

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

**EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA DEL RÍO BALSILLAS A TRAVÉS
EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS DEL AÑO 2.000 AL AÑO 2.019**

**JHONNY ALEXANDER GUERRA AYALA
DIANA MILENA VALENCIA RIVERA**

**ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD INGENIERÍA AMBIENTAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ, D.C.
2.021**

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

**EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA DEL RÍO BALSILLAS A TRAVÉS
EVENTOS HIDROCLIMÁTICOS DEL AÑO 2.000 AL AÑO 2.019**

**JHONNY ALEXANDER GUERRA AYALA
DIANA MILENA VALENCIA RIVERA**

Anteproyecto de Investigación

Dirección y Codirección

**JAIME ANDRES GIL MORALES
JULIO CESAR CORTES VARGAS**

**ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD INGENIERÍA AMBIENTAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ, D.C.
2.021**

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

TABLA DE CONTENIDO

1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	9
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	9
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	10
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
4.1. JUSTIFICACIÓN.....	10
4.2. DELIMITACIÓN.....	12
5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
5.1. MARCO TEÓRICO.....	15
5.2. MARCO CONCEPTUAL.....	17
5.3. MARCO LEGAL.....	18
6. DISEÑO METODOLÓGICO.....	20
6.1. HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS.....	24
6.2. ETAPAS DE CAMPO.....	24
6.3. MATERIALES E INSTRUMENTOS.....	24
7. FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN.....	24
7.1. FUENTES PRIMARIAS.....	24
7.2. FUENTES SECUNDARIAS.....	24
8. DIAGNÓSTICO Y CONTEXTO.....	24
8.1. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS HIDROCLIMÁTICAS.....	24
8.1.1. MAPA DE ESTACIONES TRABAJADAS.....	25
8.1.2. PRECIPITACIÓN.....	26
8.1.3. CURVAS INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA (IDF) DE LA CUENCA.....	29
8.1.4. ROSA DE VIENTOS.....	33
8.1.4.1. ESTACIÓN TITAITATA.....	33
8.1.4.2. ESTACIÓN EL DORADO CATAM.....	34
8.1.5. TEMPERATURA.....	35
8.1.6. HUMEDAD RELATIVA.....	37
8.1.7. NUBOSIDAD.....	38
8.1.8. CLIMOGRAMA.....	39
8.1.8.1. CLIMOGRAMA ESTACIÓN TIBAITATA.....	39
8.1.8.2. CLIMOGRAMA ESTACIÓN ACAPULCO.....	41

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.9. HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA.....	44
8.1.10. HUMEDAD RELATIVA Y PRECIPITACIÓN.....	45
8.1.11. MORFOMETRÍA DE LA CUENCA.....	46
8.1.11.1. FORMA DE LA CUENCA.....	47
8.1.11.2. CRITERIO DEL RECTÁNGULO EQUIVALENTE.....	50
8.1.11.3. RELIEVE.....	53
8.1.11.3.1. CURVA HIPSOMÉTRICA.....	53
8.1.11.3.2. HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS ALTIMÉTRICAS.....	55
8.1.11.3.3. POLÍGONO DE FRECUENCIA DE ALTITUDES.....	55
8.1.11.4. DRENAJE DE LA CUENCA.....	56
8.1.11.4.1. RED DE DRENAJE.....	56
8.1.11.4.2. COEFICIENTE DE TORRENCIALIDAD.....	57
8.1.11.4.3. DENSIDAD DE DRENAJE.....	58
8.1.11.4.4. FORMA DE LA RED DE DRENAJE.....	58
8.1.11.5. DETERMINACIÓN DE CAUDALES.....	60
8.1.11.6. CURVA DE DURACIÓN.....	60
8.1.11.7. CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL.....	61
8.1.11.8. CURVA DE MASA O VOLUMEN.....	62
8.1.11.9. ESCURRIMIENTOS.....	63
8.1.11.9.1. ESCURRIMIENTOS MÁXIMOS.....	64
8.1.11.10. CRECIENTES - HIDROGRAMA.....	64
8.1.12. CALCULOS HIDRÁULICOS.....	65
8.1.12.1. AFORO CON EL FLOTADOR.....	68
8.1.12.2. SINUOSIDAD.....	69
8.1.12.3. THALWEG.....	73
8.1.12.4 TRANSPORTE DE SEDIMENTOS.....	76
8.1.12.4.1. SÓLIDOS SEDIMENTABLES.....	76
8.1.12.4.2. SÓLIDOS TOTALES.....	78
8.1.12.4.3. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES.....	79
8.1.12.5. TERRAZAS DE INUNDACIÓN.....	80
9. RESULTADOS.....	82
9.1. DISEÑO DE UN INDICADOR LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA.....	82
9.1.1. INDICADOR DE CALIDAD DEL AGUA - ICA.....	82
9.1.2. ÍNDICES HIDROCLIMÁTICOS.....	85
9.1.2.1. ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA.....	85
9.1.2.2. PLAN REGIONAL INTEGRAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO (PRICC).....	87
9.1.3. ÍNDICE DE POBREZA DEL AGUA - WPI.....	93
9.1.4. ESCORRENTIA SUPERFICIAL.....	94
9.1.5. DISEÑO Y EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CUENCA.....	95
9.1.5.1. DESCRIPCIÓN DE CADA UNA DE LAS VARIABLES DEL ÍNDICE DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA.....	96
9.1.5.1.1. USO DEL SUELO (US).....	96

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

9.1.5.1.2. INDICADORES DEL ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA (I. ENA).....	97
9.1.5.1.3. ESCORRENTÍA SUPERFICIAL (ESC).....	99
9.1.5.1.4. ÍNDICE DE POBREZA DEL AGUA (WPI).....	100
9.1.5.2. IMPLEMENTACIÓN DEL INDICADOR DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CUENCA EN EL RÍO BALSILLAS.....	100
9.2. ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	103
9.2.1. CAPITULO I	
CONTEXTO DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA.....	103
9.2.2. CAPITULO II	
RELACIÓN DEL CLIMA Y EL TERRITORIO.....	104
ECOSISTEMA Y BIODIVERSIDAD.....	104
AGUA Y RECURSOS HÍDRICOS.....	105
ALIMENTO Y SEGURIDAD ALIMENTARIA.....	105
SALUD HUMANA.....	105
ENERGÍA.....	105
DESASTRES.....	105
CULTURA.....	105
9.2.3. CAPITULO III	
EL AGUA Y SU ENTORNO.....	105
CALENTAMIENTO GLOBAL Y EL AGUA.....	106
LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS.....	106
COMPONENTES DE LA CUENCA.....	107
SECTORIZACIÓN DE LAS CUENCAS.....	108
USO DEL AGUA.....	109
PRECIPITACIÓN SOBRE EL CAUCE.....	109
INFILTRACIÓN - PERCOLACIÓN.....	109
EVAPOTRANSPIRACIÓN.....	110
ESCURRIMIENTO.....	110
INUNDACIONES.....	110
RIESGOS POR INUNDACIONES O DESBORDAMIENTO DE RÍOS.....	110
9.2.4. CAPITULO IV	
INCIDENCIA EN LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CUENCA.....	111
CAMBIO CLIMÁTICO Y RECURSOS HÍDRICOS.....	112
VULNERABILIDAD.....	112
LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL.....	112
ADAPTACIÓN.....	113
9.2.5. CAPITULO V	
FICHA TÉCNICA DEL IVCEC.....	114
10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	115
11. CONCLUSIONES.....	117
12. RECOMENDACIONES.....	119

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

13. REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA)	121
ANEXOS	

TABLA DE CONTENIDO IMÁGENES

IMAGEN 1: DIVISIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO DE MOSQUERA.....	14
IMAGEN 2: ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL RIO BALSILLAS EN EL SECTOR LOS PUEBLOS	14
IMAGEN 3: ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA	26
IMAGEN 4: ESQUEMA DEL ÍNDICE DE FORMA DE LA CUENCA.....	48
IMAGEN 5: ESQUEMA DE LA RELACIÓN DE ELONGACIÓN DE LA CUENCA	49
IMAGEN 6: ESQUEMA DEL RECTÁNGULO EQUIVALENTE DE LA CUENCA.....	50
IMAGEN 7: ESQUEMA DEL ORDEN DE LA CUENCA.....	57
IMAGEN 8: ESQUEMA DE LA RED DE DRENAJE DEL RIO BALSILLAS	59
IMAGEN 9: ESQUEMA DE RED DE DRENAJE	60
IMAGEN 10: LUGAR DONDE SE REALIZÓ EL MUESTREO.....	65
IMAGEN 11: DELIMITACIÓN DEL TRAMO DONDE SE REALIZÓ EL MUESTREO	66
IMAGEN 12: DISTANCIA ENTRE VERTICALES	66
IMAGEN 13 Y 14: TOMA DE CAUDAL CON CORRENTÓMETRO	67
IMAGEN 15 Y 16: TOMA DE CAUDAL CON FLOTADOR	68
IMAGEN 17: LONGITUD VERTICAL DE LA CUENCA	69
IMAGEN 18: PERFIL LONGITUDINAL	71
IMAGEN 19: TOMA DE SEDIMENTOS DEL RIO	76
IMAGEN 20, 21 Y 22: CONO IMHOFF CON SEDIMENTACIÓN	77
IMAGEN 23 Y 24: CRISOLES CON SEDIMENTOS	78
IMAGEN 25 Y 26: PAPEL CON SEDIMENTOS.....	79
IMAGEN 27: PERFIL DE LAS TERRAZAS DE INUNDACIÓN	80
IMAGEN 28, 29, 30 Y 31: TOMA DE MEDIDA TERRAZAS DE INUNDACIÓN	81
IMAGEN 32, 33 Y 34: TOMA DE MUESTRAS DE AGUA DEL RIO BALSILLAS	82
IMAGEN 35, 36, 37, 38, 39 Y 40: ANÁLISIS DE MUESTRAS DE AGUA DEL RIO BALSILLAS.....	83

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

TABLA DE CONTENIDO TABLAS

TABLA 1: ESTACIONES METEOROLÓGICAS	25
TABLA 2: VALOR DE PRECIPITACIONES MEDIAS EN 20 AÑOS	28
TABLA 3: CLASIFICACIÓN DE PISOS TÉRMICOS SEGÚN CALDAS LAND	40
TABLA 4: CLASIFICACIÓN SEGÚN EL FACTOR DE HUMEDAD.....	40
TABLA 5: CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN KOPPEN	43
TABLA 6: DATOS DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA (CAR) DEL RIO BALSILLAS	46
TABLA 7: DATOS GENERALES DE LA CUENCA	47
TABLA 8: ÍNDICE DE PENDIENTE	52
TABLA 9: DATOS DE LA CUENCA	53
TABLA 10: CLASES DE DENSIDAD DE DRENAJE	58
TABLA 11: PARÁMETROS HIDRÁULICOS DE LA CUENCA	65
TABLA 12: DATOS DE CAUDAL CON CORRENTÓMETRO.....	67
TABLA 13: DATOS DE CAUDAL CON FLOTADOR	68
TABLA 14: SINUOSIDAD DE LA CUENCA EN DOS PUNTOS ESPECÍFICOS.....	70
TABLA 15: ORTOFOTOMOSAICO DEL RIO BALSILLAS	70
TABLA 16: MEDIDAS DE LA PROFUNDIDAD DEL RIO	74
TABLA 17: RESULTADOS DE LOS SÓLIDOS SEDIMENTABLES.....	77
TABLA 18: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUA POTABLE Y AGUA PARA CONSUMO HUMANO	84
TABLA 19: CATEGORÍA DEL IRH	86
TABLA 20: CATEGORÍA DEL ÍNDICE DE SEQUÍA Y PRECIPITACIÓN.....	86
TABLA 21: CATEGORÍA DEL ÍNDICE PUNTUAL	88
TABLA 22: RESULTADO DEL ÍNDICE PUNTUAL POR ESTACIONES	88
TABLA 23: CATEGORÍA DEL ÍNDICE ACUMULADO.....	90
TABLA 24: RESULTADOS DEL ÍNDICE ACUMULADO POR ESTACIONES	90
TABLA 25: CATEGORÍA DEL ÍNDICE CATEGÓRICO.....	92
TABLA 26: RESULTADOS DEL ÍNDICE CATEGÓRICO	93
TABLA 27: WPI MUNICIPIO DE MOSQUERA	94
TABLA 28: CLASIFICACIÓN DEL ÍNDICE DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CUENCA	96
TABLA 29: RANGO DE LAS CATEGORÍAS DEL USO DEL SUELO EN COLOMBIA	97
TABLA 30: RANGO DE LOS ÍNDICES ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA	98
TABLA 31: RANGO DE LOS NIVELES DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL	99
TABLA 32: RANGOS DEL WPI (ÍNDICE DE POBREZA DEL AGUA)	100
TABLA 33: RESULTADOS DEL IVCEC	101

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

TABLA DE CONTENIDO GRÁFICOS

GRÁFICO 1: METODOLOGÍA DEL PROYECTO.....	23
GRÁFICO 2: PRECIPITACIONES MULTIANUALES POR ESTACIONES.....	27
GRÁFICO 3: CURVA IDF ESTACIÓN TIBAITATA	30
GRÁFICO 4: CURVA IDF ESTACIÓN BOJACÁ	30
GRÁFICO 5: CURVA IDF ESTACIÓN EL FUTE	31
GRÁFICO 6: CURVA IDF ESTACIÓN ACAPULCO	32
GRÁFICO 7: CURVA IDF ESTACIÓN CASABLANCA.....	32
GRÁFICO 8: ROSA DE VIENTOS ESTACIÓN TIBAITATA	34
GRÁFICO 9: ROSA DE VIENTOS ESTACIÓN EL DORADO CATAM.....	35
GRÁFICO 10: TEMPERATURAS ANUALES POR ESTACIÓN	36
GRÁFICO 11: HUMEDAD RELATIVA MULTIANUAL POR ESTACIÓN.....	37
GRÁFICO 12: NUBOSIDAD MEDIOS, MÁXIMOS Y MÍNIMOS POR ESTACIÓN	38
GRÁFICO 13: CLIMOGRAMA ESTACIÓN TIBAITATA.....	39
GRÁFICO 14: CLIMOGRAMA ESTACIÓN ACAPUCO	41
GRÁFICO 15: HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA MEDIA POR ESTACIONES	44
GRÁFICO 16: PRECIPITACIÓN Y HUMEDAD RELATIVA MEDIA POR ESTACIONES	45
GRÁFICO 17: CURVA HIPSOMÉTRICA	54
GRÁFICO 18: HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS ALTIMÉTRICAS.....	55
GRÁFICO 19: POLÍGONO DE FRECUENCIA DE ALTITUDES.....	56
GRÁFICO 20: CURVA DE DURACIÓN	61
GRÁFICO 21: CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL	62
GRÁFICO 22: VOLUMEN ACUMULADO	63
GRÁFICO 23: CAUDAL DE LA CUENCA.....	64
GRÁFICO 24: PENDIENTE DEL LADO IZQUIERDO DE LA CUENCA.....	74
GRÁFICO 25: PENDIENTE DEL MEDIO DE LA CUENCA.....	75
GRÁFICO 26: PENDIENTE DEL LADO DERECHO DE LA CUENCA	75

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

Evaluación de la variabilidad climática del río Balsillas a través eventos hidroclimáticos del año 2.000 al año 2.019.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El cambio climático es un problema que crece continuamente y está afectando cada día más al planeta y a los seres que habitamos en él. Esto se le atribuye a que el ser humano ha buscado la extracción desmedida de minerales y otros recursos naturales, en búsqueda de la creación de productos que solventen las necesidades básicas y que además sostengan la demanda del consumo masivo de las poblaciones.

Debido a este desarrollo del ser humano, han ocurrido una serie de problemas en la naturaleza que hoy en día son irreparables e irreversibles como lo son: el derretimiento de las masas glaciares, el ascenso volumétrico del nivel del mar, cambios en los ciclos de floración y fructificación de las plantas, calentamiento global, entre otros. El producto de todos estos problemas es que se han desencadenado algunos fenómenos meteorológicos y de otras índoles como inundaciones, huracanes, fuertes lluvias, sequía, aumento de temperatura, incendios, desertización, pérdida de biodiversidad y muchos más, afectando, no solo a las áreas rurales si no a las grandes ciudades que han tenido cambios en su calidad de vida. (IDEAM, 2014)

Colombia siendo el país número uno con mayor biodiversidad, es uno de los más vulnerables del mundo a los efectos de este fenómeno, debido a que el 50% del territorio nacional es de régimen hidrológico. Dichas consecuencias se han visto en las actividades económicas, el abastecimiento de la población y los niveles de amenaza natural, produciendo en algunas regiones del país la disminución en el promedio de lluvias anuales, mientras que en otras se registran aumentos. (Minambiente, 2020)

En 1.992 se origina uno de los hechos más importantes en la historia de Colombia a causa del cambio climático, ya que se generó una fuerte sequía a la que se le denomina fenómeno “El Niño”, este es un evento climático que se presenta cada cierto número de años por el calentamiento del Océano Pacífico, sus efectos son notables en el norte de la región Pacífica, los departamentos de la región Andina y los departamentos de la región Caribe, por tal se decretó oficialmente el retraso de una hora en la jornada laboral nacional, hubo racionamientos de agua y cortes de energía eléctrica. (WWF, 2019)

“20 años después se lidió con el fenómeno denominado “La Niña” y las graves pérdidas económicas y humanas que sus intensas lluvias ocasionaron desde el Caribe hasta el altiplano cundiboyacense.” (WWF, 2019)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Por lo tanto, no se conocen estudios que permitan identificar los cambios que han tenido las cuencas hídricas en Colombia a causa del cambio climático, como por ejemplo El Río Balsillas ubicado en el municipio de Mosquera y afluente hídrico de la Laguna la Herrera. Donde se ha visto contaminado por vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales, afectando la calidad del agua, las coberturas vegetales aledañas y desestabilizando el ecosistema de aves migratorias que llegan a la Laguna, además en transformaciones climáticas zonales.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A partir de los cambios ocurridos en la zona durante los últimos 20 años, ¿cómo evaluar la variabilidad climática de la cuenca del río Balsillas a través de eventos hidroclimáticos?

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la variabilidad climática de la cuenca del río Balsillas a través de eventos hidroclimáticos en el periodo comprendido de los años 2.000 al año 2019.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las características hidroclimáticas de la cuenca del río Balsillas.
- Diseñar un indicador que evalúe y determine la variabilidad climática a través de la dinámica de los eventos hidroclimáticos de la cuenca del río Balsillas.
- Crear una estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático mediante el diseño de una ficha técnica.

4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. JUSTIFICACIÓN

El cambio climático en Colombia y en el mundo ha venido afectando gran parte de los recursos naturales gracias a las actividades humanas que a través de la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) (Minambiente, Causas del Cambio Climático, 2020) generando gases de efecto invernadero, arrasando con la biodiversidad, glaciares y océanos, que con el transcurrir del tiempo se va reflejando de manera distinta en cada lugar del mundo.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

En Colombia se puede evidenciar el cambio climático a través de fenómenos climáticos cambiantes en las temporadas de lluvia y sequía que se presentan en el territorio según como lo determina el IDEAM:

*El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, IDEAM, dice que la evidencia histórica muestra un **aumento significativo en las sequías y en las precipitaciones extremas** en los últimos treinta años y se pronostica un incremento de cerca de 0,9 grados centígrados para el 2.040 y de 2,4 grados centígrados a final de siglo en la temperatura del país.*

Allí se hacen proyecciones de cómo se pueden ver afectados el recurso hídrico, el hábitat humano, la biodiversidad, la infraestructura, la salud y la seguridad alimentaria. Según el documento, el 100 por ciento de los municipios de Colombia tiene algún grado de riesgo por cambio climático y en 2.040 el 25 por ciento estará en riesgo alto y muy alto de sufrir fuertes impactos. ¹ (MINCIENCIAS, 2018)

Es así como el acuerdo 790 del 2020 declara la emergencia Climática en Bogotá D.C. como un asunto prioritario de gestión pública, buscando por medio del ordenamiento territorial alrededor del agua y del río Bogotá una conectividad ambiental que permita reducir la vulnerabilidad y adaptación de la población de la región ante eventos climáticos.

Por medio de herramientas, políticas, planes, programas y proyectos que son adelantados por el Distrito Capital, donde se pretende minimizar el riesgo que causa el cambio climático en los ecosistema existentes en las diferentes localidades y la relación con la población aledaña a esos lugares, coordinando y direccionando de manera adecuada los usos del suelo por medio de un Plan de Ordenamiento territorial y un uso proporcional y eficiente del agua, creando sistemas de drenajes sostenibles, huertas orgánicas, conservando los servicios ambientales y ecosistémicos fortaleciendo poco a poco la seguridad alimentaria, la educación ambiental y la conciencia ciudadana sobre la emergencia climática

Esta emergencia estructural requiere de acciones urgentes en materia de mitigación y adaptación, considerando el cambio climático como el centro de todas las decisiones, estrategias e instrumentos de planeación del territorio, evitando al máximo catástrofes de pérdidas humanas y ambientales producidas por los fenómenos ambientales generados por el cambio climático. (D.C., 2020)

¹ La información proviene de la tercera comunicación nacional de cambio climático (2017). El mecanismo en el cual se analiza la vulnerabilidad de Colombia ante este fenómeno planetario y que busca servir como herramienta para la gestión territorial.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Es por esto que, a través de muchos estudios realizados para proyectos, planes, programas y demás se han creado indicadores que facilitan los procesos de diagnóstico y seguimiento, los cuales permiten cuantificar los cambios que se presentan en determinados contextos, y a su vez poder cumplir con acuerdos, compromisos, planes, programas y proyectos ambientales y así, generar alertas tempranas para el logro de los objetivos planteados. Puesto que el recurso hídrico es uno de los más afectados por el cambio climático como recurso natural finito, que permiten planificar, abastecer y proteger el recurso hídrico para las futuras generaciones.

Dentro de este contexto de referencia, Colombia ha diseñado indicadores hídricos para poder determinar el estado y los cambios de las cuencas.² Por lo tanto, construir un indicador que evalúe y determine la variabilidad climática permitirá de manera cuantitativa verificar y describir características, comportamientos o fenómenos a través de la medición de una variable o una relación entre variables climáticas e hidrológicas. Se puede identificar el cambio que ha tenido la cuenca a través de un tiempo determinado, y a su vez este indicador sirva como estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático en las cuencas más vulnerables de Colombia.

4.2. DELIMITACIÓN

El Municipio de Mosquera se encuentra localizado en la Provincia de la Sabana Occidente, en el Departamento de Cundinamarca con un área total de 107 Km², de los cuales el Área Urbana cuenta con una extensión de 12,8 Km² y el Área Rural 94,2 Km². La mayor parte de su población se encuentra en el sector urbano mientras que un 1,2% se ubica en el sector rural, se encuentran cerca de 80 pequeños y medianos productores de hortalizas, uchuvas, cebada, fresas, tomate y pastos que contribuyen a la economía del municipio. (Mosquera, 2020)

El municipio cuenta con un tipo de relieve plano a ligeramente ondulado que se localiza en la planicie lacustre aluvial a lo largo del río Balsillas, en el cual se establecen las áreas de protección como lo son: río Bogotá, río Bojacá, río Subachoque, Distrito de Manejo Integrado (DMI) – Gualí Tres Esquinas y Lagunas de Funzhé, Laguna la Herrera, Humedal la Tingua y Meandro del Say.

² “Para explicar el estado en cuanto a la cantidad y calidad del agua en Colombia, se desarrolló el “Sistema de Indicadores Hídricos” que pretenden responder a los cuestionamientos sobre la disponibilidad del recurso y las restricciones por afectaciones a la oferta o a la calidad. Estos índices están asociados al régimen natural (Índice de Aridez - IA, Índice de Regulación Hídrica - IRH) y a la intervención antrópica (Índice de Uso del Agua - IUA, Índice de Vulnerabilidad al desabastecimiento- IVH, Índice de Amenaza Potencial por Afectación a la Calidad del Agua - IACAL e Índice de Calidad del Agua - ICA).” (IDEAM, 2014)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Para el año 2020, de acuerdo con el Censo Nacional de Población y Vivienda -CNPV2018 realizado por el DANE, el municipio de Mosquera cuenta con un total proyectado de 150,665 habitantes. Podemos evidenciar que la gran mayoría de esta población se encuentra ubicada en la cabecera municipal, con 148.715 habitantes, equivalentes al 98.8% del total de la población.

La mayoría de población se concentra en jóvenes y adultos en edad productiva que comprende los 20 años hasta los 44 años. (Mosquera, 2020)

El Río Balsillas se localiza en el barrio el mirador ubicado a 6 Km del municipio de Mosquera, con coordenadas geográficas de 4°68'26" Norte y 74°25'75" Oeste del Meridiano de Greenwich, en la Vereda los Puentes circundada por los cerros de Mondoñedo, en la región natural del altiplano Cundinamarqués a una altura de 2800 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), con una temperatura promedio de 15.4°C, y a una distancia de 23 Km de la Capital del país. (CUNDINAMARCA, 2005)

El río Balsillas cuenta con actividad económica a su alrededor en su mayor parte la agricultura, que debido a su desarrollo intensivo ha venido agotando el recurso hídrico, además muchos de los asentamientos aledaños al río son un foco de contaminación por la falta de tratamiento de sus aguas residuales presentando problemas de eutrofización, sedimentación y colmatación, afectando de forma directa a la laguna La Herrera y la biodiversidad presente a sus alrededores teniendo en cuenta que esta es un importante refugio de paso para aves migratorias.

El municipio de Mosquera se ha considerado como el mayor emisor de Gases Efecto Invernadero (GEI), que son altamente nocivos en especial para ecosistemas de montaña como páramos, bosque andino y alto andino. Mosquera es un municipio donde se realiza la extracción minera y además es uno de los principales corredores viales para el ingreso diario de vehículos de carga pesada a la capital del país. (Colombia, 2020)

Como consecuencia, en el municipio ha disminuido la disponibilidad hídrica, producto de los fenómenos climáticos, logrando afectar la capacidad de retención y regulación de los suelos en áreas donde actualmente han sido tituladas para extracción minera, así como también en áreas donde se tienen previstas actividades de exploración y posibles explotaciones de hidrocarburos.

A continuación, en la **imagen 1** se muestra la ubicación del municipio de Mosquera dentro del departamento de Cundinamarca, delimitando el área estudio en color rojo y en la **imagen 2** se muestra en un mapa satelital de la localización geográfica del río Balsillas en el sector los Puentes.

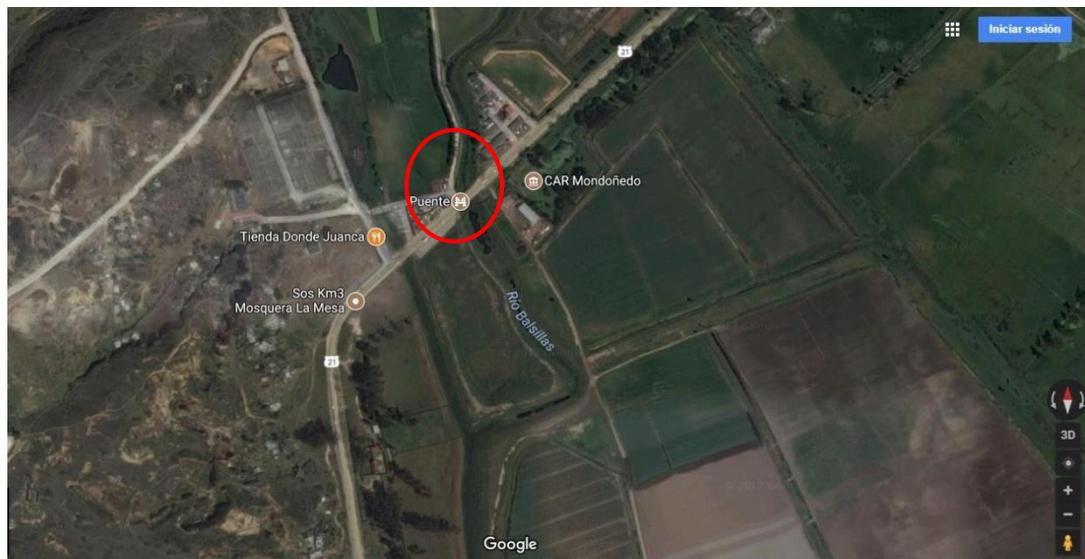
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Imagen 1. División Geográfica del Municipio de Mosquera



Nota. La imagen representa la división geográfica del departamento de Cundinamarca Indicado donde está ubicado el municipio de Mosquera. Elaboración propia.

Imagen 2. Localización Geográfica del Río Balsillas en el Sector los Puentes



Nota. La imagen representa la localización geográfica de donde nace el río Balsillas. Tomado de Google Maps 2021. (<https://www.google.com/maps/@4.6670863,74.25383,1876m/data=!3m1!1e3?hl=es>)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. MARCO TEÓRICO

Con el Plan Regional Integral de Cambio Climático de Bogotá – Cundinamarca (PRICC), se busca generar investigación aplicada y conocimiento técnico orientado a la toma de decisiones para enfrentar el cambio climático y apoyar a la implementación de medidas de mitigación y adaptación que adelantan las instituciones gubernamentales de la Región Capital.

Es así como se establecen unos lineamientos para la Región Capital y para entidades territoriales, aplicando para este proyecto los siguientes lineamientos;

4.2 LINEAMIENTOS PARA LA INCORPORACIÓN DEL RIESGO EN LA REGIÓN CAPITAL EN EL CONTEXTO DE UN CLIMA CAMBIANTE: AVANZANDO HACIA LA ADAPTACIÓN Y UN DESARROLLO BAJO EN CARBONO

4.2.1 Lineamientos generales para la Región Capital

VII) Los procesos de asistencia técnica que se diseñen deben tener en consideración: a) la capacidad institucional del municipio o grupo de municipios seleccionados, b) los impactos del cambio climático y de los fenómenos de la Niño y Niña, c) la frecuencia y recurrencia de eventos históricos de desastres de acuerdo con registros históricos impactos, d) las amenazas presentes en cada municipio y los posible impactos (económicos, infraestructura, ecológicos y de medios de vida), de las mismas a nivel regional y local, e) la capacidad de soporte territorial de acuerdo a con el estado y dinámica de los ecosistemas, f) la construcción y definición de políticas correctivas de acuerdo a los riesgos específicos articuladas a estrategias adaptativas que aporten a resolver los problemas de uso y ocupación asociadas a condiciones de vulnerabilidad de la población y los bienes públicos, g) identificación de factores de estrés adicional a nivel territorial (como la minería u obras de infraestructura) que puedan ser generadoras de riesgos futuros y de condiciones que debilitan la capacidad de adaptación local.

4.2.3 Lineamientos específicos para las entidades territoriales

III) Desde el punto de vista de la adaptación las tareas del departamento en materia de OT, de determinar escenarios de uso y ocupación, en función de los objetivos de desarrollo económico y social, considerando las potencialidades y limitantes biofísicos, económicos y culturales y buscando el potencial óptimo del ambiente, son fundamentales puesto que pueden recoger los resultados de los

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

escenarios de cambio climático y dinámica que ha implicado a nivel territorial el impacto de los fenómenos del Niño y la Niña para la región. Incorporar estos elementos de variabilidad y cambio climático, en los escenarios de uso y ocupación y en los modelos territoriales regionales, facilitará la comprensión de los procesos de adaptación y mitigación en la planificación municipal, en el mediano y largo plazo, teniendo en cuenta los principios de coordinación, subsidiaridad, concurrencia y complementariedad.

IV) Dada la dinámica de crecimiento no solo poblacional sino económico, la alta demanda por cambios en el uso del suelo, se deberán revisar y ajustar las determinantes ambientales relacionadas con las áreas de producción agrícola, pecuaria, forestal y minera (zona rural y suburbana) y las determinantes relacionados con el uso del suelo urbano y de expansión urbano, definidas por la CAR especialmente en los municipios Soacha, Facatativá, Zipaquirá, Fusagasugá, Girardot, Chía, Mosquera, Funza, Madrid y Cajicá, dado que son los de mayor crecimiento en el departamento.

IX) Con relación a la sabana de Bogotá, es importante que los municipios acojan las reglamentaciones del MADS en términos del mandato del art 61 de la ley 99 de 1993, que hace referencia a la sabana de Bogotá, sus páramos, aguas, valles aledaños, cerros circundantes y sistemas montañosos como de interés ecológico nacional, cuya destinación prioritaria será la agropecuaria y forestal"; y al cumplimiento a la resolución 222 del 3 de agosto de 1.994, la cual aplica para los municipios de Bojacá, Cajicá, Chía, Chocontá, Cogua, Cota, Cucunuba, Facatativa, funza, Gachancipá, Guasca, Guatavita, La Calera, Madrid, Mosquera, Nemocón, Bogotá D.C, Sesquilé, Sibaté, Soacha, Sopo, Subachoque, Suesca, Tabio, Tausa, Tenjo, Tocancipa, Villapinzón y Zipaquirá.

