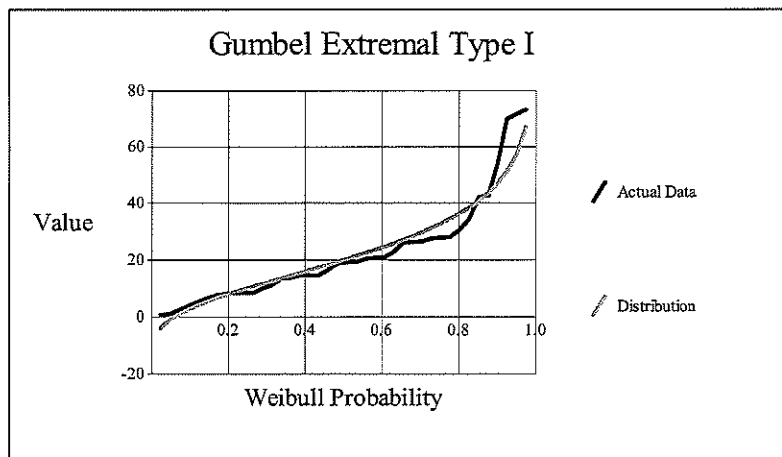
<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<div>    </div> <p>CONSORCIO SES-ARQ</p>
---	--	---

Tabla 4-18 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401716 El Pino

Weibull	Qmax (m³/s)	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.02	0.45	-4.18	3.47
0.05	0.76	-1.25	3.15
0.07	2.23	0.80	2.95
0.10	3.75	2.45	2.81
0.12	5.05	3.88	2.70
0.15	6.37	5.17	2.61
0.17	7.36	6.36	2.54
0.20	7.87	7.47	2.49
0.22	8.31	8.53	2.45
0.24	8.31	9.56	2.42
0.27	8.31	10.55	2.41
0.29	9.84	11.52	2.40
0.32	11.05	12.48	2.41
0.34	13.45	13.42	2.42
0.37	13.70	14.36	2.44
0.39	14.52	15.31	2.47
0.41	14.54	16.25	2.51
0.44	14.54	17.20	2.56
0.46	16.54	18.17	2.62
0.49	18.68	19.15	2.68
0.51	18.94	20.15	2.75
0.54	19.04	21.17	2.84
0.56	20.20	22.22	2.93
0.59	20.56	23.31	3.03
0.61	20.66	24.43	3.14
0.63	22.67	25.60	3.26
0.66	25.93	26.83	3.40
0.68	26.02	28.13	3.55
0.71	26.26	29.50	3.71
0.73	27.39	30.96	3.89
0.76	27.69	32.53	4.09
0.78	27.90	34.24	4.31
0.80	30.50	36.12	4.56
0.83	34.30	38.22	4.84
0.85	41.98	40.61	5.17
0.88	42.42	43.40	5.57
0.90	54.00	46.75	6.05
0.93	69.83	51.02	6.68
0.95	71.42	56.96	7.56
0.98	73.01	66.98	9.08
Probabilidad	Período de retorno	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.995	200	89.61	12.56
0.990	100	79.74	11.03
0.980	50	69.83	9.51
0.960	25	59.84	7.99
0.900	10	46.38	6.00
0.800	5	35.73	4.51
0.667	3	27.27	3.45
0.500	2	19.64	2.72

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 4-18 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401716 El Pino



<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

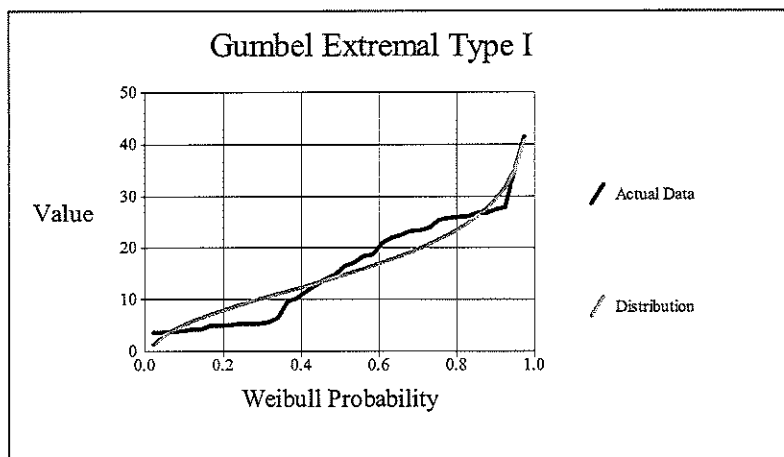
Tabla 4-19 Cálculo de ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401714 Tapias

Weibull	Qmax (m³/s)	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.02	3.52	1.17	1.92
0.05	3.52	2.79	1.74
0.07	3.67	3.92	1.63
0.10	3.77	4.84	1.55
0.12	4.12	5.63	1.49
0.15	4.13	6.34	1.44
0.17	4.89	7.00	1.41
0.20	4.89	7.62	1.38
0.22	4.95	8.20	1.36
0.24	5.21	8.77	1.34
0.27	5.21	9.32	1.33
0.29	5.21	9.86	1.33
0.32	5.49	10.39	1.33
0.34	6.27	10.91	1.34
0.37	9.44	11.43	1.35
0.39	10.06	11.95	1.37
0.41	11.41	12.48	1.39
0.44	12.70	13.00	1.42
0.46	13.78	13.54	1.45
0.49	14.67	14.08	1.48
0.51	16.32	14.63	1.52
0.54	16.91	15.20	1.57
0.56	18.25	15.78	1.62
0.59	18.53	16.38	1.68
0.61	20.84	17.01	1.74
0.63	21.86	17.65	1.81
0.66	22.39	18.33	1.88
0.68	23.14	19.05	1.96
0.71	23.25	19.81	2.05
0.73	23.84	20.62	2.15
0.76	25.30	21.49	2.26
0.78	25.70	22.44	2.38
0.80	25.87	23.48	2.52
0.83	25.99	24.64	2.68
0.85	26.64	25.96	2.86
0.88	26.64	27.50	3.08
0.90	27.34	29.36	3.35
0.93	27.80	31.72	3.70
0.95	35.00	35.01	4.19
0.98	41.36	40.56	5.02

Probabilidad	Período de retorno	Predicción (m³/s)	Desv. Estándar
0.995	200	53.09	6.95
0.990	100	47.62	6.11
0.980	50	42.13	5.26
0.960	25	36.61	4.42
0.900	10	29.16	3.32
0.800	5	23.26	2.49
0.667	3	18.58	1.91
0.500	2	14.36	1.50

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 4-19 Ajuste de los datos de caudal máximo a la distribución de probabilidad Gumbel Tipo I – Estación 2401714 Tapias



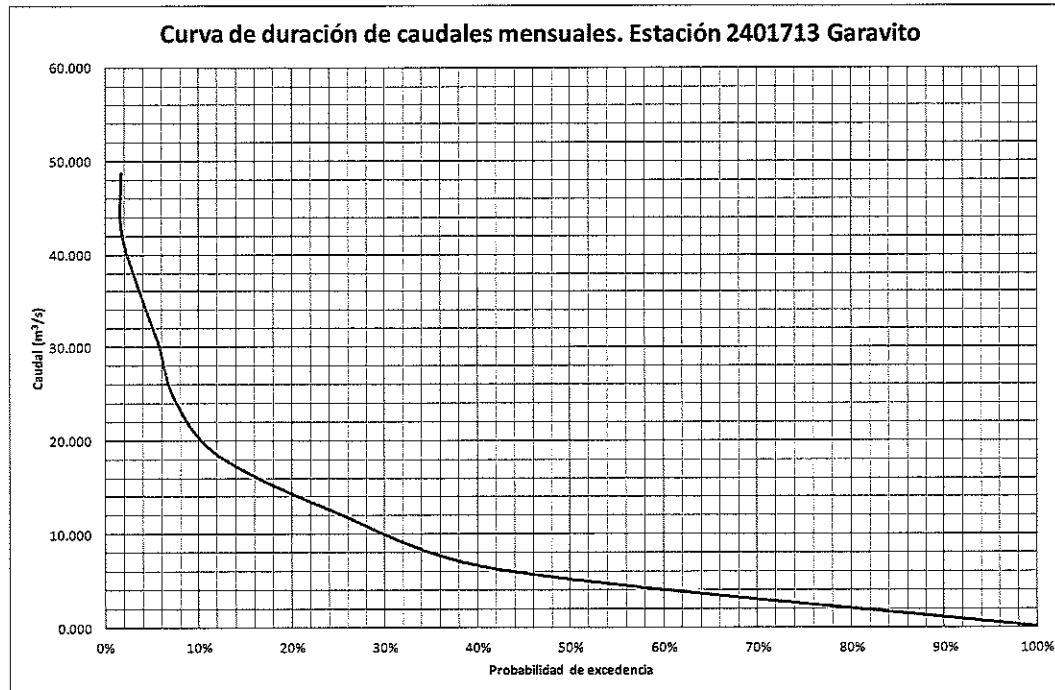
H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;"> CONSORCIO SES-ARO </div>
--	---	--

4.2 CURVAS DE DURACIÓN DE CAUDALES MENSUALES

Tabla 4-20 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401713 Garavito

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	228				
Rango registro	54.609	m ³ /s			
Número intervalos	9				
Amplitud intervalo	6.068	m ³ /s			
Límite Sup. LS (m ³ /s)	Límite Inf. LI (m ³ /s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
54.756	48.688	4	4	2%	5.612
48.688	42.620	0	4	2%	4.912
42.620	36.552	4	8	4%	4.213
36.552	30.484	5	13	6%	3.513
30.484	24.416	4	17	7%	2.814
24.416	18.348	11	28	12%	2.115
18.348	12.280	29	57	25%	1.415
12.280	6.212	40	97	43%	0.716
6.212	0.147	131	228	100%	0.017

Figura 4-20 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401713 Garavito



H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	   CONSORCIO SES-ARQ
--	---	--

**Figura 4-21 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – Estación
2401713 Garavito**

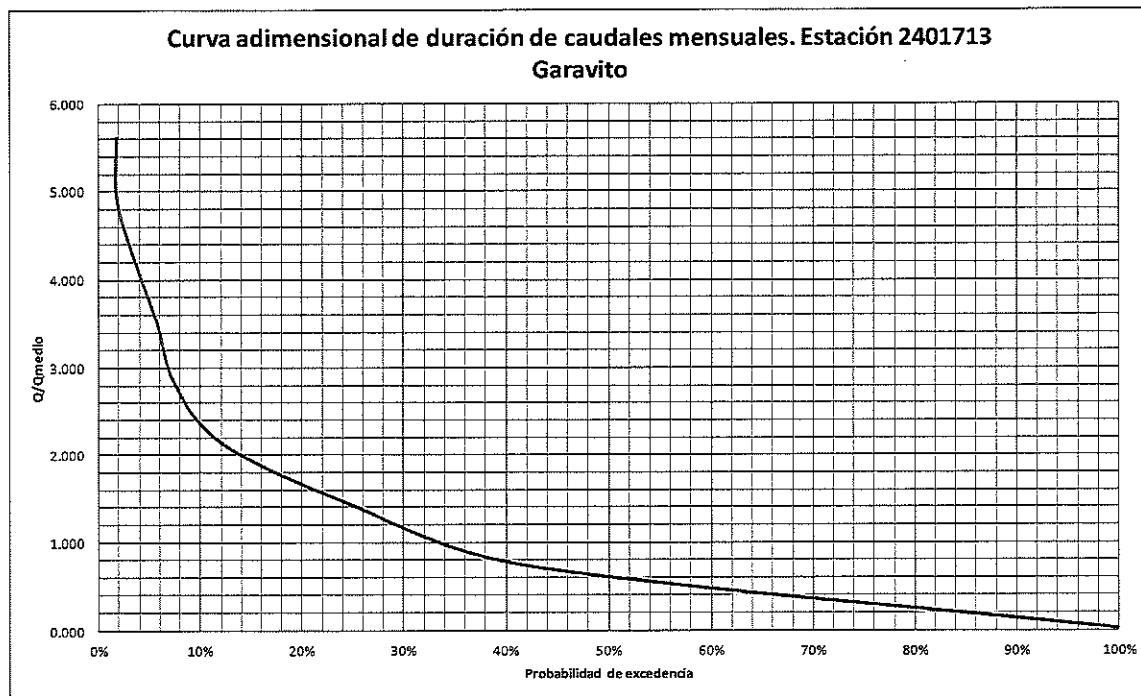


**Tabla 4-21 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación
2401745 Pte Pinilla**

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	228				
Rango registro	2.683 m ³ /s				
Número intervalos	9				
Amplitud intervalo	0.298 m ³ /s				
Límite Sup. LS (m ³ /s)	Límite Inf. LI (m ³ /s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
2.683	2.385	1	1	0%	6.067
2.385	2.087	2	3	1%	5.309
2.087	1.789	5	8	4%	4.551
1.789	1.491	1	9	4%	3.793
1.491	1.193	7	16	7%	3.035
1.193	0.895	15	31	14%	2.277
0.895	0.597	26	57	25%	1.519
0.597	0.299	39	96	42%	0.761
0.299	0.000	132	228	100%	0.000

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>S E S A C   CONSORCIO SES-ARO</p>
---	--	--

Figura 4-22 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401745 Pte Pinilla