XI) En el Distrito Capital y los municipios del borde urbano occidental se recomienda fortalecer la estrategia de recuperación y protección del Río Bogotá, definiendo una clasificación compatible con el mismo, categorías y usos del suelo que faciliten la recuperación ambiental, con el propósito de que las nuevas obras estructurales para recuperar la capacidad hidráulica de los cauces y para reducir el riesgo de desbordamiento, junto con la adecuación paisajística, no sean invadidos o reproduzcan la vulnerabilidad que se quiere reducir, por nuevas ocupaciones en condiciones urbanísticas no adecuadas a estos propósitos. (IDEAM, 2014)

Con los Objetivos del Desarrollo Sostenible se quiere poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2.030. Se incluyen Objetivos que brindaran un soporte constructivo para la viabilidad del proyecto:

6. Agua limpia y saneamiento básico: *Garantizar la disponibilidad de agua y su saneamiento para todos.*

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

11. Ciudades y comunidades sostenibles: *Lograr que las comunidades asentamientos humanos sean inclusivos y seguros.*

12. Producción y consumo responsable: *Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.*

13. Acción por el clima: *Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático.* (PNUD, 2015)

5.2. MARCO CONCEPTUAL

Cambio Climático: “De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), éste se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. (IDEAM, CAMBIO CLIMATICO, 2014)

Calentamiento global: “Es un aumento, en el tiempo, de la temperatura media de la atmósfera terrestre y de los océanos”. (Soza, 2005)

Contaminación: “Hablamos de contaminación cuando en un entorno ingresan elementos o sustancias que normalmente no deberían estar en él y que afectan el equilibrio del ecosistema”. (Eafit, 2006)

Desertización: “Es el desgaste que sufre la superficie de la tierra por la acción de las fuerzas naturales. Es una serie de procesos naturales, sean de naturaleza física o química que desgastan y destruyen los suelos y rocas de la corteza del planeta”. (Bogotá, 2020)

Efecto Invernadero: “La temperatura del planeta es controlada por el balance entre la cantidad de energía solar que entra al planeta versus cuánta de esa energía se pierde al ser reflejada (re-irradiada) por la Tierra al espacio”. (IDEAM, CAMBIO CLIMATICO, 2014)

Variabilidad Hidroclimática: “Los fenómenos hidroclimáticos tienen componentes deterministas y de aleatoriedad; de este modo, se tiene un sistema gobernado por la física, en el cual, iguales estados del sistema pueden generar resultados distintos. Esa posibilidad de distintos resultados es entendida desde la estadística y la física como variabilidad”. (Velasco, 2016)

Objetivos del Desarrollo Sostenible: “Los Objetivos de Desarrollo Sostenible, también conocidos como Objetivos Mundiales, se adoptaron por todos los Estados Miembros en

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

2.015 como un llamado universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2.030". (PNUD, 2015)

Sistemas Climáticos: Al sistema climático planetario se le pueden atribuir dos características: dinámico y complejo. En 1.975 la Organización Meteorológica Mundial definió el Sistema Climático como constituido por: La atmósfera (la capa gaseosa que envuelve la Tierra), la hidrósfera (el agua dulce y salada en estado líquido), la criosfera (el agua en estado sólido), la litósfera (el suelo) y la biosfera (el conjunto de seres vivos que habitan la Tierra). El clima es consecuencia del equilibrio que se produce en la interacción entre esos cinco componentes. (IDEAM, CAMBIO CLIMATICO, 2014)

Variabilidad Climática: "Se refiere a las variaciones en el estado medio y otros datos estadísticos (como las desviaciones típicas, la ocurrencia de fenómenos extremos, etc.) del clima en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados". (IDEAM, CAMBIO CLIMATICO, 2014)

Indicador Ambiental: Es una medida que puede evaluar diferentes variables ya sea de origen físico, químico, biológico, social o económico, que permite evaluar toda aquella información ambiental disponible, con el fin de reflejar las condiciones en las que se encuentra el medio ambiente o un factor ambiental particular, en un tiempo y en un lugar determinado.

5.3. MARCO LEGAL

AÑO	TIPO DE NORMA	DESCRIPCIÓN	COMO INTERVIENE EN LA INVESTIGACIÓN
1991	Constitución Política de Colombia	Por medio de la cual se asegura a sus integrantes la vida, la convivencia, el trabajo, la justicia, la igualdad, el conocimiento, la libertad y la paz, dentro de un marco jurídico, democrático y participativo que garantice un orden político, económico y social justo, y comprometido a impulsar la integración de la comunidad latinoamericana.	Es importante ya que varios de los artículos tratan de la sostenibilidad, biodiversidad, conservación de las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación ambiental del país.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

1979	Ley 9	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias y habla acerca de los recursos naturales	Es importante porque en los artículos se definen lineamientos conceptuales y metodológicos correspondientes al manejo de factores ambientales.
1993	Ley 99	Ley del Medio Ambiente, reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, y organiza el Sistema Nacional Ambiental – SINA-, entre otros.	Cuenta con principios y lineamientos que conducen al desarrollo sostenible, calidad de vida y crecimiento económico sin agotar los recursos naturales.
1994	Ley 164	Por medio de la cual se aprueba la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático"	Es importante ya que cuenta con objetivos y lineamientos que permiten estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero, buscando que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.
2018	Ley 1931	Por el cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático.	Es importante porque se establecen y desarrollan principios, cuentan con instrumentos de planificación, sistemas de información, así como instrumentos económicos y financieros para la gestión del cambio climático.
2012	Decreto 1640	Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones.	Es importante, ya que en sus artículos contienen instrumentos y procedimientos que permiten la estructuración de un plan de ordenación y manejo de los recursos de las cuencas, con el fin de preservar, conservar, restaurar, usar y realizar un

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

			manejo sostenible de los recursos naturales renovables.
2015	Decreto 1076	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Es significativo, debido a que en sus artículos contienen políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación.
2016	Decreto 298	Por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático y se dictan otras disposiciones.	Con esta norma se puede aplicar de manera organizada la gestión y mitigación de gases efecto invernadero y la adaptación al cambio climático en el país.
2018	Resolución 0751	Por el cual se adopta la Guía técnica para la formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico continental superficial-PORH y se dictan otras disposiciones.	Con esta norma se puede aplicar de manera organizada los planes de ordenamiento de las cuencas y a su vez ser aplicado por las autoridades ambientales.

Nota. La tabla indica la normatividad vigente utilizada en el proyecto. Elaboración propia.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	PROCEDIMIENTOS
Identificar las características hidroclimáticas de la cuenca del río Balsillas.	Recolectar información mediante la observación realizada al río Balsillas	<ul style="list-style-type: none"> ● Identificar si el agua es para uso urbano o doméstico ● Identificar puntos críticos de contaminación ● Identificar color, turbidez, vegetación. ● Identificar el caudal, temperatura, longitud y área de la cuenca.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

	Elaborar un estudio hidrológico de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> ● Conocer el estado de la cuenca por medio del relieve y etapas de la cuenca. ● Verificar condiciones hidráulicas de la cuenca. ● Realizar el análisis climático de la cuenca.
Diseñar un indicador que evalúe y determine la variabilidad climática a través de la dinámica de los eventos hidroclimáticos de la cuenca del río Balsillas	Realizar un indicador de variabilidad climática para determinar el estado de la cuenca	<ul style="list-style-type: none"> ● Identificar las variables hidroclimáticas a evaluar. ● Evaluar la variabilidad climática. ● Identificar el grado de vulnerabilidad de la población según el índice de variabilidad climática. ● Diseñar un indicador viable para el manejo de la variabilidad climática de la cuenca.
Crear una estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático mediante el diseño de una ficha técnica.	Diseñar la ficha técnica del indicador como herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático.	<ul style="list-style-type: none"> ● Diseñar una ficha técnica donde se especifique el objetivo del indicador, las variables de los eventos hidroclimáticos que se evaluarán y su función como estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático.

Nota. La tabla representa la metodología que se aplicará en el proyecto con sus respectivas actividades. Elaboración propia.

Este proyecto reúne información climática, morfológica e hidrológica necesaria para el desarrollo de los indicadores necesarios para la fácil interpretación y aplicación del IVCEC, donde de forma detallada se grafican índices, formulas y resultados de diferentes variables.

El Índice de Variabilidad Climática para la Evaluación de la Cuenca (IVCEC), se formula por medio de cuatro (4) variables, permitiendo medir aspectos climáticos e hidrológicos, valores de escorrentía y factores como son el uso del suelo y la relación que tiene la oferta hídrica con las actividades socioeconómicas. Además de un mapa geográfico con división por departamentos donde se compara la cuenca del río Balsillas con la información hidroclimática del país.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Dando como resultado herramienta estratégica de mitigación y adaptación oportuna al cambio climático y sus efectos en las cuencas hídricas.

6.1. HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS

Las herramientas empleadas para realizar este proyecto permitiendo identificar variables e indicadores necesarios para desarrollar su contenido.

- Características hidroclimáticas y morfométricas de la cuenca
- Índice de calidad del agua,
- Índices hidroclimáticos
- Índice de pobreza hídrica
- Escorrentía superficial
- Índice de Variabilidad Climática para la Evaluación de la cuenca

6.2. ETAPAS DE CAMPO

Para la recolección de datos en campo se realizó de la siguiente manera:

- Determinación del lugar de muestreo
- Determinar parámetros a muestrear
- Selección de instrumentos
- Recolección de información
- Análisis de datos recolectados

6.3. MATERIALES E INSTRUMENTOS

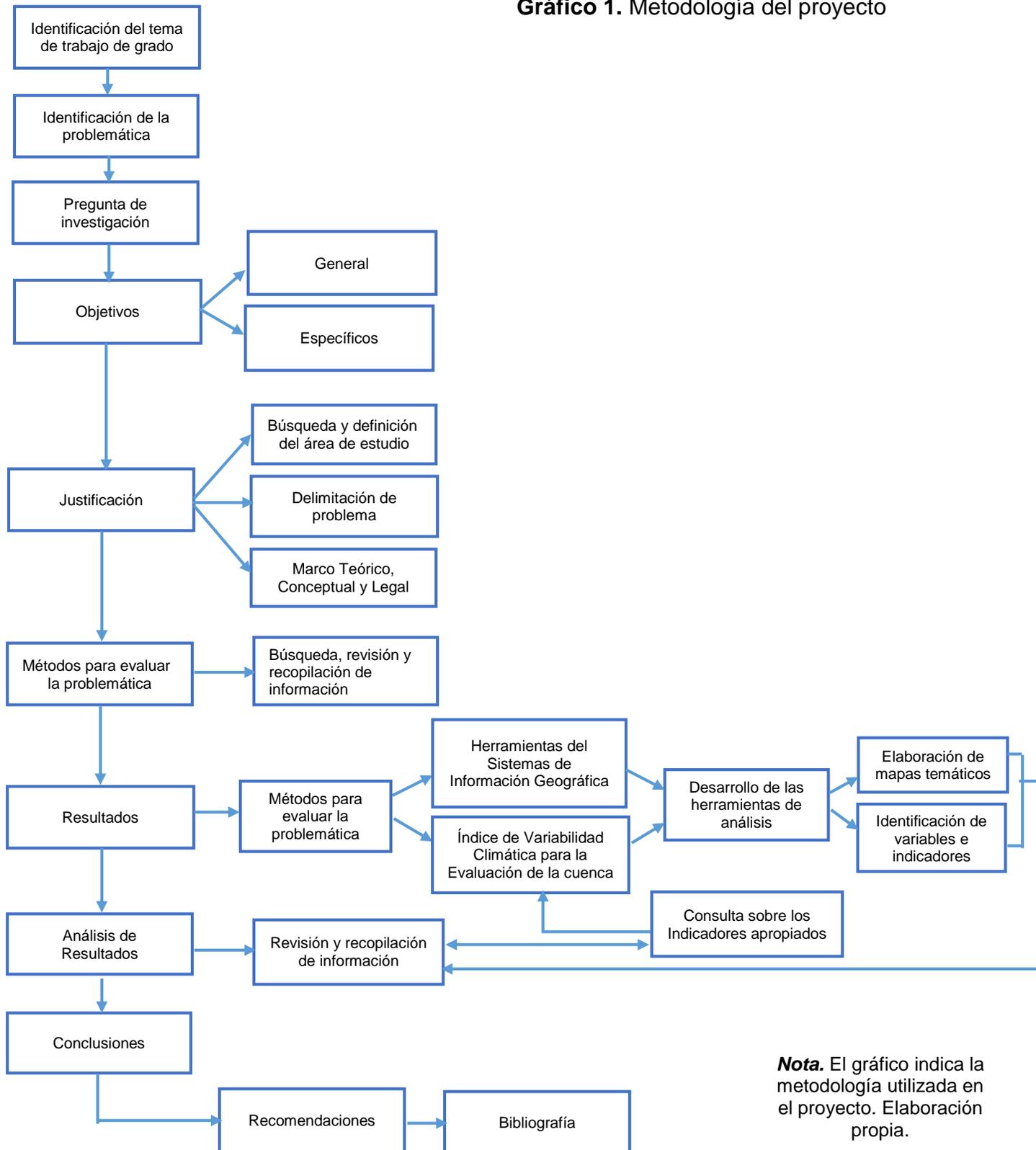
Para el desarrollo de las etapas de campo y recolección de datos se emplearon los siguientes materiales y programas:

- Correntómetro
- Multiparametro
- GPS
- Anemómetro
- Decámetro y
- Jalones
- Programa Arcgis para la elaboración de mapas

A continuación, el **gráfico 1** representa de forma organizada las etapas del proyecto.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Gráfico 1. Metodología del proyecto



Nota. El gráfico indica la metodología utilizada en el proyecto. Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

7. FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN

7.1. FUENTES PRIMARIAS

- Imágenes satelitales digitales tomadas de Google Earth del año 2007 al 2020
- Cartografía Básica a escala 1:10.000 y 1:20.000 con precisión de 95% de los equipos, tomada del IDEAM, IGAC y Datos.gov.co

**Se deja abierta la posibilidad de realizar trabajo de campo, para la captura de información primaria e identificación de áreas susceptibles a procesos de parámetros de estudio, solo si las condiciones sanitarias del país lo permiten y si la universidad cuenta con la disponibilidad de recursos y permisos para el préstamo de equipos.

7.2. FUENTES SECUNDARIAS

- Proyectos de investigación.
- Tesis y artículos de investigación
- Reseñas en periódicos.
- Noticias en portales de investigativos.
- Revistas especializadas.
- Documentos técnicos (Plan Básico de ordenamiento territorial del municipio de Mosquera, Plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, Plan de desarrollo del municipio de Mosquera, entre otros) de entidades territoriales
- Bases de datos hidroclimáticas (precipitación, temperatura, humedad relativa, nubosidad, dirección y velocidad del viento) tomadas de la CAR o IDEAM, con temporalidad de los últimos 20 años.
- Programas con los cuales se desarrollaron los cálculos y valoración de índices (Tablas dinámicas y de cálculo de Excel)
- Muestreo de campo:
 - Parámetros de calidad de agua se realizó por medio de un muestreo puntual
 - Aforo de caudales se realizó por medio de correntómetro y flotador
 - Terrazas de Inundación sus medidas se tomaron por medio de jalones y decámetro
 - Sólidos se realizó se realizó por medio de un muestreo puntual
 - Thalweg se realizó por medio de un muestreo puntual en un tramo determinado

8. DIAGNÓSTICO Y CONTEXTO

8.1. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS HIDROCLIMÁTICAS.

El Rio Balsillas está ubicado a 6 Km del municipio de Mosquera, en la Vereda los Puentes circundada por los cerros de Mondoñedo, en la región natural del altiplano Cundinamarqués a una altura de 2.800 (m.s.n.m.). Nace de los ríos Bojacá y

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Subachoque en la zona de confluencia, punto en la cual ambas corrientes conforman el río Balsillas y que a su vez pertenece a la cuenca Media del río Bogotá. (Bojacá, 2020)

Cuenta con una extensión de aproximadamente 228,46 Km², los usos principales de esta subcuenca son el doméstico, agrícola, industrial, pastos e invernaderos. El área se encuentra clasificada según Holdridge como bosque seco montano bajo, con una precipitación media anual de 640 mm, y una temperatura promedio entre 12 y 18°C. (Mosquera, 2020)

Para conocer otras variables a mayor detalle se realiza un estudio climático de la subcuenca del Río Balsillas con la información de las cinco (5) estaciones meteorológicas más cercanas (Bojacá, Casablanca, Tibaitata, Acapulco y El Fute).

8.1.1. MAPA DE LAS ESTACIONES TRABAJADAS

Las cinco (5) estaciones meteorológicas y pluviométricas seleccionadas para realizar el estudio hidroclimático como se determina en la **tabla 1**, fueron elegidas por la cercanía con el río Balsillas, además cuentan con información climática y meteorológica que permitirá el óptimo desarrollo de este proyecto.

Se realiza un proceso de análisis con los registros de hace 20 años empezando desde el mes de enero del año 2.000 y finalizando el mes de diciembre del año 2.019. En la **imagen 3** se encuentra un esquema de la ubicación de cada una de las estaciones meteorológicas utilizadas para el estudio y el mapa detallado donde se puede apreciar cada una de las estaciones en el **Anexo 1**.

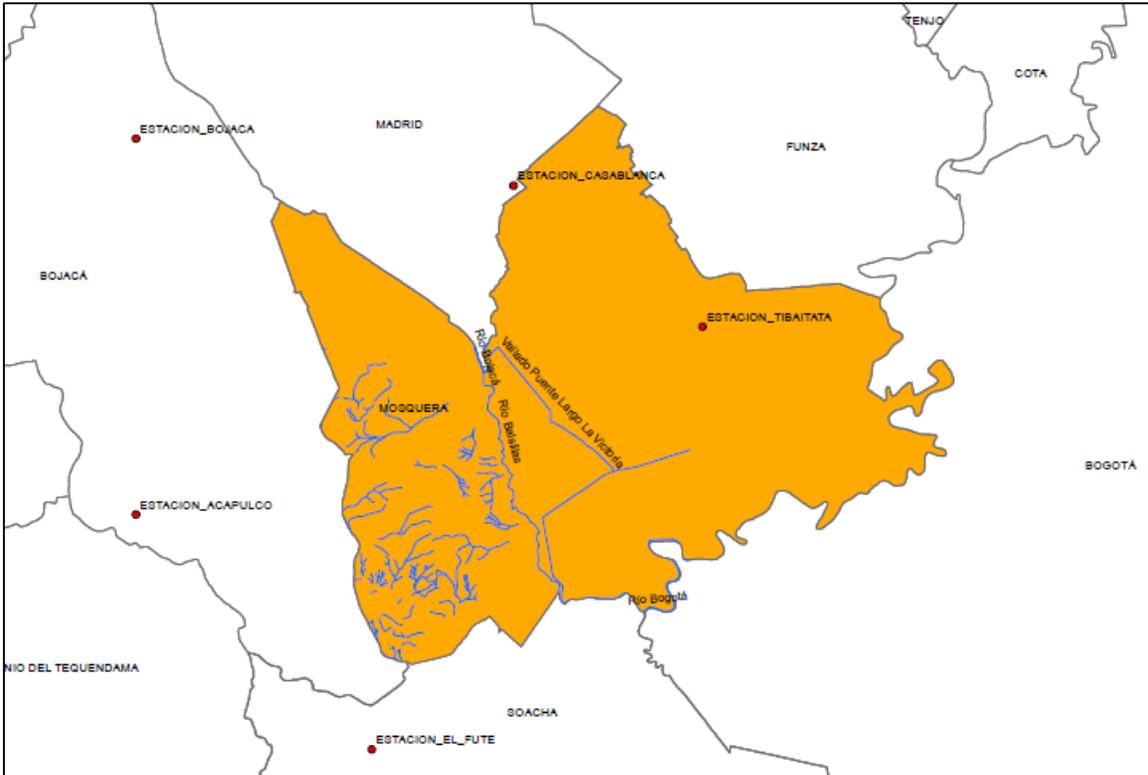
Tabla 1. Estaciones meteorológicas y pluviométricas

Nombre Estación	Ubicación	Tipo	Año Funcionamiento	Altura m.s.n.m.
Tibaitata	Latitud: 4° 41' 19,1" N Longitud: 74° 12' 20,1" W	Agrometeorológica	Marzo 1954	2.543
Bojacá	Latitud: 4°44'00.0" N Longitud: 74°20'00.0" W	Pluviométrica	Marzo 1960	2.603
Acapulco	Latitud: 4°39'13.8" N Longitud: 74°19'59.0" W	Climática ordinaria	Febrero 1990	2.650
Casablanca	Latitud: 4°43'01.6" N Longitud: 74°15'12.0" W	Meteorológica especial	Septiembre 1976	2.575
El Fute	Latitud: 4°36'00.0" N Longitud: 74°17'00.0" W	Pluviográfica	Septiembre 1959	2.525

Nota. La tabla indica la ubicación de las estaciones meteorológicas y pluviométricas más cercanas al río Balsillas. Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Imagen 3. Esquema de Localización de estaciones meteorológicas en la cuenca



Nota. La imagen representa por medio de un esquema la localización de las estaciones meteorológicas más cercanas a la cuenca. Elaboración propia.

8.1.2. PRECIPITACIÓN

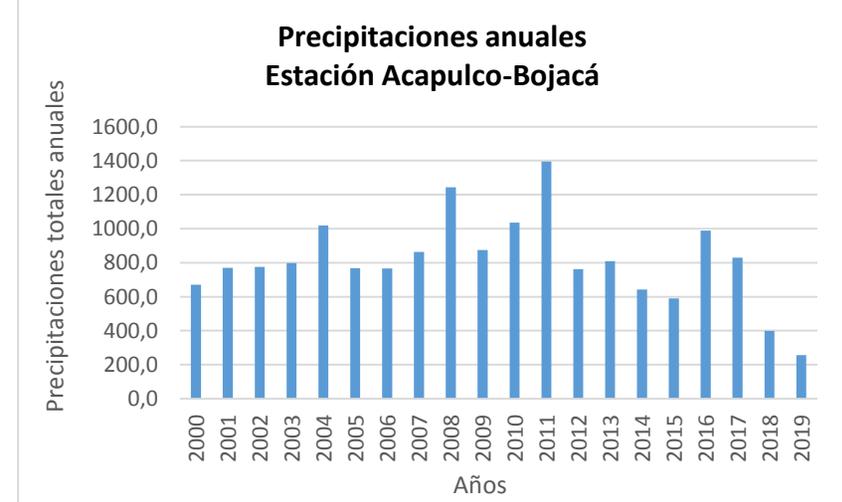
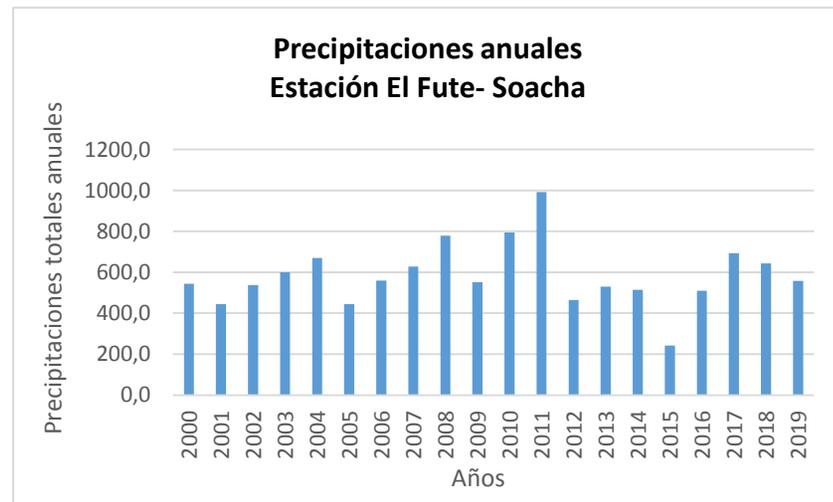
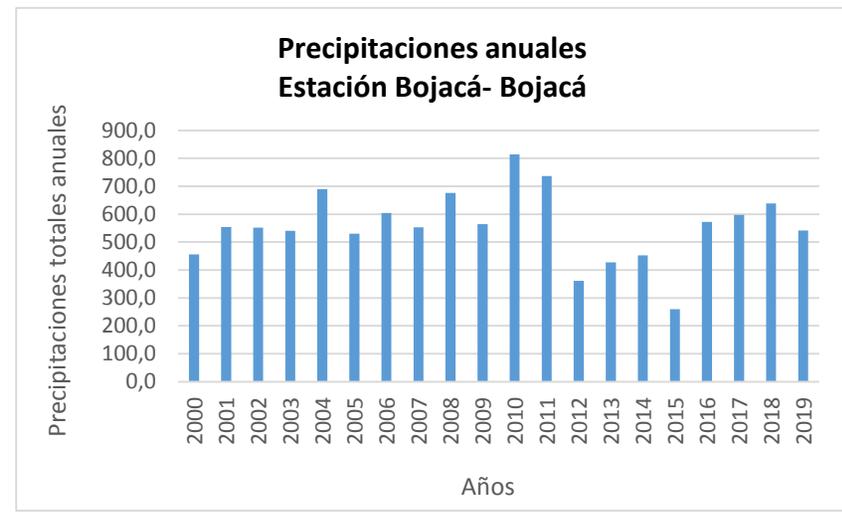
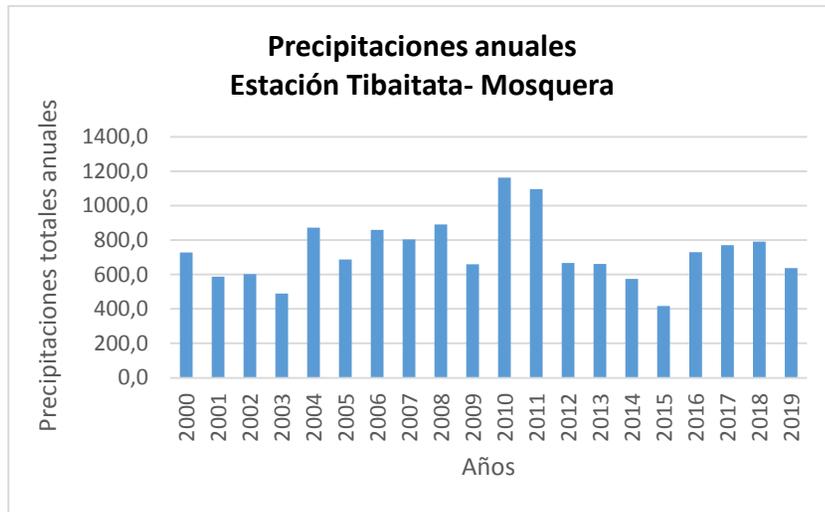
En Colombia el régimen de estaciones es bimodal y en casi todo el territorio se presentan dos estaciones de lluvia, de abril a junio y de agosto a noviembre, y dos períodos secos. (Ecoglobal, 2020)

Como se observa a continuación, en la cuenca se registra una precipitación entre 200 y 1.400 milímetros anuales.

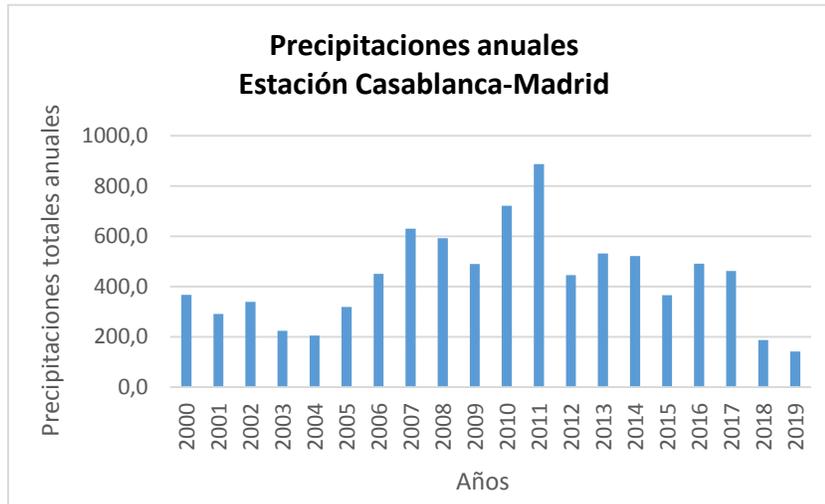
Las estaciones meteorológicas estudiadas presentan las precipitaciones anuales más altas y concentradas principalmente en los años .2010 y 2.011, años en los cuales ocurría el fenómeno de “la Niña” más fuerte en el país el cual se caracteriza por un aumento considerable de las precipitaciones.

También cabe resaltar que el país a mediados del año 2.015 se presentaron precipitaciones anuales muy bajas debido al fenómeno de “El Niño”, el cual tuvo un periodo seco durante el primer trimestre del año, bajando la oferta hídrica del municipio. A continuación, en el **gráfico 2** se muestra el comportamiento multianual de las precipitaciones totales anuales de las diferentes estaciones climáticas estudiadas.

Gráfico 2. Precipitaciones multianuales por estaciones



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Nota. Las gráficas indican las precipitaciones anuales durante los últimos veinte años por estaciones. Elaboración propia.

En las gráficas se puede observar la precipitación total mensual desde el año 2.000 hasta el 2.019 de cada una de las estaciones. De esta manera se puede observar en las gráficas el comportamiento de la precipitación en distintos sectores de la cuenca y los cambios que ha tenido en los periodos intensos del fenómeno del niño y la niña.

En dirección Norte y Sur de la cuenca las estaciones Bojacá, Casablanca y el Fute presentan la menor precipitación, mientras que las estaciones Tibaitata ubicada al Oriente y Acapulco ubicada al Occidente de la cuenca presentan precipitaciones altas durante el periodo de estudio, como lo muestra la **tabla 2** a continuación:

Tabla 2. Valor de precipitaciones medias en 20 años

Nombre Estación	Valor precipitación media en 20 años (mm)
Tibaitata	734.15
Bojacá	556.03
El Fute	584.74
Acapulco	812.70
Casablanca	443.26

Nota. La tabla representa la precipitación media de cada estación durante los últimos veinte años. Elaboración propia.

Las precipitaciones se mantienen en una tendencia cíclica o bimodal, presentando periodos húmedos y secos de acuerdo con los registros de los últimos 20 años.

El fenómeno de la niña se incorpora en el país con una intensidad alta en los años 2.010 y 2.011 presentando las mayores precipitaciones durante los últimos 20 años.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Este fenómeno se repite cada cuatro o cinco años (2.000, 2.004 2.010, 2.011, 2.016, 2.017), unos con alta intensidad y otros con intensidad moderada de lluvia.

Los comportamientos durante el año presentan lluvias en el segundo trimestre (abril, mayo y junio) y cuarto trimestre del año (octubre, noviembre y diciembre) por tal motivo se puede concluir que la cuenca presenta un periodo bimodal, siendo una variable importante para el aumento de desastres naturales y afectación a la población por inundaciones. Ya que la precipitación no es la única variable que causa la inundación, también hay una condición de los materiales litológicos y la geología de la zona.

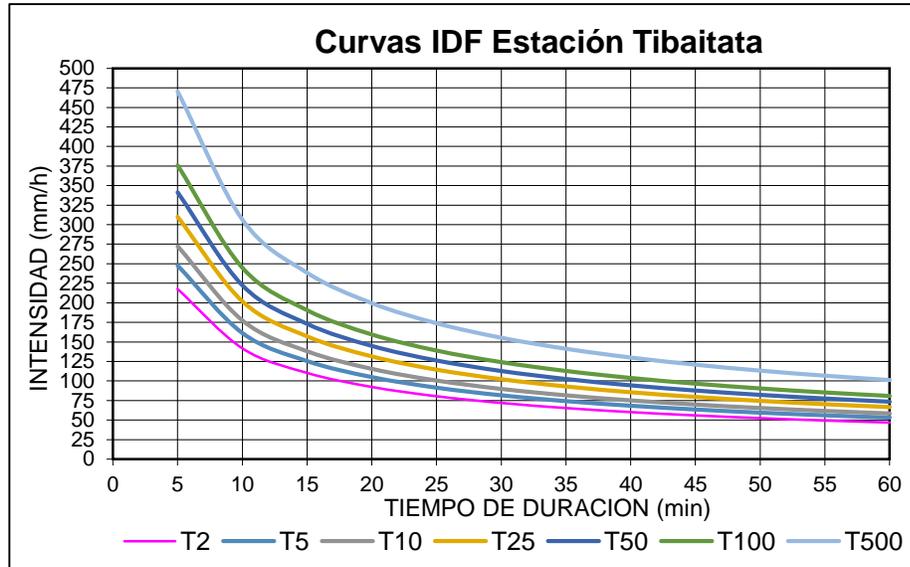
El fenómeno del niño se presentó en el año 2.015 con una intensidad alta, los años (2.001, 2.002, 2.003, 2.006, 2.007, 2.008, 2.009, 2.012, 2.013, 2.014, 2.018, 2019) donde se presentan intensidades de sequía moderada, causando perdida en cultivos y baja demanda hídrica.

8.1.3. CURVAS INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA (IDF) DE LA CUENCA

La Curva Intensidad Duración Frecuencia, representa la intensidad (I) o magnitud de una lluvia fuerte expresada en milímetros por hora, para una duración (D) determinada que usualmente puede ser 30, 60, 90, 120 o 360 minutos y que se estima tiene una probabilidad de ocurrencia, o frecuencia (F) expresada en años, lo que también se conoce como periodo de retorno. (IDEAM, 2014)

La Estación Tibaitata, cuenta con una intensidad de precipitación mínima de 210 mm/h y una máxima de 475 mm/h con un tiempo de duración de 5 min y su periodo de retorno es de 2, 5, 10, 25, 100 y 500 años, disminuyendo cada vez más la intensidad de precipitación, esta se reduce a medida que aumenta la duración de la precipitación como lo muestra el **gráfico 3**.

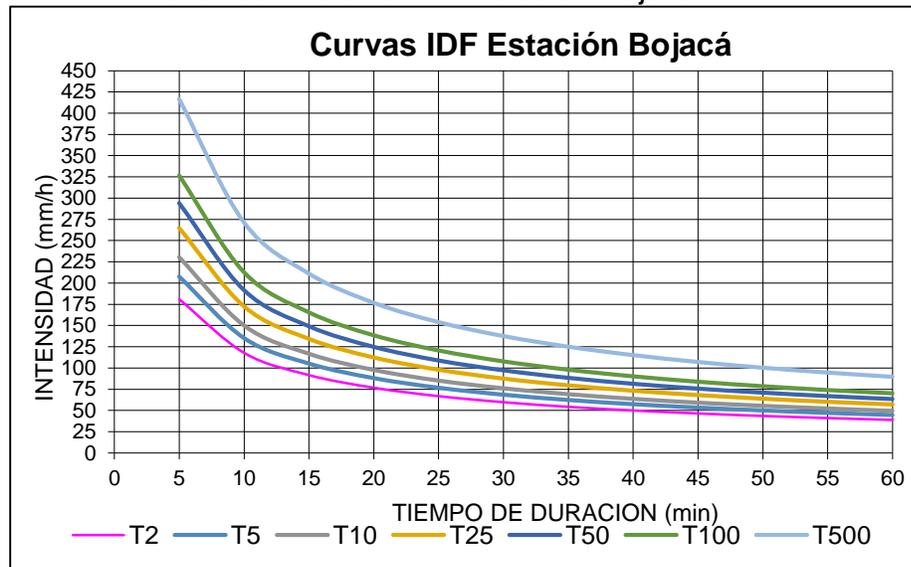
Grafico 3. Curva IDF Estación Tibaitata



Nota. La gráfica indica la curva IDF de la estación Tibaitata. Elaboración propia.

La Estación Bojacá cuenta con una intensidad de precipitación mínima de 176 mm/h y una máxima de 425 mm/h con un tiempo de duración de 5 min y su periodo de retorno es de 2, 5, 10, 25, 100 y 500 años, disminuyendo cada vez más la intensidad de precipitación, esta se reduce a medida que aumenta la duración de la precipitación, como lo muestra el **gráfico 4**.

Gráfico 4. Curva IDF Estación Bojacá

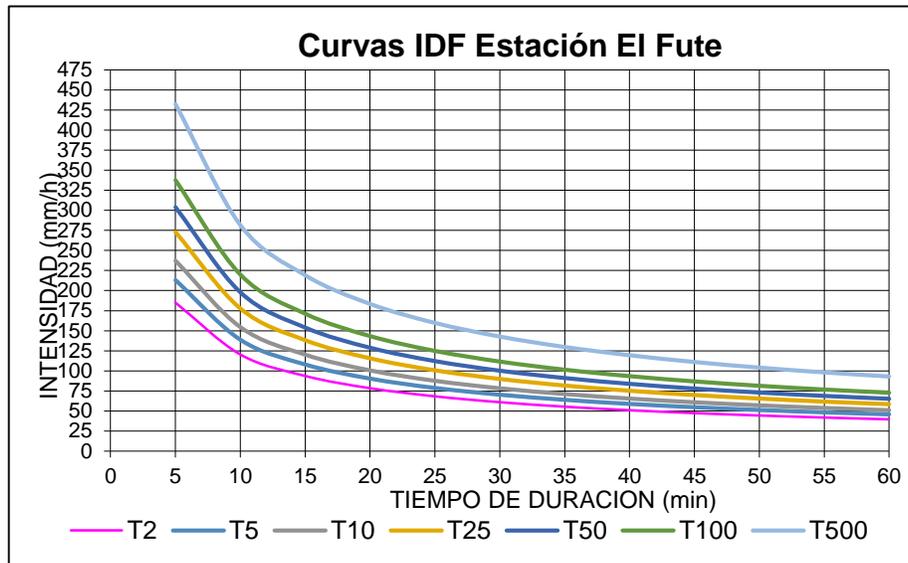


Nota. La gráfica indica la curva IDF de la estación Bojacá. Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

La Estación El Fute cuenta con una intensidad de precipitación mínima de 177 mm/h y una máxima de 426 mm/h con un tiempo de duración de 5 min y su periodo de retorno es de 2, 5, 10, 25, 100 y 500 años, disminuyendo cada vez más la intensidad de precipitación, esta se reduce a medida que aumenta la duración de la precipitación como lo muestra el **gráfico 5**.

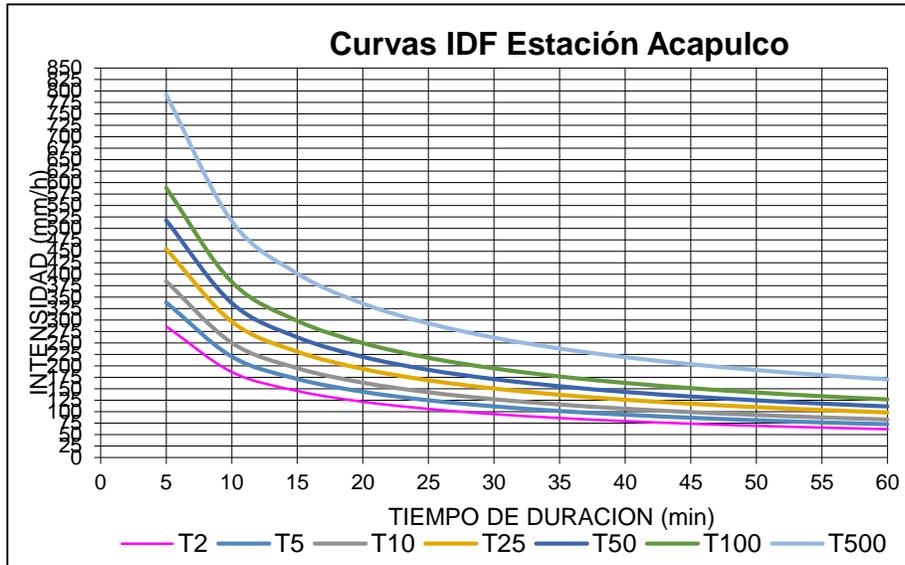
Gráfico 5. Curva IDF Estación El Fute



Nota. La gráfica indica la curva IDF de la estación El Fute. Elaboración propia.

La Estación Acapulco cuenta con una intensidad de precipitación mínima de 276 mm/h y una máxima de 800 mm/h con un tiempo de duración de 5 min y su periodo de retorno es de 2, 5, 10, 25, 100 y 500 años, disminuyendo cada vez más la intensidad de precipitación, esta se reduce a medida que aumenta la duración de la precipitación como lo muestra el **gráfico 6**.

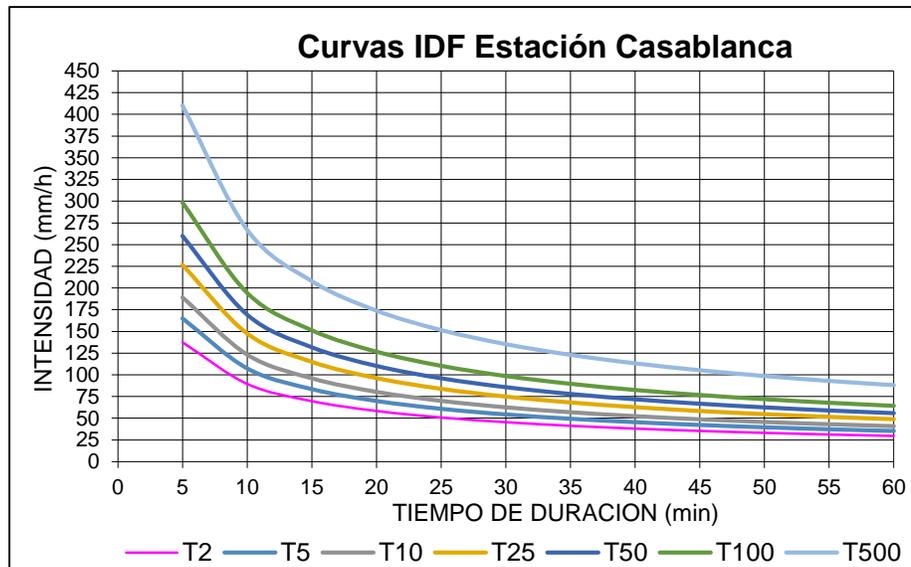
Gráfico 6. Curva IDF Estación Acapulco



Nota. La gráfica indica la curva IDF de la estación Acapulco. Elaboración propia.

La Estación Casablanca cuenta con una intensidad de precipitación mínima de 127 mm/h y una máxima de 405 mm/h con un tiempo de duración de 5 min y su periodo de retorno es de 2, 5, 10, 25, 100 y 500 años, disminuyendo cada vez más la intensidad de precipitación, esta se reduce a medida que aumenta la duración de la precipitación como lo muestra el **gráfico 7**.

Gráfico 7. Curva IDF Estación Casablanca



Nota. La gráfica indica la curva IDF de la estación Casablanca. Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Así mismo, cuanto mayor sea su frecuencia o periodo de retorno de la tormenta, mayor será su intensidad, enmarcando la estimación de crecida de la cuenca hidrográfica.

8.1.4. ROSA DE VIENTOS

Con la rosa de vientos se muestra la distribución de la velocidad y la dirección del viento en el lugar seleccionado (de dónde viene el viento y con qué intensidad). (Meteoblue, 2006 - 2019)

Para desarrollar la descripción de la dirección del viento, se elaboraron las rosas de vientos de dos (2) estaciones del IDEAM, las cuales permiten determinar la dirección predominante, así como representar las frecuencias de ocurrencias de la velocidad del viento en las áreas equivalentes.

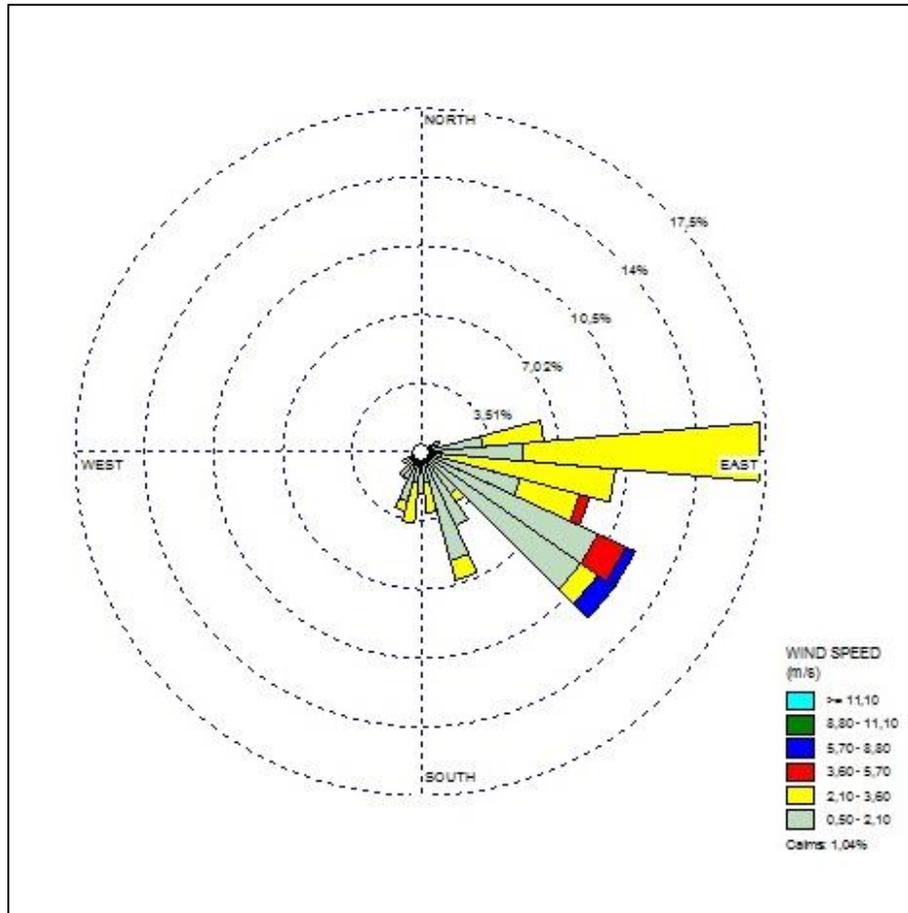
Las rosas de vientos para las estaciones de estudio fueron realizadas con datos desde el mes de enero de 2.000 hasta el mes de diciembre de 2.019.

8.1.4.1. Estación Tibaitata

En el **gráfico 8**, se presentan vientos que tienen una dirección Este Sur, con una velocidad predominante de 2,10 a 3,06 m/s, por lo tanto, los contaminantes se desplazan en esa dirección afectando a la población que se encuentre ubicada en esta zona.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Gráfico 8. Rosa de Vientos Estación Tibaitata

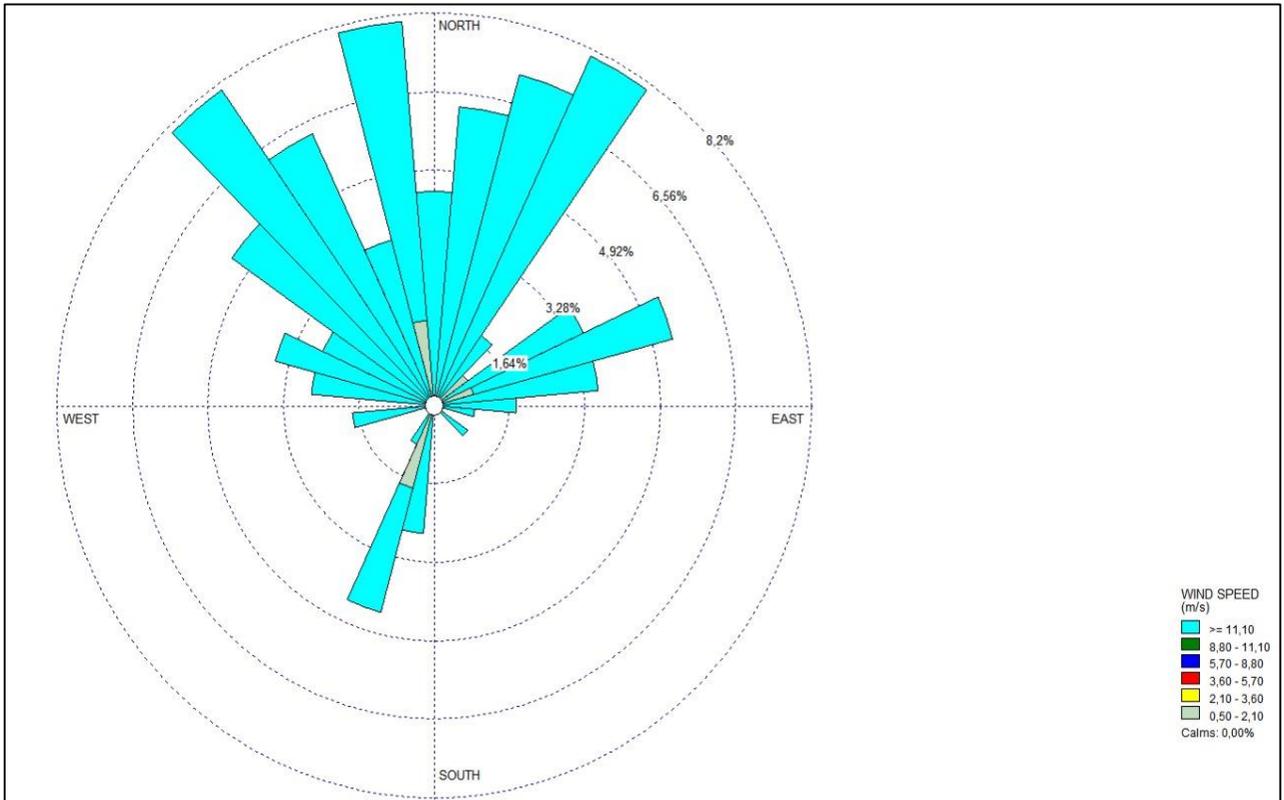


Nota. La gráfica indica la dirección del viento de la estación Tibaitata. Elaboración propia.

8.1.4.2. Estación El Dorado Catam

Según el **gráfico 9**, los vientos tienen una dirección Norte Oeste, con una velocidad predominante de 11,10 m/s, por lo tanto, los contaminantes se desplazan en esa dirección afectando a la población que se encuentre ubicada en esta zona.

Gráfico 9. Rosa de Vientos Estación El Dorado Catam



Nota. La gráfica indica la dirección del viento de la estación El Dorado Catam. Elaboración propia.

Los vientos fuertes se presentan en direcciones Este Sur y Norte Oeste provocando así la mayor precipitación en la zona.

8.1.5. TEMPERATURA

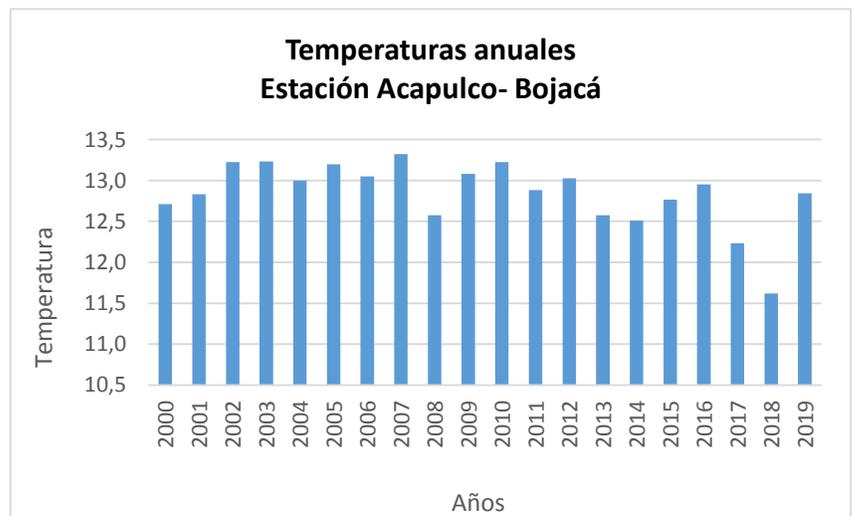
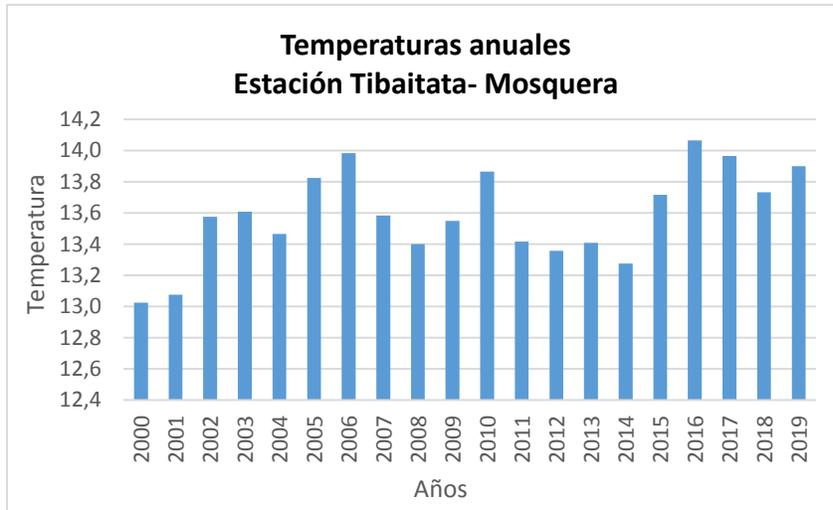
La temperatura es la única variable meteorológica que tiene una relación lineal con la altitud, a mayor altura, menor temperatura.

Las estaciones Tibaitata y Acapulco registran el mayor número de datos de temperatura presentados en los últimos 20 años. Es así como se observa en el **gráfico 10**, que en la cuenca se registran temperaturas entre 15°C y 11°C anuales.

Las estaciones presentan las temperaturas anuales altas principalmente en el año 2.016, para los años 2.010 y 2.011 se presenta una disminución de temperatura.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Gráfico 10. Temperaturas anuales por estación



Nota. Las gráficas indican las temperaturas anuales durante los últimos veinte años por estaciones. Elaboración propia.

La temperatura y la precipitación son variables, que a lo largo de los años presentan homogeneidad en la amplitud la cual no supera los 1.400 mm y los 15°C, respectivamente.

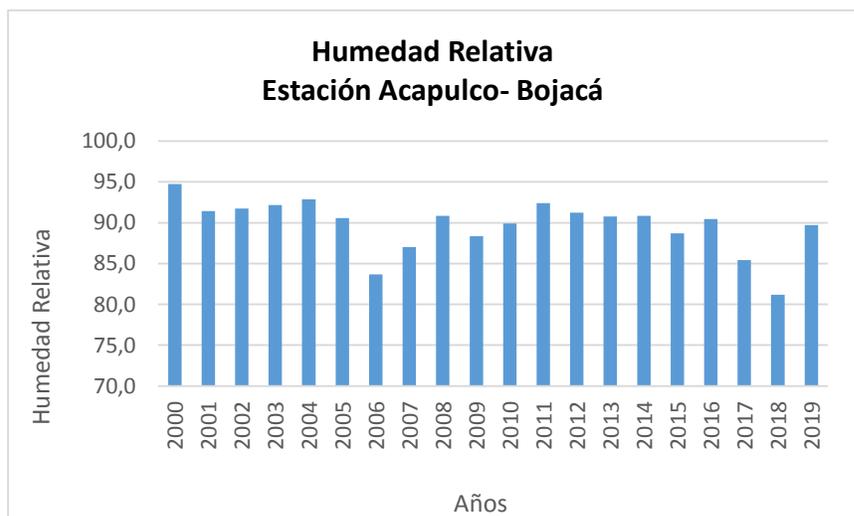
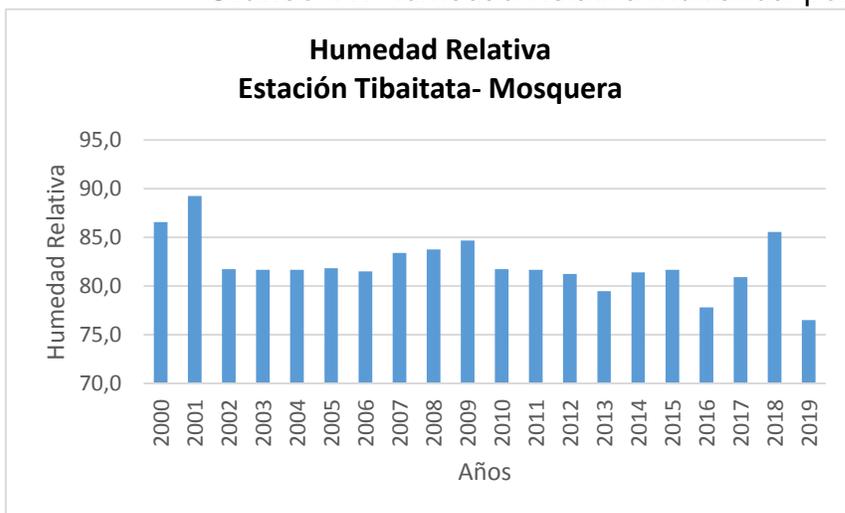
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.6. HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa es una medida que permite saber que tan húmedo o seco (cantidad de vapor de agua) se encuentra el aire y se define como la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene el aire en un momento dado y la que contendría si estuviera saturado. (IDEAM, 2018)

Se pueden generar neblinas ácidas debido a los altos índices de humedad relativa y en conjunto con el calor latente en el lapso de tiempo establecido, la mayor posibilidad se genera entre los años 2.000 y 2.001 ya que hay un aumento de saturación, con un rango entre el 86% y el 95% como se muestra en el **gráfico 11**.

Gráfico 11. Humedad Relativa multianual por estación



Nota. Las gráficas indican la humedad relativa anual durante los últimos veinte años por estación. Elaboración propia.

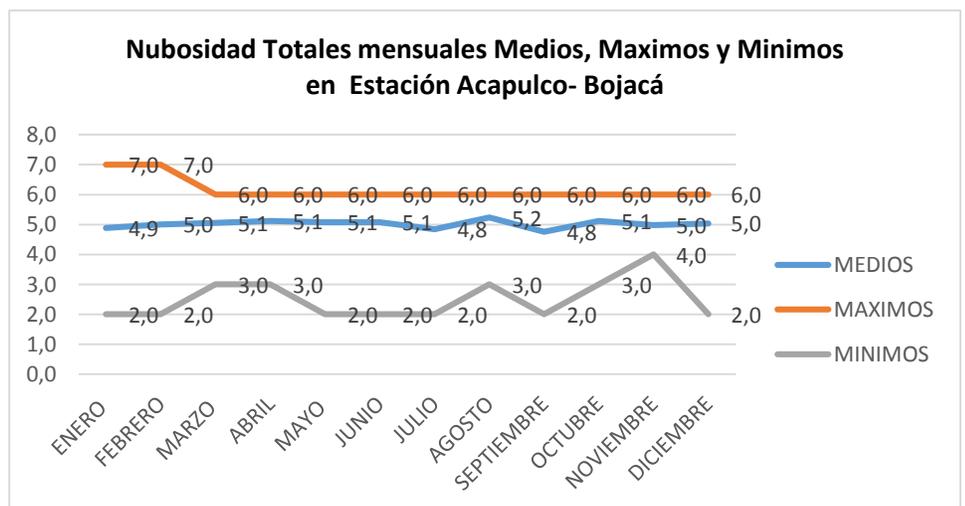
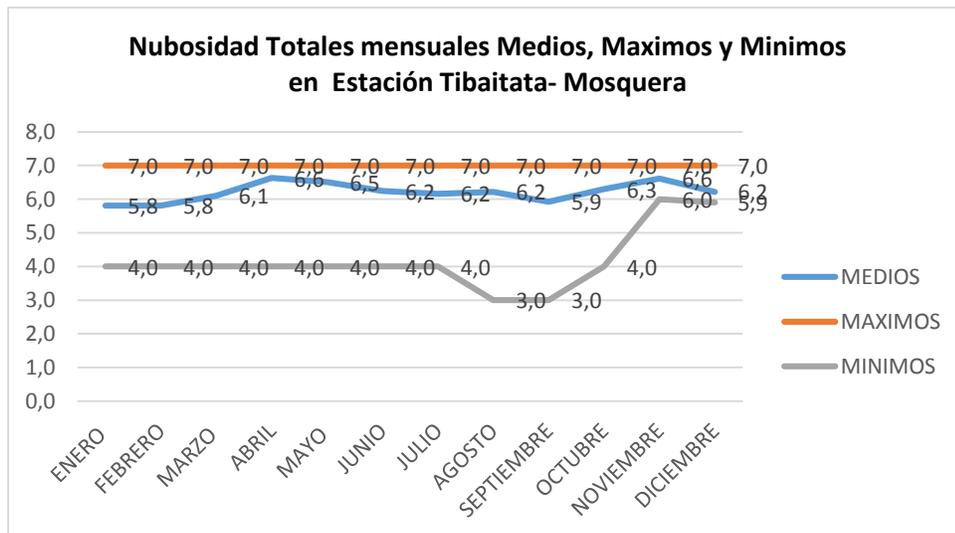
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.7. NUBOSIDAD

En la cuenca, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía poco en el transcurso de los años.

En el **gráfico 12**, las estaciones presentan la cobertura nubosa durante los meses octubre y noviembre se presentará parcialmente nublado, lo cual indica que la atmosfera podrá ser estable con baja temperatura, además no se va a generar una dispersión vertical de los contaminantes, impidiendo la mezcla de los mismos.

Gráfico 12. Nubosidad medios, máximos y mínimos por estación



Nota. Las gráficas indican la nubosidad media, máxima y mínima mensual por estaciones. Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

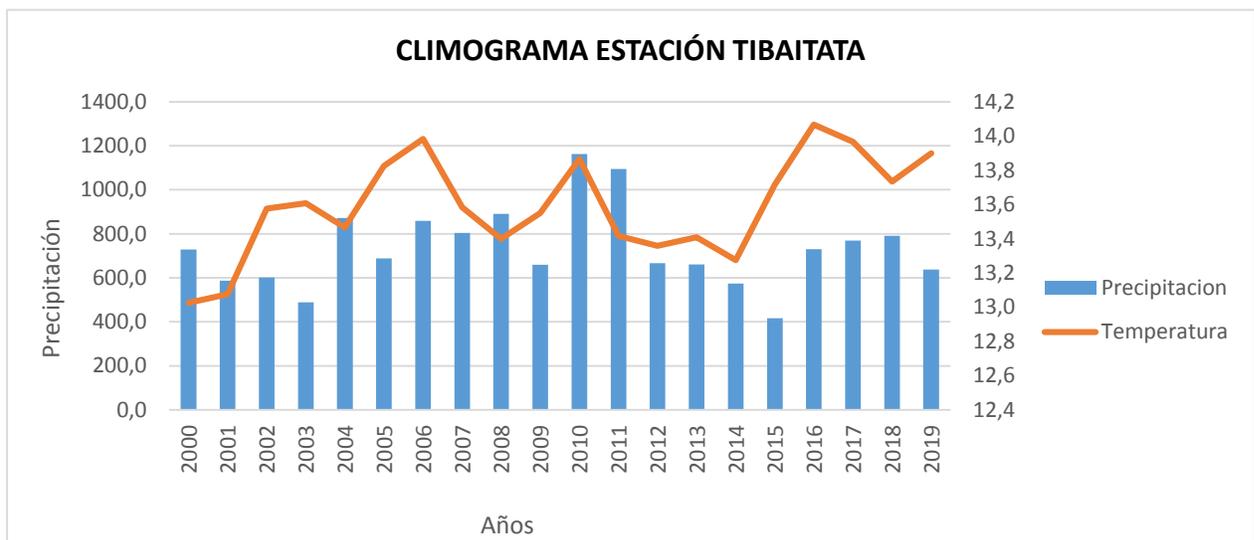
8.1.8. CLIMOGRAMA

Los climogramas permiten relacionar los datos medios de temperatura y precipitación de cada año del río Balsillas.

La distribución de las precipitaciones a lo largo de los años varía, siendo los años 2.010, 2.011 y 2.016 los años con mayor precipitación y los años 2.014 y 2.018 con bajas precipitaciones. En cuanto a la temperatura los años más cálidos fueron 2.003, 2.015, 2.019 disminuyendo la amplitud térmica.

8.1.8.1. Climograma Estación Tibaitata

Gráfico13. Climograma estación Tibaitata



Nota. La gráfica indica la relación entre la precipitación y la temperatura anual durante los últimos veinte años de la estación Tibaitata. Elaboración propia.

La estación Tibaitata nos indica los siguientes promedios de precipitaciones y temperatura durante veinte años, teniendo:

- Total, anual precipitación (mms): 14.682,9
- Temperatura media anual °C: 13,59
- Amplitud térmica anual °C: 2,0

En la estación Tibaitata los años más secos que son 2.002, 2.003, 2.005, 2.006, 2.007, 2.009, 2.012, 2.013, .2014, 2.015, 2.016, 2.017, 2.018 y 2.019 donde la temperatura fue mayor que la precipitación que se presentó. La mayor precipitación fue en los años 2.010 y 2.011 siendo los más lluviosos.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 3. Clasificación de pisos térmicos según Caldas Land

PISO TÉRMICO	RANGO DE ELEVACIÓN	RANGO TEMPERATURAS
CÁLIDO	0 a 800 m.s.n.m.	$T \geq 24^{\circ}\text{C}$
TEMPLADO	800 a 1800 m.s.n.m.	$24^{\circ}\text{C} > T > 18^{\circ}\text{C}$
FRÍO	1800 a 2800 m.s.n.m.	$18^{\circ}\text{C} > T > 12^{\circ}\text{C}$
MUY FRÍO	2800 a 3700 m.s.n.m.	$12^{\circ}\text{C} > T > 6^{\circ}\text{C}$
EXTREMADAMENTE FRÍO	3700 a 4700 m.s.n.m.	$6^{\circ}\text{C} > T > 0^{\circ}\text{C}$
NIVAL	>4700 m.s.n.m.	$T < 0^{\circ}\text{C}$

Nota. La tabla representa la clasificación de los pisos térmicos según Caldas Land, por medio de un rango de temperaturas y elevación. Tomado de "Clasificación de climas, Clasificación de Caldas" por Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) 2009. (<http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/clima-text.pdf>)

Según la **tabla 3** clasificación climática de Cladas Land para la estación Tibaitata, se determina el piso térmico frío debido a que el rango de elevación es de 2.543 m.s.n.m., y la temperatura oscila entre los 13 y 15 °C.

Tabla 4. Clasificación según el factor de humedad

FACTOR HUMEDAD	FACTOR DE LANG (P/T)
DESÉRTICO	0 A 20
ÁRIDO	20.1 A 40.0
SEMIÁRIDO	40.1 A 60.1
SEMIHÚMEDO	60.1 A 100
HÚMEDO	100 A 160
SUPERHÚMEDO	>160

Nota. La tabla representa la clasificación de los pisos térmicos según Caldas Land, por medio de un rango de temperaturas y elevación. Tomado de "Clasificación de climas, Clasificación de Caldas" por Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) 2009. (<http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/clima-text.pdf>)

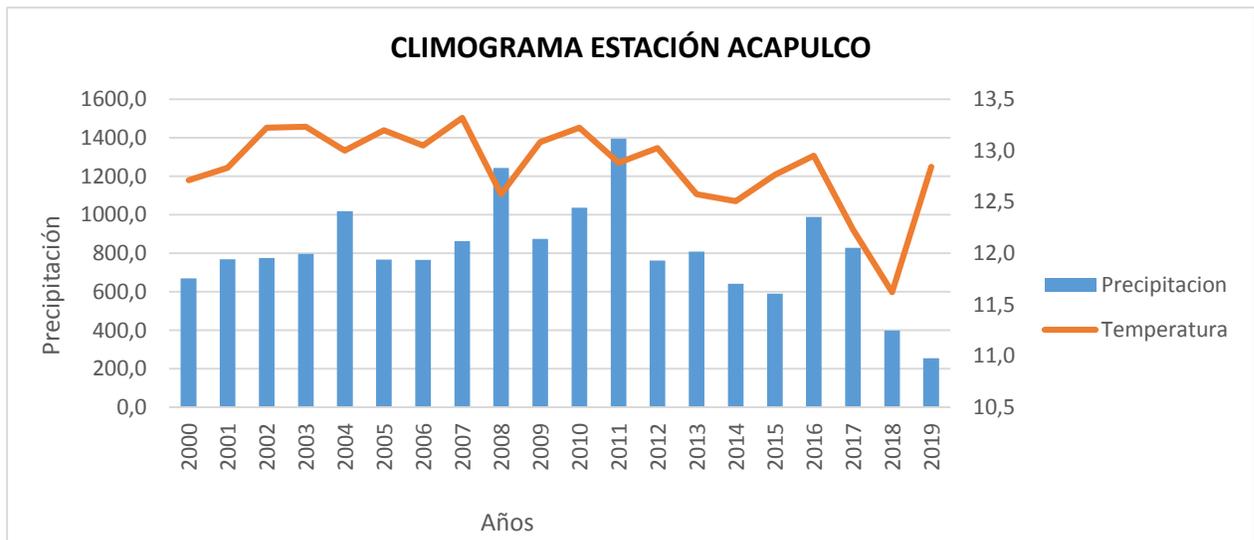
En cuanto a los factores de humedad según la **tabla 4**, se tiene en cuenta la precipitación media anual de 734,15 mms y la temperatura media de 13,59 °C durante los 20 años, lo cual nos da un factor de Land de 54,02 mmms/°C obteniendo como factor de humedad semiárido en la zona del río Balsillas.

La clasificación del tipo de clima de Caldas Land en la estación Tibaitata según las características de humedad y de temperatura imperantes en el río Balsillas es frío semiárido.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.8.2. Climograma Estación Acapulco

Gráfico 14. Climograma estación Acapulco



Nota. La gráfica indica la relación entre la precipitación y la temperatura anual durante los últimos veinte años de la estación Tibaitata. Elaboración propia.

La estación Acapulco nos indica los siguientes promedios de precipitaciones y temperatura durante veinte años, teniendo:

- Total, anual precipitación (mms): 16.254,0
- Temperatura media anual °C: 12,84
- Amplitud térmica anual °C: 2,1

En la estación Acapulco los años más secos que son 2.000, 2.001, 2.002, 2.003, 2.004, 2.005, 2.006, 2.007, 2.009, 2.010, 2.012, 2.013, 2.014, 2.015, 2.016, 2.017, 2.018 y 2.019 donde la temperatura fue mayor que la precipitación que se presentó. La mayor precipitación fue en los años 2.008 y 2.011 siendo los más lluviosos.