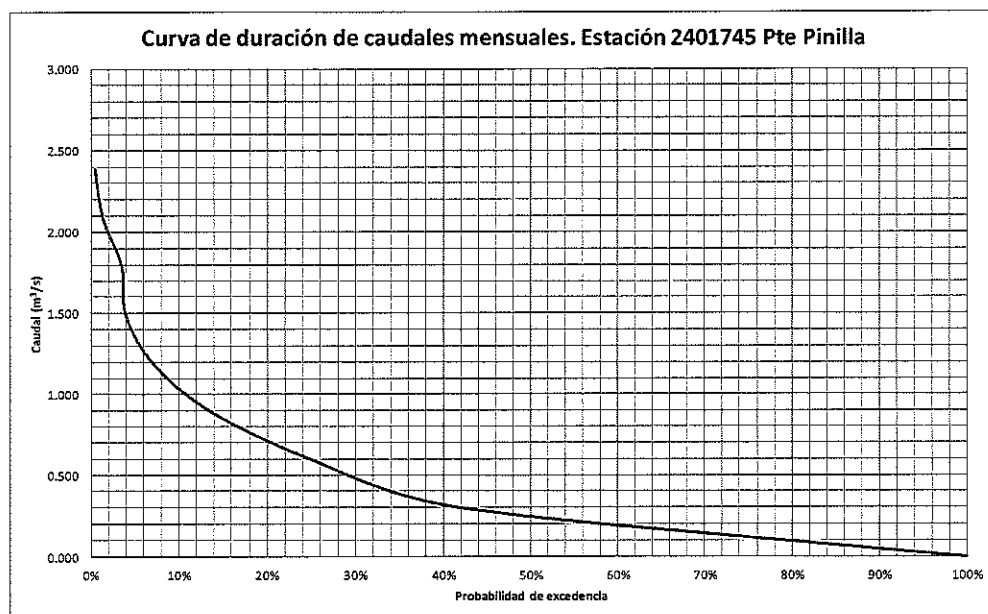
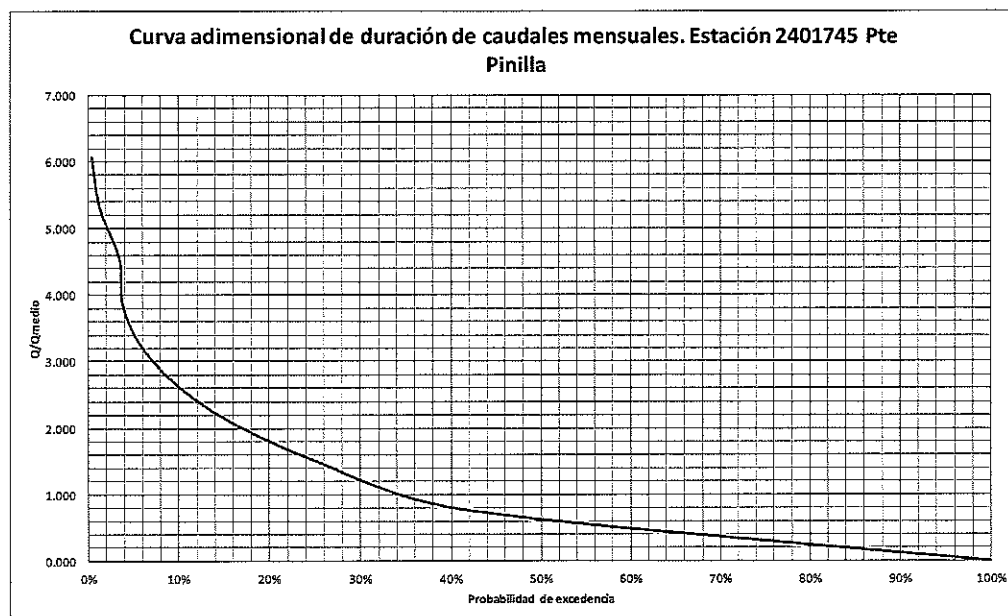


Figura 4-23 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – 2401745 Pte Pinilla

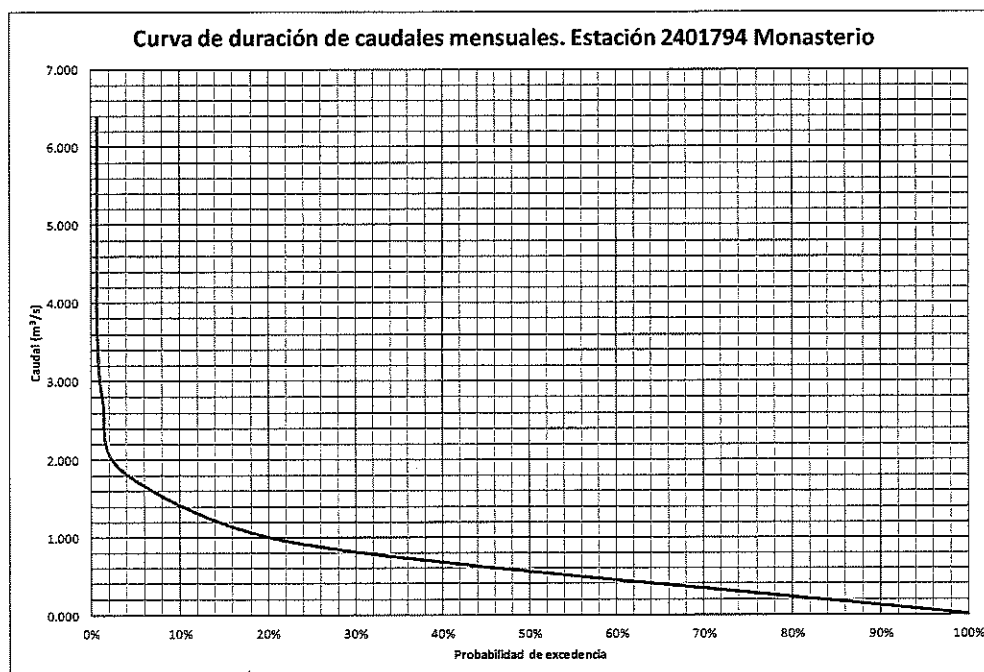


H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	 CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

Tabla 4-22 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401794 Monasterio

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	156				
Rango registro	7.269	m³/s			
Número intervalos	8				
Amplitud inetrvalo	0.909	m³/s			
Límite Sup. LS (m³/s)	Límite Inf. LI (m³/s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
7.280	6.371	1	1	1%	10.395
6.371	5.462	0	1	1%	8.912
5.462	4.553	0	1	1%	7.429
4.553	3.644	0	1	1%	5.946
3.644	2.735	1	2	1%	4.463
2.735	1.826	4	6	4%	2.979
1.826	0.917	31	37	24%	1.496
0.917	0.011	119	156	100%	0.018

Figura 4-24 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401794 Monasterio



H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	 CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

Figura 4-25 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – Estación 2401794 Monasterio

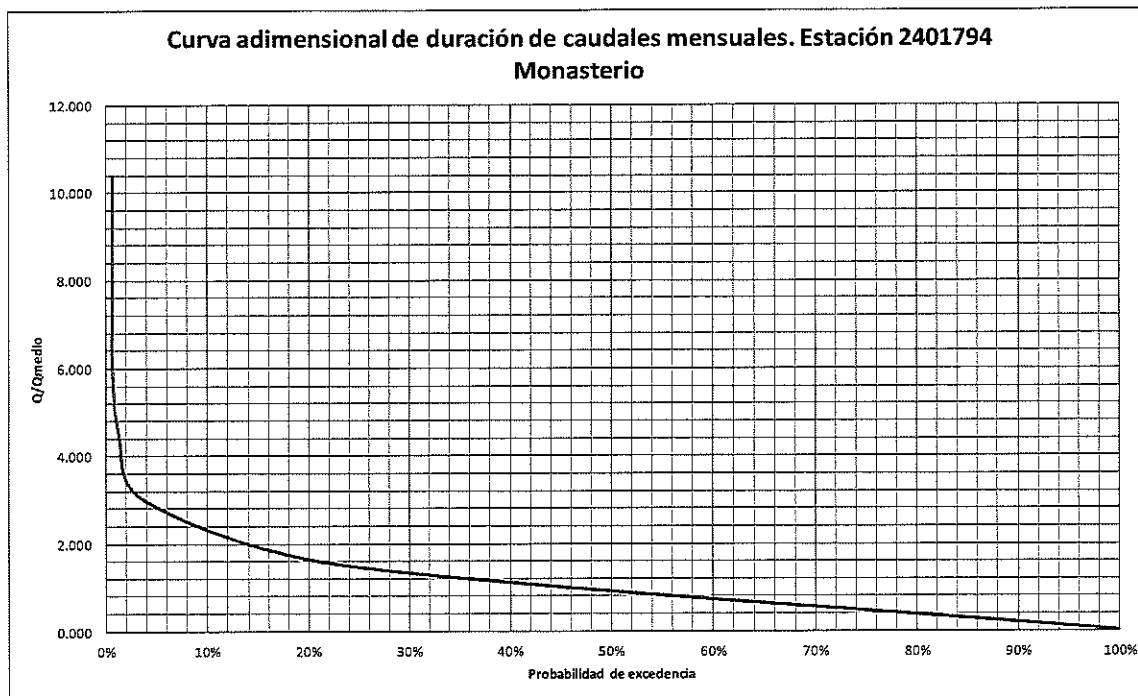


Tabla 4-23 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401793 Fúquene

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	156				
Rango registro	2.756 m ³ /s				
Número intervalos	8				
Amplitud inetvalo	0.345 m ³ /s				
Limite Sup. LS (m ³ /s)	Limite Inf. LI (m ³ /s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
2.770	2.426	1	1	1%	6.209
2.426	2.082	0	1	1%	5.329
2.082	1.738	1	2	1%	4.448
1.738	1.394	1	3	2%	3.568
1.394	1.050	6	9	6%	2.687
1.050	0.706	13	22	14%	1.807
0.706	0.362	32	54	35%	0.926
0.362	0.014	102	156	100%	0.036

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>SESAC ARGENZILES S.A. INARCAD</p> <p>CONSORCIO SES-ARO</p>
---	--	---

Figura 4-26 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401793 Fúquene

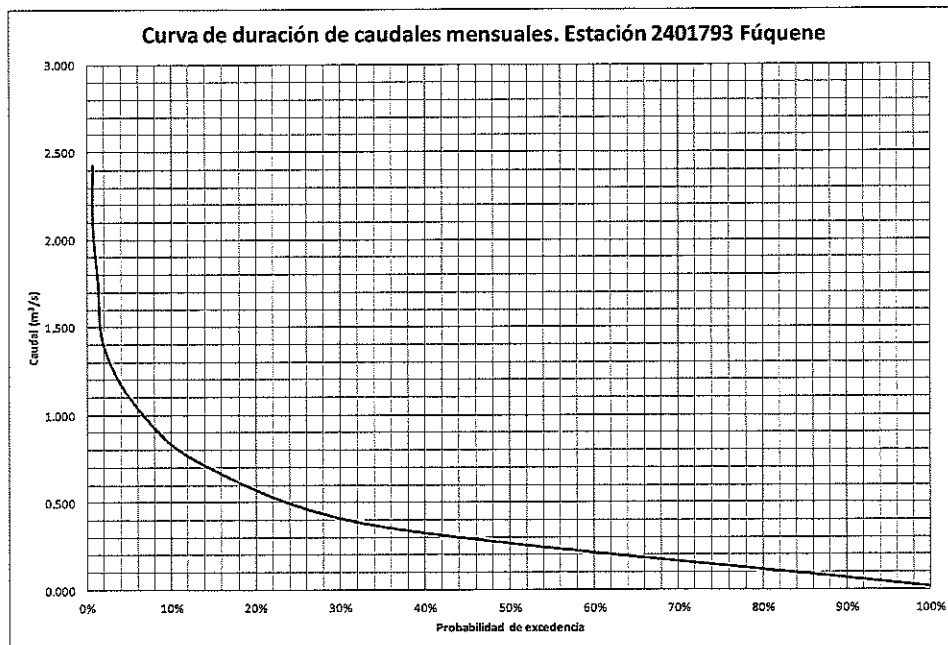
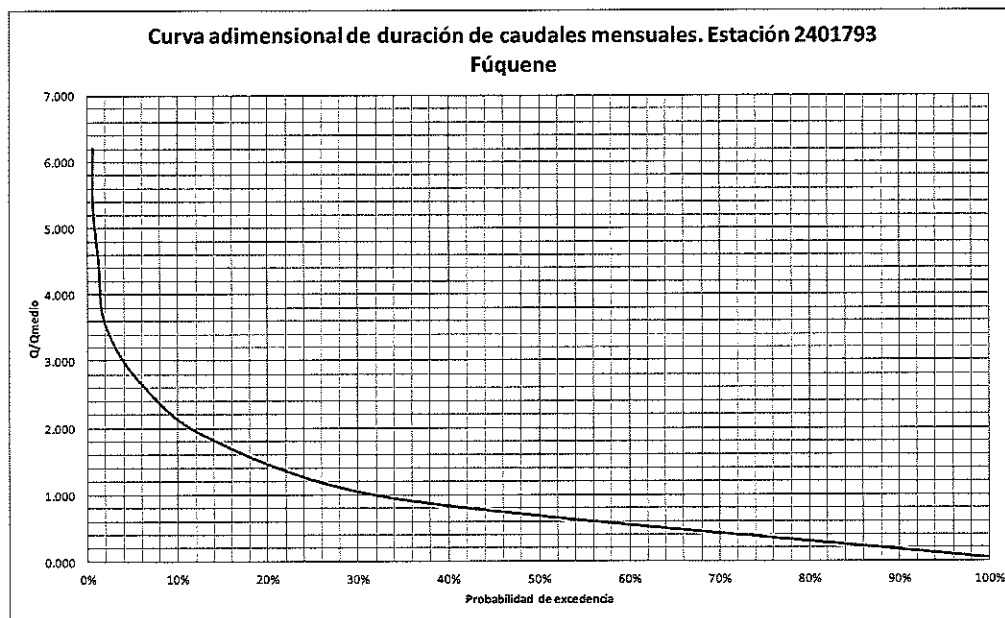


Figura 4-27 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – Estación 2401793 Fúquene

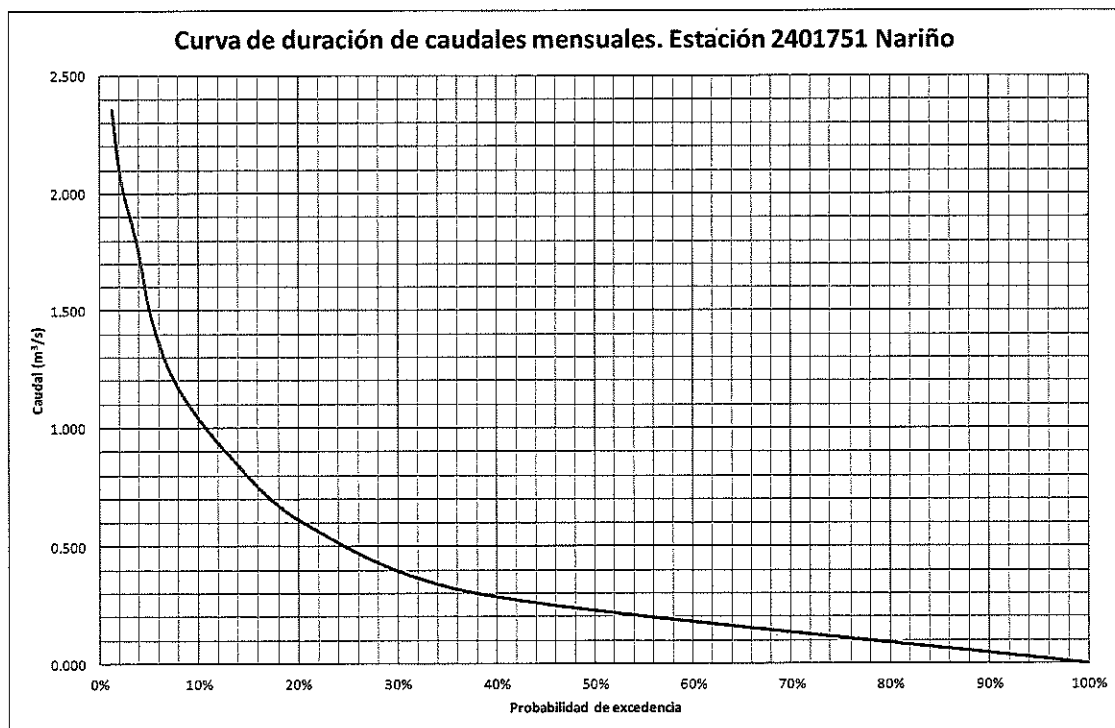


H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	 CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

Tabla 4-24 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401751 Nariño

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	228				
Rango registro	2.648 m ³ /s				
Número intervalos	9				
Amplitud intervalo	0.294 m ³ /s				
Limite Sup. LS (m ³ /s)	Limite Inf. LI (m ³ /s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
2.648	2.354	3	3	1%	6.128
2.354	2.060	2	5	2%	5.363
2.060	1.766	4	9	4%	4.597
1.766	1.472	3	12	5%	3.832
1.472	1.178	6	18	8%	3.067
1.178	0.884	12	30	13%	2.301
0.884	0.590	18	48	21%	1.536
0.590	0.296	40	88	39%	0.771
0.296	0.000	140	228	100%	0.000

Figura 4-28 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401751 Nariño



H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	 CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

Figura 4-29 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – Estación 2401751 Nariño

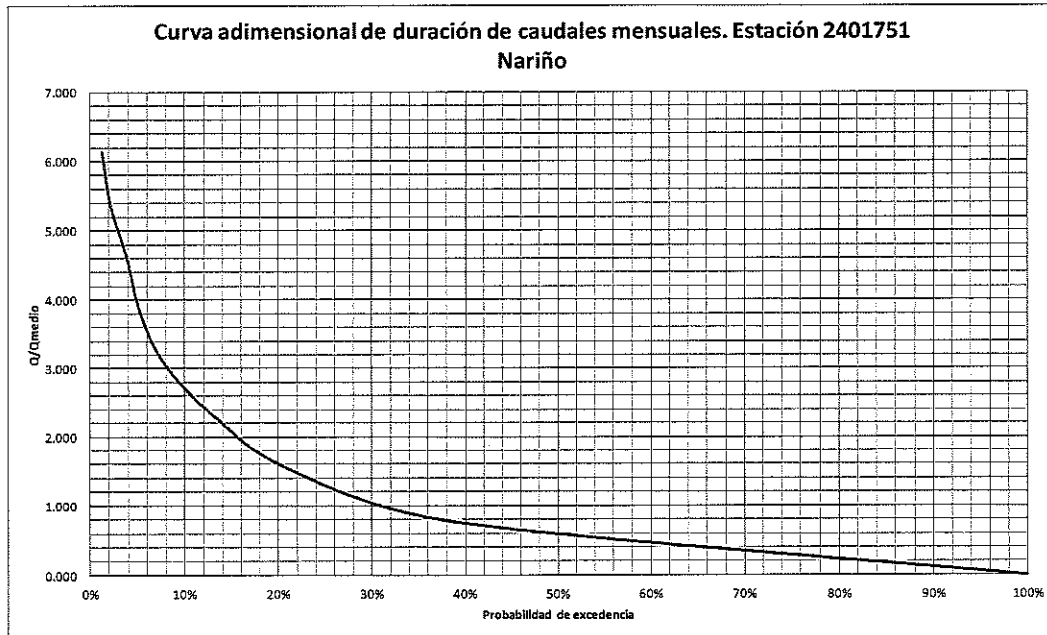


Tabla 4-25 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401738 Pte Peralonso

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	420				
Rango registro	2.571 m ³ /s				
Número intervalos	9				
Amplitud intervalo	0.286 m ³ /s				
Límite Sup. LS (m ³ /s)	Límite Inf. LI (m ³ /s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
2.571	2.285	3	3	1%	5.651
2.285	1.999	5	8	2%	4.944
1.999	1.713	7	15	4%	4.237
1.713	1.427	13	28	7%	3.529
1.427	1.141	17	45	11%	2.822
1.141	0.855	20	65	15%	2.115
0.855	0.569	34	99	24%	1.407
0.569	0.283	62	161	38%	0.700
0.283	0.000	259	420	100%	0.000

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>S E S A C ARGOVELLES S.A. INARCAD CONSORCIO SES-ARQ</p>
---	--	--

Figura 4-30 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401738 Pte Peralonso

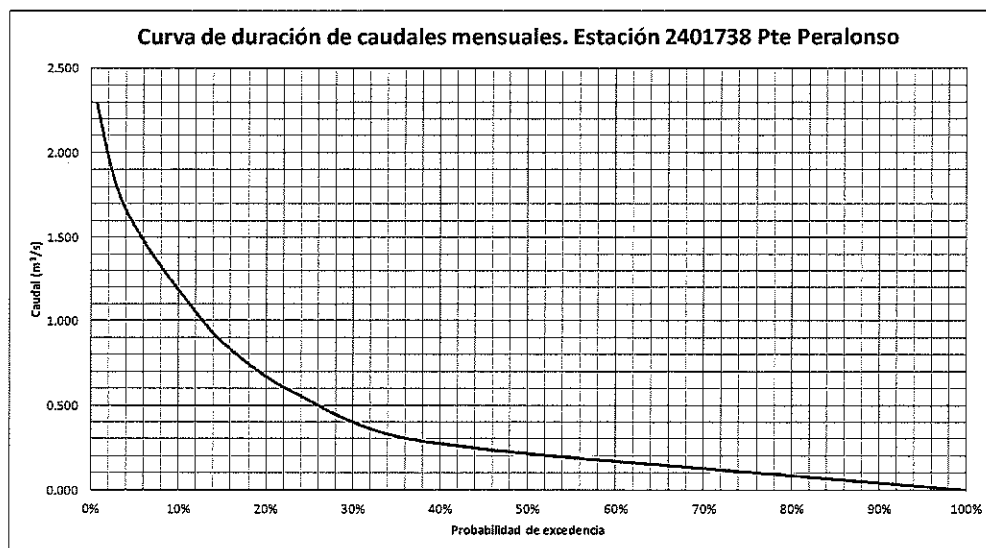
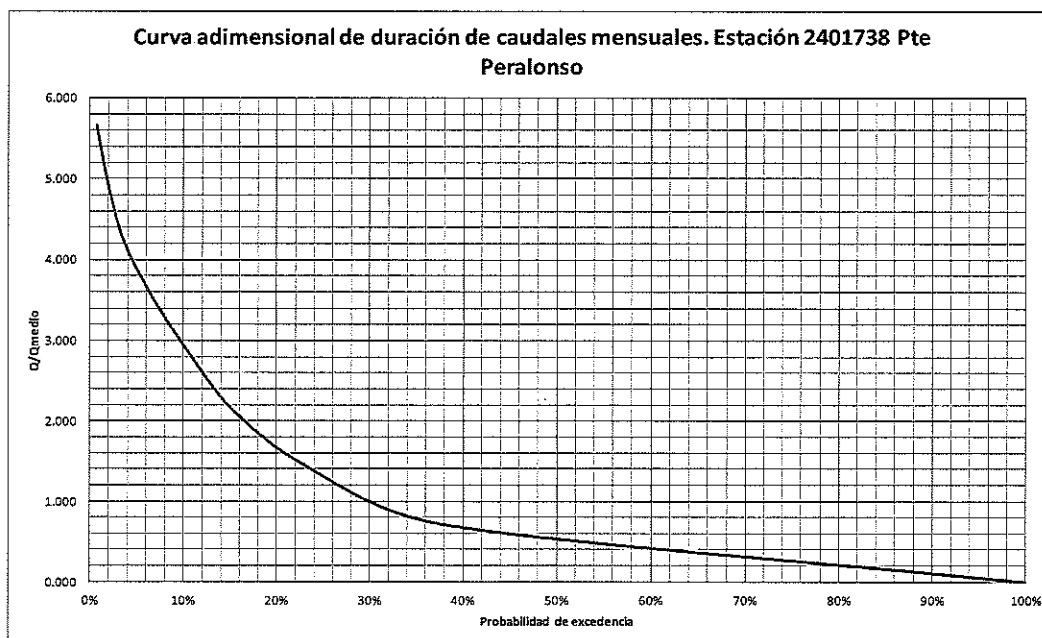


Figura 4-31 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – Estación 2401738 Pte Peralonso

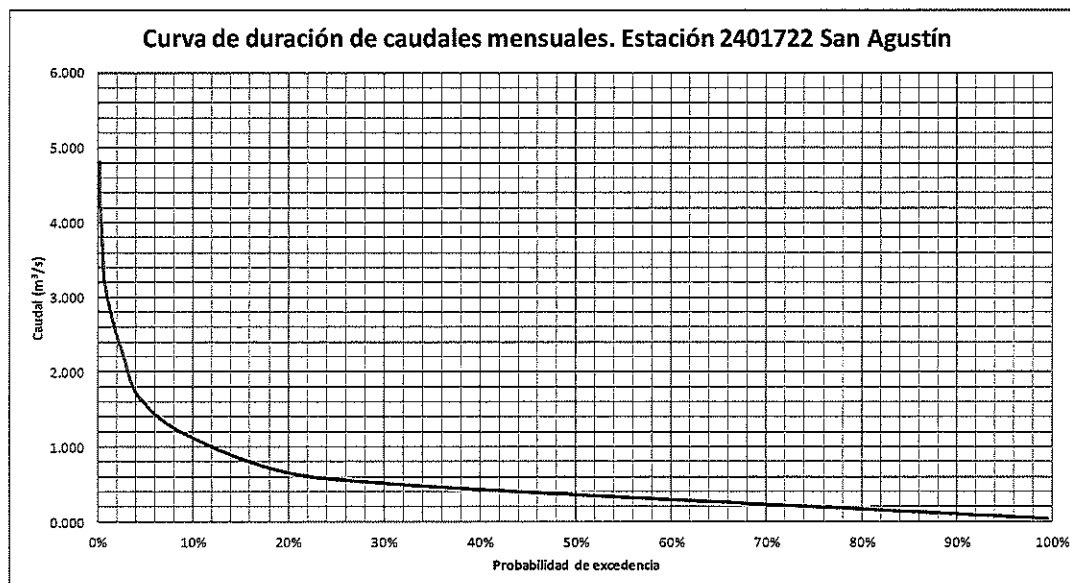


H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	 CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

Tabla 4-26 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401722 San Agustín

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	468				
Rango registro	5.302	m ³ /s			
Número intervalos	10				
Amplitud inetrvalo	0.530	m ³ /s			
Límite Sup. LS (m ³ /s)	Límite Inf. LI (m ³ /s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
5.345	4.815	1	1	0%	10.018
4.815	4.285	0	1	0%	8.915
4.285	3.755	1	2	0%	7.813
3.755	3.225	1	3	1%	6.710
3.225	2.695	4	7	1%	5.607
2.695	2.165	6	13	3%	4.504
2.165	1.635	8	21	4%	3.402
1.635	1.105	27	48	10%	2.299
1.105	0.575	65	113	24%	1.196
0.575	0.045	353	466	100%	0.094