Tabla 3. Clasificación de pisos térmicos según Caldas Land

PISO TÉRMICO	RANGO DE ELEVACIÓN	RANGO TEMPERATURAS
CÁLIDO	0 a 800 m.s.n.m.	$T \geq 24^{\circ}\text{C}$
TEMPLADO	800 a 1800 m.s.n.m.	$24^{\circ}\text{C} > T > 18^{\circ}\text{C}$
FRÍO	1800 a 2800 m.s.n.m.	$18^{\circ}\text{C} > T > 12^{\circ}\text{C}$
MUY FRÍO	2800 a 3700 m.s.n.m.	$12^{\circ}\text{C} > T > 6^{\circ}\text{C}$
EXTREMADAMENTE FRÍO	3700 a 4700 m.s.n.m.	$6^{\circ}\text{C} > T > 0^{\circ}\text{C}$
NIVAL	>4700 m.s.n.m.	$T < 0^{\circ}\text{C}$

Nota. La tabla representa la clasificación de los pisos térmicos según Caldas Land, por medio de un rango de temperaturas y elevación. Tomado de "Clasificación de climas,

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Clasificación de Caldas” por Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) 2009. (<http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/clima-text.pdf>)

Según la **tabla 3** clasificación climática de Caldas Land para la estación Acapulco, se determina el piso térmico frío debido a que el rango de elevación es de 2.650 m.s.n.m., y la temperatura oscila entre los 12 y 15 °C.

Tabla 4. Clasificación según el factor de humedad

FACTOR HUMEDAD	FACTOR DE LANG (P/T)
DESÉRTICO	0 A 20
ÁRIDO	20.1 A 40.0
SEMIÁRIDO	40.1 A 60.1
SEMIHÚMEDO	60.1 A 100
HÚMEDO	100 A 160
SUPERHÚMEDO	>160

Nota. La tabla representa la clasificación de los pisos térmicos según Caldas Land, por medio de un rango de temperaturas y elevación. Tomado de “Clasificación de climas, Clasificación de Caldas” por Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) 2009. (<http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/clima-text.pdf>)

En cuanto a los factores de humedad según la **tabla 4**, se tiene en cuenta la precipitación media anual de 812,70 mms y la temperatura media de 12,84 °C durante los 20 años, lo cual nos da un factor de Land de 63,29 mms/°C obteniendo como factor de humedad semihúmedo en la zona del río Balsillas.

La clasificación del tipo de clima de Caldas Land en la estación Acapulco según las características de humedad y de temperatura imperantes en el río Balsillas es frío semihúmedo.

Clasificación climática según koppen para las dos estaciones Tibaitata y Acapulco se describe con la siguiente tabla, teniendo en cuenta los parámetros de temperatura y precipitación de la cuenca del río Balsillas.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 5. Clasificación de suelos según koppen

CLASIFICACIÓN TIPO	NOMBRE	CARACTERÍSTICAS GENERALES	SUBCLASIFICACIÓN
A	Clima tropical húmedo	Temp media mensual del mes mas frio mayor a 18° C.	minusculas: f, w, m.
B	Clima seco	Toma en consideración la Temp media anual y Acumulado medio anual de RR.	mayúsculas: S, W; minusculas: h, k.
C	Clima templado	Temp media del mes mas frio esta entre -3°C y 18°C.	minúsculas: f, w, s, a, b, c, d.
D	Clima subartico	Temp media del mes mas frio menor a -3°C y Temp media del mes mas cálido mayor a 10°C.	minúsculas: w, f, s, a, b, c, d.
E	Clima de nieve o polar	La temp media del mes mas cálido es menor a 10°C.	mayúsculas: T y F.

Nota. La tabla representa la clasificación de suelos según Koppen, por medio de unas características generales. Tomado de “Clasificación climática según Koppen” por Climatología Práctico. 2012 (<https://hopelchen.tecnm.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r125433.PDF>)

C: Para los climas tipo C, la característica primaria es que la temperatura media del mes más frio está entre -3°C y 18°C.

b: Temperatura media del mes más cálido menor a 22°C; hay más de cuatro meses con temperatura media mayor a 10°C.

Según Koppen la clasificación climática es Cb.

Para la clasificación de las formaciones vegetales de la cuenca del rio Balsillas se utilizó el sistema Holdridge, con datos de dos estaciones Tibaitata y Acapulco:

- **Región altitudinal:** Templado frio
- **Biotemperatura:** 6 a 12 °C
- **Pisos altitudinales:** Montano
- **Precipitación:** 734,1 mm media anual
- **Evapotranspiración potencial:** 0.33 mm
- **Provincias de humedad:** Superhúmedo o pluvial

Para la cuenca del rio Balsillas El punto donde se intercepten las líneas de biotemperatura y precipitación, es, la clasificación de Holdridge es Bosque húmedo Montano (bh-M), la cual presenta una cobertura vegetal conformada por árboles de poca talla, acompañada de vegetación arbustiva. (Arevalo, 2000)

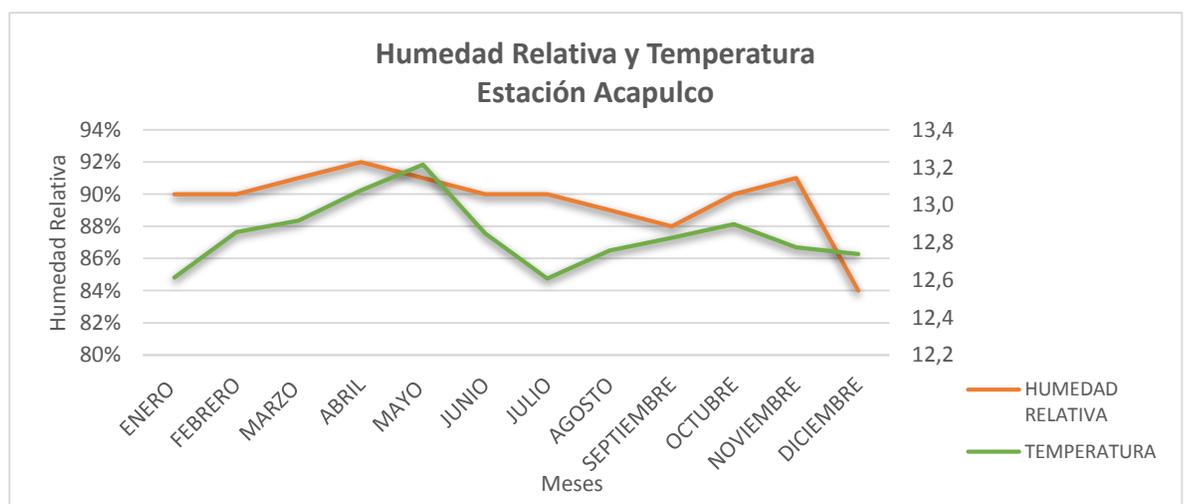
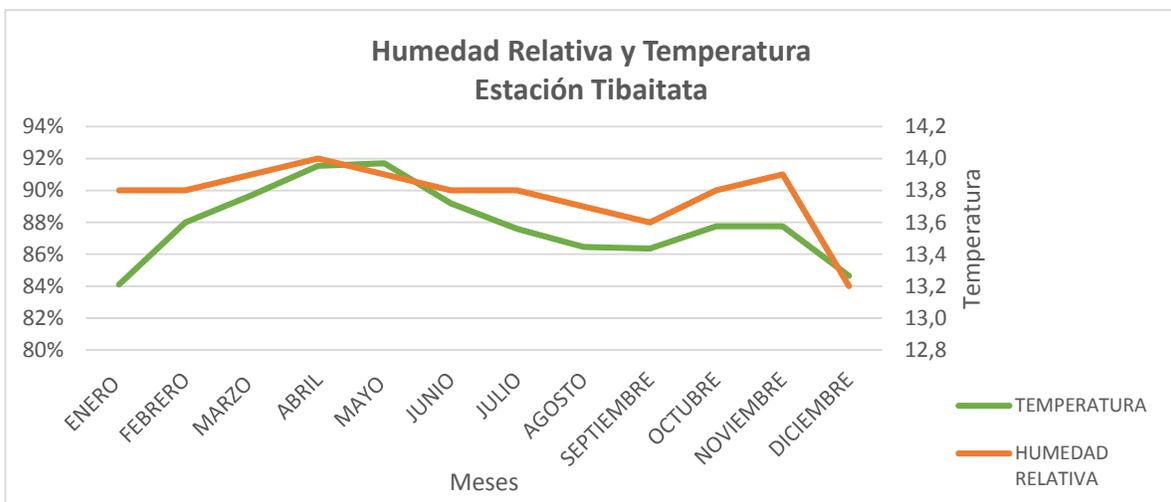
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.9. HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA

Cada que la Temperatura baja la humedad relativa sube, a lo largo de estos 20 años estos dos parámetros se relacionan proporcionalmente cada vez que la temperatura sube la humedad relativa baja y viceversa.

Debido a que la humedad relativa subió un 91%, mientras la temperatura bajó tan sólo 12,8 °C como se indica en el **gráfico 15**, se deduce que hubo un aporte extra de humedad durante los meses marzo, julio y noviembre.

Gráfico 15. Humedad relativa y temperatura media por estaciones



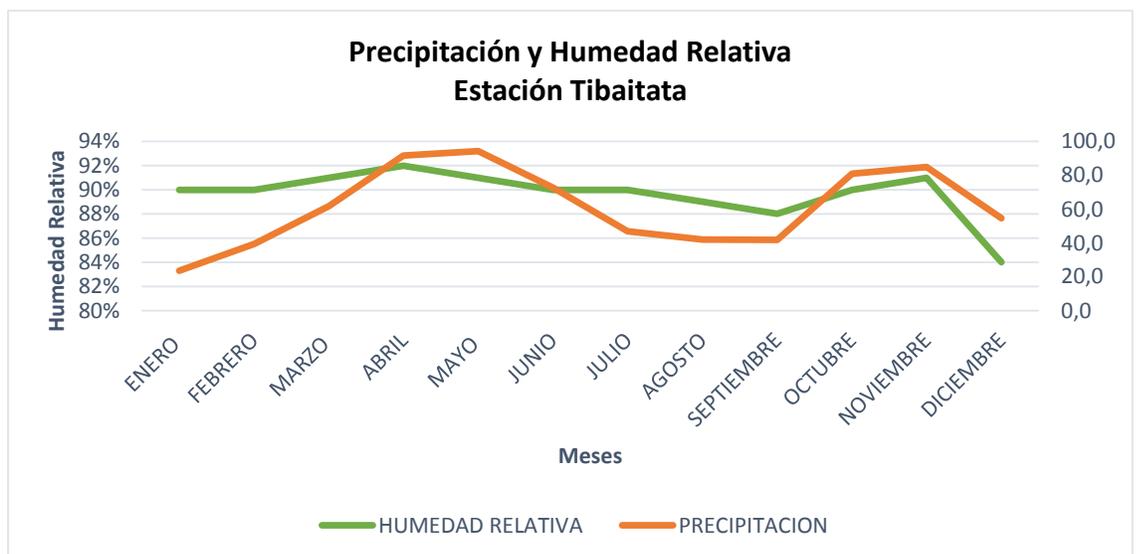
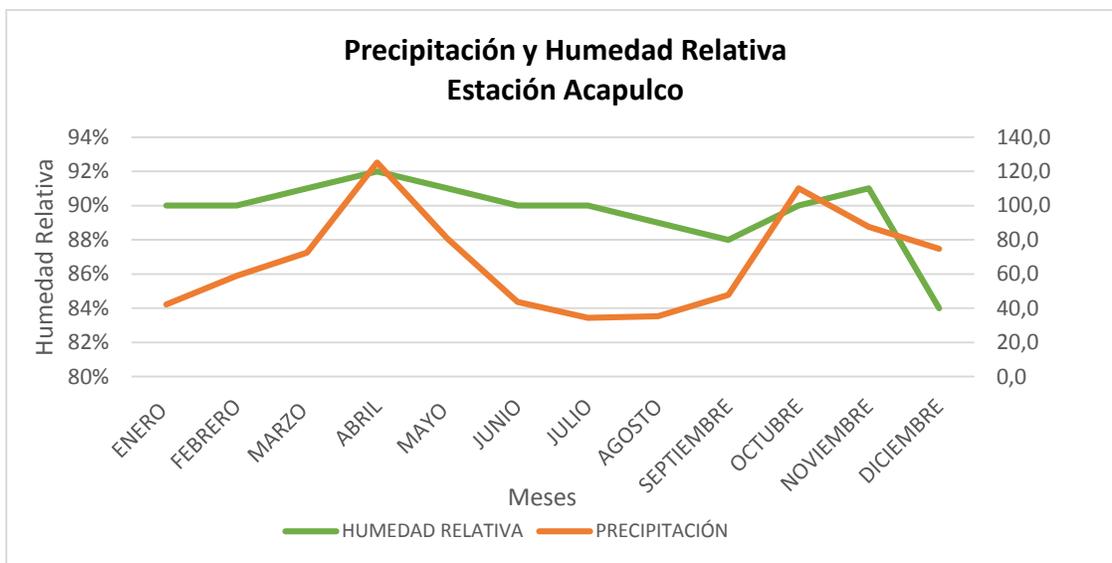
Nota. Las gráficas indican la relación entre la humedad relativa y la temperatura media anual durante los últimos veinte años de las estaciones. Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.10. HUMEDAD RELATIVA Y PRECIPITACIÓN

El área posee un porcentaje variado de humedad relativa con un máximo de 91% en los meses de abril, mayo y noviembre, y un mínimo del 80% en los meses de julio, septiembre y diciembre, lo que causa la ocurrencia de precipitaciones con un máximo de 94 mm durante los meses de abril, mayo y noviembre y un mínimo de 22 mm en los meses de enero, julio, septiembre y diciembre. En el **gráfico 16** se muestran las precipitaciones y humedad relativa media por cada estación.

Gráfico 16. Precipitación y Humedad relativa media por estaciones



Nota. Las gráficas indican la relación entre precipitación y humedad relativa media anual durante los últimos veinte años de las estaciones. Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.11. MORFOMETRÍA DE LA CUENCA

Es el estudio cuantitativo de las particularidades físicas de una cuenca hidrográfica, se utiliza para analizar la red de drenaje, las pendientes y la forma de una cuenca a partir del cálculo de valores numéricos, ver **tabla 6**. (Flores, 2016)

Tabla 6: Datos de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) del Río Balsillas

Id	97	
Subcuenca	Río Balsillas	
Cod. Estación	2120971	
Estación CAR	Herrera II	
Área de la Subcuenca (Km ²)	228,46	
Perímetro de la Subcuenca (Km)	90,68	
Longitud del Cauce Principal Lt (m)	31.847,90	
Longitud del Cauce Principal Lt (Km)	31,85	
Longitud total del drenaje (Km)	269,61	
Longitud Lineal de la corriente Lineal (LI) (Km)	31,44	
Coeficiente de Sinuosidad (Ks)	1,01	
# de Corrientes	98	
Densidad	1,18	
Longitud media de las laderas en la cuenca (L lad)	0,42	
Ancho medio de la Cuenca (B) (Km)	7,27	
Elongación	4,33	
Coeficiente de Compacidad (Kc)	1,68	
Perfil Longitudinal	Ver gráfica	
Altura del Cauce Principal (H cauce)	Cota máxima (m.s.n.m.)	2.909,08
	Cota mínima (m.s.n.m.)	2.557,00
	Promedio de altura del cauce	2611,87
Pendiente del Cauce Principal	0,01	
Curva Hipsométrica	Ver gráfica	
Altura de la cuenca (m.s.n.m.)	2.675,89	
Pendiente de la cuenca (H cuenca)	9,26	
Profundidad de disección de la cuenca (H dis)	64,01	
Nivel de disección del relieve	151,08	

Nota. La tabla representa los datos morfométricos de la cuenca del río Balsillas. Tomado de "Información enviada al correo" por Corporación Autónoma Regional (CAR).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.11.1. FORMA DE LA CUENCA

La forma de la cuenca condiciona la velocidad del caudal superficial. Para cuencas de igual superficie y formas diferentes se espera un comportamiento hidrológico también diferente.

A continuación, se presentan los principales parámetros: índice de alargamiento, índice de forma, coeficiente de compacidad, relación de elongación y rectángulo equivalente, que definen la cuenca del río Balsillas, en la **tabla 7** se muestran los datos generales de la cuenca. En la **imagen 4** se representa el índice de forma que tiene el río Balsillas y en el **Anexo 2** se encuentra un mapa creado en el programa Arcgis de forma detallada la delimitación hídrica de la cuenca.

Tabla 7. Datos generales de la cuenca

PARÁMETROS	VALORES
Área de la Subcuenca (Km ²)	228,46
Perímetro de la Subcuenca (Km)	90,68
Longitud del Cauce Principal Lt (m)	31.847,90
Longitud del Cauce Principal Lt (Km)	31,85
Ancho medio de la Cuenca (B) (Km)	7,27

Nota. La tabla representa los datos generales de la cuenca del río Balsillas. Tomado de "Información enviada al correo" por Corporación Autónoma Regional (CAR).

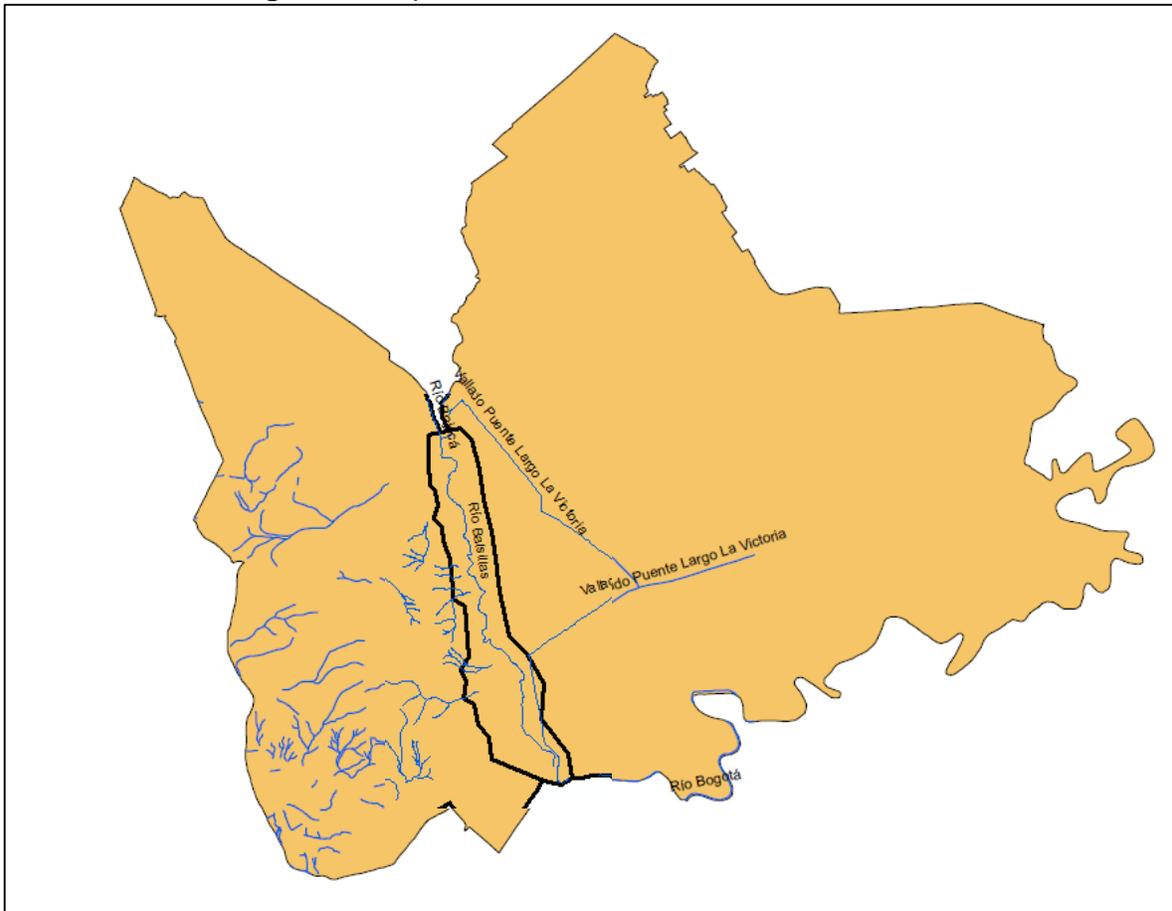
INDICE DE ALARGAMIENTO - DATOS CAR				
Cuenca	Longitud (Km)	Ancho (Km)	ia (Km)	Análisis
Río Balsillas	31,85	7,27	4,38	La cuenca es muy alargada

INDICE DE FORMA - DATOS CAR					
Cuenca	Área (Km) ²	Lb (Km)	(Lb) ²	TOTAL	Análisis
Río Balsillas	228,46	31,85	1.014,42	0,23	Ligeramente achatada

Nota. Las tablas representan los índices de forma y alargamiento que presenta la cuenca. Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Imagen 4. Esquema del Índice de forma de la cuenca



Nota. La imagen representa el índice de forma y la divisoria de aguas de la cuenca. Elaboración propia.

COEFICIENTE DE COMPACIDAD - DATOS CAR				
Cuenca	Perímetro	Raíz Área (Km)	0,28* Cc (Km)	Análisis
Río Balsillas	90,68	15,11	1,68	De oval oblonda a rectangular oblonda

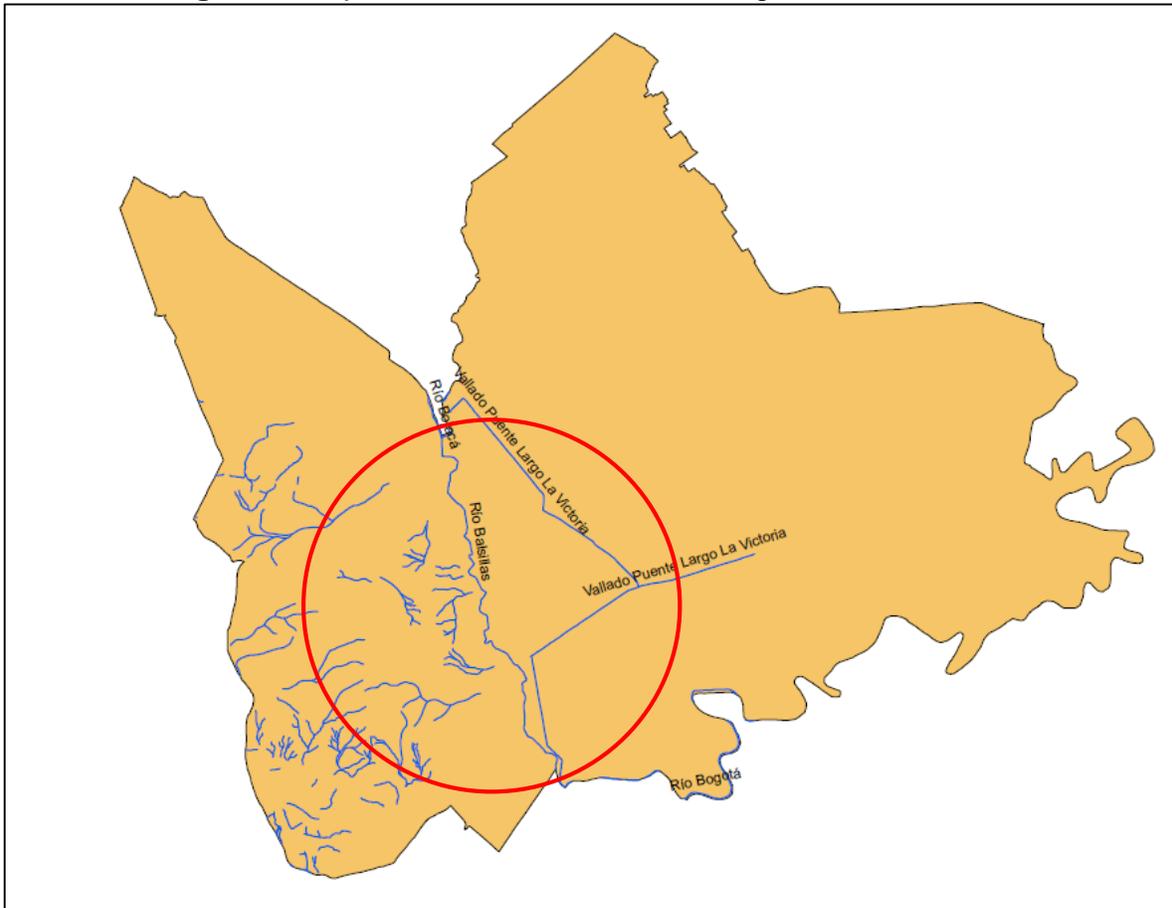
RELACION DE ELONGACION - DATOS CAR				
Cuenca	Diámetro (Km)	La (Km)	Re	Análisis
Río Balsillas	228,46	269,61	0,85	Es una cuenca con relieve pronunciado, ya que se encuentra en el rango entre 0.5 y 0.8.

Nota. Las tablas representan el tipo de relieve que presenta la cuenca. Elaboración propia.

Con la obtención de los anteriores datos se creó la **imagen 5** que representa la relación de elongación que tiene el río Balsillas.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Imagen 5. Esquema de la Relación de elongación de la cuenca



Nota. La imagen representa por medio de un círculo la forma que presenta la cuenca. Elaboración propia.

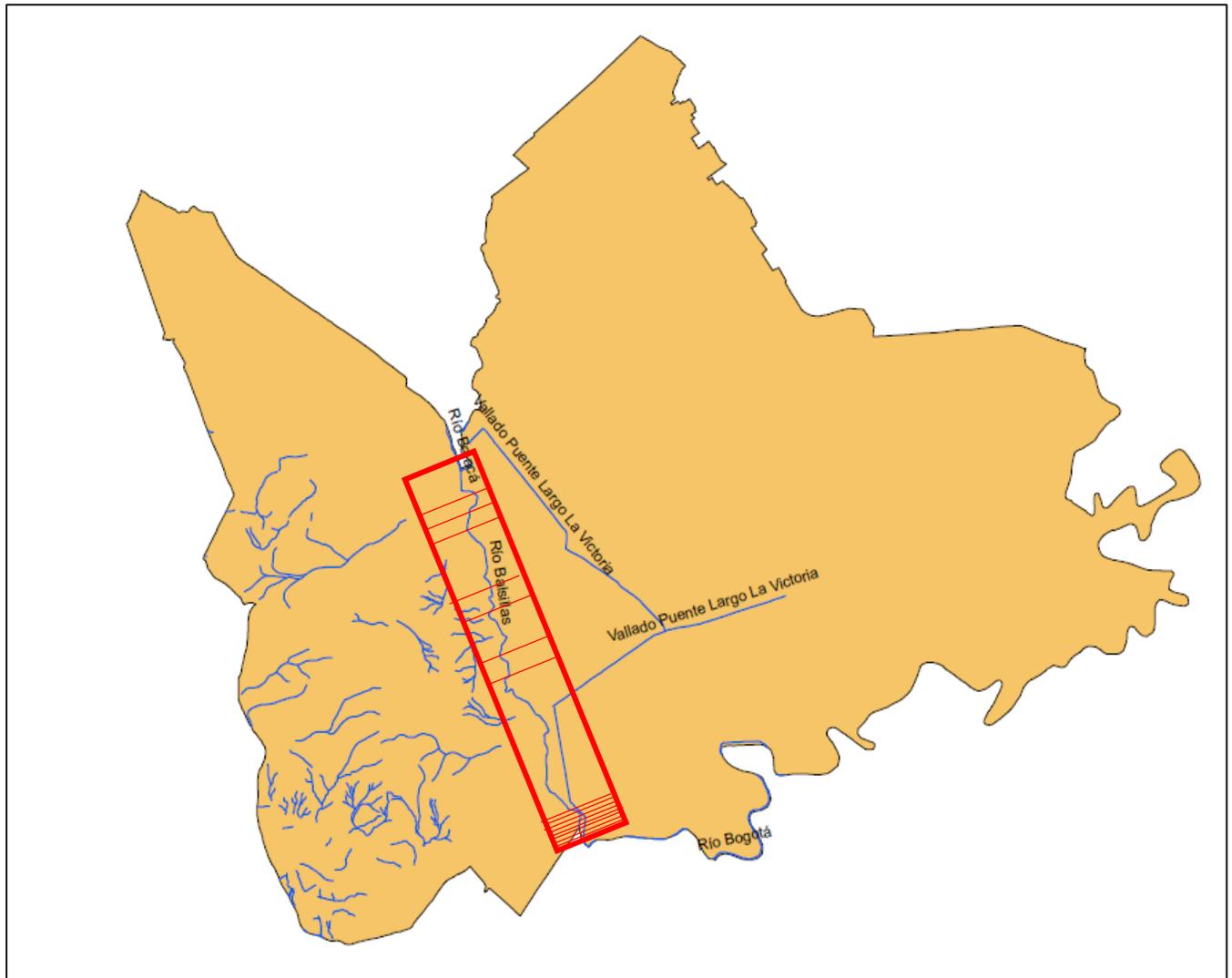
RECTANGULO EQUIVALENTE			
Cuenca	L (Rectángulo Altura (Km))	I (Rectángulo Base (Km))	Análisis
Río Balsillas	35,26	10,08	La cuenca del río Basillas al compararse con un rectángulo tiene la misma área y perímetro, también igual distribución de alturas (curvas de nivel), siendo su altura de 35,26 Km y su base de 10,08 Km.

Nota. La tabla representa la forma rectangular que presenta la cuenca. Elaboración propia.

Con la obtención de los anteriores datos se creó la **imagen 6** donde se representa el rectángulo equivalente que puede tener el río Balsillas.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Imagen 6. Esquema del rectángulo equivalente de la cuenca



Nota. La imagen representa la forma rectangular que presenta la cuenca. Elaboración propia.

8.1.11.2. CRITERIO DEL RECTÁNGULO EQUIVALENTE

Con este criterio se halla la pendiente de la cuenca, al tomar la pendiente media del rectángulo con la siguiente formula:

$$S = \frac{H}{L}$$

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

$$S = \frac{(2909 \text{ m} - 2551 \text{ m})}{35,26 \text{ km}} = 10,15 \text{ km}$$

Pendiente media (%)	Tipo de relieve
0-3	Plano
3-7	Suave
7-12	Medianamente accidentado
12-20	Accidentado
20-35	Fuertemente accidentado
35-50	Muy fuertemente accidentado
50-75	Escarpado
>75	Muy escarpado

Nota. La tabla representa el tipo de relieve según la pendiente que se tenga. Tomado de “Planes de ordenamiento y manejo de cuencas” por Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), 2016. (https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Planes_y_Programas/Planes_de_Ordenacion_y_Manejo_de_Cuencas_Hidrografica/La%20Vieja%20-%20POMCA%20en%20Ajuste/Fase%20Diagnostico/7_CapituloI_Diagnostico_Morfometria.pdf)

La cuenca del río Balsilla cuenta con una pendiente media de 10,15 Km aproximadamente, con un tipo de relieve medianamente accidentado.

El índice de la pendiente del río Balsillas se establece por medio de las pendientes y el tramo recorrido por el río (Ver **tabla 8**). Con la siguiente ecuación se determina el tipo de granulometría que se encuentra en la cuenca.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 8. Índice de pendiente

ai	B1 = ai/A	C1 - C2	B1 (C1-C1-1)	L (Km)	B1 (C1 - C1-1)/L	Raíz B1 (C1 - C1-1)/L
4,30	0,06	20,00	18,94	35,26	0,54	0,73
3,23	0,04	20,00	18,96	35,26	0,54	0,73
2,13	0,03	20,00	18,97	35,26	0,54	0,73
10,28	0,14	20,00	18,86	35,26	0,53	0,73
2,11	0,03	20,00	18,97	35,26	0,54	0,73
5,04	0,07	20,00	18,93	35,26	0,54	0,73
2,81	0,04	20,00	18,96	35,26	0,54	0,73
21,57	0,29	20,00	18,71	35,26	0,53	0,73
2,60	0,04	20,00	18,96	35,26	0,54	0,73
3,11	0,04	20,00	18,96	35,26	0,54	0,73
1,14	0,02	20,00	18,98	35,26	0,54	0,73
2,03	0,03	20,00	18,97	35,26	0,54	0,73
1,77	0,02	20,00	18,98	35,26	0,54	0,73
9,35	0,13	20,00	18,87	35,26	0,54	0,73
2,32	0,03	20,00	18,97	35,26	0,54	0,73

TOTAL 73,80

11,0

Nota. La tabla representa los valores para hallar el índice de pendiente. Elaboración propia.

Clasificación de Suelos - Atterberg	
Dimensión de la partícula elemental (mm)	Atterberg (Sistema Internacional)
< 0,001	Arcilla
< 0,002	
0,005	Limo
0,01	
0,02	
0,05	Arena Fina
0,1	
0,25	
0,2	
0,5	
1,0	Arena Gruesa
2,0	
3,0	Grava Fina
5,0	
10,0	Grava
20,0	Grava gruesa y Piedras
> 20,0	

Nota. La tabla representa la clasificación de suelos según Atterberg. Tomado de “Escala Granulométrica de Udden-Wentworth” por Geología publicaciones, 2016. (<https://post.geoxnet.com/escala-granulometrica-de-udden-wentworth/>)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

El valor del índice de pendiente de la cuenca del río Balsillas es 11, lo que indica según la tabla de clasificación Atterberg es que se tiene un suelo de Grava.

8.1.11.3. RELIEVE

El relieve es de gran importancia en una cuenca ya que permite identificar ciertos parámetros relacionados con la distribución de las alturas e identificar como es el comportamiento de los caudales, además se puede decir que a mayor relieve o pendiente la generación de escorrentía se produce en lapsos de tiempo menores.

Los parámetros de relieve principales son: curva hipsométrica, histograma de frecuencias altimétricas y polígono de frecuencia de altitudes.

Tabla 9. Datos de la cuenca

PARÁMETROS	VALORES
Pendiente del Cauce Principal	0,01
Pendiente de la cuenca (H cuenca)	9,26

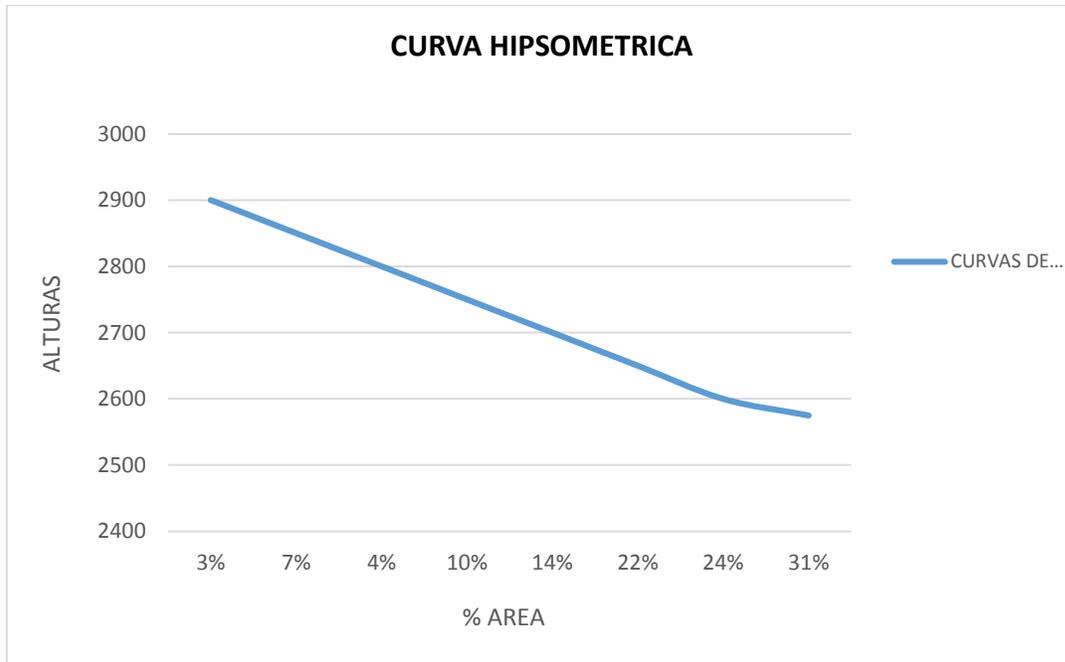
Nota. La tabla representa los valores de pendiente que presenta la cuenca. Elaboración propia.