Figura 4-32 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401722 San Agustín



<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>SE S A C ARQUEVELLES S.A. INARCAD CONSORCIO SES-ARO</p>
--	---	--

Figura 4-33 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – Estación 2401722 San Agustín

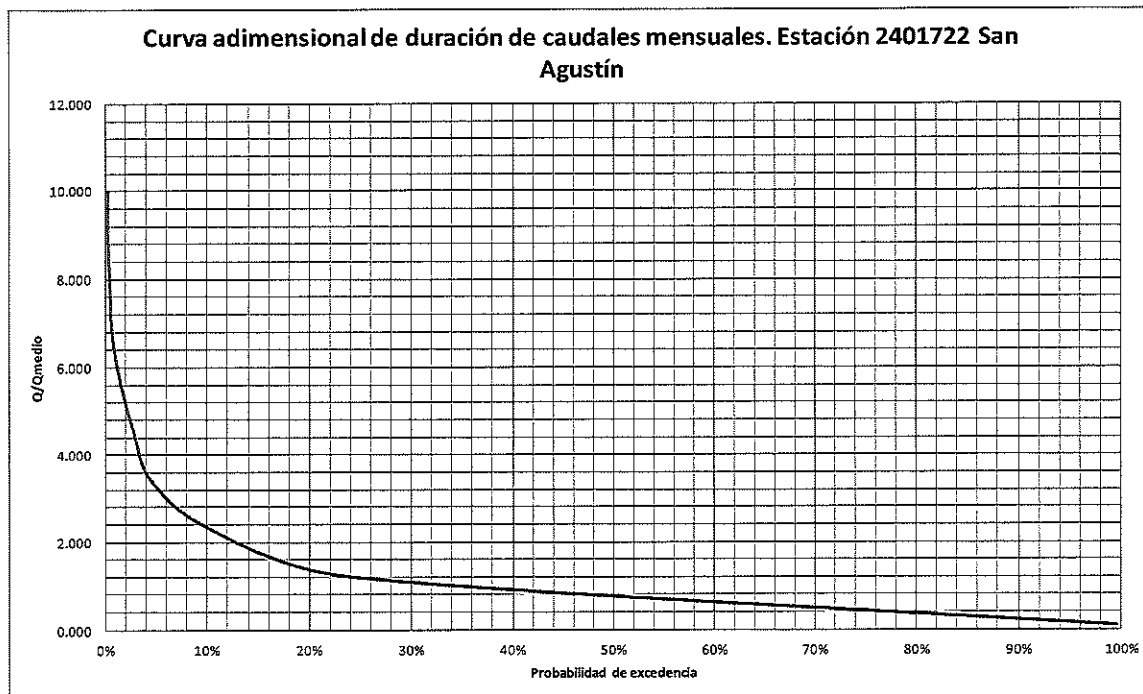


Tabla 4-27 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401795 Ticha Muñoz

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	156				
Rango registro	0.651 m ³ /s				
Número intervalos	8				
Amplitud inetvalo	0.081 m ³ /s				
Límite Sup. LS (m ³ /s)	Límite Inf. LI (m ³ /s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
0.651	0.570	1	1	1%	7.081
0.570	0.489	1	2	1%	6.075
0.489	0.408	0	2	1%	5.069
0.408	0.327	4	6	4%	4.062
0.327	0.246	7	13	8%	3.056
0.246	0.165	20	33	21%	2.050
0.165	0.084	20	53	34%	1.044
0.084	0.000	106	159	102%	0.000

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 4-34 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401795 Ticha Muñoz

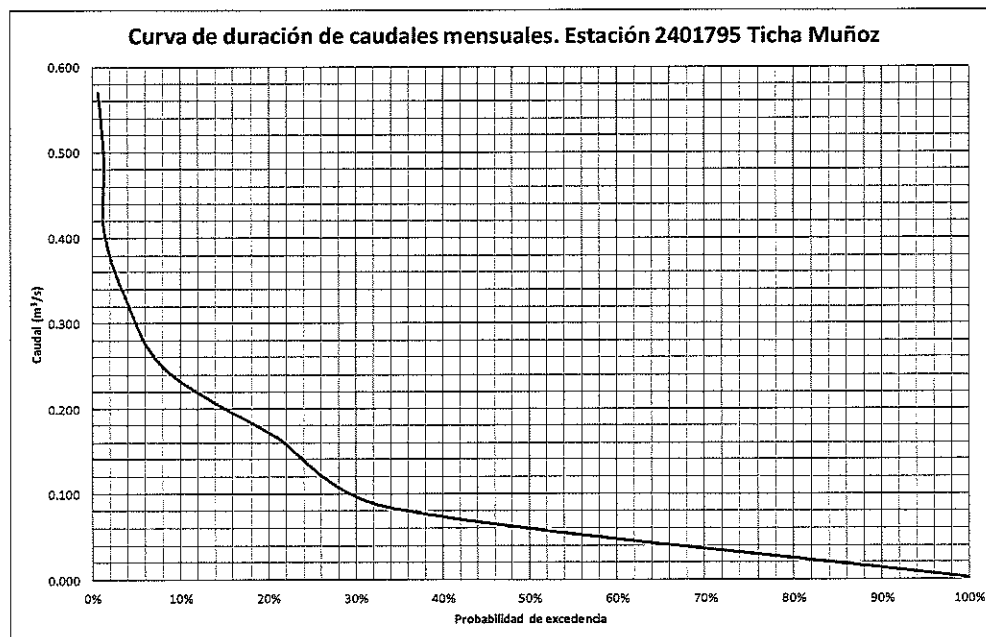
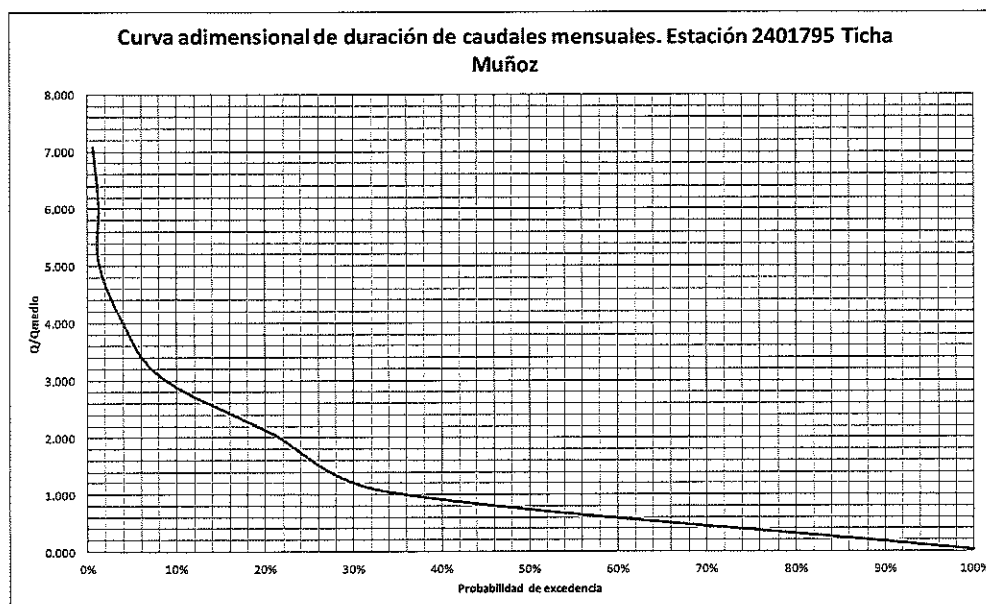


Figura 4-35 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – Estación 2401795 Ticha Muñoz

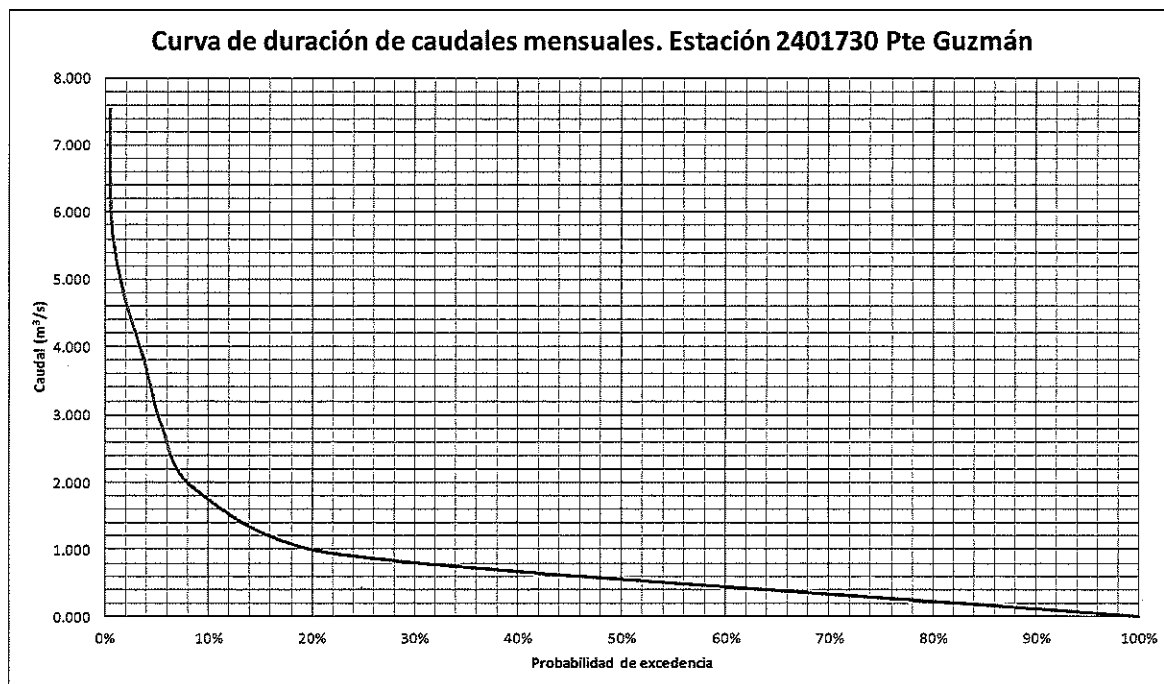


H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  SESAC </div> <div style="text-align: center;">  ARCOVELES S.A. </div> <div style="text-align: center;">  INARCAD </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  CONSORCIO SES-ARO </div>
--	---	---

Tabla 4-28 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401730 Pte Guzmán

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	420				
Rango registro	8.480 m ³ /s				
Número intervalos	9				
Amplitud intervalo	0.942 m ³ /s				
Límite Sup. LS (m ³ /s)	Límite Inf. LI (m ³ /s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
8.480	7.538	2	2	0%	10.559
7.538	6.596	0	2	0%	9.239
6.596	5.654	1	3	1%	7.920
5.654	4.712	5	8	2%	6.600
4.712	3.770	8	16	4%	5.281
3.770	2.828	7	23	5%	3.961
2.828	1.886	14	37	9%	2.642
1.886	0.944	55	92	22%	1.322
0.944	0.000	328	420	100%	0.000

Figura 4-36 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401730 Pte Guzmán



H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	 CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

Figura 4-37 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – Estación 2401730 Pte Guzmán

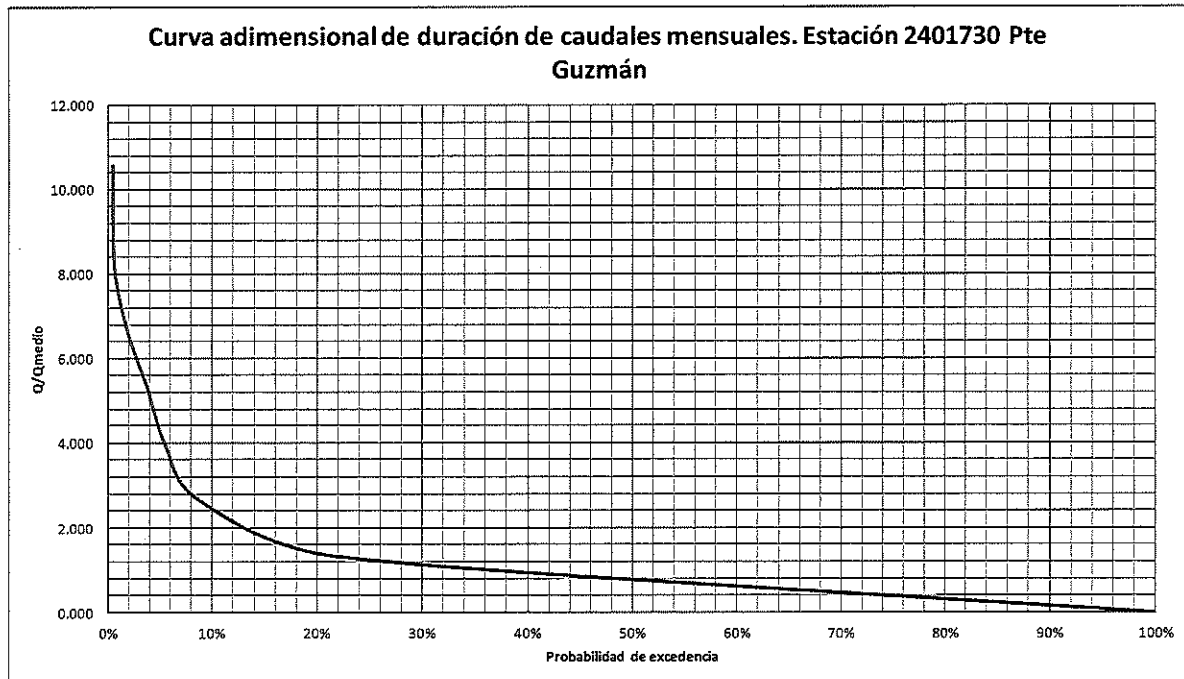


Tabla 4-29 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401780 Corralejas

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	192				
Rango registro	0.829 m ³ /s				
Número intervalos	8				
Amplitud intervalo	0.104 m ³ /s				
Límite Sup. LS (m ³ /s)	Límite Inf. LI (m ³ /s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
0.846	0.742	1	1	1%	5.285
0.742	0.638	0	1	1%	4.545
0.638	0.534	2	3	2%	3.804
0.534	0.430	2	5	3%	3.063
0.430	0.326	5	10	5%	2.322
0.326	0.222	26	36	19%	1.581
0.222	0.118	42	78	41%	0.841
0.118	0.017	114	192	100%	0.121

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    </p> <p>CONSORCIO SES-ARO</p>
---	--	---

**Figura 4-38 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401780
Corralejas**

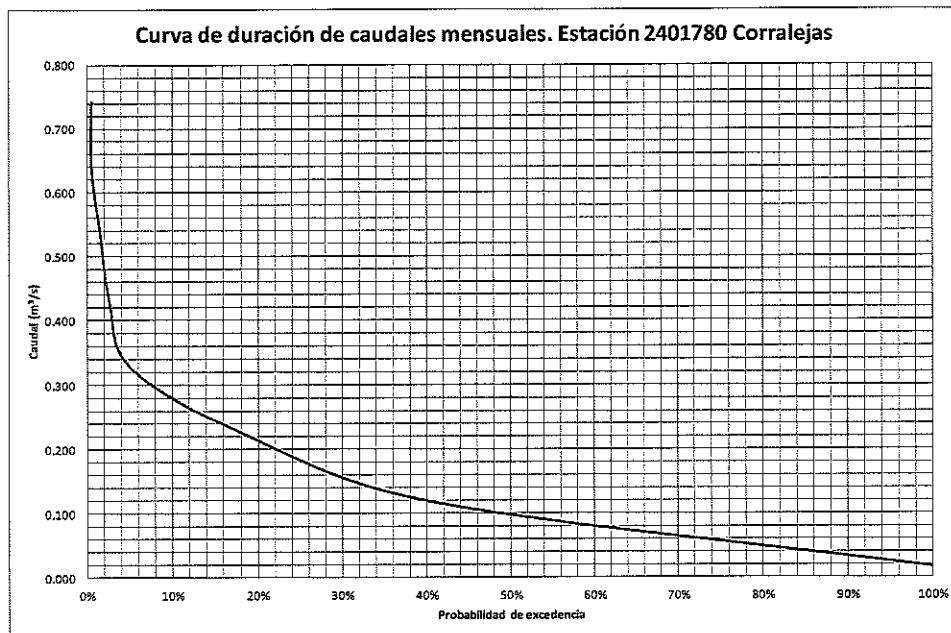
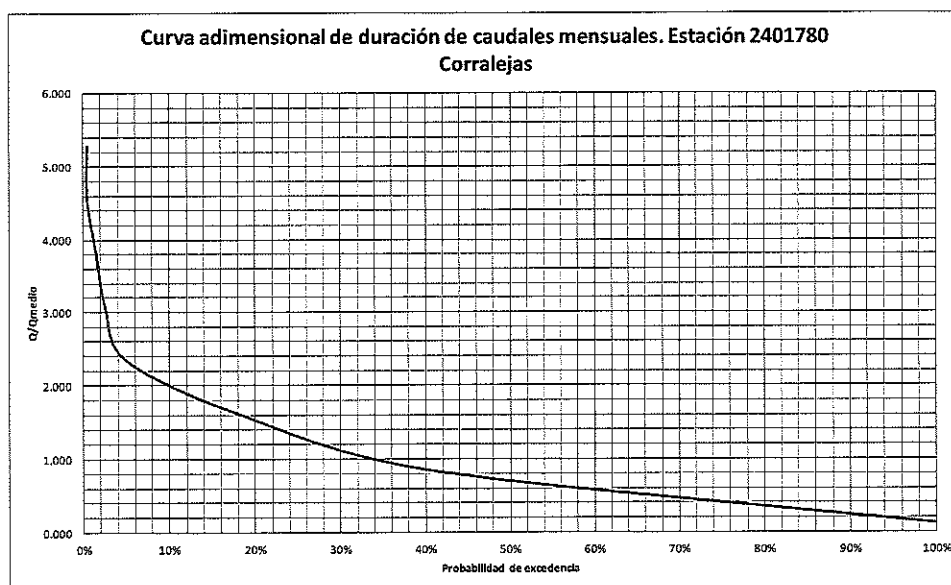


**Figura 4-39 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – Estación
2401780 Corralejas**

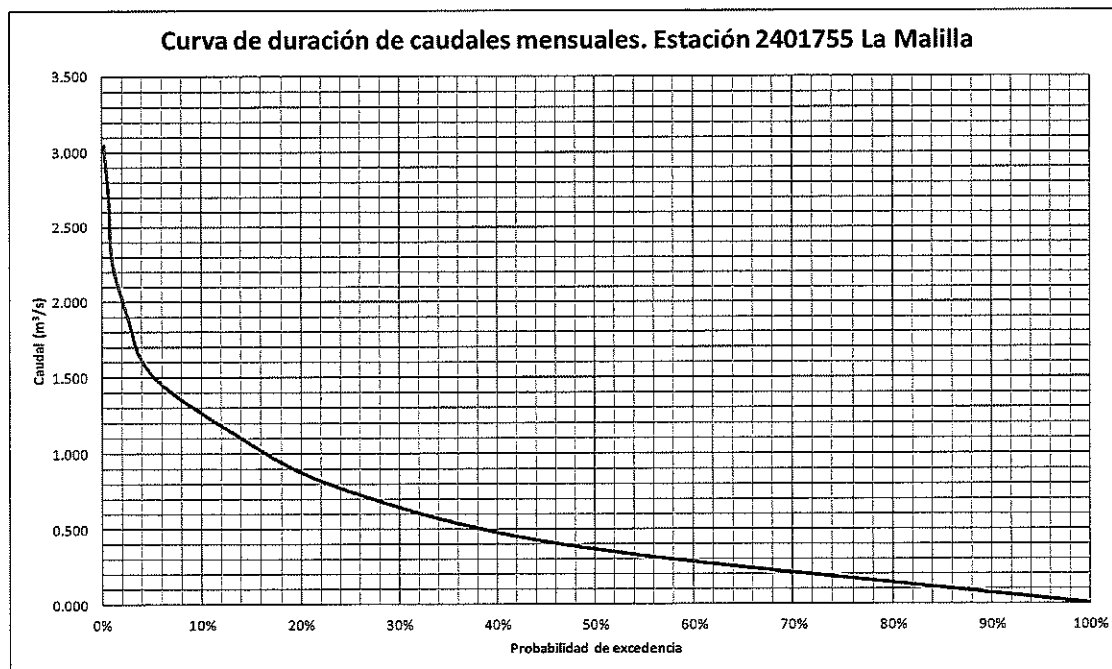


<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    </p> <p>CONSORCIO SES-ARO</p>
--	--	---

Tabla 4-30 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401755 La Malilla

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	384				
Rango registro	3.422 m ³ /s				
Número intervalos	9				
Amplitud intervalo	0.380 m ³ /s				
Límite Sup. LS (m ³ /s)	Límite Inf. LI (m ³ /s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
3.422	3.042	1	1	0%	5.591
3.042	2.662	2	3	1%	4.893
2.662	2.282	1	4	1%	4.194
2.282	1.902	6	10	3%	3.496
1.902	1.522	9	19	5%	2.798
1.522	1.142	31	50	13%	2.099
1.142	0.762	44	94	24%	1.401
0.762	0.382	91	185	48%	0.702
0.382	0.000	201	386	101%	0.000

Figura 4-40 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401755 La Malilla



H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	 CONSORCIO SES-ARO
--	--	--

Figura 4-41 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – Estación 2401755 La Malilla

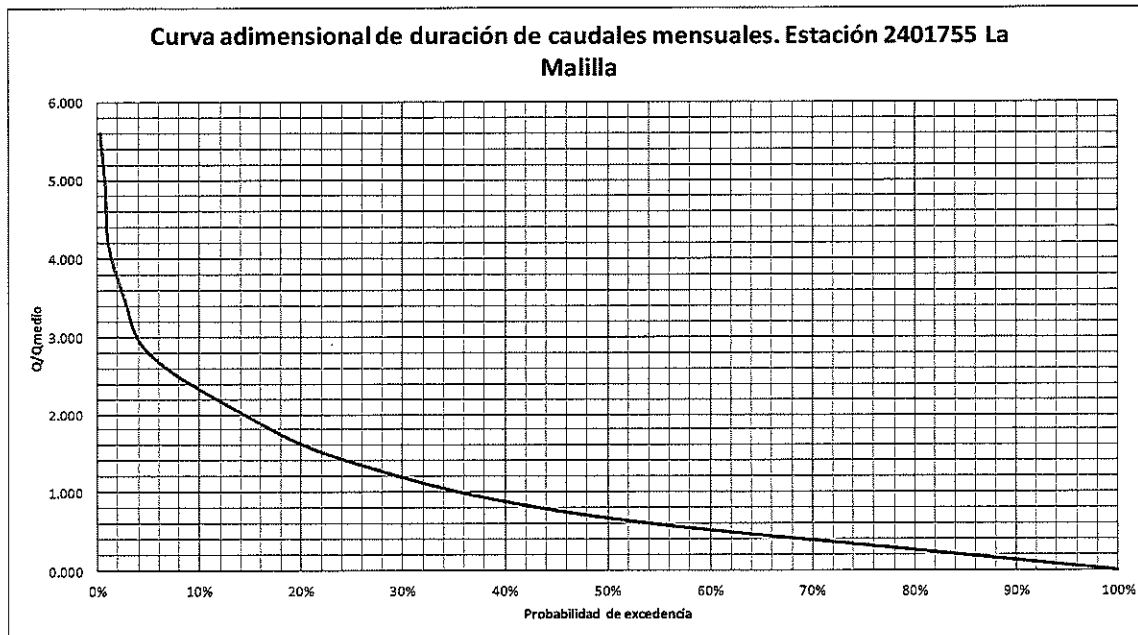


Tabla 4-31 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401723 El Boquerón

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	228				
Rango registro	8.010 m ³ /s				
Número intervalos	9				
Amplitud intervalo	0.890 m ³ /s				
Límite Sup. LS (m ³ /s)	Límite Inf. LI (m ³ /s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
8.150	7.260	3	3	1%	5.460
7.260	6.370	0	3	1%	4.791
6.370	5.480	2	5	2%	4.121
5.480	4.590	4	9	4%	3.452
4.590	3.700	4	13	6%	2.783
3.700	2.810	9	22	10%	2.113
2.810	1.920	20	42	18%	1.444
1.920	1.030	64	106	46%	0.775
1.030	0.140	123	229	100%	0.105

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>S E S A C ARQUEVELES E.S.A. INARCAD</p> <p>CONSORCIO SES-ARO</p>
---	--	---

Figura 4-42 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401723 El Boquerón

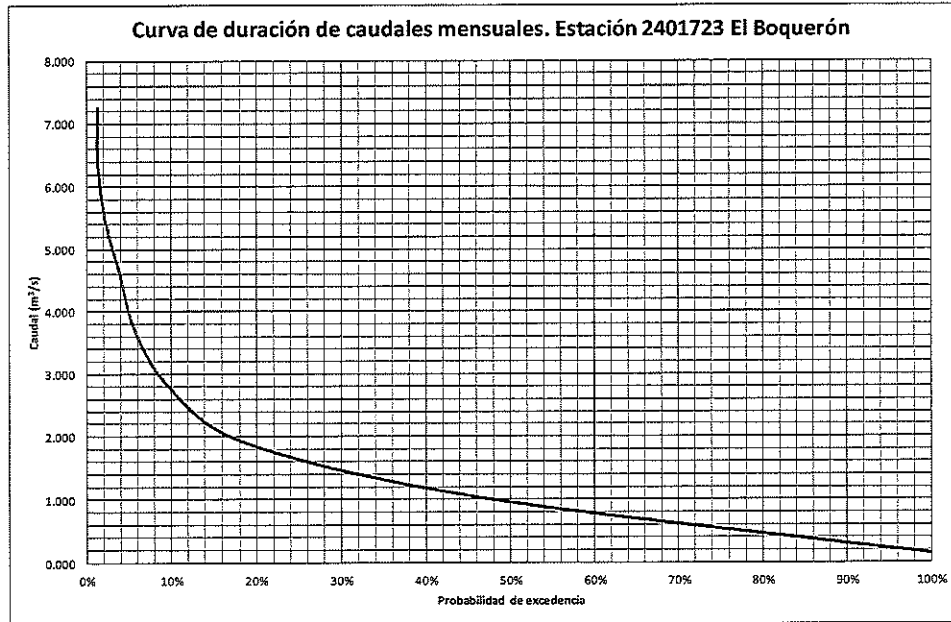
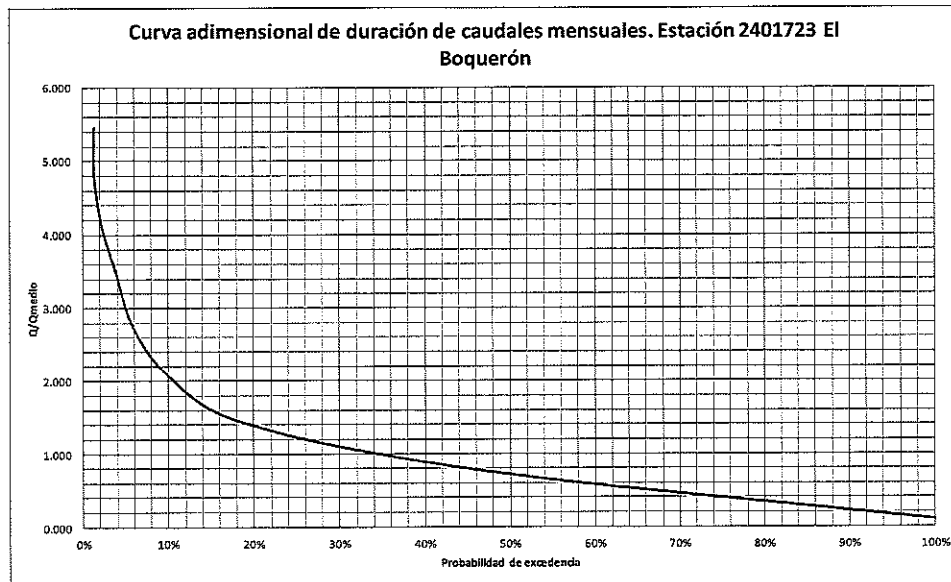