8.1.11.3.1. Curva Hipsométrica

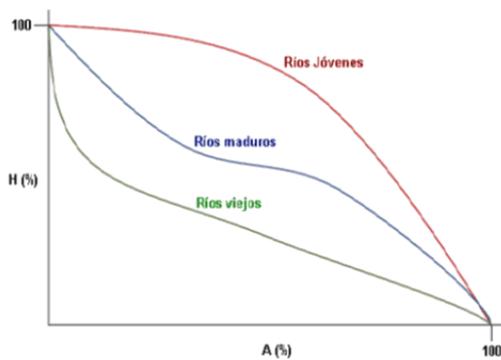
Esta curva representa el porcentaje de área que existe en la cuenca por encima de un valor de cota determinado, dando a conocer las características topográficas y fisiográficas de la cuenca. (Ver **gráfico 17**).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Gráfico 17. Curva Hipsométrica



Nota. La grafica indica la curva hipsométrica en la cual se representa el porcentaje de área que existe en la cuenta por encima de un valor de cota determinado. Elaboración propia.



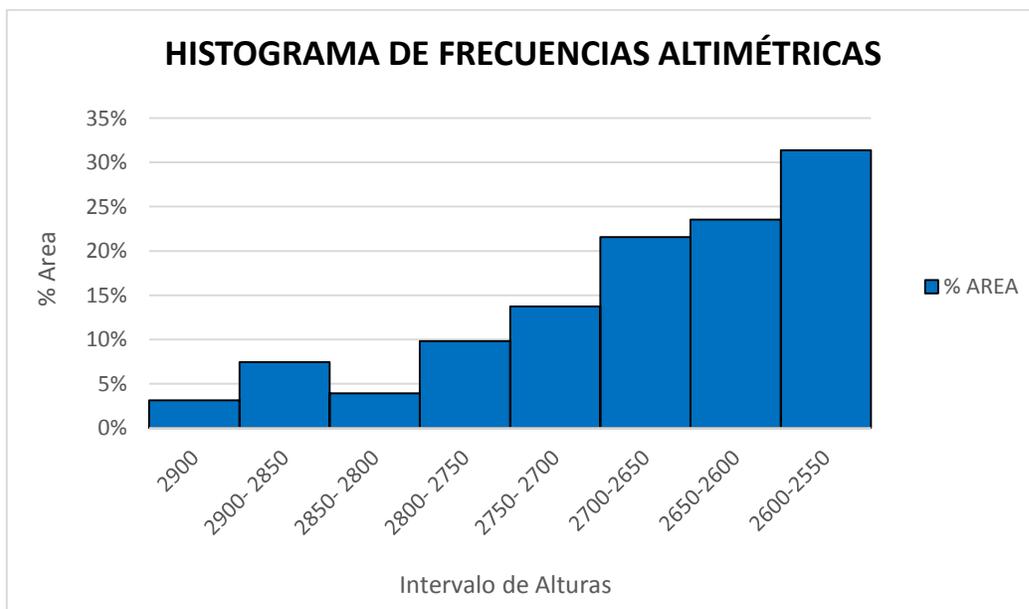
Por medio de las gráficas se determina la edad de la cuenca del río Balsillas, el cual es un río maduro.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.11.3.2. Histograma de frecuencias altimétricas

Representa la superficie de la cuenca en Km² o en porcentaje, teniendo en cuenta las dos cotas. Realmente la curva hipsométrica y el histograma contienen la misma información, pero con una representación diferente, dando una idea probabilística de la variación de la altura en la cuenca, como se observa en el **gráfico 18**.

Gráfico 18. Histograma de frecuencias altimétricas



Nota. La gráfica indica la variación e alturas en un área determinada. Elaboración propia.

8.1.11.3.3. Polígono de frecuencia de altitudes

Representa el grado de incidencia de las áreas comprendidas entre curvas de nivel con respecto al total del área de la cuenca.

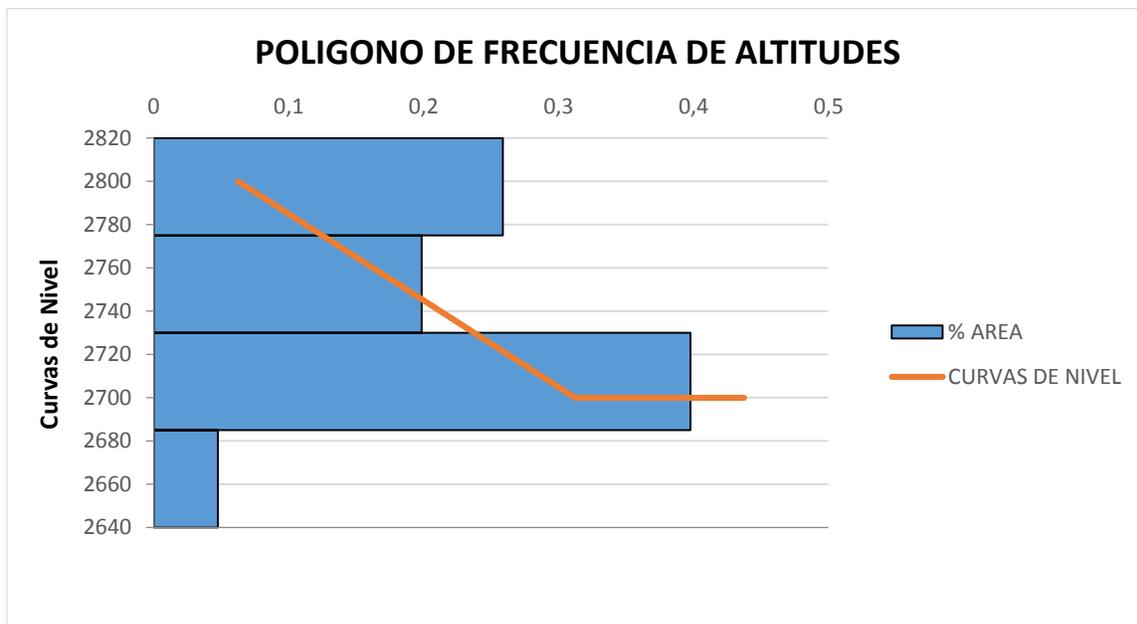
De los dos parámetros anteriores, se definen los siguientes:

- **Altura media:** Es la ordenada media de la curva hipsométrica.
- **Altura más frecuente:** Es la altitud cuyo valor porcentual es el máximo de la curva de frecuencia de altitudes.
- **Altitud de frecuencia media:** Es la altitud correspondiente al punto de abscisa media (50 % del área) de la curva hipsométrica. (Cuenca, hidrográfica, 2020)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

El valor de altitud más frecuente es la cota media en 2.700 m.s.n.m. con un porcentaje de área del 40% como se representa en el siguiente gráfico.

Gráfico 19. Polígono de frecuencia de altitudes



Nota. La gráfica indica la frecuencia de altitudes y el área que estas ocupan. Elaboración propia.

8.1.11.4. DRENAJE DE LA CUENCA

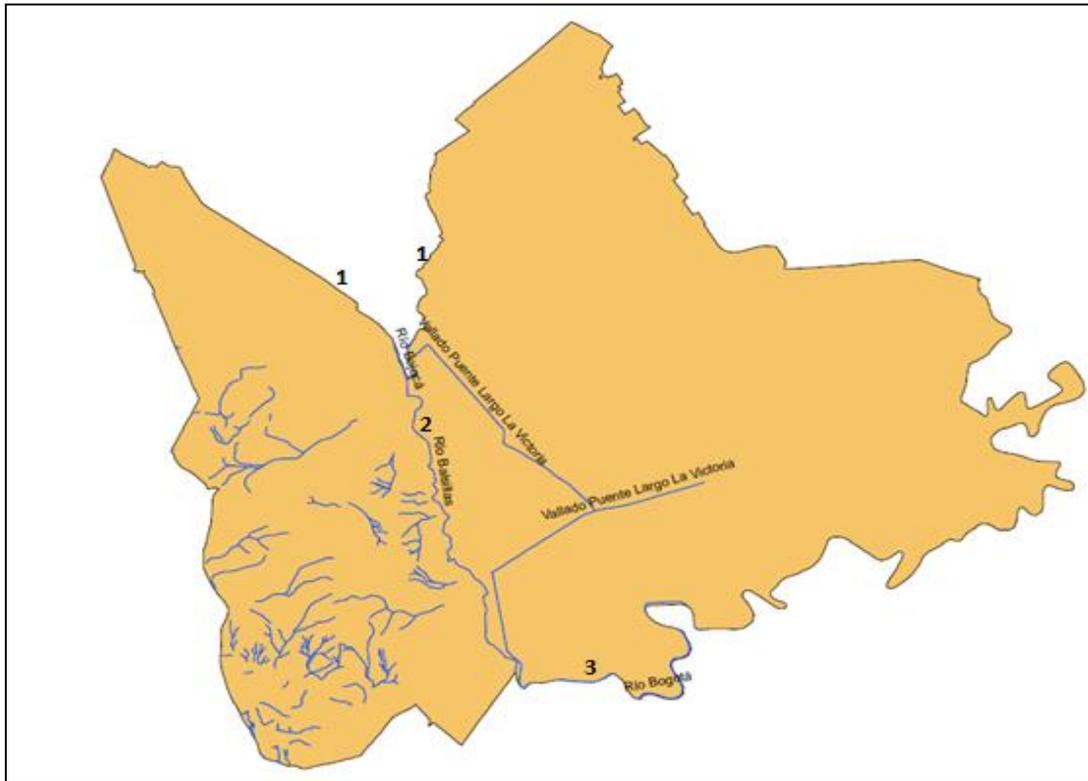
Es el conjunto de cursos de agua, que constituyen el cauce principal y sus tributarios o afluentes, los cuales se conducen hacia el punto más bajo de la misma, también llamado punto de control. La forma en que estén conectados estos cauces en una cuenca determinada, influye en la respuesta de ésta a un evento de precipitación.

8.1.11.4.1. Red de drenaje

Según el método Horton, la cuenca del río Balsillas presenta cauces de segundo orden que se forman de la unión de dos cauces de primer orden (río Bojacá y río Subachoque), desembocando en el río Bogotá que sería de orden 3, (Ver **imagen 7**). (civil, 2021)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Imagen 7. Esquema del orden de la cuenca



Nota. La imagen representa el esquema del orden de la red de drenaje de la cuenca. Elaboración propia.

8.1.11.4.2. Coeficiente de torrencialidad

“Índice que mide el grado de torrencialidad de la cuenca, por medio de la relación del número de cauces de orden uno con respecto al área total de la misma. A mayor magnitud, mayor grado de torrencialidad presenta una cuenca”. (Rojo, 2010)

$$C_1 = \frac{\# \text{Cauces orden 1}}{\text{Área cuenca (Km}^2\text{)}}$$

$$C_1 = \frac{2}{228,46 \text{ Km}^2} = 0,0087 \text{ Km}^2$$

El flujo de agua de la cuenca del río Balsillas es bajo ya que cuenta con 0,0087 Km², lo que indica que a menor magnitud será menor el grado de torrencialidad de la misma.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.11.4.3. Densidad del drenaje

La densidad de drenaje es la cantidad de ríos y quebradas que llegan al río principal, se relaciona la longitud de la red de drenaje y el área de la cuenca sobre la cual drenan las corrientes hídricas. (Rojo, 2010)

$$D = \frac{\text{Longitud de corrientes (Km)}}{\text{Area ceunca (Km}^2\text{)}}$$

$$D = \frac{31,85 \text{ Km}}{228,46 \text{ Km}^2} = 0,13 \text{ Km}$$

Tabla 10. Clases de densidad de drenaje

Rangos de Densidad	Clases
0.1 - 1.8	Baja
1.9 - 3.6	Moderada
3.7 - 5.6	Alta

Nota. La tabla representa las clases de densidad de drenaje. Tomado de “Plan de ordenación y manejo ambiental de la microcuenca de las quebradas las panelas y la balsa” por Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA), 2009. (https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/cuenca_panelas/DIAGNOSTICO/2.2ASPECTOS_BIOFISICOS.pdf)

Según la **tabla 10** de rangos de densidad, el río Balsillas es de clase Baja, indicando una baja disponibilidad hídrica y energía de arrastre en cada uno de sus sectores.

8.1.11.4.4. Forma de la red de drenaje

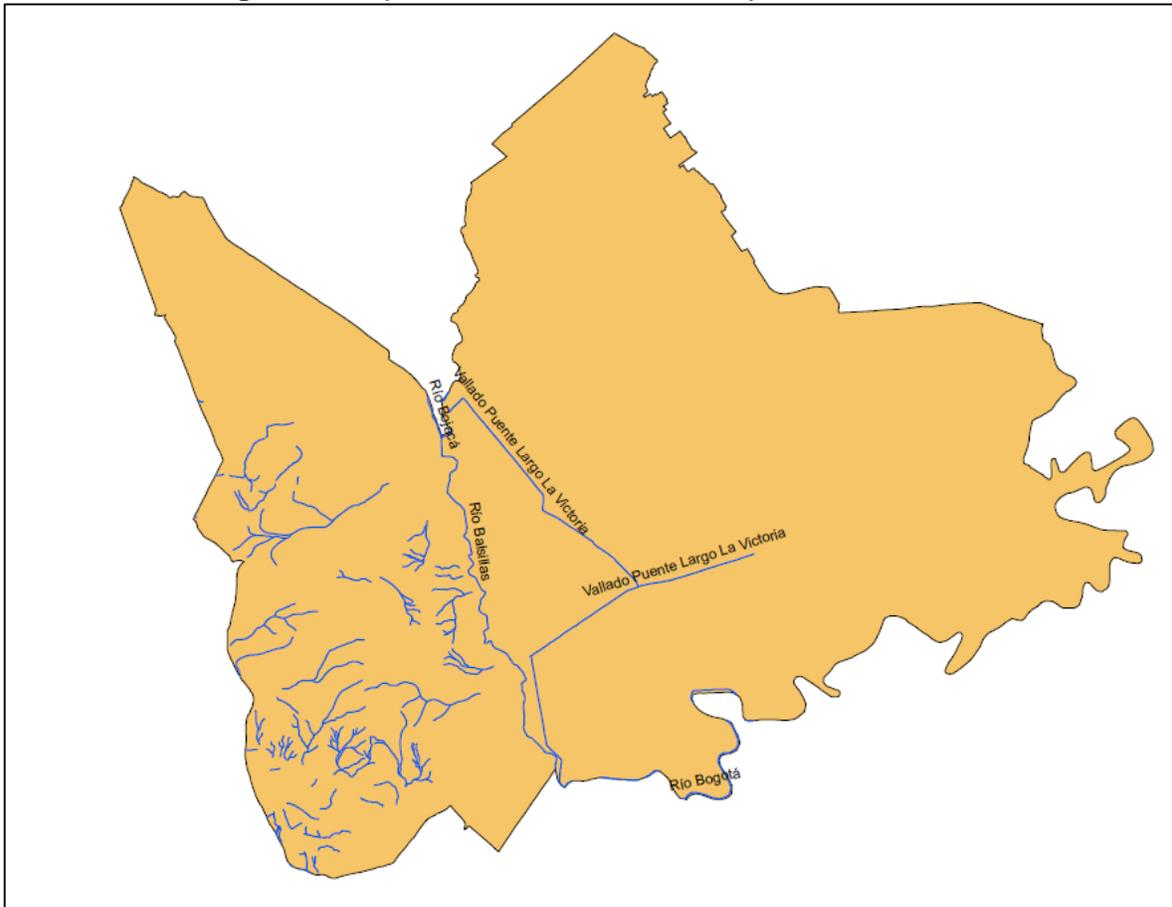
La red de drenaje es el conjunto de corrientes superficiales de un área determinada, son producto de diversos factores entre los que destacan:

- Historia geológica y dinámica geomorfológica del territorio.
- Diferencias en la composición y dureza de las rocas subyacentes.
- Control estructural.
- Movimientos tectónicos recientes.
- Morfoalineamientos.
- Intensidad y largo de la pendiente y
- Factores hidroclimáticos.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Por lo tanto, debido a la combinación de estos factores y fundamentalmente a la dominancia de alguno de ellos, es que la red de drenaje presenta diferencias en su forma. (Ver **imagen 8**). (IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE RED DE DRENAJE, 2000)

Imagen 8. Esquema de la Red de drenaje del rio Balsillas

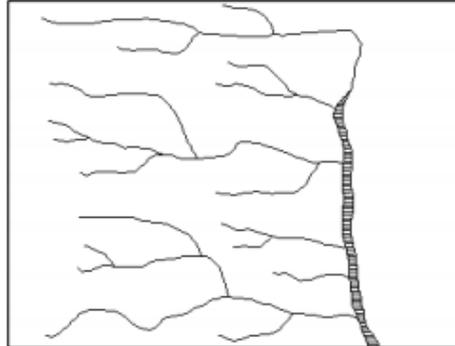


Nota. La imagen representa el esquema de la Forma de la red de drenaje de la cuenca. Elaboración propia.

La cuenca del rio Balsillas cuenta con una forma de drenaje Subparalelo **imagen 9**, en el cual los cursos tributarios se ramifican formando ángulos agudos con el cauce principal o tributario de mayor orden, cambiando después de dirección de manera que se tornan paralelos al cauce al cual confluyen. Esta forma indica normalmente pendientes uniformes. Puede desarrollarse paralelamente a la dirección de rocas sedimentarias fuertemente plegadas. Los ejes largos de los cursos tributarios se desarrollan en los estratos más blandos. (Colombiano, 2016)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Imagen 9. Esquema de red de drenaje



Nota. La imagen representa el esquema de la red de drenaje. Tomado de “Interpretación de imágenes de sensores remotos” por Servicio Geológico Colombiano, 2016. (<http://recordcenter.sgc.gov.co/B17/23008010028485/Documento/Pdf/2105284851106000.pdf>)

8.1.11.5. DETERMINACIÓN DE CAUDALES

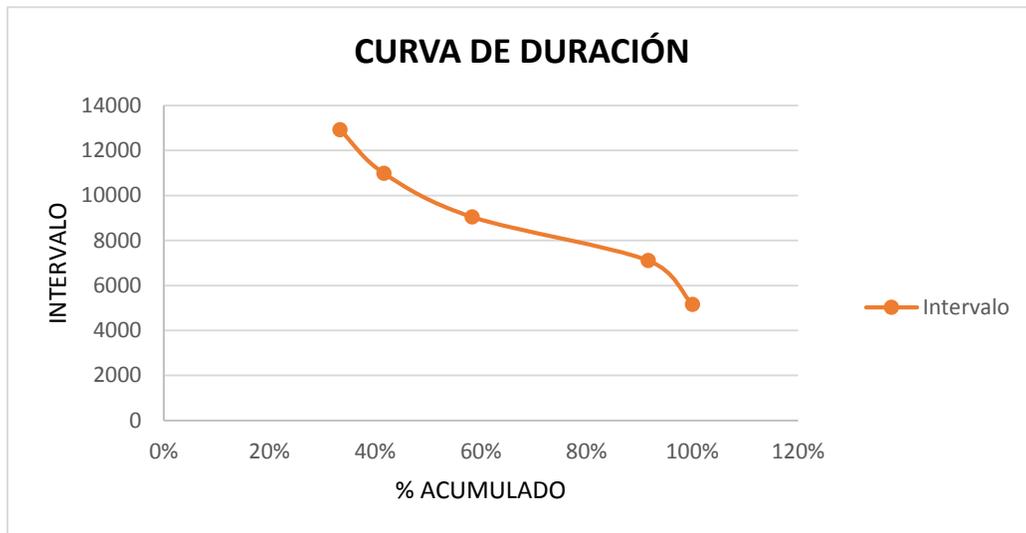
El caudal puede medirse o determinarse en cualquier punto de un canal natural o artificial, esta se define como el volumen por unidad de tiempo. Para medir el flujo es importante que la sección transversal o punto, sea seleccionado en el área de mayor susceptibilidad de la cuenca.

8.1.11.6. CURVA DE DURACIÓN

La curva de duración de caudales nos indica el porcentaje del tiempo durante el cual los caudales han sido igualados o excedidos. Además, en el **gráfico 20** la curva indica el valor del caudal en función de la frecuencia de su ocurrencia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Gráfico 20. Curva de duración



Nota. El gráfico indica el valor del caudal en función de la frecuencia de su ocurrencia. Elaboración propia.

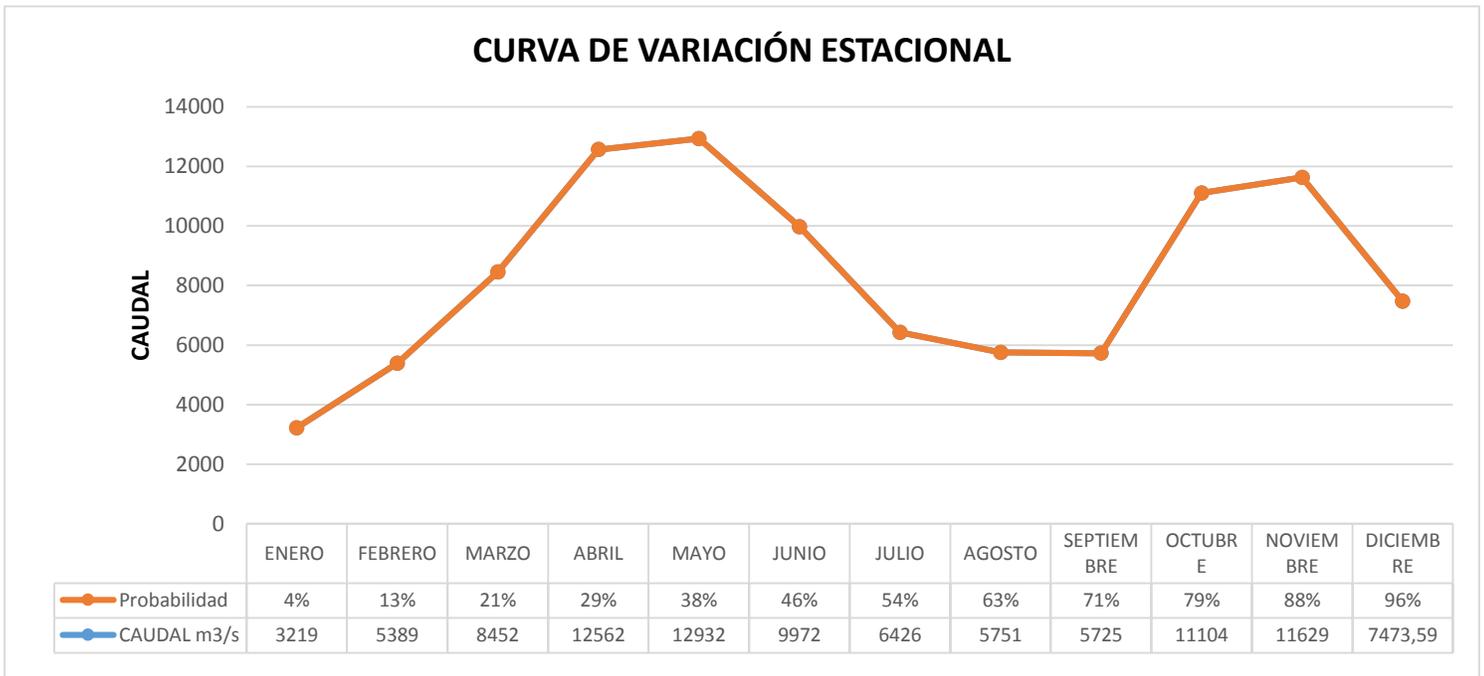
El caudal mínimo probable de la curva durante 20 años con una probabilidad de excedencia próxima al 100 % es de 3219 m³/s y el caudal máximo con una probabilidad del 33% es de 10.990 m³/s.

8.1.11.7. CURVA DE VARIACIÓN ESTACIONAL

Estas curvas representan y proporcionan información sobre los valores hidrológicos, respecto al tiempo y la probabilidad de que estos eventos ocurran (Ver **gráfico 21**).

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Gráfico 21. Curva de variación estacional



Nota. El gráfico indica la variación y la frecuencia de su ocurrencia de que se repitan esos caudales. Elaboración propia.

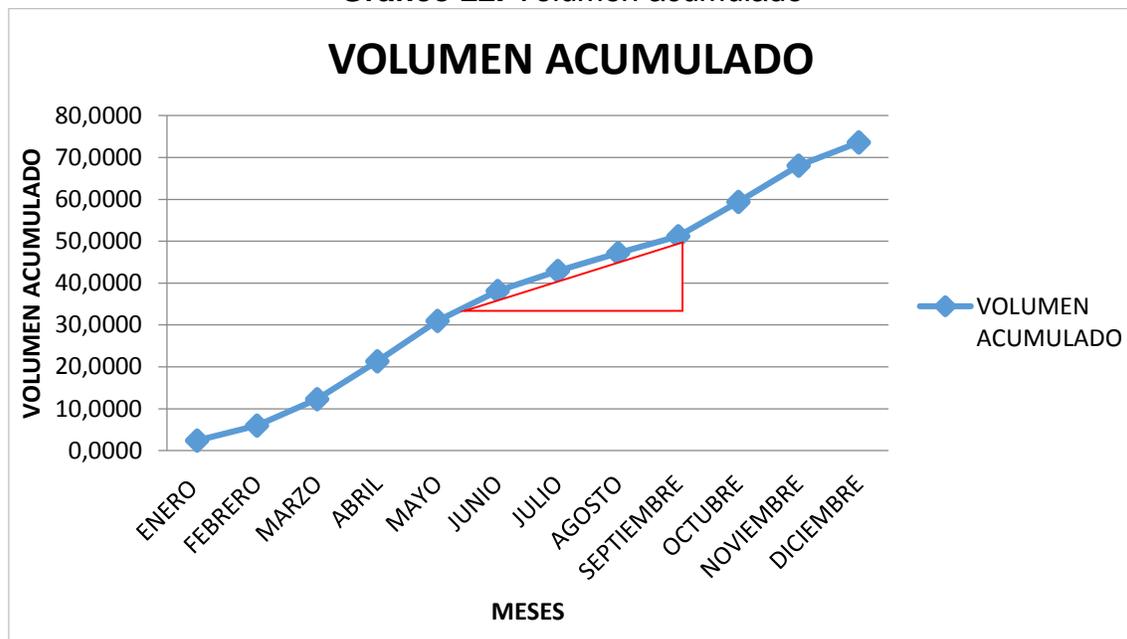
En la gráfica se observa que los niveles más elevados (11.000 y 13.000 m³/s) de caudal se presentan en los meses de abril, mayo, octubre y noviembre con una probabilidad de que vuelvan a ocurrir de un 29%.

8.1.11.8. CURVA DE MASA O VOLUMEN

La curva de masa se usa en el estudio de regulación de ríos por medio de embalses, proporciona el volumen acumulado, que ha ocurrido en una estación en función del tiempo. (Ver **gráfico 22**)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Gráfico 22. Volumen acumulado



Nota. El gráfico indica el volumen acumulado de caudal durante un tiempo determinado. Elaboración propia.

Durante los 20 años de estudio de la cuenca del río Balsillas se registra un incremento de volumen en los meses de junio, julio y agosto con un volumen de 50.000 mm³ y los caudales mínimos de estiaje son en los meses de enero, febrero y junio.

$$Q_m = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$$

$$Q_m = \frac{59.4175 - 42.9045}{10 - 7} = 55.043 \text{ mm}^3/\text{mes}$$

El caudal promedio en los 20 años de estudio es de 55.043 mm³/mes.

8.1.11.9. ESCURRIMIENTOS

El escurrimiento está vinculado con el tipo de suelo, pendiente y otros factores que se presente en la zona de estudio. El escurrimiento superficial está sujeto al nivel de las precipitaciones menos la infiltración y la retención superficial.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.11.9.1. Escurrimientos Máximos

En el municipio de Mosquera el escurrimiento máximo es de 43,57 m³/s el cual se presenta en la zona del río Balsillas, como se presenta en la siguiente tabla.

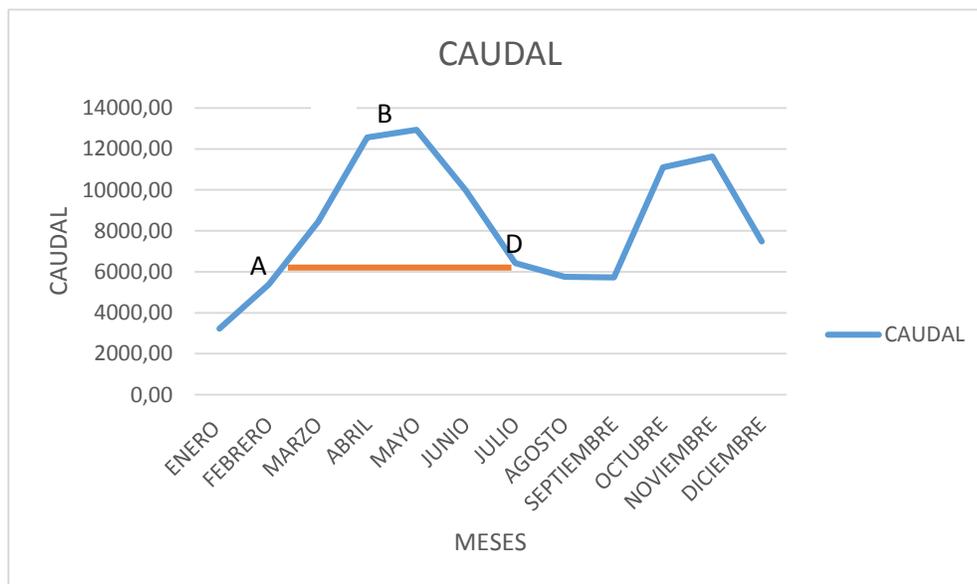
AREA CUENCA (Km ²)	COHEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO	INTENSIDAD DE LA LLUVIA (mm)	ESCURRIEMIENTO MAXIMO (m ³ /s)
228,46	0,60	114,44	43,57

Nota. La tabla indica los valores para hallar el escurrimiento máximo que tiene la cuenca. Elaboración propia.

8.1.11.10. CRECIENTES – HIDROGRAMA

Son las fluctuaciones del caudal respecto al tiempo en cual se relaciona en la siguiente grafica.

Gráfico 23. Caudal de la cuenca



Nota. El gráfico el caudal que presenta la cuenca. Elaboración propia. El volumen de caudal más alto que se presenta durante los 20 años es de 12.932 m³/s que se presenta durante los meses de abril, mayo y junio.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.12. CALCULOS HIDRÁULICOS

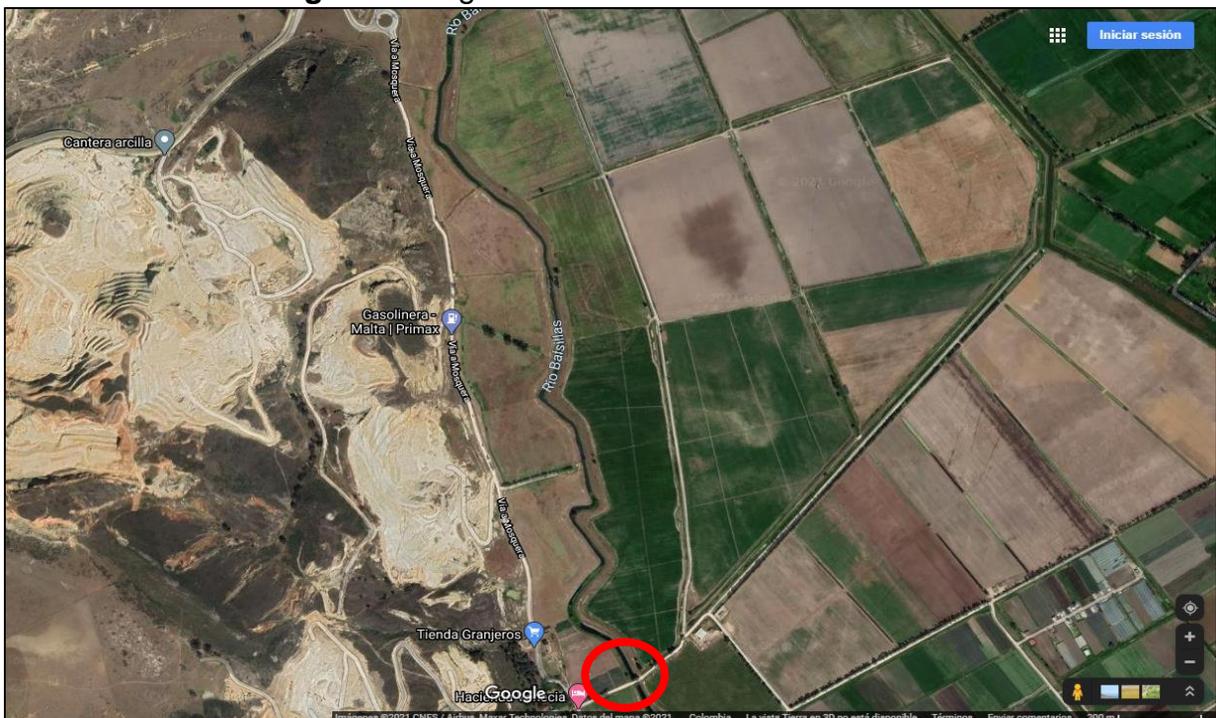
Para el levantamiento batimétrico se determinó el área más susceptible y de fácil acceso al río Balsillas, el cual se encuentra ubicado en la Vereda San José con coordenadas E: 00981108 y N: 01006711 (Ver **imagen 10**) y con las siguientes condiciones climáticas (Ver **tabla 11**) tomadas por medio de un anemómetro:

Tabla 11. Parámetros hidráulicos de la cuenca

PARÁMETROS	VALORES
Velocidad del viento	3,2 mph
Temperatura	23,2 °C
Nubosidad	05:18,2
Barometría	752,3 mb
Humedad	58,20%
Altitud	2446 m

Nota. La tabla indica los parámetros hidráulicos de la cuenca tomados con un anemómetro. Elaboración propia.