Figura 4-43 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – Estación 2401723 El Boquerón

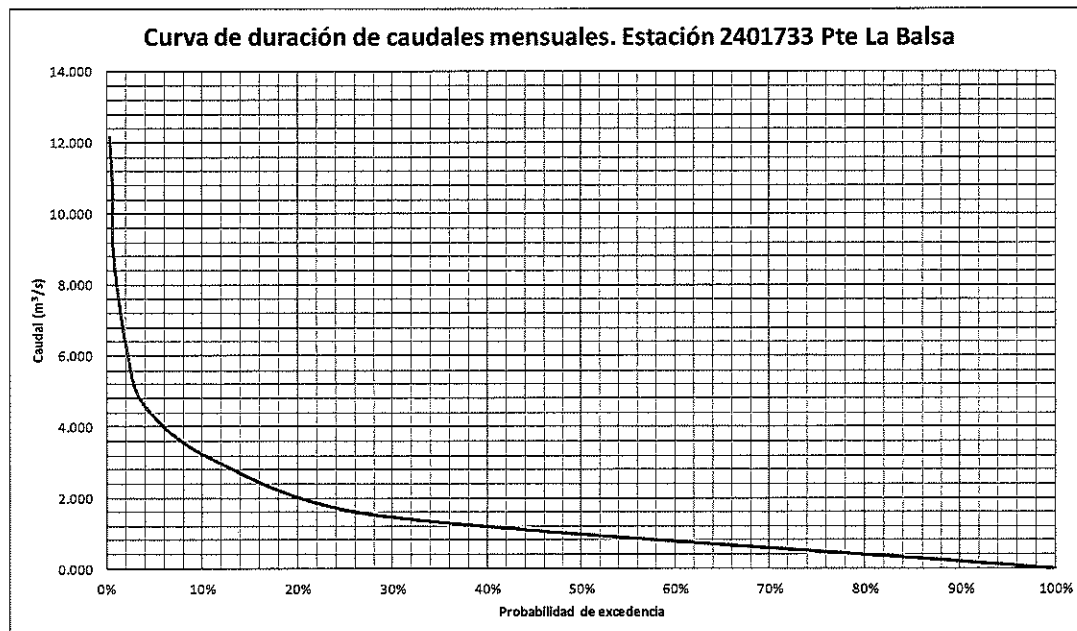


<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Tabla 4-32 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401733 Pte La Balsa

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	324				
Rango registro	13.660	m ³ /s			
Número intervalos	9				
Amplitud intervalo	1.518	m ³ /s			
Límite Sup. LS (m ³ /s)	Límite Inf. LI (m ³ /s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
13.660	12.142	1	1	0%	8.979
12.142	10.624	1	2	1%	7.856
10.624	9.106	0	2	1%	6.734
9.106	7.588	2	4	1%	5.611
7.588	6.070	3	7	2%	4.489
6.070	4.552	6	13	4%	3.366
4.552	3.034	24	37	11%	2.244
3.034	1.516	54	91	28%	1.121
1.516	0.000	233	324	100%	0.000

Figura 4-44 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401733 Pte La Balsa



<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  SESAC </div> <div style="text-align: center;">  ARCEVELES S.A. </div> <div style="text-align: center;">  INARCAD </div> </div> <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">CONSORCIO SES-ARO</p>
---	--	--

Figura 4-45 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – Estación 2401733 Pte La Balsa

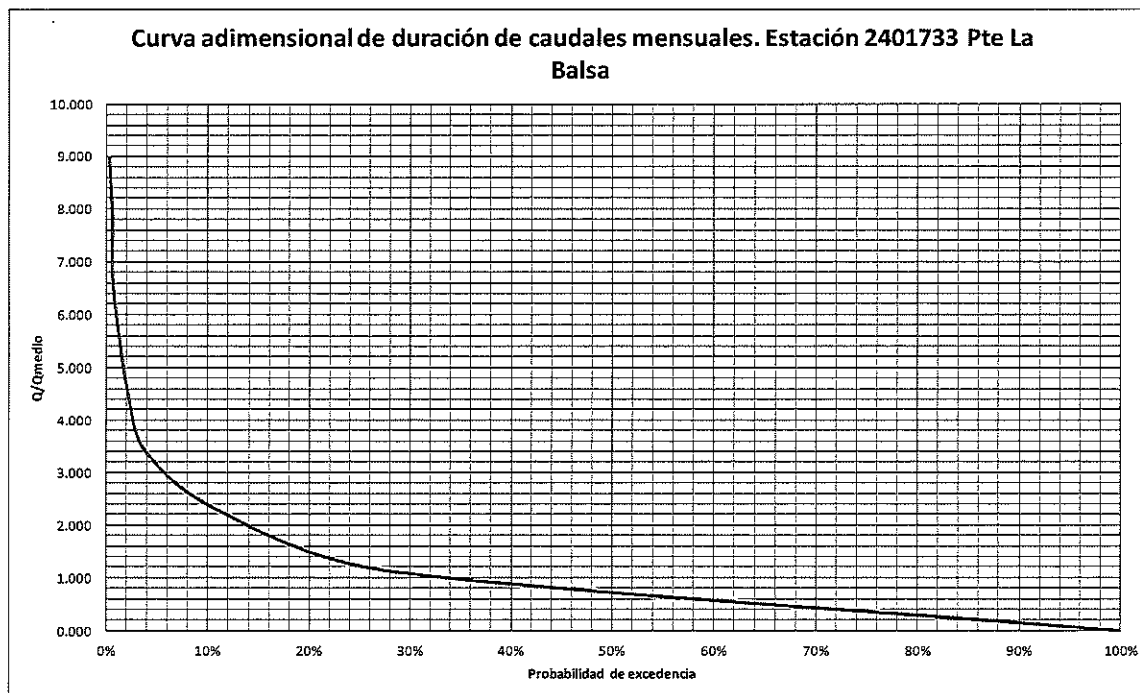


Tabla 4-33 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401749 Esc Merchán Abajo

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	192				
Rango registro	28.476 m ³ /s				
Número intervalos	8				
Amplitud inetvalo	3.559 m ³ /s				
Límite Sup. LS (m ³ /s)	Límite Inf. LI (m ³ /s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
28.550	24.991	2	2	1%	4.240
24.991	21.432	3	5	3%	3.636
21.432	17.873	8	13	7%	3.032
17.873	14.314	12	25	13%	2.428
14.314	10.755	15	40	21%	1.825
10.755	7.196	23	63	33%	1.221
7.196	3.637	34	97	51%	0.617
3.637	0.074	95	192	100%	0.013

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>SESAC ARGOVELLES S.A. INARCAD</p> <p>CONSORCIO SES-ARGO</p>
---	--	--

Figura 4-46 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401749 Esc Merchán Abajo

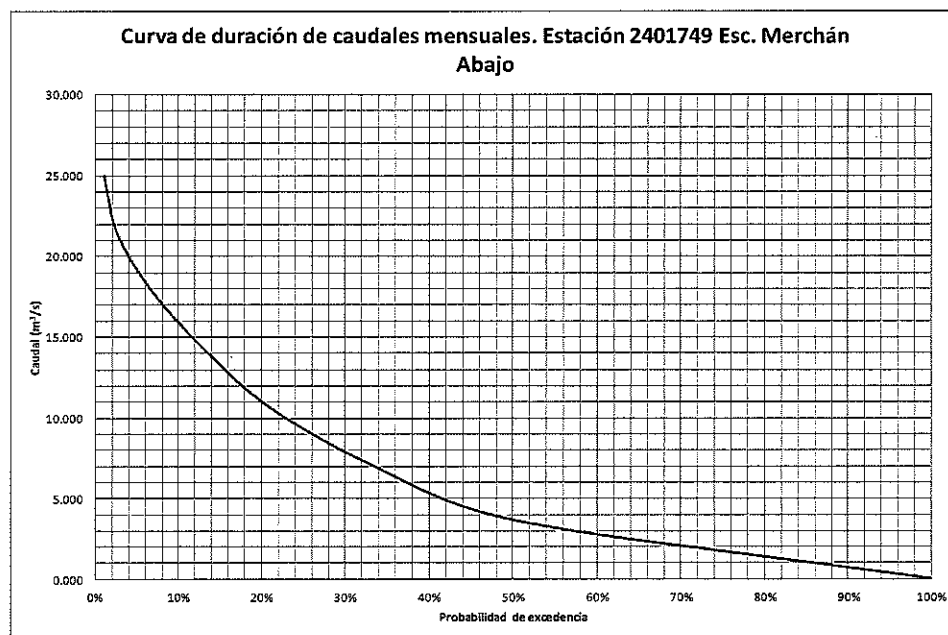
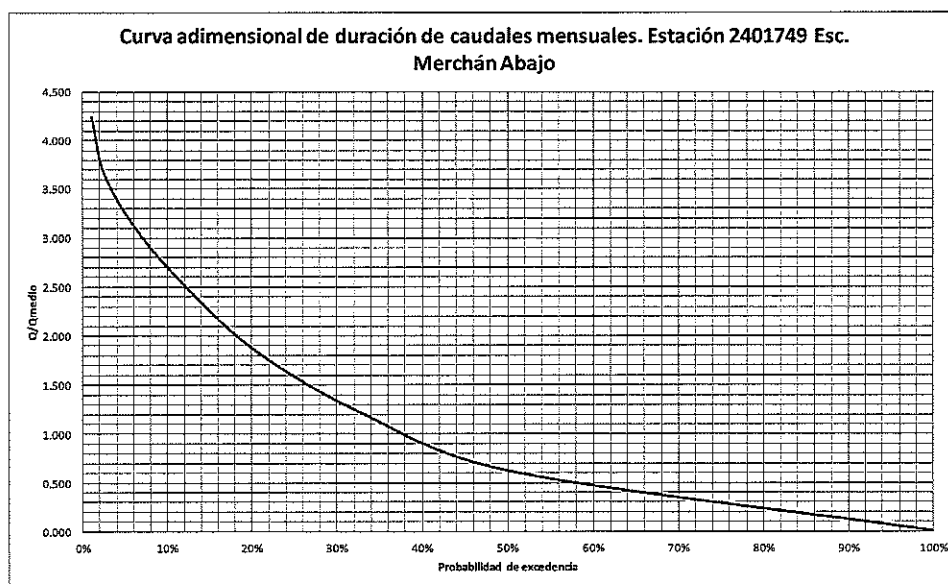


Figura 4-47 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – Estación 2401749 Esc Merchán Abajo

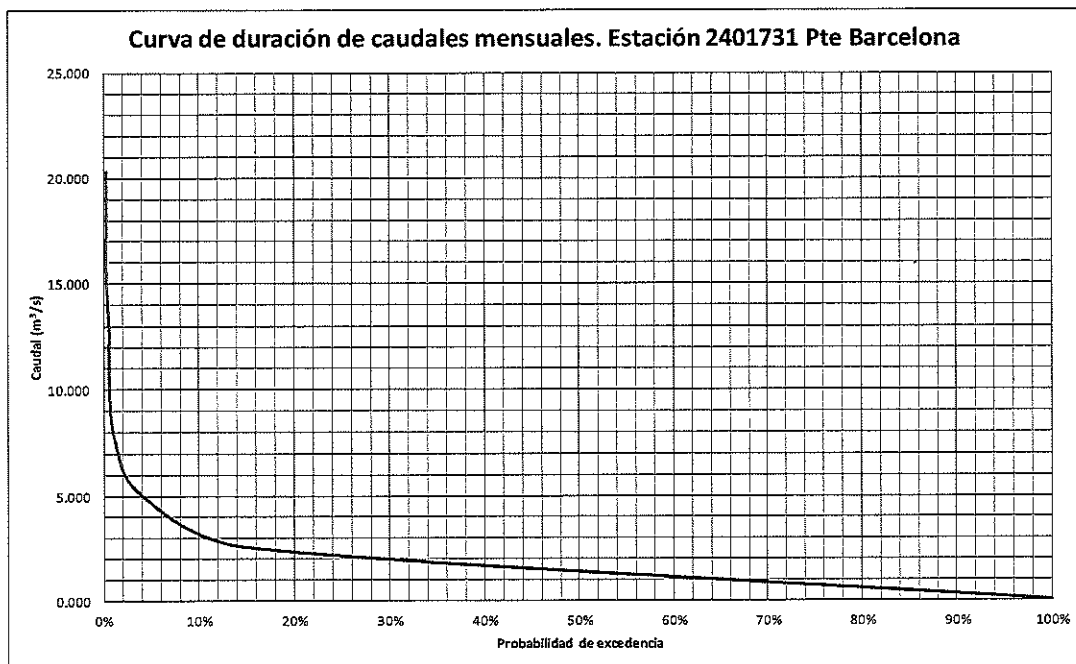


H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	 CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

Tabla 4-34 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401731 Pte Barcelona

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	336				
Rango registro	22.802	m³/s			
Número intervalos	9				
Amplitud inetvalo	2.534	m³/s			
Límite Sup. LS (m³/s)	Límite Inf. LI (m³/s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
22.838	20.304	1	1	0%	13.704
20.304	17.770	0	1	0%	11.994
17.770	15.236	0	1	0%	10.283
15.236	12.702	1	2	1%	8.573
12.702	10.168	0	2	1%	6.863
10.168	7.634	2	4	1%	5.152
7.634	5.100	9	13	4%	3.442
5.100	2.566	37	50	15%	1.732
2.566	0.036	286	336	100%	0.024

Figura 4-48 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401731 Pte Barcelona



H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	 CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

Figura 4-49 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – Estación 2401731 Pte Barcelona

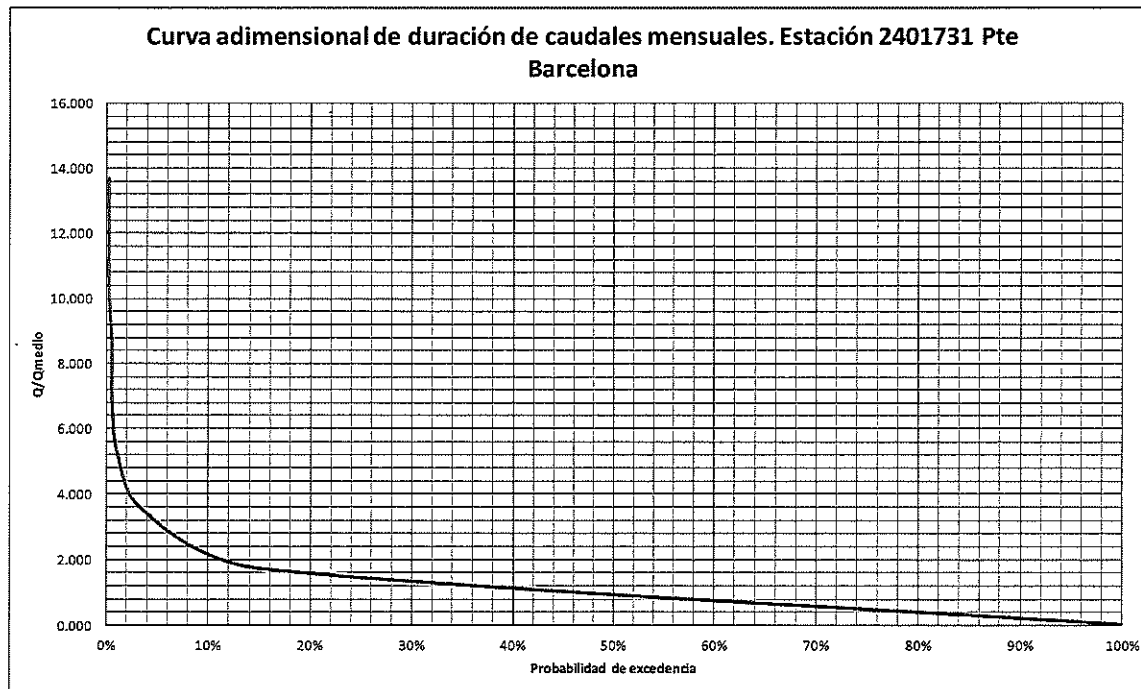


Tabla 4-35 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401715 La Boyera - CAR

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	228				
Rango registro	7.912 m ³ /s				
Número intervalos	9				
Amplitud inetrvalo	0.879 m ³ /s				
Límite Sup. LS (m ³ /s)	Límite Inf. LI (m ³ /s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
8.069	7.190	2	2	1%	6.227
7.190	6.311	0	2	1%	5.465
6.311	5.432	0	2	1%	4.704
5.432	4.553	1	3	1%	3.943
4.553	3.674	1	4	2%	3.182
3.674	2.795	9	13	6%	2.420
2.795	1.916	15	28	12%	1.659
1.916	1.037	60	88	39%	0.898
1.037	0.157	140	228	100%	0.136

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>S E S A C   CONSORCIO SES-ARO</p>
---	--	--

Figura 4-50 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401715 La Boyera - CAR

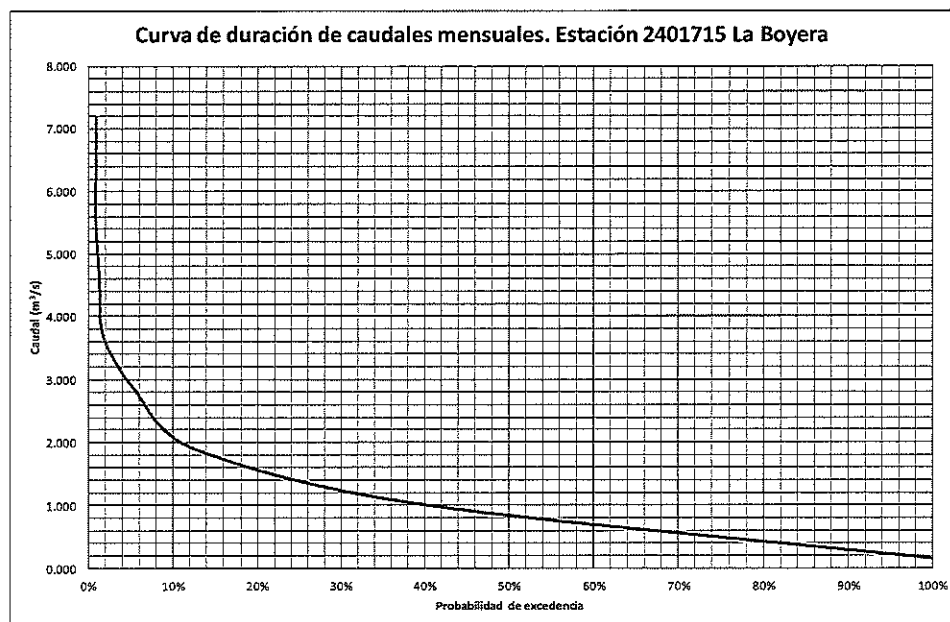
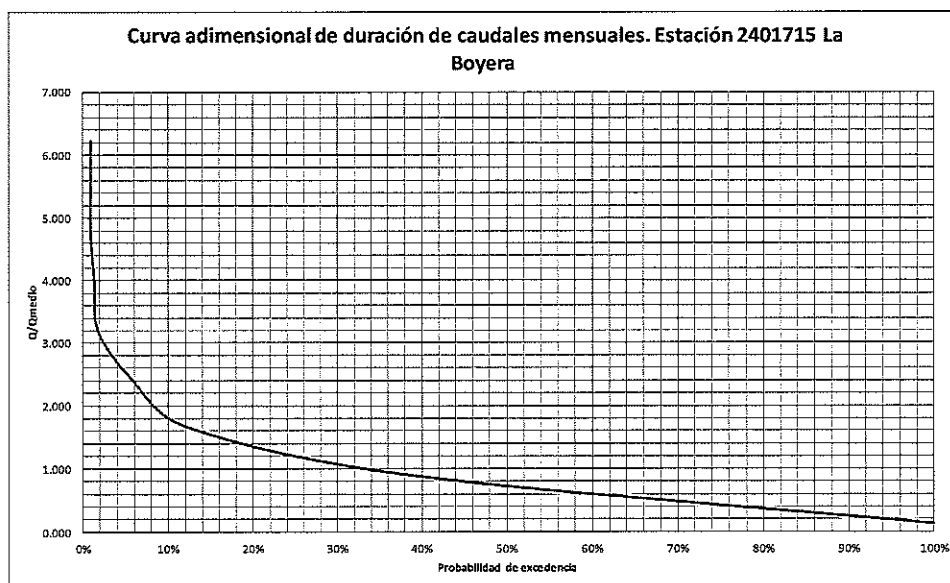


Figura 4-51 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – Estación 2401715 La Boyera - CAR

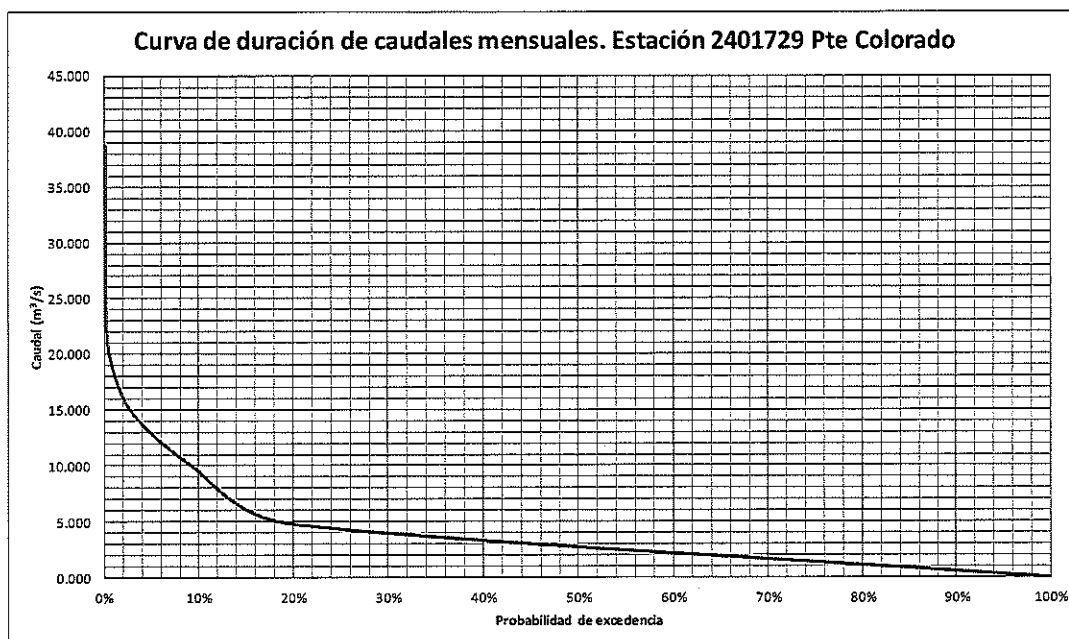


<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
---	--	---

Tabla 4-36 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401729 Pte Colorado

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	408				
Rango registro	43.600	m ³ /s			
Número intervalos	9				
Amplitud intervalo	4.844	m ³ /s			
Límite Sup. LS (m ³ /s)	Límite Inf. LI (m ³ /s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
43.600	38.756	1	1	0%	11.863
38.756	33.912	0	1	0%	10.381
33.912	29.068	0	1	0%	8.898
29.068	24.224	0	1	0%	7.415
24.224	19.380	2	3	1%	5.932
19.380	14.536	10	13	3%	4.450
14.536	9.692	27	40	10%	2.967
9.692	4.848	40	80	20%	1.484
4.848	0.000	328	408	100%	0.000

Figura 4-52 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401729 Pte Colorado



<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>SESAC ARGENZUELES S.A. INARCAD CONSORCIO SES-ARO</p>
---	--	---

Figura 4-53 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – Estación 2401729 Pte Colorado