Imagen 10. Lugar donde se realizó el muestreo



Nota. La imagen representa el lugar donde se realizó la batimetría. Tomado de "Mapa de Google Maps" por Google Maps, 2016. (<https://www.google.com/maps/@4.6670863,-74.25383,1876m/data=!3m1!1e3?hl=es>)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

La **imagen 11** muestra el tramo delimitado de la cuenca tiene un ancho de 5,10 m y un largo de 10 m, siendo este un sector con poco buchón y algo de espejo de agua, en el cual se realizaron las medidas hidráulicas, sinuosidad, aforo y transporte de sedimentos de la cuenca.

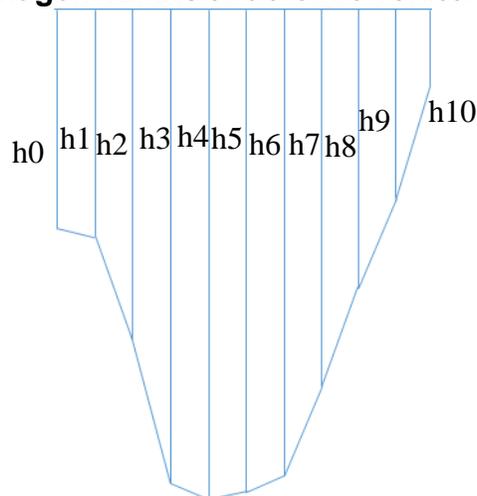
Imagen 11. Delimitación del tramo donde se realizó el muestreo



Nota. La imagen representa la delimitación de área donde se realizó la batimetría.
Elaboración propia.

Al medir de jalón a jalón con el uso del decámetro la distancia del ancho del río, se determinó que la división entre verticales es de 0,50 m como se muestra a continuación.

Imagen 12. Distancia entre verticales



Nota. La imagen representa la distancia del ancho del río formado así un perfil longitudinal.
Elaboración propia.

Con estas verticales se definirá óptimamente la variación de elevación del lecho del río y la variación horizontal de velocidad. Con el correntómetro se calcula la velocidad superficial, la velocidad máxima ubicada al 20% de la profundidad y la

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

velocidad media al 80% con respecto a la superficie del agua cuando es pequeña (Ver **tabla 12**).

Tabla 12. Datos de caudal con correntómetro

Sección	Velocidad del caudal (m/s)			Profundidad (m)	Ancho (m)	Área (m ²)	Caudal (m ³ /s)
	20%	80%	Media				
1	0,7	0,6	1,0	0,22	0,50	0,11	0,11
2	0,6	0,4	0,8	0,26	0,50	0,13	0,10
3	0,7	0,8	1,1	0,33	0,50	0,17	0,18
4	1,4	1,1	2,0	0,38	0,50	0,19	0,37
5	0,9	0,8	1,3	0,25	0,50	0,13	0,16
6	1,1	0,3	1,3	0,24	0,50	0,12	0,15
7	0,9	0,1	1,0	0,26	0,50	0,13	0,12
8	1,7	0,6	2,0	0,29	0,50	0,15	0,29

Nota. La tabla indica los datos de caudal obtenidos por medio del correntómetro. Elaboración propia.

Los valores más altos de velocidad de caudal con los que cuenta el río Balsillas, a una velocidad máxima ubicada al 20% de la profundidad es de 1,4 m/s y la velocidad media ubicada al 80% es de 1,1 m/s, ubicado en la sección 4 que vendría siendo la mitad del cauce, con un caudal total de la sección de 0,37 m³/s.

En cuanto a las otras secciones las velocidades se comportaron entre los rangos de 0,6 y 0,9 m/s sin presentar mucha variación.

Imagen 13 y 14. Toma de caudal con correntómetro



Nota. Las imágenes representan la toma de los caudales por medio del equipo correntómetro. Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.12.1. AFORO CON FLOTADOR

Para la medición de la velocidad superficial se utilizó un flotador (pin pon) en una sección transversal de 10 m de longitud en el área de estudio. Se realizó el lanzamiento del flotador seis (6) veces y se registró el tiempo transcurrido entre el punto de partida y el punto final, como lo muestra la tabla a continuación.

Tabla 13. Datos de caudal con flotador

No. Veces	Tiempo (seg)	Q= Área (m ³)*Velocidad (seg)	V= Distancia (m)/Tiempo (seg)
1	23,5	1198,5	0,43
2	23,06	1176,06	0,43
3	23,12	1179,12	0,43
4	16,9	861,9	0,59
5	33,5	1708,5	0,30
6	21,36	1089,36	0,47

Nota. La tabla indica los valores de caudales medidos por medio del método de flotador. Elaboración propia.

Se realizaron seis (6) mediciones con un tiempo promedio de recorrido de 23 segundos, presentando un caudal medio de 1.200 m³/seg y una velocidad media de 0,43 m/seg, teniendo así un bajo flujo de agua. La **imagen 15 y 16** muestran la toma de caudal por medio de flotados.

Imagen 15 y 16. Toma de caudal con flotador



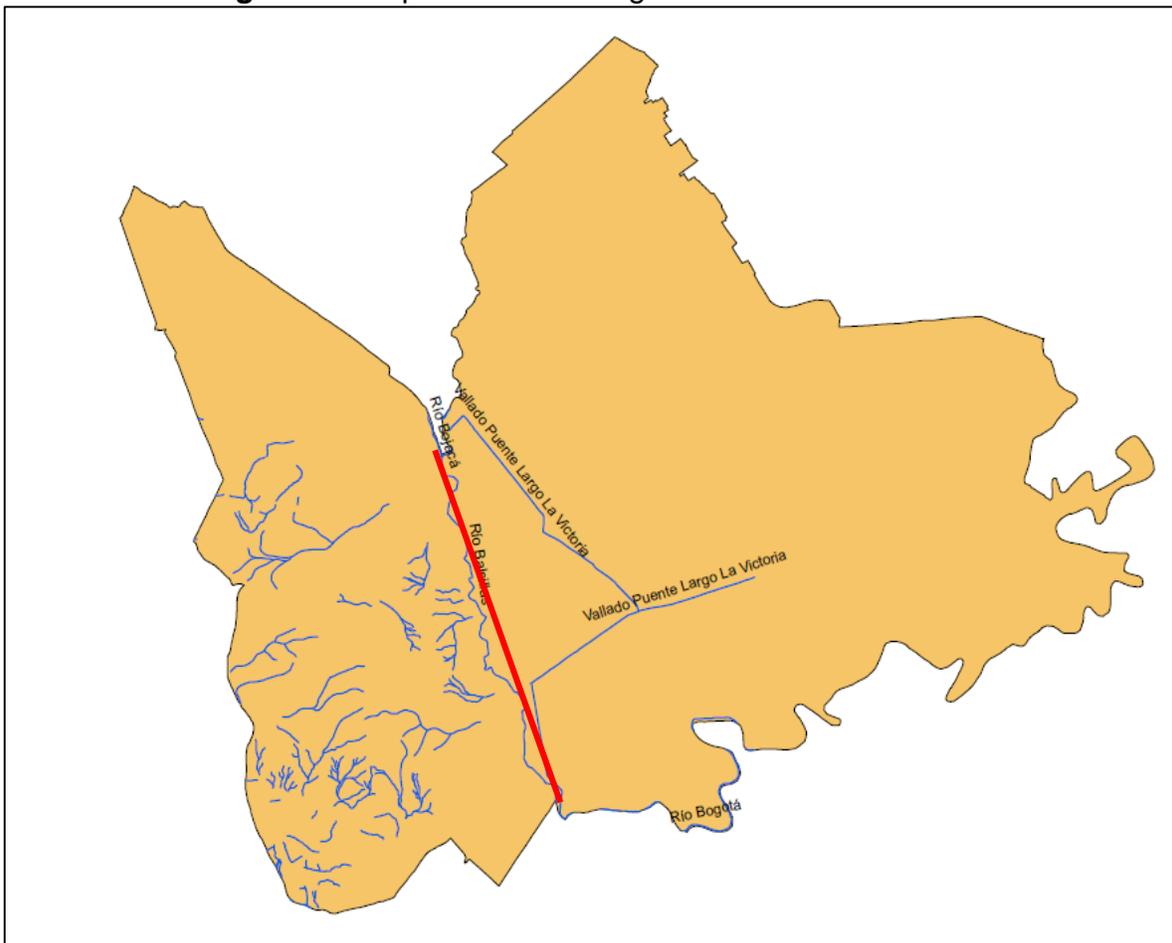
Nota. Las imágenes representan la toma de los caudales por medio del método de flotador. Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.12.2. SINUOSIDAD

El índice de sinuosidad es aquél que se calcula sobre la fotografía aérea, siendo la división de la longitud del eje central del cauce entre la longitud en línea recta entre los puntos de inicio y fin del tramo objeto de estudio. (Ver **imagen 17**). (formación, 2019)

Imagen 17. Esquema de la Longitud vertical de la cuenca



Nota. La imagen representa el esquema de la longitud vertical que posee la cuenca. Elaboración propia.

La sinuosidad del río se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$S = \frac{L \text{ en línea recta}}{L \text{ por el cauce}}$$

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

$$S = \frac{31,44 \text{ Km}}{31,85 \text{ Km}} = 1$$

La sinuosidad cuenta con tipos de cauce en función de su morfología, la cuenca del río Balsillas es de tipo recto ya que la sinuosidad es tan pequeña que puede despreciarse. En un tramo rectilíneo el Índice de Sinuosidad es teóricamente igual a 1 y menor que 1,05. Se les suele considerar como un estado transitorio al meándrico. (Felices, 2010)

“Los canales rectilíneos suelen llevar carga de fondo o de todo tipo, con baja actividad de ensanchamiento y alta actividad de incisión”. (González, 2005)

Con el ortofotomosaico se puede determinar la sinuosidad del río Balsillas, en la siguiente tabla se encuentra la distancia entre casa punto a través del tiempo:

Tabla 14. Sinuosidad de la cuenca en dos puntos específicos

AÑO	DISTANCIA RIO (m)	DISTANCIA CURVA (m)
2020	26,66	138,19
2019	25,34	130,60
2018	22,65	127,56
2016	21,99	127,17
2015	21,18	126,51
2013	20,19	121,06
2009	19,54	120,79
2007	18,44	120,49

Nota. La tabla indica los datos de sinuosidad de la cuenca en dos puntos específicos. Elaboración propia.

A través de los años se nota una variación en el cauce del río, determinando bajo caudal y arrastre de sedimentos a lo largo de la cuenca como se muestra en la **tabla 15**.

Tabla 15. Ortofotomosaico del río Balsillas

AÑO 2020



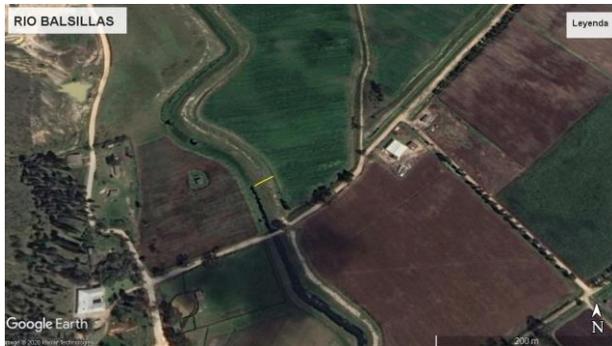
AÑO 2019



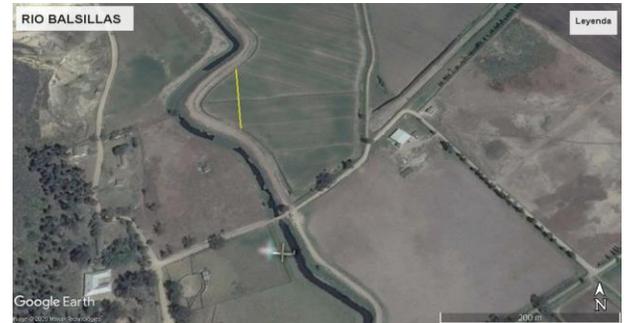
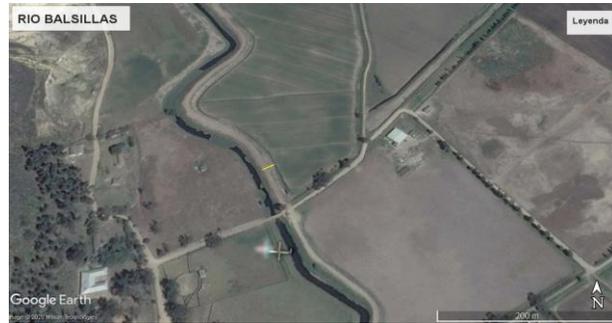
AÑO 2018



AÑO 2016



AÑO 2015



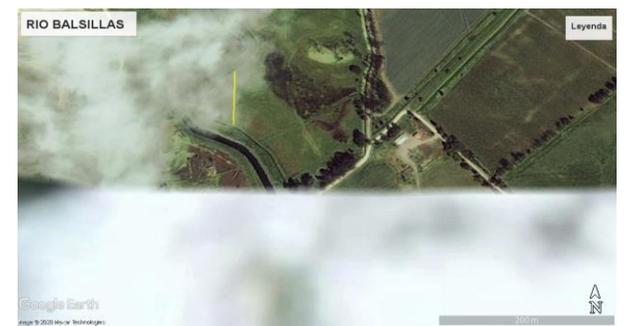
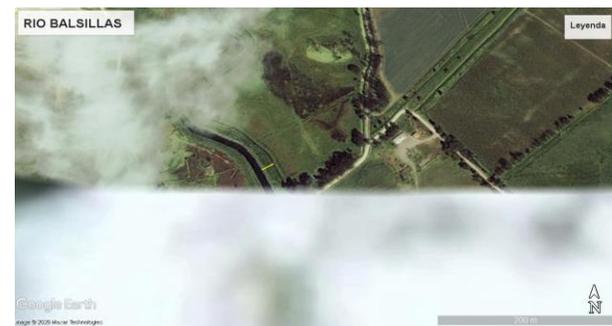
AÑO 2013



AÑO 2009



AÑO 2007



Nota. Las imágenes representan el cambio que ha tenido la cuenca a través de los años.
Elaboración propia.

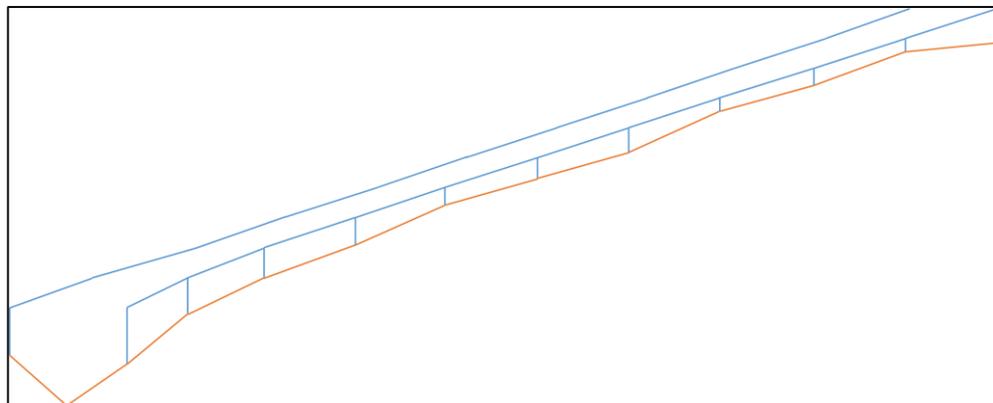
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.12.3. Thalweg = PENDIENTE

“El Thalweg es la línea que une las máximas profundidades de cada sección transversal de un río”. (Felices, 2010)

Por tal motivo se realiza una gráfica longitudinal (ver **imagen 18**) transversal de la cuenca del río Balsillas, observando que el thalweg del río determina una sinuosidad y forma triangular del mismo.

Imagen 18. Perfil Longitudinal



Nota. La imagen representa el perfil longitudinal que presenta la cuenca en este caso es de forma triangular. Elaboración propia.

La metodología utilizada para hallar el thalweg del río Balsillas, fue tomar medidas de profundidad desde el espejo de agua hasta el fondo, realizando mediciones cada dos metros de distancia, como se indica en la siguiente tabla.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

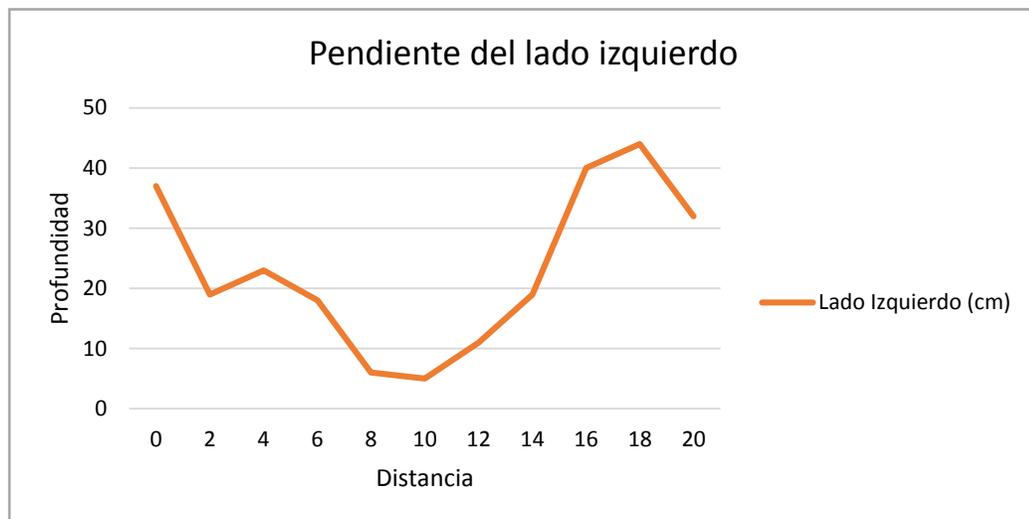
Tabla 16. Medidas de la profundidad del río

Distancia (m)	Ancho del río (m)	Lado izquierdo (cm)	Medio (cm)	Lado Derecho (cm)
0	5,80	37	67	23
2	5,30	19	45	9
4	5,30	23	27	11,5
6	4,80	18	25	9
8	4,80	6	24	16
10	4,80	5	20	14
12	4,30	11	22	12
14	4,50	19	15	19
16	4,40	40	28	21
18	6,20	44	35	24
20	7,70	32	66	38

Nota. La tabla indica las medidas de profundidad con las que cuenta el río a lo largo de 20m. Elaboración propia.

Se realiza el **gráfico 24** del perfil longitudinal del costado izquierdo de la cuenca, determinando así la pendiente del río y su profundidad que oscila entre los 5 a 45 cm.

Gráfico 24. Pendiente del lado izquierdo de la cuenca

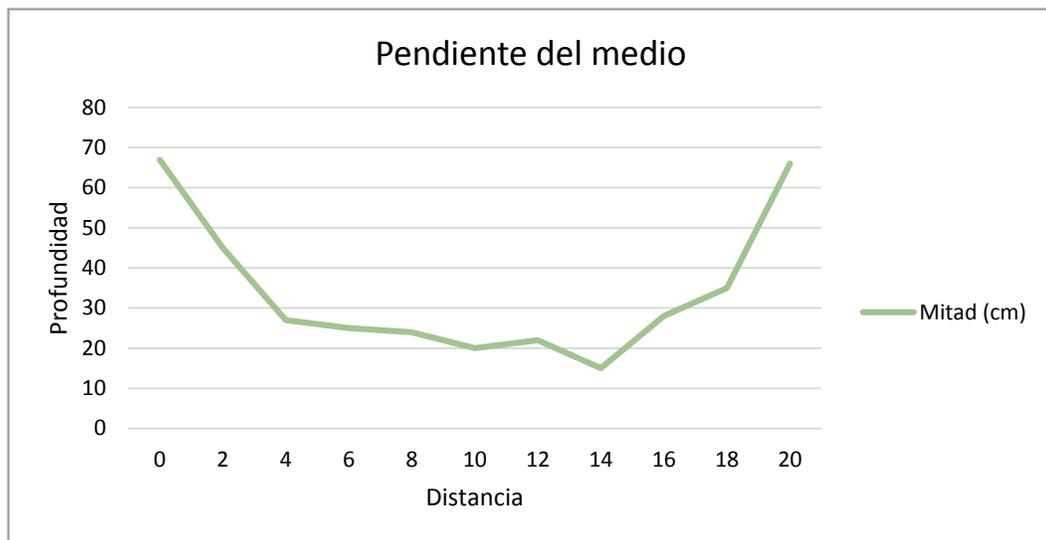


Nota. El gráfico representa la pendiente que tiene la cuenca en su lado izquierdo. Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Se realiza el **gráfico 25** del perfil longitudinal de la mitad de la cuenca, determinando así la pendiente del río y su profundidad que oscila entre los 15 a 67 cm.

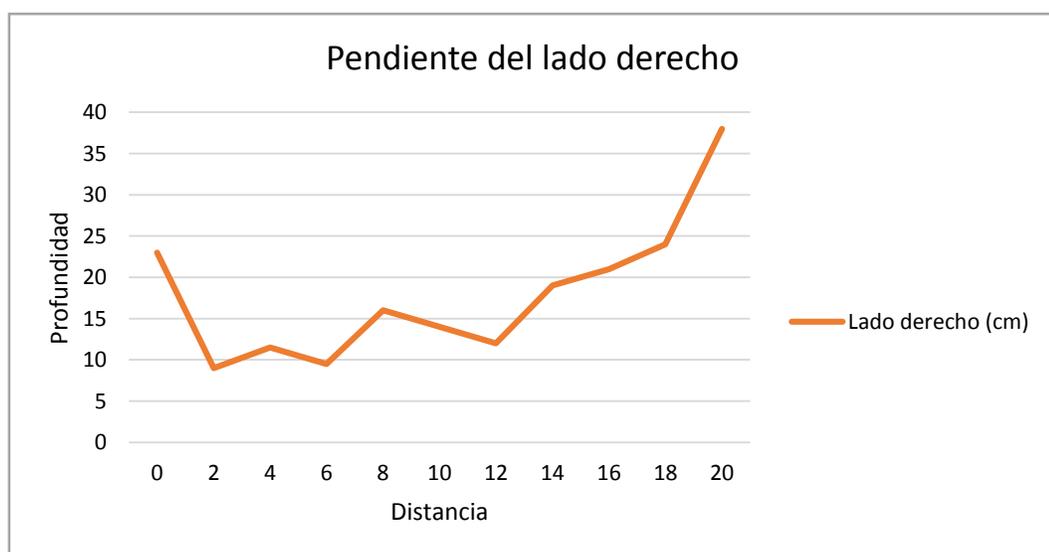
Gráfico 25. Pendiente del medio de la cuenca



Nota. El gráfico representa la pendiente que tiene la cuenca en el medio. Elaboración propia.

Se realiza el **gráfico 26** del perfil longitudinal del costado izquierdo de la cuenca, determinando así la pendiente del río y su profundidad que oscila entre los 9 a 38 cm.

Gráfico 26. Pendiente del lado derecho de la cuenca



Nota. El gráfico representa la pendiente que tiene la cuenca en su lado derecho. Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.12.4. TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

La medición de los sedimentos se realiza mediante la determinación de la concentración del material en suspensión en el agua, y mediante la determinación del transporte. La **imagen 19** muestra la toma de sedimentos en tres (3) niveles, profundidad, medio y superficie.

Imagen 19. Toma de sedimentos del río



Nota. La imagen representa la toma de muestra de sedimentos en tres niveles del cauce, profundidad, medio y superficie. Elaboración propia.

8.1.12.4.1. Sólidos Sedimentables

Es la cantidad de materia que sedimenta de una muestra en un periodo de tiempo. Se suele medir en unidades de volumen (ml/l). (Torres, 2000)

La toma de muestras de sedimentos del río Balsillas se realizó en 3 medidas (profundidad, medio y superficie), la cual se vertió en el cono Imhoff hasta la marca de 1L, manteniéndolas en reposo por más de 45 min, luego se registró el volumen de sólidos sedimentables del cono y se realizó la ecuación pertinente para el total de los sólidos en mL/L. Es así como a continuación se describen los resultados de los sólidos sedimentables en la **tabla 17** y se representan en la **imagen 20, 21 y 22**.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

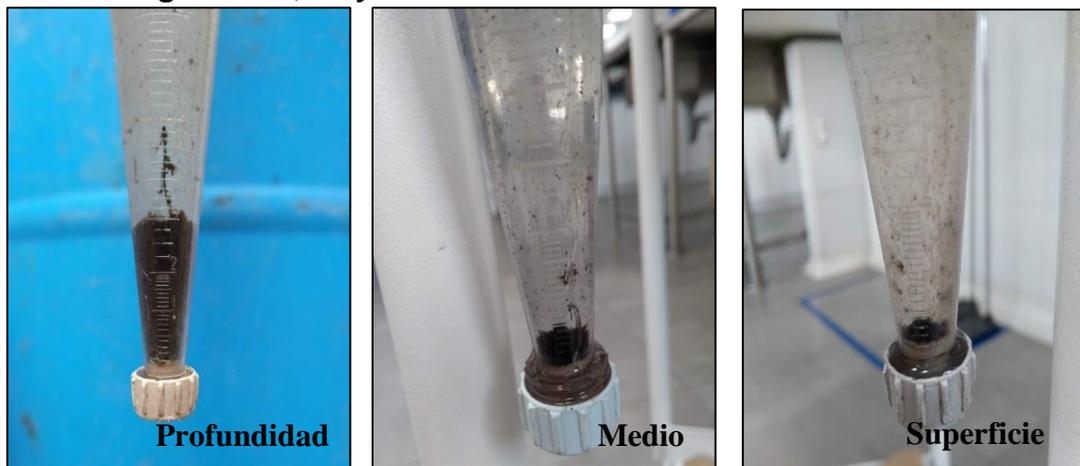
$$\text{Sólidos sedimentables} = \frac{\text{Volumen de s. sedimentados (mL)}}{\text{Volumen de muestra (L)}}$$

Tabla 17. Resultados de los sólidos sedimentables

Muestra	Total sedimentos
1. Profundidad	4 ml/L
2. Medio	1 ml/L
3. Superficial	0,3 ml/L

Nota. La tabla indica los valores de los sólidos sedimentables. Elaboración propia.

Imágenes 20, 21 y 22. Cono imhoff con sedimentación



Nota. Las imágenes representan el volumen de sedimentos por cada uno de los niveles tomados. Elaboración propia.

Donde hay mayor sólidos sedimentables es en la profundidad del río Balsillas ya que el material de arrastre que trae la corriente es muy pesado y va quedando en el fondo de la cuenca.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.12.4.2. Sólidos Totales

Se definen como la materia que permanece como residuo después de la evaporación y secado a 105 °C. El valor de los sólidos totales incluye materias disueltas (sólidos disueltos totales: porción que pasa a través del filtro) y no disuelto (sólidos suspendidos totales: porción de sólidos totales retenidos por un filtro). (IDEAM, SÓLIDOS TOTALES SECADOS A 103 – 105°C, 2007)

Se determina el contenido de sólidos totales en la muestra usando la siguiente ecuación:

$$\text{Sólidos totales} = \frac{(w_2 - w_1) * 1.000}{\text{Volumen de muestra (L)}}$$

$$\text{Sólidos totales} = \frac{(36,1294 - 36,12) * 1.000}{0,01 (L)} = 940 \text{ mg/L}$$

Los sólidos totales (**imagen 23 y 24**) de la cuenca del río Balsillas en la muestra de 10 ml de agua es de 940 mg/L de sólidos que quedaron después de la evaporación del agua.

Imagen 23 y 24. Crisol con sedimentos



Nota. Las imágenes representan el resultado del laboratorio de los sólidos sedimentables. Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.12.4.3. Sólidos suspendidos totales

Los sólidos suspendidos son transportados gracias a la acción de arrastre y soporte del movimiento del agua; los más pequeños (menos de 0.01 mm) no sedimentan rápidamente y se consideran sólidos no sedimentables, y los más grandes (mayores de 0.01 mm) son generalmente sedimentables. (IDEAM 2. , 2007)

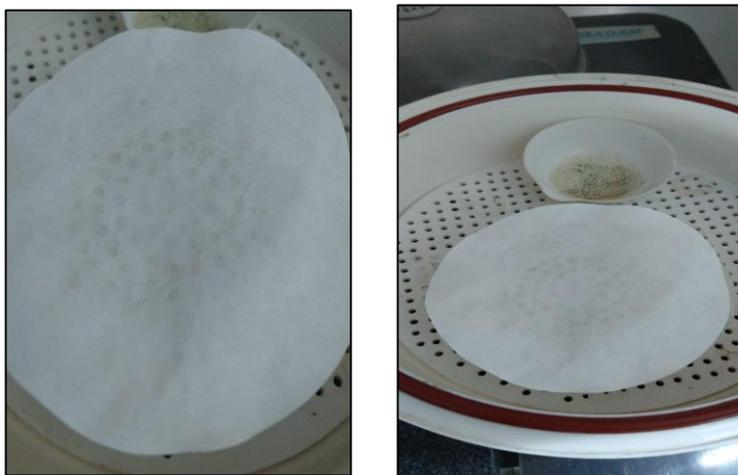
Se determina el contenido de sólidos suspendidos totales en la muestra usando la siguiente ecuación:

$$\text{Sólidos suspendidos totales} = \frac{(W2 - W1) * 1.000}{\text{Volumen de muestra (mL)}}$$

$$\begin{aligned} \text{Sólidos suspendidos totales} &= \frac{(0,6038 - 0,6178) * 1.000}{0,08 \text{ (mL)}} \\ &= -175 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

En los sólidos hay una pérdida mayor de los sedimentos volátiles y los sólidos suspendidos son pocos en la muestra. (Ver **imagen 25 y 26**)

Imágenes 25 y 26. Papel con sedimentos



Nota. Las imágenes representan el resultado del laboratorio de los sólidos suspendidos totales. Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

8.1.12.5. TERRAZAS DE INUNDACIÓN

Cuando llueve mucho el agua no puede acomodarse en los ríos y las quebradas, por lo que se sale de sus cauces e invade áreas adyacentes a éstas causando lo que llamamos inundaciones. También ocurren inundaciones cuando las olas del mar son empujadas a la tierra por el viento o por marejadas fuertes. Las inundaciones ocurren cuando se tapan los drenajes por donde el agua tiene salida, o porque los ríos están llenos de sedimentación y basura reduciendo su capacidad o espacio para contener el agua. (Gonzalez, 2005)

Las zonas de inundación del río Balsillas se describen en los siguientes cuadros y la **imagen 27** muestra los perfiles de las terrazas de inundación, la imagen 28, 29, 30, y 31 representa la toma de medidas de las terrazas de inundación:

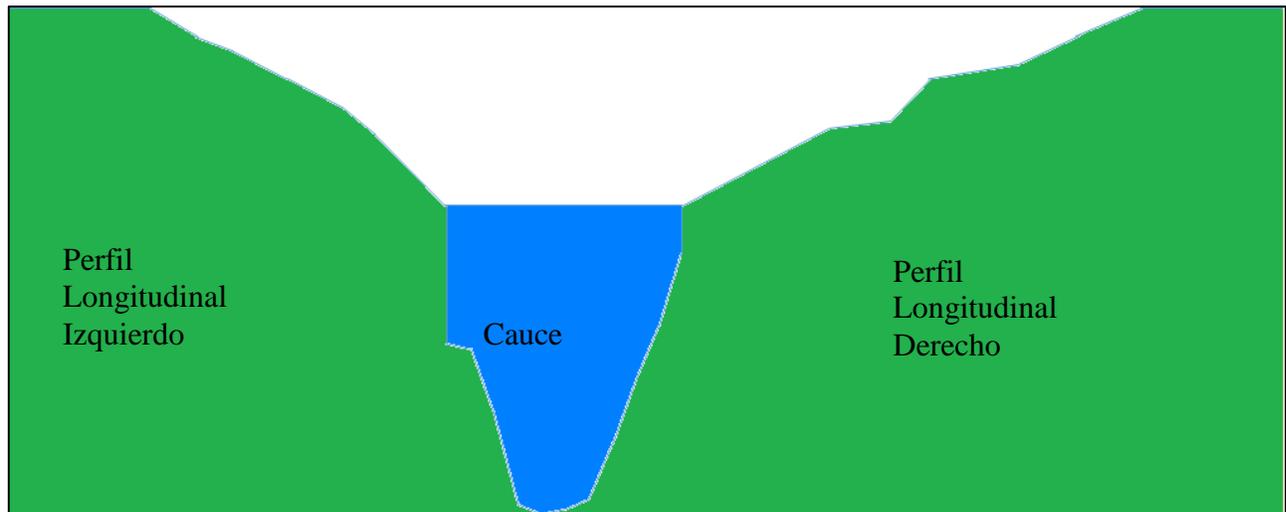
Lado derecho cuenca

Altura (m)	1,67	1,86	2,70	3,00	3,60	4,20
Profundidad (m)	3,10	4,40	5,20	7,10	8,30	9,70

Lado izquierdo cuenca

Altura (m)	1,50	2,10	2,70	3,30	3,60	4,20
Profundidad (m)	1,50	2,20	3,35	4,50	5,50	6,20

Imagen 27. Perfil de las terrazas de inundación



Nota. La imagen representa el perfil de las terrazas de inundación que posee la cuenca. Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Imagen 28, 29, 30 y 31. Toma de medidas terrazas de inundación



Nota. Las imágenes representan la toma de medidas de las terrazas de inundación.
Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

9. RESULTADOS

9.1. DISEÑO DE UN INDICADOR PARA LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA.

Pueden ser cuantitativos o cualitativos dependiendo de cómo son medido y apreciado. Los indicadores ambientales cuantitativos se basan en parámetros con los que dar información sobre un fenómeno. En cambio, los indicadores ambientales cualitativos se centran más en las observaciones y percepciones. (Portillo, 2020)

Para la óptima ejecución de este proyecto se propone desarrollar varios indicadores de tipo ambiental que permita tener una amplia visión de la cuenca y los fenómenos hidroclimáticos que esta presenta, su relación con la ser humano que la rodea y su función eco sistémica, ya que al ejecutar estos indicadores se puede conocer el estado de la cuenca, el impacto que ha sufrido debido al cambio climático y la contaminación debido a la intervención humana.

9.1.1. INDICADOR DE CALIDAD DEL AGUA- ICA

El índice de calidad de agua permite el análisis de condiciones de calidad en puntos específicos de una corriente en el momento que se realiza la medición. (IDEAM, 2018)

Se realizó una toma de muestras de agua en el río Balsillas el día 2 de noviembre de 2.020 (Ver **imagen 32, 33 y 34**), con el fin de calcular el ICA con las mediciones de parámetros físico químicos del agua, representativas de contaminantes, teniendo en cuenta si es apta o no para el consumo humano.

Imagen 32, 33 y 34. Toma muestra de agua del río Balsillas

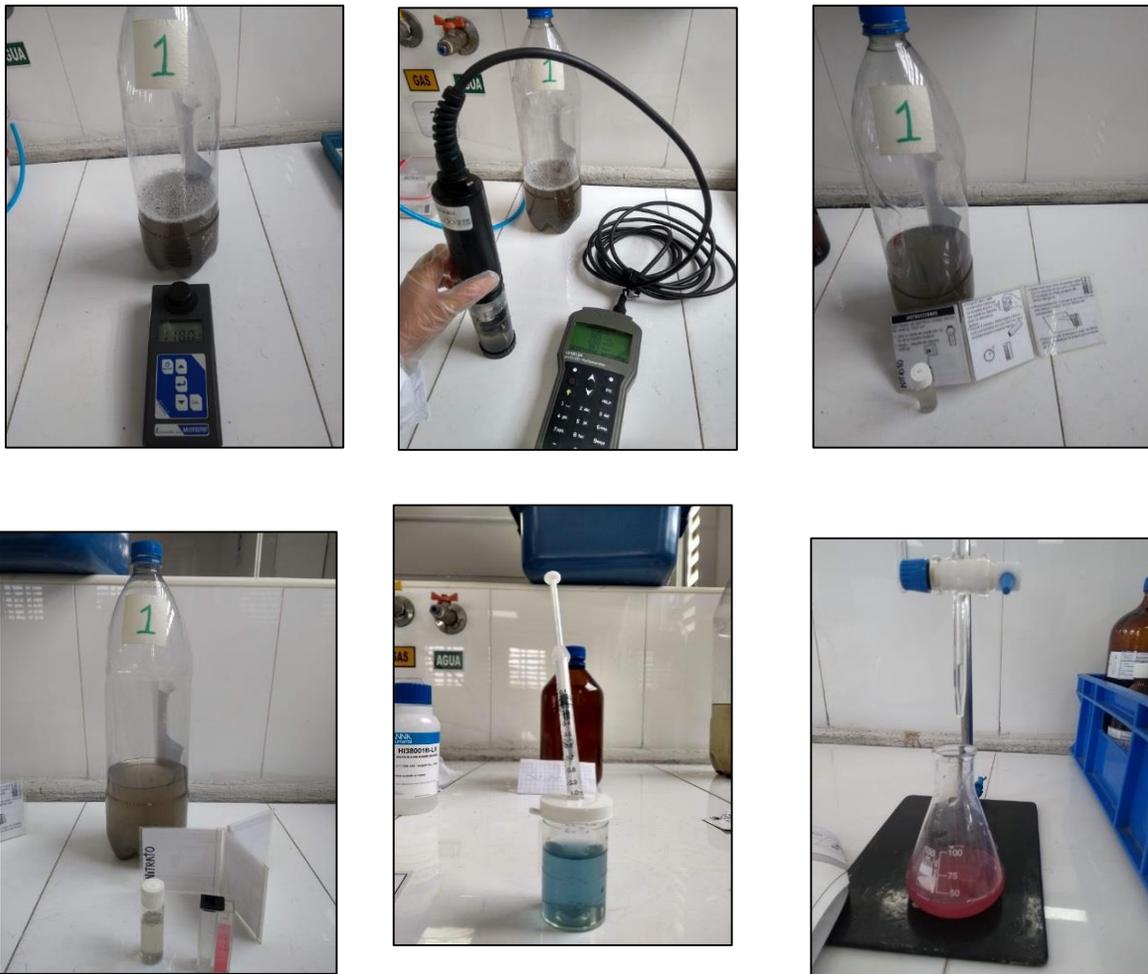


Nota. Las imágenes representan la toma de muestras y parámetros de agua.
Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Dichas muestras se llevaron al laboratorio de la universidad ECCI para ser analizadas fisicoquímicamente por medio del método de espectrofotometría. (Ver imagen 35, 36, 37, 38, 39 y 40)

Imagen 35, 36, 37, 38, 39 y 40. Análisis de muestras de agua del rio Balsillas



Nota. Las imágenes representan el análisis de los resultados del laboratorio de las muestras de agua. Elaboración propia.

A continuación, se muestra la tabla de resultados, en la cual se compara con los parámetros permisibles para agua potable y consumo humano según la norma.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 18. Resultado de análisis de agua Potable y Agua para consumo humano

PARAMETROS	UNIDADES	TÉCNICA ANALITICA	MÉTODO	RESULTADOS	RASS 2000	RESOLUCION 2115/2007	CUMPLE	NO CUMPLE
pH				6,8	6,5 –9,0	6,5 – 8,5	X	
OXIGENO DISUELTO	%OD			15,6				
TURBIEDAD	NTU FNU			118	5	2		X
NITRITOS	Mg/ L			10	0,1	0,1		X
NITRATOS	Mg/ L			0,2	10	10		X
SULFATOS SO4	ppm			200	250	250		X
ALCALINIDAD POR TITULACIÓN CaCO	Ppm (M)			850	100	200		X

Nota. La tabla indica el resultado del análisis de la muestra de aguas comparada con la Resolución 2115 y con el Rass 2000. Elaboración propia.

DESCRIPCIÓN

Con el muestreo realizado en el río Balsillas se determina que el agua no es apta para consumo humano ya que no cumplen con sus características fisicoquímicas, ya que como lo vemos en la tabla anterior se realiza una comparación con los estándares mínimos para agua potable del RASS .2000 y la Resolución 2115 de 2.007 “por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano”. Determinando así que esta no es apta para consumo humano y tampoco es potable.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

9.1.2. ÍNDICES HIDROCLIMÁTICOS

Un índice climático es un valor que puede ser usado para describir el estado y los cambios en el sistema climático. El clima de un sitio en particular es el estado promedio de la atmósfera durante un periodo prolongado de tiempo por lo que los cambios en el clima son mucho más lentos que los del estado del tiempo ya que éste puede cambiar bruscamente día con día. (Quiroz, 2012)

Para los índices hidroclimáticos se desarrollan los indicadores del Estudio Nacional del Agua y el Plan Regional Integral de Cambio Climático, ya que estos ayudaran a determinar factores importantes respecto al impacto ambiental que ha tenido la cuenca a raíz del cambio climático.

9.1.2.1. ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA

- Índice de regulación hídrica (IRH):** es un indicador asociado al régimen natural de las cuencas que califica cualitativamente la capacidad de retención y regulación hídrica, por medio de la forma de la curva de duración de caudales medios diarios (CDC), para señalar las zonas que escurren de forma más estable y la ocurrencia de caudales extremos.

Las CDC se construyen a partir de registros históricos de caudales diarios, siendo aplicable únicamente en el periodo de los datos con el que fue construida e integrando el efecto combinado de las características de la cuenca (climatología, geología, geomorfología, tipo de suelo, vegetación, e intervenciones antrópicas) sobre el comportamiento de los caudales. (IDEAM, 2018)

A continuación, se muestra la formula y la **tabla 19** donde se categoriza el índice de regulación hídrica.

$$IRH = \frac{V_p}{V_t}$$

V_p: Volumen parcial equivalente al área bajo la línea de caudal medio.

V_t: Volumen total equivalente al área bajo la CDC.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 19. Categoría del IRH

IRH	Categoría
$IRH \leq 0,50$	Muy Baja
$0,50 < IRH \leq 0,65$	Baja
$0,65 < IRH \leq 0,75$	Moderada
$0,75 < IRH \leq 0,85$	Alta
$IRH > 0,85$	Muy Alta

Nota. La tabla indica la categoría y el rango del Índice de Regulación Hídrica. Tomado de “Estudio Nacional del Agua” por Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2018. (<https://cta.org.co/biblionet/estudio-nacional-del-agua-2018/>)

$$IRH \frac{1.023.220}{1.967.066} = 0,52$$

El índice de regulación hídrica para la cuenca del río Balsillas es de categoría baja, en el cual se mantiene un régimen de caudales bajo afectando la disminución de la oferta hídrica, la retención de la humedad y las condiciones de regulación.

- Índice de sequía y precipitación:** Para el análisis de los periodos secos extremos en el país, se identificaron las sequías meteorológicas a través del cálculo del índice estandarizado de precipitación (SPI, sigla en inglés de Standard Precipitation Index) (OMM, 2012), el cual también es un indicador de los eventos húmedos. El SPI se calcula usando los datos estandarizados (normalizados) de series de precipitación acumuladas a diferentes escalas temporales (p. ej. 1, 3, 6, 12, 24, etc. meses), y clasificando los periodos mensuales como se indica en la **tabla 20**. (IDEAM, 2018)

Tabla 20. Categoría del Índice de sequía y precipitación

Rango	Categoría
$SPI \geq 2,00$	Extremadamente húmedo
$1,50 \leq SPI < 2,00$	Muy húmedo
$1,00 \leq SPI < 1,50$	Moderadamente húmedo
$-1,00 < SPI < 1,00$	Normal
$-1,50 < SPI \leq -1,00$	Moderadamente seco
$-2,00 < SPI \leq -1,50$	Muy seco
$SPI \leq -2,00$	Extremadamente seco

Nota. La tabla indica la categoría y el rango del Índice de Sequía y Precipitación. Tomado de “Estudio Nacional del Agua” por Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2018. (<https://cta.org.co/biblionet/estudio-nacional-del-agua-2018/>)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

El índice de sequía y precipitación de la cuenca del río Balsillas para los años del 2.000 al 2.019 es de 1,7 siendo este de categoría **Moderadamente húmedo**.

- Índice de rendimiento medio sedimentos:** Se define como la cantidad de sedimentos que pasan por un punto de control en un tiempo determinado sobre el área de la cuenca aferente a este punto. Este da cuenta de los sedimentos producidos menos los sedimentos depositados en la cuenca aferente y tiene unidades de masa sobre tiempo por área [M/T*A]. (IDEAM, 2018)

$$Qs = a * Qlb$$

Con a y b estimados de aforos líquidos y sólidos.

Donde:

Qs: Transporte de sedimentos

Ql: Caudal líquido

A continuación, se aplica la ecuación de índice de rendimiento medio de sedimentos en el río Balsillas.

$$Qs = 100 \text{ m}^2 * 1.49 \text{ m}^3/\text{s} = 149 \text{ m}^3/\text{s}$$

El transporte de sedimentos del río Balsillas se estima que es de 149 m³/s, siendo de categoría baja debido a que la cuenca no presenta alta cobertura boscosa y cuenta con bajas pendientes.

9.1.2.2. PLAN REGIONAL INTEGRAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (PRICC)

- Índice puntual:** Si el índice es puntual, es decir, para un solo mes en particular, el índice (Ip) se calcula de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\rho_i = \frac{P_i}{\bar{P}_j} \times 100$$

ρ_i : es el índice del parámetro del mes j y el año i.

P_{ij} : Es el valor del parámetro a nivel mensual del mes j y el año i.

\bar{P}_j : Es el promedio multianual del parámetro del mes j.

(Montealegre, 2012)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Con base en el índice puntual, se establecen las siguientes categorías de interpretación, que corresponden a las utilizadas actualmente por el IDEAM para caracterizar el comportamiento de la precipitación (Ver **tabla 21**):

Tabla 21. Categoría del Índice puntual

Rango de variación	Descripción del efecto
$IP_i \leq 40\%$	Déficit severo (muy por debajo de lo normal)
$40\% < IP_i \leq 80\%$	Déficit (por debajo de lo normal)
$80\% < IP_i \leq 120\%$	Normal
$120\% < IP_i \leq 160\%$	Excedente (por encima de lo normal)
$IP_i > 160\%$	Excedente severo (muy por encima de lo normal)

Nota. La tabla indica la categoría y el rango del Índice Puntual. Tomado de “Plan Regional del Cambio Climático (PRICC)” por José Edgar Montealegre Bocanegra, 2012. (<https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosMarinosCosterosyRecursosAcuatico/CUNDINAMARCA.pdf>)

La **tabla 22**, muestra los resultados de la aplicación del índice puntual por cada una de las estaciones más cercanas al río Balsillas.

Tabla 22. Resultado del índice puntual por estaciones

Estación Tibaitata		Estación Bojacá	
Año y mes con más precipitación	Precipitación (mm)	Año y mes con más precipitación	Precipitación (mm)
2010	96,87	2010	67,89
Mayo Multi anual	94,34	Abril Multi anual	85,4
Índice Puntual	102,7% Normal	Índice Puntual	79,5 % Déficit (por debajo de lo normal)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Estación Campobello	
Año y mes con más precipitación	Precipitación (mm)
2011	80,03
Mayo Multi anual	91,7

Índice Puntual	87,3% Normal
-----------------------	------------------------

Estación El Fute	
Año y mes con más precipitación	Precipitación (mm)
2011	82,6
Abril Multi anual	85,4

Índice Puntual	96,7% Normal
-----------------------	------------------------

Estación Acapulco	
Año y mes con más precipitación	Precipitación (mm)
2011	116,3
Abril Multi anual	125,1

Índice Puntual	93,0% Normal
-----------------------	------------------------

Estación Casablanca	
Año y mes con más precipitación	Precipitación (mm)
2011	73,98
Mayo Multi anual	60,3

Índice Puntual	122,7% Excedente (por encima de lo normal)
-----------------------	--

Nota. Las tablas indican el resultado del análisis del Índice Puntual por estaciones. Elaboración propia.

Con el índice puntual en cada una de las estaciones que se ubican cerca del río Balsillas se puede determinar el mes con mayor precipitación el cual varía según la estación y comprende los meses de abril y mayo al igual que los años 2.010 y 2.011 siendo estas las más afectadas por el fenómeno de la niña.

- **Índice Acumulado:** Se calcula trimestral, estacional o para cualquier período de tiempo definido en términos de meses, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\bar{h}_i = \sum_{j=N1}^{j=N2} P_j \sum_{j=N1}^{j=N2} \bar{P}_j$$

\bar{IP}_i : es el índice acumulado del parámetro para cada período definido en el año i; N1, N2 – son los meses de inicio del año i y de finalización del año i e i + 1

P_{ij} : es el valor del parámetro en el mes j del año i.

\bar{P}_j : es el promedio multianual del parámetro en el mes j. (Montealegre, 2012)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Con base en el índice acumulado, se establecen las siguientes categorías de interpretación (Ver **tabla 23**), que corresponden a las utilizadas actualmente por el IDEAM para caracterizar el comportamiento de la precipitación:

Tabla 23. Categoría del Índice acumulado

Rango de variación	Descripción del efecto
$IP_i \leq 40\%$	Déficit severo (muy por debajo de lo normal)
$40\% < IP_i \leq 80\%$	Déficit (por debajo de lo normal)
$80\% < IP_i \leq 120\%$	Normal
$120\% < IP_i \leq 160\%$	Excedente (por encima de lo normal)
$IP_i > 160\%$	Excedente severo (muy por encima de lo normal)

Nota. La tabla indica la categoría y el rango del Índice Acumulado. Tomado de “Plan Regional del Cambio Climático (PRICC)” por José Edgar Montealegre Bocanegra, 2012. (<https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosMarinosCosterosyRecursosAcuaticos/CUNDINAMARCA.pdf>)

La **tabla 24**, muestra los resultados de la aplicación del índice acumulado por cada una de las estaciones más cercanas al río Balsillas.

Tabla 24. Resultado del índice acumulado por estaciones

Estación Tibaitata		Estación Bojacá	
Años con más precipitación	Precipitación (mm)	Años con más precipitación	Precipitación (mm)
2008	74,24	2004	57,5
2010	96,87	2010	67,89
2011	91,25	2011	61,34
Total	262,36	Total	186,73
Meses con más precipitación	Precipitación (mm)	Meses con más precipitación	Precipitación (mm)
Abril	91,64	Abril	85,4
Mayo	94,34	Mayo	79,9
Junio	72,74	Junio	44,1
Total	258,72	Total	209,4
Índice Acumulado	101,4% Normal	Índice Acumulado	89,2% Normal

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Estación El Fute	
Años con más precipitación	Precipitación (mm)
2008	64,93
2010	66,2
2011	82,6
Total	213,73

Estación Campobello	
Años con más precipitación	Precipitación (mm)
2008	71,99
2011	80,03
2018	73,31
Total	225,33

Meses con más precipitación	Precipitación (mm)
Abril	85,4
Mayo	74,1
Junio	36,2
Total	195,7

Meses con más precipitación	Precipitación (mm)
Abril	87,1
Mayo	91,7
Junio	54,3
Total	233,1

Índice Acumulado	109,2% Normal
-------------------------	-------------------------

Índice Acumulado	96,7% Normal
-------------------------	------------------------

Estación Acapulco	
Años con más precipitación	Precipitación (mms)
2008	103,63
2010	86,36
2011	116,3
Total	306,29

Estación Casablanca	
Años con más precipitación	Precipitación (mms)
2007	52,59
2010	60,08
2011	73,98
Total	186,65

Meses con más precipitación	Precipitación (mms)
Abril	125,1
Mayo	80,7
Junio	43,7
Total	249,5

Meses con más precipitación	Precipitación (mms)
Abril	59,1
Mayo	60,3
Junio	32,8
Total	152,2

Índice Acumulado	122,8% Excedente (por encima de lo normal)
-------------------------	--

Índice Acumulado	122,6% Excedente (por encima de lo normal)
-------------------------	--

Nota. Las tablas indican el resultado del análisis del Índice Acumulado por estaciones. Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Con el índice acumulado en cada una de las estaciones que se ubican cerca del río Balsillas se puede determinar que los trimestres de temporadas de lluvia son los meses de abril, mayo y junio y en los años 2.010 y 2.011 se presentaron las mayores precipitaciones siendo afectadas por el fenómeno de la niña con una intensidad moderada.

- **Índice Categórico:** Para cada estación se calcula el índice categórico, para los mismos períodos de tiempo y categorías de evento, como los definidos para el índice acumulado, obteniendo igualmente una matriz de n estaciones x m eventos (Ver **tabla 25**). (Montealegre, 2012)

Tabla 25. Categoría del Índice categórico

Rango de variación	Descripción del efecto	Índice Categórico
$IP_i \leq 40\%$	Déficit severo	-2
$40\% < IP_i \leq 80\%$	Déficit	-1
$80\% < IP_i \leq 120\%$	Normal	0
$120\% < IP_i \leq 160\%$	Excedente	1
$IP_i > 160\%$	Excedente severo	2

Nota. La tabla indica la categoría y el rango del Índice Categórico. Tomado de “Plan Regional del Cambio Climático (PRICC)” por José Edgar Montealegre Bocanegra, 2012. (<https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosMarinosCosterosyRecursosAcuatico/CUNDINAMARCA.pdf>)

La **tabla 26**, muestra los resultados de la aplicación del índice categórico por cada una de las estaciones.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 26. Resultado del índice categórico

Estación	Índice Acumulado y Descripción	Índice categórico
Estación Tibaitata	101,4% Normal	0
Estación Bojacá	89,2% Normal	0
Estación Campobello	96,7% Normal	0
Estación El Fute	109,2% Normal	0
Estación Acapulco	122,8% Excedente	1
Estación Casablanca	122,6% Excedente	1

Nota. La tabla indica el resultado del análisis del Índice Categórico por estaciones. Elaboración propia.

El índice categórico muestra los rangos de afectación que permite restringir la variabilidad (absoluta o relativa) de las anomalías registradas en los parámetros meteorológicos, es así como las estaciones ubicadas cerca de la cuenca del río Balsillas presenta una variabilidad relativa.

9.1.3. INDICE DE POBREZA HÍDRICA - WPI

“El Índice abarca cinco (5) diferentes componentes (recursos, acceso, capacidad, uso y ambiente) para capturar la complejidad de la situación del agua. Cada uno de estos componentes, consisten en varios elementos o subcomponentes que ayudan a recopilar la información necesaria para evaluarlo”. (ASSMUS, 2007)

La fórmula general del índice es:

$$WPI = \frac{\sum_{i=1}^N wiXi}{\sum_{i=1}^N wi} \times 100\%$$

Donde WPI es el Índice de Pobreza de Agua para un lugar particular; Xi se refiere al componente i de la estructura del índice para esa localidad y wi es el peso aplicado a ese componente.

Para los componentes citados arriba, la ecuación inicial puede ser rescrita como se muestra en la ecuación 2:

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

$$WPI = \frac{wrR + waA + wcC + wuU + weE}{wr + wa + wc + wu + we}$$

Lo cual resulta en un promedio de pesos para los componentes Recurso (R), Acceso (A), Capacidad (C), Uso (U) y Ambiente (E). Cada uno de los componentes se estandariza para que caiga en un rango de 0 a 100; por lo tanto, el resultado final del índice es también un valor entre 0 y 100.

El análisis subsiguiente corresponde a que mientras más cercano a 100, peor será la situación en particular de un municipio (o el valor más alto de pobreza de agua) y, por el contrario, entre más se acerque a 0 mejor será la situación. (ASSMUS, 2007)

La siguiente tabla muestra los resultados del Índice de pobreza hídrica del municipio de Mosquera.

Tabla 27. WPI municipio de Mosquera

Municipio	Recurso año seco	Recurso año medio	Acceso	Capacidad	Uso	Ambiente	WPI año seco	WPI año medio
Mosquera	2,67	2,67	6,80	2,68	0,89	10,05	23,09	23,09

Nota. La tabla indica el resultado del análisis del Índice de Pobreza Hídrica del municipio de Mosquera. Adaptado de “Índice de Pobreza del Agua” por MARIA CLARA JIMÉNEZ ASSMUS, 2007. (<https://www.orarbo.gov.co/es/el-observatorio-y-los-municipios/construccion-del-i-ndice-de-pobreza-de-agua-para-el-recurso-hi-drico-superficial-estudio-de-caso-para-24-municipios-de-la>)

Según el Índice de Pobreza Hídrica, el municipio de Mosquera, obtuvo un rango de 23,09 tanto en año seco como en el año medio, indicando que la condición del índice de pobreza de agua es menor, debido a que la mayoría de municipios cerca las ciudades principales presentan los índices más bajos en cuanto a la pobreza del agua. (ASSMUS, 2007)

9.1.4. ESCORRENTIA SUPERFICIAL

La escorrentía superficial es una corriente de agua que se origina de las precipitaciones y corresponde al volumen que escurre superficialmente, siendo este el volumen de agua evacuado por la cuenca en un intervalo de tiempo y en un área específica, una vez que se ha superado la capacidad de evaporización e infiltración de la misma. (IDEAM, 2018)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

La fórmula de la escorrentía es:

$$Esc = P - ETR$$

Donde:

Esc: Escorrentía en mm/año

P: Precipitación en mm/año

ETR: Evapotranspiración real en mm/año

$$Esc = 734,1 - 533,8 = 201,6 \text{ mm}$$

La cuenca del río Balsillas cuenta con una escorrentía superficial de 201,6 mm durante 20 años, presentando un nivel bajo y generando así impactos leves. Con el transcurrir de los años las actividades humanas como lo son la deforestación, los vertimientos de productos químicos, residuos sólidos y fecales, los plásticos, el derrame de combustibles, los fertilizantes y pesticidas usados para fumigar los cultivos van afectando negativamente la cuenca y medio ambiente.

9.1.5. DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL ÍNDICE DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CUENCA

El índice diseñado en este proyecto es un instrumento y/o herramienta que permite determinar el estado de la cuenca y permite realizar un seguimiento a detalle de los cambios través de los años que esta ha tenido, este es un indicador compuesto que permite agrupar variables desarrolladas anteriormente que son de orden cuantitativo, dando como producto el IVCEC (Índice de Variabilidad Climática para la Evaluación de la Cuenca) y se categorizan según la **tabla 28**.

$$IVCEC = \sum \{(US_R) + (\bar{x}I.ENA_R) + (ESC_R) + (WPI_R)\}$$

El IVCEC agrupa el desarrollo de 3 diferentes índices hidroclimáticos y un factor de uso del suelo, que aportan información necesaria para la evaluación de este índice:

US: Uso del suelo

\bar{x} **I.ENA:** Promedio de los índices del Estudio Nacional del Agua

ESC: Escorrentía

WPI: Índice de Pobreza del Agua

R: Hace referencia al rango que se establece en las variables para dar un valor cuantitativo que se ajuste al desarrollo del IVCEC

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 28. Clasificación del Índice de Variabilidad Climática para la Evaluación de la Cuenca

VALORES	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
1 - 6	Bajo	Baja variación climática de la cuenca, ocasionando muy pocas alteraciones en el ecosistema, la economía y la población, reduciendo el riesgo y afectación a la calidad de vida.
6 - 12	Moderado	Moderada variación climática de la cuenca, ocasionando algunas alteraciones en el ecosistema, la economía y la población, reduciendo el riesgo y afectación a la calidad de vida.
12 - 20	Alto	Alta variación climática de la cuenca, ocasionando alteraciones en el ecosistema, la economía y la población, aumentando el riesgo y afectación a la calidad de vida.

Nota. La tabla indica la clasificación de IVCEC por medio de unos valores categorizando así el estado de vulnerabilidad de la cuenca. Elaboración propia.

9.1.5.1. DESCRIPCIÓN DE CADA UNA DE LAS VARIABLES DEL ÍNDICE DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA

9.1.5.1.1. Uso del suelo (Us)

La primera variable que se usa en el IVCEC es el uso del suelo que tenga la cuenca y sus alrededores, para identificar este factor se toma como referencia la clasificación según la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), ya que es indispensable conocer que tiene planeado el territorio nacional para este suelo y si a futuro se realicen avances de infraestructura o vías y/o en el mejor de los casos sea zona de protección y se le realizan planes de restauración ecológica.

Es así como en la siguiente tabla se realiza una clasificación de uso del suelo, con el fin de determinar la categorización de los elementos del suelo permitiendo el desarrollo de la población, la degradación de tierras, la integridad y protección ambiental en pro de un desarrollo sostenible.

Para realizar el ajuste necesario para que la variable de uso del suelo pueda ser usada en el IVCEC se asigna un peso numérico entre 1 y 5, siendo 1 el rango más bajo y 5 el más alto (esta categorización se ajusta a partir de la productividad del suelo) para así darle un valor cuantitativo a esta clasificación.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 29. Rango de las categorías del Uso del Suelo en Colombia

CLASES DE SUELO	DESCRIPCIÓN	RANGO IVCEC	CATEGORIZACIÓN
Suelo urbano	Lo conforman las áreas destinadas a usos urbanos, que cuenten con infraestructura vial y de acceso a servicios públicos domiciliarios, posibilitándose su urbanización y edificación	1	Muy Baja productividad
Suelo de expansión urbana	Lo conforman las áreas que quieren destinarse en el futuro a usos urbanos, según la ejecución de planes de crecimiento del suelo urbano	2	Baja productividad
Suelo rural	Lo conforman las áreas no aptas para uso urbano por razones de oportunidad o por el hecho de tener una destinación diferente	3	Media productividad
Suelo suburbano	Lo conforman las áreas ubicadas en suelo rural en las cuales se ve cierta urbanización. Por lo tanto, allí se establecen medidas diferentes para regular esas especiales circunstancias.	4	Alta productividad
Suelo de protección	Lo conforman las áreas que, por sus características, hacen parte de zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructura destinada a la provisión de servicios públicos o zonas de riesgo para asentamientos humanos. Por estas razones, no se permite allí la urbanización.	5	Muy Alta productividad

Nota. La tabla indica el rango IVCEC de las categorías de uso del suelo en Colombia. Adaptado de "Normatividad Urbana y Uso del Suelo" por Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), 2013. (<http://proyectos.andi.com.co/es/GAI/Guilnv/CPR/Paginas/NUUS.aspx>)

9.1.5.1.2. Indicadores del Estudio Nacional del Agua (I. ENA)

La segunda variable que se usa en el IVCEC, son indicadores del Estudio Nacional del Agua, que aportan información sobre la capacidad de retención y regulación hídrica, los periodos secos extremos y con mayor precipitación en el país, los sedimentos producidos menos los sedimentos depositados en la cuenca aferente para la variación climática, por tal motivo se tienen en cuenta tres (3) indicadores específicos del ENA:

- Índice de regulación hídrica
- Índice de sequía y precipitación
- Índice de rendimiento medio de sedimentos.

Para hacer uso de estos indicadores en la fórmula del IVCEC se toman las tablas de resultados de cada índice (Ver **tabla 30**) y se asigna un peso numérico entre 1 y 5, siendo 1 el rango más bajo y 5 el más alto.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Tabla 30. Rango de los Índices Estudio Nacional del Agua

INDICE	CLASIFICACIÓN TEMÁTICA				
ÍNDICE DE REGULACIÓN HÍDRICA (IRH)	IRH	Categoría	Rango IVCEC		
	$IR \leq 0,50$	Muy Bajo	1		
	$0,50 < IRH \leq 0,65$	Bajo	2		
	$0,65 < IRH \leq 0,75$	Moderado	3		
	$0,75 < IRH \leq 0,85$	Alto	4		
	$IRH > 0,85$	Muy Alto	5		
ÍNDICE DE SEQUÍA Y PRECIPITACIÓN (SPI)	SPI	Característica	Categoría	Rango IVCEC	
	$SPI \geq 2,00$	Extremada húmedo	Muy Bajo	1	
	$1,00 \leq SPI < 2,00$	Muy húmedo y moderadamente húmedo	Bajo	2	
	$-1,00 < SPI < 1,00$	Normal	Moderado	3	
	$-2,00 < SPI \leq -1,00$	Moderadamente seco y Muy seco	Alto	4	
	$SPI \leq -2,00$	Extremada seco	Muy Alto	5	
ÍNDICE DE RENDIMIENTO MEDIO SEDIMENTOS (IQS)	IQS	Material del lecho del río	Textura de los elementos en suspensión	Categoría	Rango IVCEC
	menos de 1000	Arena, grava, rocas, arcilla dura	similar al lecho del río bajo contenido de arena	Muy Bajo	1
	1000 - 7500	arena	similar al lecho del río	Bajo	2
	1000-7500	grava, rocas, arcilla dura	25% de arena o menos	Moderado	3
	más de 7500	arena	similar al lecho del río	Alto	4
	más de 7500	grava, rocas, arcilla dura	25% de arena o menos	Muy Alto	5

Nota. La tabla indica la clasificación de los Rangos IVCEC de cada uno de los Índices del Estudio Nacional del Agua. Elaboración propia.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Al obtener los resultados de cada uno de los índices y asignándoles el Rango IVCEC se procede a realizar un promedio con el valor de los tres (3) rangos, como se describe en la siguiente fórmula:

$$\bar{x} \text{ I. ENA} = \frac{(IRH_R + SPI_R + IQS_R)}{3}$$

\bar{x} I. ENA: Promedio del Índice del Estudio Nacional del Agua

IRH: Índice de regulación hídrica

SPI: Índice de sequía y precipitación

IQS: Índice de rendimiento medio de sedimentos

R: Valor del rango

9.1.5.1.3. Escorrentía Superficial (Esc)

La tercera variable que se usa en el IVCEC, es la fórmula escorrentía superficial tomada del Estudio Nacional del Agua (ENA 2018), la cual permite conocer la intensidad y duración de la precipitación, la condición de humedad relativa, las características y condiciones del suelo, la vegetación, la morfometría de la cuenca y el tipo de drenaje, permitiendo conocer el grado de afectación causado por las inundaciones o derrumbes de laderas que podrían afectar a la población.

Al realizar el ajuste necesario para que la variable de escorrentía superficial pueda ser usada en el IVCEC (Ver **tabla 31**) se asigna un peso numérico entre 1 y 5, siendo 1 el rango más bajo y 5 el más alto.

Tabla 31. Rango de los niveles de escorrentía superficial

ESCORRENTÍA	CATEGORÍA	RANGO IVCEC
< 200 mm	Extremadamente Bajo	1
200 - 1000 mm	Baja	2
1000 - 1400 mm	Media	3
1400 - 2200 mm	Alta	4
2200 - 2400 mm	Extremadamente Alto	5

Nota. La tabla indica el rango de los niveles de escorrentía superficial que se aplican para el IVCEC. Elaboración propia

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

9.1.5.1.4. Índice de Pobreza Hídrica (WPI)

La última variable que se usa en el IVCEC, es el Índice de Pobreza Hídrica, que permite analizar la situación de un área de estudio en particular en función al recurso hídrico, por medio de la relación que existe entre oferta, acceso y uso del agua con el nivel de bienestar de la comunidad y sus factores socioeconómicos frente al recurso, indicando así el grado de escasez del agua y su afectación en las poblaciones humanas.

Al realizar el ajuste necesario para que la variable del Índice de Pobreza Hídrica (WPI) pueda ser usada en el IVCEC se asigna un peso numérico entre 1 y 5, siendo 1 el rango más bajo (baja escasez de agua) y 5 el más alto (alta escasez de agua), como lo indica la siguiente tabla.

Tabla 32. Rangos del WPI (Índice de Pobreza del Hídrica)

WPI	CATEGORÍA	RANGO IVCEC
19,73 - 22,24	Extremadamente Bajo	1
22,25 - 24,76	Baja	2
24,77 - 27,28	Media	3
27,29 - 29,50	Alta	4
29,51 - 32,32	Extremadamente Alto	5

Nota. La tabla indica el rango del Índice de Pobreza Hídrica que se aplica para el IVCEC.
Elaboración propia

9.1.5.2. IMPLEMENTACIÓN DEL INDICADOR DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CUENCA EN EL RIO BALSILLAS

Los resultados obtenidos de las cuatro variables que componen el Índice de Variabilidad Climática para la Evaluación de la Cuenca, incorporan los parámetros morfométricos y datos hidroclimáticos recolectados en este proyecto sobre la cuenca hídrica del río Balsillas, ubicada en el municipio de Mosquera Cundinamarca. A continuación, se presentan los resultados por cada una de las variables.

- **Uso del suelo (US):** El uso del Suelo para la ronda del río Balsillas se cataloga como Suelo de Protección ya que no se permite la urbanización, debido a sus condiciones geográficas, ambientales, o por estar localizado en

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

una zona de amenaza y riesgo no mitigable, por lo tanto, su Rango IVCEC es cinco (5).