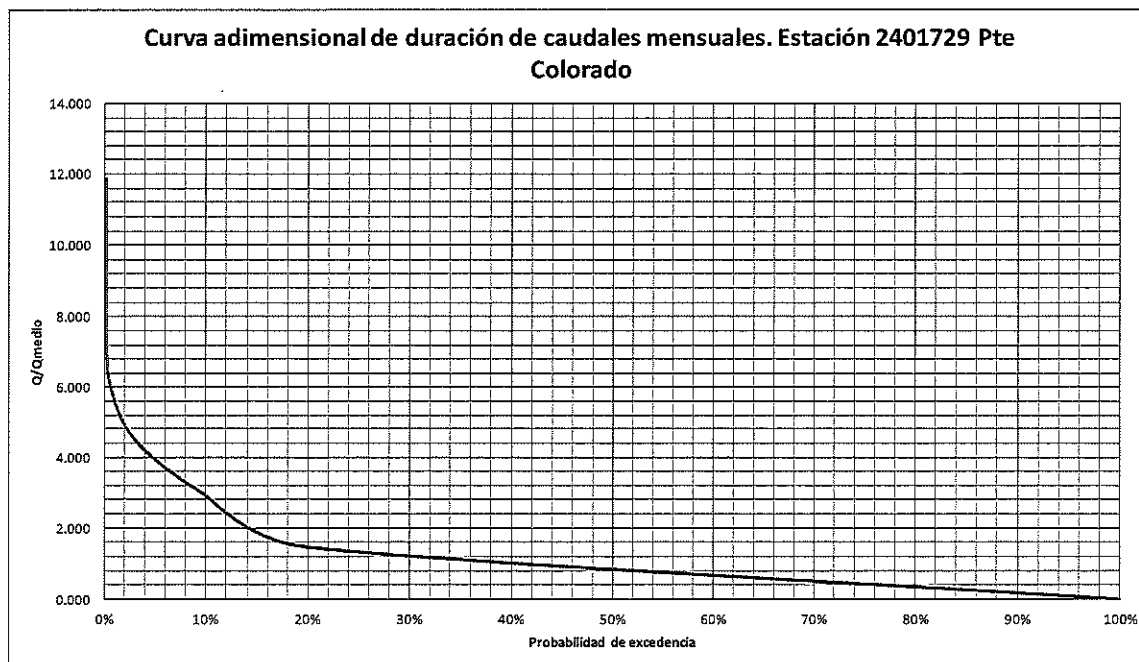


Tabla 4-37 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401716 El Pino

Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	600				
Rango registro	6.464 m ³ /s				
Número intervalos	10				
Amplitud intervalo	0.646 m ³ /s				
Límite Sup. LS (m ³ /s)	Límite Inf. LI (m ³ /s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
6.464	5.818	1	1	0%	12.543
5.818	5.172	1	2	0%	11.150
5.172	4.526	1	3	1%	9.758
4.526	3.880	1	4	1%	8.365
3.880	3.234	1	5	1%	6.972
3.234	2.588	4	9	2%	5.579
2.588	1.942	9	18	3%	4.187
1.942	1.296	28	46	8%	2.794
1.296	0.650	72	118	20%	1.401
0.650	0.000	482	600	100%	0.000

<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARO </p>
--	---	---

Figura 4-54 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401716 El Pino

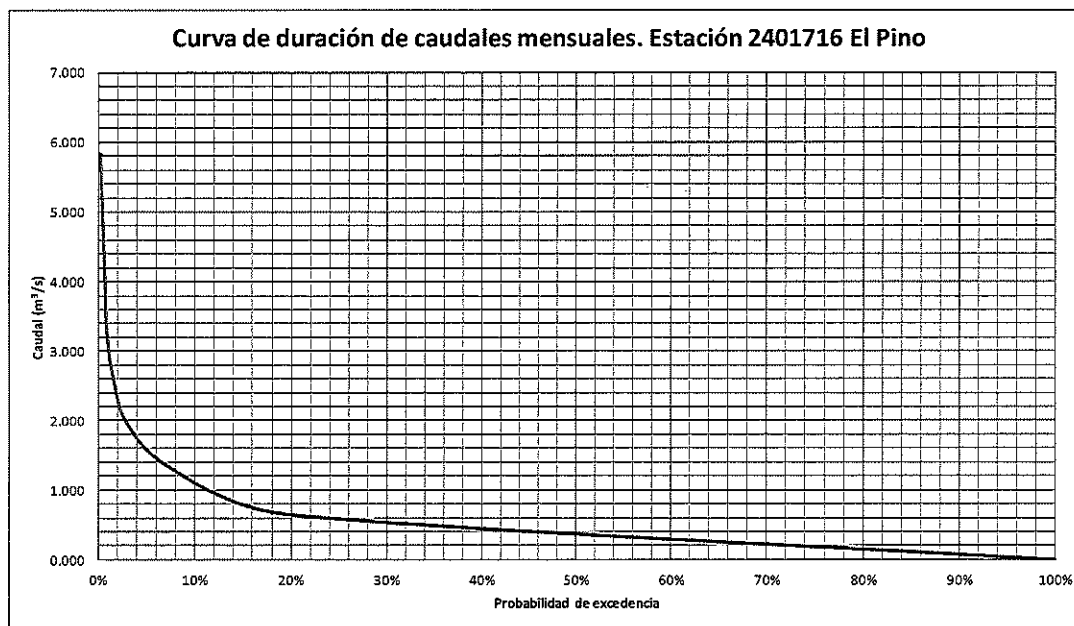
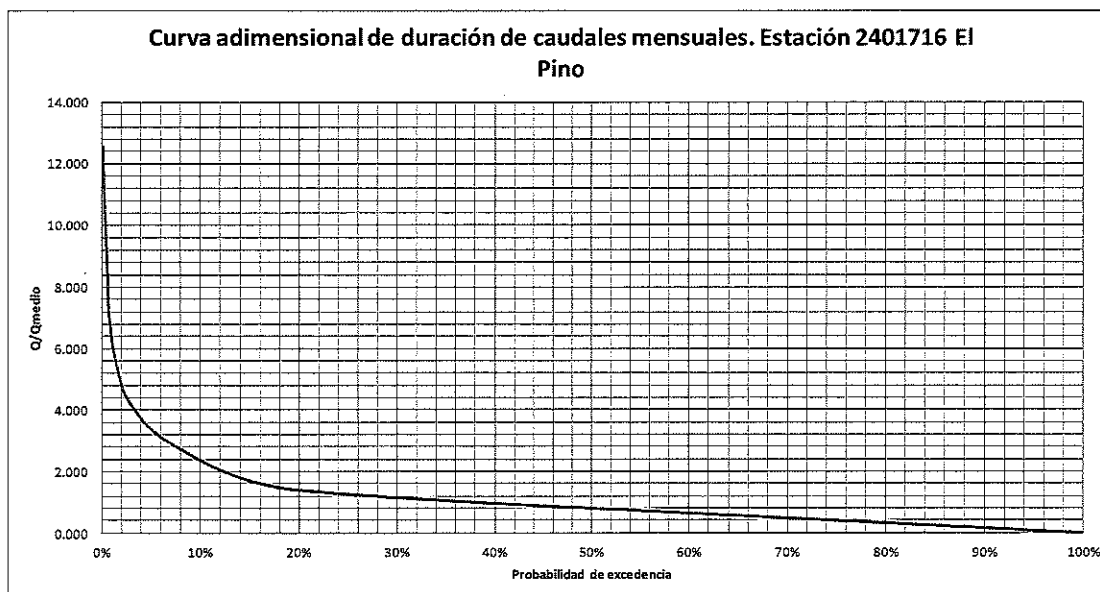


Figura 4-55 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – Estación 2401716 El Pino

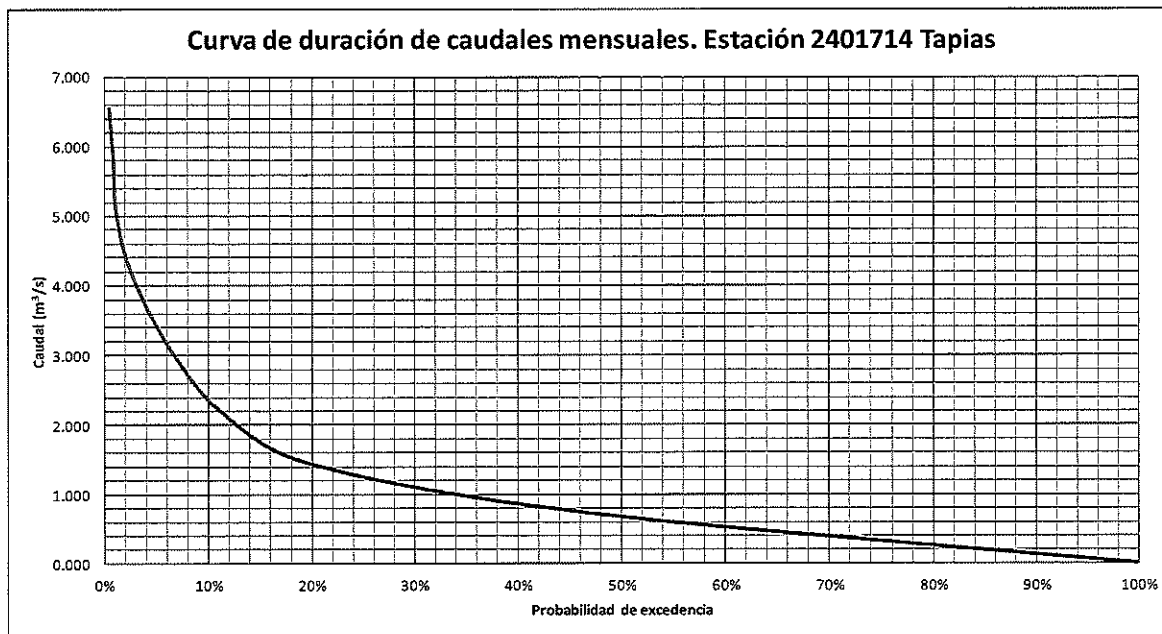


H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ	CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A	 CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

Tabla 4-38 Cálculo de la curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401714 Tapias

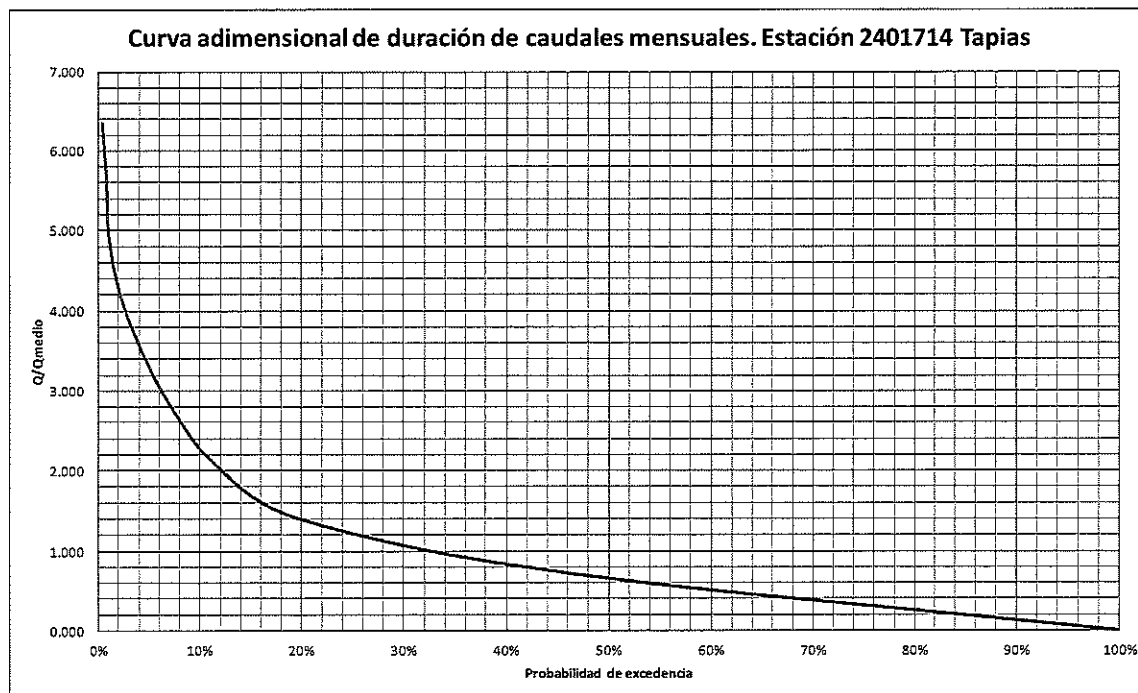
Curva de duración de caudales mensuales					
Longitud registro	480				
Rango registro	7.277	m ³ /s			
Número intervalos	10				
Amplitud intervalo	0.728	m ³ /s			
Limite Sup. LS (m ³ /s)	Limite Inf. LI (m ³ /s)	Frecuencia m	No. Q>LI	% Q>LI	Q/Qmedio
7.282	6.554	2	2	0%	6.356
6.554	5.826	2	4	1%	5.650
5.826	5.098	1	5	1%	4.944
5.098	4.370	5	10	2%	4.238
4.370	3.642	10	20	4%	3.532
3.642	2.914	14	34	7%	2.826
2.914	2.186	20	54	11%	2.120
2.186	1.458	40	94	20%	1.414
1.458	0.730	131	225	47%	0.708
0.730	0.002	256	481	100%	0.002

Figura 4-56 Curva de duración de caudales mensuales – Estación 2401714 Tapias



<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	<p>    CONSORCIO SES-ARQ </p>
---	--	---

Figura 4-57 Curva adimensional de duración de caudales mensuales – Estación 2401714 Tapias



<p>H001 INFORME DE HIDROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA CASCO URBANO MUNICIPIO DE UBATÉ</p>	<p>CONTRATO EPC-C-081: AJUSTE, ACTUALIZACIÓN, TERMINACIÓN O FORMULACIÓN DE PLANES MAESTROS DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN ZONAS URBANAS Y CENTROS NUCLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA DE LA SUBZONA 2A</p>	 CONSORCIO SES-ARO
--	---	--

5 BIBLIOGRAFÍA

SILVA MEDINA Gustavo A. Hidrología básica. 1 ed. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería. 1998.

CHOW Ven Te, MAIDMENT David R, MAYS Larry W. Hidrología aplicada. 1 ed. Bogotá. Mc GRAW HILL. 1994.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA CAR. Plan De Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá. Bogotá. CAR. 2006.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA CAR. Formulación del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Negro. Bogotá. CAR. 2006.

BEDOYA, J.A., y RODRÍGUEZ, E. M. Regionalización de caudales mínimos en la subregión oriental del departamento de Risaralda. Trabajo dirigido de grado. Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. 1997

DIRECCIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO, MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS – 2000. Bogotá. República de Colombia. 2000

LINSLEY, KOHLER, PAULHUS. Hydrology for Engineers. Mc GRAW HILL. Londres. 1988.