- **Indicadores del Estudio Nacional del Agua (I. ENA)**

- **Índice de Regulación Hídrica (IRH):** Para la cuenca del río Balsillas el IRH es de 0,52 con categoría baja, en el cual se mantiene un régimen de caudales bajo, por lo tanto, su Rango IVCEC es dos (2).
- **Índice De Sequía y Precipitación (SPI):** La cuenca presenta un SPI de 1,7 siendo este de categoría Moderadamente húmedo, por lo tanto, su Rango IVCEC es dos (2).
- **Índice de Rendimiento Medio Sedimentos (IQS):** El río Balsillas presenta un transporte de sedimentos de 149 m³/s categorizado como muy bajo, por lo tanto, su Rango IVCEC es uno (1).

Según la fórmula del I. ENA, se realiza un promedio con los rangos IVCEC obtenidos como se evidencia a continuación:

$$\bar{x} \text{ I. ENA} = \frac{(2 + 2 + 1)}{3} = 1,7$$

- **Escorrentía Superficial (ESC):** La cuenca presenta una escorrentía de 201,6 mm, presentando un nivel bajo y generando así impactos leves, por lo tanto, su Rango IVCEC es dos (2).
- **Índice de Pobreza del Agua (WPI):** Para el municipio de Mosquera el WPI es de 23.09 indicando que es menor la pobreza hídrica, por lo tanto, su Rango IVCEC es dos (2).

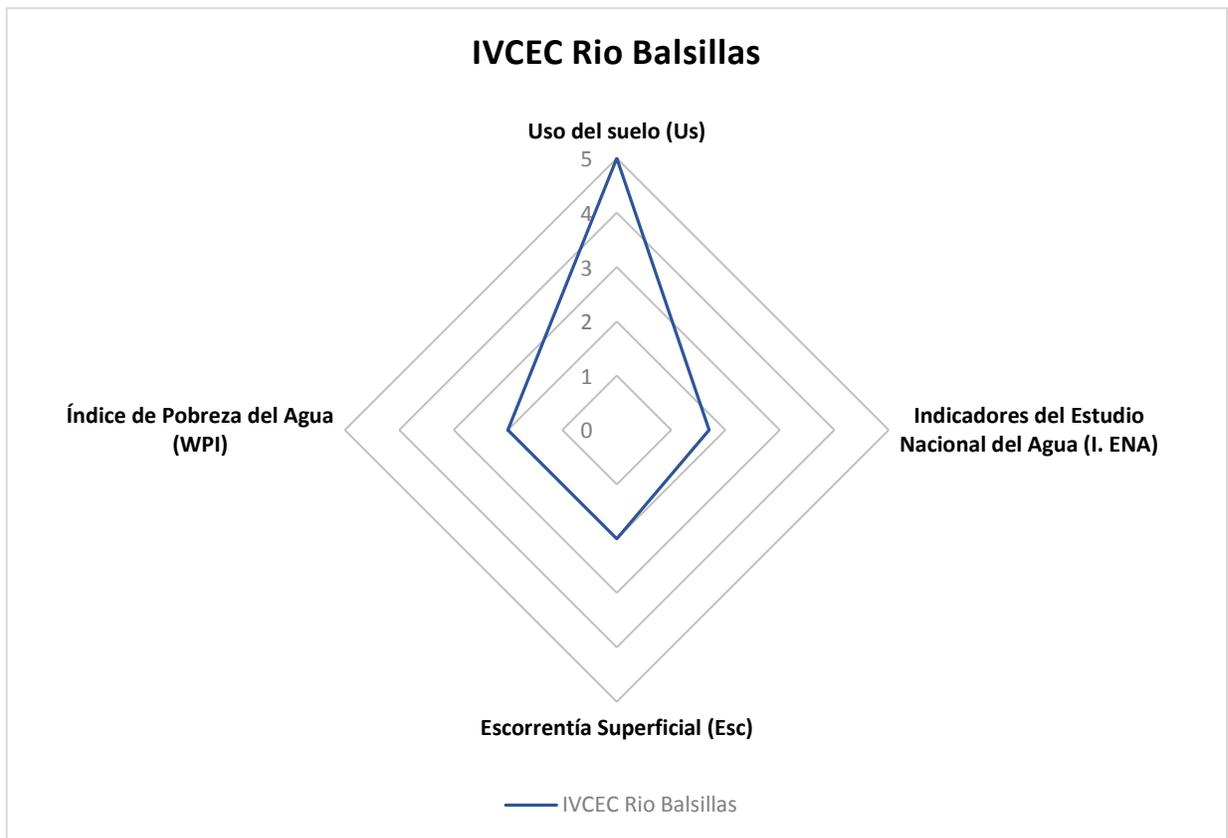
En la **tabla 33** se muestra el resumen de los Rangos IVCEC obtenidos anteriormente por cada una de las variables.

Tabla 33. Resultados de las variables del IVCEC

INDICADOR	COMPONENTES	RANGO IVCEC
Indicador de Variabilidad Climática para la Evaluación de la Cuenca	Uso del suelo (Us)	5
	Indicadores del Estudio Nacional del Agua (I. ENA)	1,7
	Escorrentía Superficial (Esc)	2
	Índice de Pobreza del Agua (WPI)	2

Nota. La tabla indica el resultado de cada una de las variables del IVCEC aplicado al río Balsillas. Elaboración propia

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



Nota. La gráfica representa la aplicación del IVCEC para el río Balsillas. Elaboración propia

Los resultados de estas variables se reemplazan en la fórmula del IVCEC.

$$IVCEC = \{(5) + (1,7) + (2) + (2)\} = 10,7$$

El IVCEC para la cuenca del río Balsillas es de 10,7 que según la tabla 20, su clasificación se categoriza como una cuenca con variación climática Moderada, que en ocasiones representan alteraciones en el ecosistema, la economía y la población.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

9.2. ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

El índice de variabilidad climática para la evaluación de una cuenca es presentado en este proyecto como estrategia de mitigación y adaptación oportuna al cambio climático y sus efectos, por tal motivo este índice permite dar soporte a las entidades territoriales como herramienta de análisis del estado de una cuenca.

9.2.1. CAPITULO I CONTEXTO DE VARIABILIDAD CLIMATICA

En Colombia y en el mundo se muestran mayores dificultades en el manejo de los recursos naturales. El recurso hídrico es uno de los más afectados, ya que su manejo, calidad y acceso son limitados y afecta desde lo político hasta lo social, tanto en el consumo humano como en la industria y la protección de las fuentes de abastecimiento naturales.

Por tal motivo, la intervención del ser humano en cada proceso de desarrollo económico e industrial agota los recursos naturales afectando de forma directa los ecosistemas y sus funciones con la naturaleza, motivos por los que ocurren muchos de los desastres naturales efecto del cambio climático que enfrenta el planeta derritiendo polos y glaciares, secando lagos y lagunas y generando fenómenos climáticos.

Estos fenómenos climáticos son responsables del incremento en las precipitaciones e inesperadas épocas de sequías, los aumentos de temperatura en zonas de páramo y las bajas temperaturas en zonas tropicales y desérticas, estos cambios que se presentan en el ecosistema afecta no solo a la naturaleza misma si no al ser humano e irán en incremento a como avance tecnológicamente el hombre, afectando a las generaciones futuras. Es así como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático define el cambio climático y la responsabilidad que tiene el ser humano:

De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), éste se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. Por otro lado, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) lo define como cualquier cambio en el clima con el tiempo debido a la variabilidad natural o como resultado de actividades humanas.

Desde el punto de vista meteorológico, se llama cambio climático a la alteración de las condiciones predominantes. Los procesos externos tales

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

como la variación de la radiación solar, variaciones de los parámetros orbitales de la tierra (la excentricidad, la inclinación del eje de la tierra con respecto a la eclíptica), los movimientos de la corteza terrestre y la actividad volcánica son factores que tienen gran importancia en el cambio climático. (IDEAM, Cambio Climático, 2014)

Con estos eventos se ve reflejada la vulnerabilidad de muchas de las zonas rurales y urbanas del país que enfrentan el cambio climático, ya que la prolongación de temporadas secas y el incremento anormal y persistente de las temporadas de lluvia que se presentan a lo largo de las regiones de Colombia, afecta no solo a los ecosistemas existentes, si no a la calidad y seguridad de la población y aún más si estas habitan cerca de fuentes hídricas, por lo tanto el esfuerzo por lograr el mejoramiento de las cuencas es escaso debido a la falta de destinación de recursos, leyes de estricto cumplimiento y sanciones severas enfocadas a la protección de las mismas en el territorio nacional.

Es así como el mejoramiento de las cuencas es la preocupación principal del presente trabajo, en el cual se propone realizar un indicador que, por medio de la variabilidad climática, aspectos físicos, morfométricos e hidrológicos de la cuenca se mitigue y adapte las variables al cambio climático.

9.2.2. CAPITULO II RELACION DEL CLIMA Y EL TERRITORIO

En los territorios, los diversos procesos físico-bióticos (oferta natural de agua; fenología de las plantas) y socioeconómicos (la agricultura) están ajustados a las condiciones climáticas que predominan en la región y en diferentes épocas del año. En casos de que tales condiciones se alteren o modifiquen, el territorio experimenta impactos negativos que afectan su desarrollo. (CAR, 2018)

Ecosistema y Biodiversidad: *El clima incide en los ecosistemas a través de su influencia en los biomas, regulando la distribución espacial de estos. Entonces, en este punto, se debe considerar el área del territorio que determinado bioma/ecosistema está ocupando bajo el clima presente (o clima de referencia); esto estimado con las formaciones vegetales de Holdridge o vegetación potencial, las que a su vez se determinan con la temperatura media anual del aire y la precipitación anual. Se toma la referencia en hectáreas y en porcentaje de área del territorio. Dado que la estacionalidad del clima incide en la fenología de plantas y animales, en lo posible considerar las particularidades fenológicas más destacadas en la región durante el clima actual.*

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Agua y Recursos Hídricos: *El clima incide en la disponibilidad natural de agua a través de la escorrentía. Por ello, en este aspecto, la base de referencia es la escorrentía promedio sobre el territorio bajo el clima actual (o el que se tome como referencia).*

Alimento y seguridad alimentaria: *Se debe mirar cómo el territorio se provee el alimento y cómo esta forma de provisión está relacionada con el clima. Por ejemplo, el autoabastecimiento por cultivos de pan coger o de subsistencia a que porcentaje del área del territorio equivale en el clima actual.*

Salud humana: *Dado que el clima incide en el área en la que proliferan ciertas plagas y enfermedades, en esta parte se analiza el área del territorio en la que se observa determinado vector y enfermedad. Estas áreas se obtienen de mapas de distribución de las plagas o enfermedades en el clima actual o de referencia. Los mapas se pueden elaborar a partir de índices de relación clima-plaga, clima-vector o basado en el conocimiento por experiencia.*

Energía: *El clima provee al territorio un potencial energético en el componente hídrico, solar y eólico. Estos están relacionados con el clima. En este aspecto se debería evaluar dicho potencial en el clima de referencia.*

Desastres: *Se identifican los desastres por fenómenos meteorológicos, hidrometeorológicos e hidroclimáticos extremos ocurridos en el clima actual y se elaboran los mapas de amenaza para cada uno de estos fenómenos.*

Cultura: *Se describen las prácticas culturales en los que el clima influye de diversa manera para su realización. (CAR, 2018)*

9.2.3. CAPITULO III EL AGUA Y SU ENTORNO

“El agua es un elemento de la naturaleza, integrante de los ecosistemas naturales, fundamental para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta ya que constituye un factor indispensable para el desarrollo de los procesos biológicos que la hacen posible”. (Díaz, 2013)

Con la determinación de los parámetros morfométricos de la cuenca se logra interpretar el comportamiento hidrológico y así comprender su incidencia ante la presencia de externalidades, como pueden ser las precipitaciones y riesgos que presentan las cuencas. (Jiménez, 2018)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Calentamiento Global y el agua

El calentamiento global juega un papel importante en la precipitación, ya que a medida que el planeta se calienta, la distribución de la lluvia varía tanto dentro de cada continente como dentro de cada país.

Teóricamente, los modelos calculan, que debería haber un aumento porcentual de las precipitaciones de un 3% aproximadamente por cada grado de aumento de la temperatura global media, ya que con más calor se intensifica el ciclo hidrológico evaporación-precipitación. Sin embargo, la precipitación global no indica hasta ahora ninguna tendencia definida.

Las cuencas hidrográficas

La cuenca hidrográfica es la unidad territorial cuyas aguas fluyen hacia un mismo lugar; está conformada por un sistema espacial dinámico donde actúan elementos bióticos, abióticos y antrópicos de manera interdependiente, y que definen los diferentes ecosistemas. Constituye el espacio territorial básico para realizar la gestión ambiental y el manejo de los recursos naturales.

La hidrología relaciona con eficacia a la gente en diferentes partes de la vertiente, a través de características importantes para todos los sustentos incluyendo el abastecimiento de agua, la carga de sedimentos, calidad de agua o el control de las inundaciones.

En la cuenca todos los elementos que la integran se condicionan mutuamente, circunstancia que obliga a adoptar un enfoque integrado y sistémico, tanto para el estudio analítico y la comprensión del funcionamiento espacial y temporal, como para los planes y las tareas destinados a enfrentar el conjunto de problemas que puedan aquejarlas.

Para que esto sea posible, es fundamental conocer la cuenca en todos sus componentes. Con esto se establecen, se orientan y se definen las formas más eficientes de aprovecharla por parte de los grupos humanos, bien sea por medio de prácticas sostenibles que favorezcan la preservación de los recursos naturales, o que ayuden a optimizar su uso. Además, debe establecerse un balance entre lo que el territorio ofrece y las necesidades de sus habitantes, en búsqueda de la mejor calidad ambiental, pues ésta se constituye en factor decisivo a la hora de buscar, por parte de los seres humanos, una mejor calidad de vida. (ASSMUS, 2007)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Componentes de la cuenca

Los diferentes componentes de una cuenca son los recursos naturales, el hombre y sus actividades, como también el medio ambiente en general. El estudio de una cuenca, para su manejo industrial, planificado y ordenado, comprende factores físicos, biológicos, humanos y ambientales.

Factores físicos

- *El relieve y sus relaciones con el clima, la pendiente, la formación y el uso del suelo, los sistemas de drenaje y los procesos erosivos.*
- *Las aguas, con especial énfasis en las características morfométricas de la cuenca, como también el régimen de caudales y volúmenes de escorrentía e infiltración.*
- *Los aspectos geológicos y geomorfológicos relacionados con las formas superficiales dominantes en la cuenca, los tipos de suelos y su aprovechamiento, los procesos erosivos, las amenazas, los riesgos y la ocupación humana del territorio.*
- *El clima con sus diferentes elementos y como factor esencial del medio ambiente, que determina, que, en gran medida, el tipo de suelo y la clase de vegetación de un territorio que orienta, por consiguiente, su mejor utilización.*

Factores biológicos

- *El suelo, (...) tiene especial importancia en la cuenca en cuanto a las condiciones de fertilidad, la aptitud natural para producción de alimentos y las limitaciones que, por sus características, puede tener para su finalidad.*
- *La vegetación, (...) es representativa del ecosistema del cual forma parte, hasta el punto de que es posible reconocer los diferentes ecosistemas con la delimitación de las comunidades vegetales que existan en ellas.*
- *La fauna, como parte de su riqueza biológica de un territorio y sus relaciones con la biomasa vegetal que le proporciona su hábitat natural, su abrigo y su alimentación.*

Factores humanos

- *La población, porque el hombre y la mujer son un elemento fundamental en la ordenación y en el manejo de las cuencas hidrográficas. Comprende los análisis de localización espacial, de movilidad, de composición y de características sociales.*
- *La infraestructura y los servicios, como apoyo al mejoramiento de la calidad de vida de la población.*
- *La organización espacial, como hecho humano resultante de las formas de ocupación del territorio, de su cultura y de su tecnología, de sus intereses,*

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

aspiraciones y necesidades, del uso de sus recursos naturales y de las interacciones con los distintos componentes del medio natural.

Factores ambientales

El ambiente es la forma y la función de los ecosistemas que rodean y apoya la vida humana. Un ecosistema es la unidad espacial formada por todos los organismos de un área que interactúan entre ellos mismos y con el medio físico.

Normalmente, en una cuenca existen varios ecosistemas, de tal manera que para su ordenación y su manejo se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El bienestar humano, porque la calidad ambiental es factor esencial del nivel de vida; en este sentido, la contaminación de los recursos naturales es contraria a la salud del hombre.*
- Consideraciones ecológicas referentes al eslabonamiento e interdependencia de causa-efecto y de interrelación entre los componentes del medio; la diversidad biológica como elemento de control y de equilibrio dentro de un ecosistema; la estructura y funcionamiento del nivel trófico y de las cadenas alimenticias y, también, las etapas de sucesión como procesos ordenado de cambios de las comunidades que modifican el medio ambiente. (ASSMUS, 2007)*

Sectorización de las cuencas

La cuenca se divide en tres sectores hídricos, los cuales son, cuenca alta, cuenca media y cuenca baja. Dentro de cada sector, la interacción de la tecnología (incluyendo el almacenaje del agua), el agua, capital natural, social, humano, físico, y financiero y otros activos, junto con las instituciones determinan las opciones de sustento perseguidas por los individuos. Los resultados de estas opciones de sustento, determinan el bienestar.

Las transiciones del agua son cambios en la cantidad, calidad o sincronización de las corrientes entre las zonas hídricas de la cuenca. Depende del uso del agua y de características biofísicas de los abastecimientos, como también de la tecnología y las prácticas de manejo.

La población ubicada mayoritariamente en zonas de alta y media montaña genera cambios negativos en el comportamiento del régimen hídrico natural, debido a los sistemas productivos no sostenibles. Estos cambios negativos también tienen que ver con la insuficiente administración técnica del agua, que no equilibra las actividades socioeconómicas con obras

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

de infraestructura y comportamientos frente al recurso que impacten favorablemente la regulación hídrica.

Ello origina un desequilibrio en la regulación hídrica, cuyo resultado es la presencia de caudales máximos mayores y caudales mínimos cada vez menores, según el grado de deterioro de dicha relación en el ámbito regional o local. Esta situación genera condiciones descontroladas del medio ambiente, con la consecuente baja o nula oferta hídrica en épocas secas y presencia de inundaciones y avalanchas en épocas invernales.

Uso del agua

Hablar del uso del agua es tratar de describir las actividades en las que este recurso participa, por lo tanto, una definición proporcionada por Cook (2006), “el agua es usada en una variedad de actividades tanto productivas como de consumo y contribuye al sustento de la forma de vivir tanto rural como urbana en diferentes formas”.

El uso del agua hace referencia a las relaciones entre varias actividades donde el agua juega un papel determinante para que dichas actividades se lleven a cabo, siendo este implícito en casi todas las actividades que realizamos en un día. No hay que dejar de lado los usos ecosistémicos del agua pues como elemento vital para la existencia de la vida, es claro que el ser humano no es el único que hace uso de este recurso. El agua hace parte de los ecosistemas, y de las múltiples interacciones que se dan entre ellos. (ASSMUS, 2007)

Precipitación sobre el cauce.

La Precipitación que cae directamente sobre el curso de agua es la primera en formar el escurrimiento de la cuenca y en llegar a la salida. La cantidad de agua de aporte es pequeña al inicio y va aumentando a través del tiempo y durante la tormenta, debido a que aumenta la superficie de captación del cauce. (Gaspari, 2013)

Infiltración - Percolación.

El agua que alcanza al suelo a partir de una precipitación, puede ser infiltrada y/o puede ser almacenada en el suelo para posteriormente percolar como agua gravitacional a capas edáficas más profundas. Es decir, si totalidad de la precipitación interna y el traslado por los tallos y hojas llegan al piso del bosque y exceden la capacidad de infiltración edáfica, el exceso

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

de agua que no es absorbida por el suelo, genera el escurrimiento directo. El agua almacenada en las capas superficiales del suelo es máxima al inicio de la lluvia (suelo seco) y disminuye con el tiempo. (Gaspari, 2013)

Evapotranspiración (ET)

El agua infiltrada puede ser absorbida por la vegetación y retorna a la atmósfera por procesos de transpiración (T). El término evapotranspiración (ET) se aplica para denominar la suma de la transpiración de la vegetación y pérdida por evaporación de la superficie expuesta de un dosel húmedo. La evaporación de la hojarasca y la superficie del suelo en bosques húmedos tropicales son usualmente despreciables. (Gaspari, 2013)

Escurrecimiento.

El flujo de agua de lluvia que cae sobre un suelo ya saturado y circula en forma laminar y descendente por las laderas de una cuenca hidrográfica se denomina escurrecimiento. (Gaspari, 2013)

Inundaciones

Las inundaciones son producidas por exceso de agua, invadiendo áreas que en condiciones normales están secas.

Este fenómeno desempeña un papel importante en la regulación de los sistemas hídricos, por esta razón, cuando se modifican dichos sistemas o se ocupan las áreas susceptibles de ser inundadas pueden generarse afectaciones. (IDIGER, 2021)

Riesgos por inundaciones o desbordamiento de ríos

- *Eventos fuertes de precipitación debidos a variabilidad climática.*
- *Manejo no regulado de los ríos para los diferentes usos que se le da al agua: agrícola y pecuario, abastecimiento de agua potable, generación de energía eléctrica.*
- *Trasvase de cuencas: La finalidad es incrementar la disponibilidad de agua en una población adicionando agua desde una cuenca vecina. (IDIGER, 2021)*

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

9.2.4. CAPITULO IV INCIDENCIA EN LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CUENCA

“La variabilidad climática se refiere a las fluctuaciones observadas en el clima durante períodos de tiempo relativamente cortos y se expresa mediante la valoración de las anomalías”. (ASSMUS, 2007)

En esta sección se plantean medidas de mejoramiento por medio de un indicador de variabilidad climática para la evaluación de la cuenca, para que sirva como herramienta de análisis para que se tomen medidas que mitiguen los impactos generados por el cambio climático y se adapten medidas de control en la población y ecosistemas más afectados y vulnerables.

La variabilidad tiene una escala temporal diferente al cambio climático y está asociada a la noción del tiempo vivido y en donde, por tanto, se puede ver las oscilaciones que dan lugar a la noción de lo impredecible.

Los patrones climatológicos establecidos sobre el territorio, de manera recurrente se ven alterados por anomalías que traen las fases extremas de la variabilidad climática y se observan años anormalmente lluviosos y años anormalmente secos o años más calurosos que lo normal o con temperaturas por debajo de lo normal. Las anomalías climáticas más marcadas que ocurren en el territorio son las asociadas a los fenómenos de El Niño y de La Niña. (CAR, 2018)

Colombia no ha sido ajena a los cambios dramáticos del clima global. En el año 2010, el país evidenció uno de los periodos más críticos en términos de anomalías en precipitación frente al promedio anual. El mes de julio de 2010 fue el más lluvioso de los últimos 30 años, debido a que persistieron las lluvias por encima de lo normal en la región Caribe, Andina y Pacífica. Asimismo, en diciembre de 2010, se presentaron inundaciones severas por los efectos de la Niña. Este último fenómeno también tuvo una actividad significativa durante el año 2011 y se anuncia, con la probabilidad de 65%, el desencadenamiento del fenómeno del Niño para finales de este año y principios del 2.013. (García, 2012)

La vulnerabilidad de las cuencas se da en su mayoría por el asentamiento de viviendas en zonas de ronda, por el mal manejo y preservación ambiental de los cuerpos de agua, aumentando así la vulnerabilidad a que se presenten eventos de inundación, ya que dichas viviendas se pueden ver afectadas por el aumento del nivel en los cuerpos de agua y la calidad afectando la salud de la población.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Así mismo se pueden afectar las márgenes de los ríos y quebradas por la realización de excavaciones no controladas para la cimentación de las viviendas, extracción de materiales y por el constante tránsito de todo tipo de vehículos.

Es así como las acciones de retiro manual y mecánico de residuos sólidos, material vegetal y actividades complementarias en los cuerpos de agua, mejoran el tránsito libre del flujo de agua y optimizan la capacidad hidráulica, garantizando la reducción de riesgos por desbordamiento e inundaciones para adaptación al cambio climático.

Cambio climático y recursos hídricos

Los impactos del cambio climático sobre los sistemas de agua dulce se deben a los incrementos observados y proyectados en la temperatura, nivel del mar y variabilidad de precipitación. Según el Panel Intergubernamental sobre cambio climático (IPPC), el cambio climático afecta la función y operación de la infraestructura hídrica existente, así como las prácticas de gestión integral de los recursos hídricos. De acuerdo con la estacionalidad del flujo de aquellas cuencas influenciadas por la precipitación incrementará, es decir, los caudales máximos serán más pronunciados en épocas húmedas y los mínimos serán más bajos durante periodos secos. (García, 2012)

Vulnerabilidad

La vulnerabilidad no está definida únicamente en términos de amenazas o impactos, sino también por las vías de desarrollo de una sociedad, su grado de exposición física, la distribución de sus recursos, los desastres padecidos previamente y sus instituciones sociales y gubernamentales. Al ser el recurso hídrico el eje articulador de todos estos componentes, la vulnerabilidad depende en gran medida de la forma en cómo éste se gestione. (García, 2012)

La escorrentía superficial

La escorrentía superficial se inicia cuando la intensidad y la persistencia de la precipitación producen la saturación del suelo y la infiltración se detiene; la porción de agua que escurre por las fuentes superficiales, con respecto a la totalidad de la precipitación que cae dentro de la cuenca, se denomina coeficiente de escorrentía y está directamente asociado con el volumen precipitado, la distribución temporal de la intensidad, las características del relieve, la clase y los usos del suelo. El porcentaje de lluvia que se convierte en escorrentía depende de factores

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

climáticos, fisiográficos y antrópicos, entre los cuales se destacan la intensidad y duración de la precipitación, la condición de humedad antecedente, las características y condiciones del suelo, la vegetación, el área, la forma, y la pendiente de la cuenca, la longitud del cauce, y el tipo de drenaje; todos estos elementos son competentes del ciclo hidrológico del agua.

El volumen del agua que no se convierte en escorrentía corresponde a pérdidas por intercepción de las plantas, almacenamiento de depresiones y cuerpos de agua y a la infiltración del agua en el suelo. Es necesario tener en cuenta que el coeficiente de escorrentía presenta un alto grado de correlación con los caudales que se generan en una cuenca, pero la precipitación es el principal generador de escorrentía, por lo tanto, pueden existir zonas con alto coeficiente de escorrentía, pero valores de caudales bajos debido a las bajas precipitaciones. (ASSMUS, 2007)

Adaptación

Para concretar la adaptación al cambio climático en un territorio, las acciones o medidas identificadas como apropiadas para este propósito se deben incorporar en los instrumentos de planificación con miras a lograr su ejecución y garantizar su continuidad o sostenibilidad en el largo plazo. Teniendo en cuenta que el clima influye en diversos aspectos del territorio, la adaptación se debe incluir en los planes de gestión de ecosistemas, de recurso hídrico, de los sectores productivos, en los de gestión de riesgo de desastre y en la planificación territorial y sectorial.

En Colombia operan instrumentos jurídicos con el mandato de incorporar la adaptación al cambio climático en los diversos instrumentos de planificación. La Ley 1931 del 27 de julio de 2.018 “por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático” organiza las acciones tanto para la mitigación del calentamiento global como para la adaptación al cambio climático. (CAR, 2018)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

9.2.5. CAPITULO V

FICHA TÉCNICA DEL IVCEC

FICHA TÉCNICA INDICADOR			
A. INFORMACIÓN DE IDENTIFICACIÓN			
PREGUNTA PROBLEMA	¿Cómo evaluar la variabilidad climática de la cuenca del río Balsillas a través de eventos hidroclimáticos?		
NOMBRE DEL INDICADOR:	Índice de Variabilidad Climática para la Evaluación de la Cuenca (IVCEC)		
JUSTIFICACIÓN DEL INDICADOR	El indicador permita de manera cuantitativa verificar y describir características, comportamientos o fenómenos a través de la medición de una variable o una relación entre variables climáticas e hidrológicas. Se puede identificar el cambio que ha tenido la cuenca a través de un tiempo determinado, y a su vez este indicador sirva como estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático en las cuencas más vulnerables de Colombia.		
FECHA DE CREACIÓN:	23/04/2021		
NOMBRE DEL PROCESO QUE MANEJA EL INDICADOR	Cambio Climático		
B. CARACTERIZACIÓN			
OBJETIVO/DESCRIPCIÓN:	Evaluar y determinar la variabilidad climática a través de la dinámica de los eventos hidroclimáticos de la cuenca del río Balsillas.		
TIPO DE INDICADOR:	De Eficiencia (Está midiendo el proceso y las condiciones de su gestión en términos de recursos, MIDE EL COMO.)		
COMPORTAMIENTO:	Inverso (a mayor valor menor desempeño o a menor valor mejor desempeño)		
C. MEDICIÓN			
FORMULA PARA CALCULAR EL INDICADOR	$IVCEC = \sum \{(US_R) + (\bar{x}I.ENA_R) + (ESC_R) + (WPI_R)\}$		
FRECUENCIA RECOLECCIÓN:	Anual		
FUENTE DE DATOS Y MÉTODO PARA LA MEDICIÓN	Se tuvo en cuenta los Indicadores del ENA, el Índice de Pobreza del Agua e información hidroclimática de la zona a evaluar	ESCALA	Cualitativo

Nota: Esta ficha técnica del indicador requiere de la disponibilidad de la información para realizar el reporte

Nota. La ficha técnica indica toda la información del IVCEC como herramienta de mitigación a la variabilidad climática. Elaboración propia

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Mediante la recolección de información de la zona y el análisis de datos hidroclimáticos obtenidos de las estaciones meteorológicas y pluviométricas aledañas a la cuenca del río Balsillas se determinan las condiciones climáticas, morfológicas, hidrológicas y sociales del lugar.

Los resultados obtenidos de las estaciones meteorológicas estudiadas presentan las precipitaciones anuales más altas y concentradas principalmente en los años 2.010 y 2.011, y muy bajas en el año 2.015, se mantienen direcciones del viento en dirección Este Sur, con una velocidad predominante de 2,10 a 3,06 m/s, se registran temperaturas entre 11°C y 15°C anuales que tiene una relación lineal con la altitud, que a mayor altura, menor temperatura donde se pueden generar neblinas ácidas debido a los altos índices de humedad relativa y en conjunto con el calor latente en el lapso de tiempo establecido.

En la cuenca, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía poco en el transcurso de los años, las estaciones presentan la cobertura nubosa durante los meses octubre y noviembre donde se presentará parcialmente nublado, lo cual indica que la atmosfera podrá ser estable con baja temperatura, además no se va a generar una dispersión vertical de los contaminantes, impidiendo la mezcla de los mismos, la clasificación climática de la cuenca según Caldas Land se determina el piso térmico frío debido a que el rango de elevación es de 2.543 m.s.n.m., y la temperatura oscila entre los 13 y 15 °C.

En los parámetros morfométricos se pueden determinar rasgos característicos de la cuenca como:

- La cuenca es de forma muy alargada y Ligeramente achatada.
- Su coeficiente de compacidad es de oval oblonda a rectangular oblonda.
- Es una cuenca con relieve pronunciado, ya que se encuentra en el rango entre 0.5 y 0.8.
- Cuenta con una pendiente media de 10,15 Km aproximadamente, con un tipo de relieve medianamente accidentado.
- Es un río Maduro que según la tabla de clasificación Atterberg se tiene un suelo de Grava
- El flujo de agua de la cuenca del río es bajo ya que cuenta con 0,0087 Km², lo que indica que a menor magnitud será menor el grado de torrencialidad de la misma, es así como hay una baja disponibilidad hídrica y energía de arrastre en cada uno de sus sectores.
- La forma de drenaje es Subparalela en el cual los cursos tributarios se ramifican formando ángulos agudos con el cauce principal o tributario de mayor orden, cambiando después de dirección de manera que se tornan paralelos al cauce al cual confluyen.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- Cuenta con unos caudales máximos y mínimos que oscilan entre los 1,4 m³/s y 0,37 m³/s.
- Su Índice de Sinuosidad se le considera como un estado transitorio al meándrico ya que es teóricamente igual a 1.

Con el muestreo de agua realizado en el río Balsillas se determina que el agua no es apta para consumo humano ya que no cumplen con estándares mínimos para agua potable del RASS 2.000 y la Resolución 2115 de 2.007, la toma de muestras de sedimentos se realizó en 3 medidas (profundidad, medio y superficial), donde hay mayor sólidos sedimentables es en la profundidad del río ya que el material de arrastre que trae la corriente es muy pesado y va quedando en el fondo de la cuenca.

En la aplicación de algunos indicadores ambientales con los datos recolectados del análisis realizado a la cuenca se puede determinar que:

Los resultados obtenidos al integrar los datos de la cuenca con los indicadores del ENA (Estudio Nacional del Agua) estable que la capacidad de retención y regulación hídrica es cualitativamente baja según el índice de regulación hídrica y que para los años comprendidos del 2.000 al 2.019 muestra un índice de sequía y precipitación moderadamente húmedo con un valor de 1,7. Respecto a la cantidad de sedimentos que pasan por un punto de control en un tiempo determinado sobre el área de cuenca se emplea el índice de rendimiento medio de sedimentos estimando un valor de 149 m³/s.

El índice categórico que es un acumulado de los indicadores del PRICC (Plan Integral de Cambio Climático) muestra los rangos de afectación que permite restringir la variabilidad (absoluta o relativa) de las anomalías registradas en los parámetros meteorológicos, es así como las estaciones ubicadas cerca de la cuenca del río Balsillas presenta una variabilidad relativa y según el WPI (Índice de pobreza del Agua) que obtuvo un rango de 23,09 tanto en año seco como en el año medio, indicando que la condición de pobreza del agua es menor, debido a que la mayoría de municipios cerca las ciudades principales presentan los índices más bajos.

El IVCEC (Índice de Variabilidad Climática para la Evaluación de la Cuenca) el cual fue diseñado, sirve para que de forma cuantitativa se pueda realizar la verificación y descripción de características, comportamientos y/o fenómenos a través del tiempo por medio de la relación entre variables hidroclimáticas tomadas de los indicadores del ENA y del Índice de pobreza del agua y entre factores de escorrentía y del uso del suelo.

El Indicador de Variabilidad Climática para la Evaluación de la Cuenca aplicada al río Balsillas determina que la cuenca se encuentra en un estado de variabilidad

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

climática moderada y que a partir de este resultado se deben realizar estrategias para la mitigación de los impactos generados por el cambio climático y medidas de adaptación para las condiciones de vida de la población.

11. CONCLUSIONES

La información suministrada por los diferentes entes territoriales y la búsqueda a través de investigaciones y proyectos ambientales permite determinar las condiciones climáticas, morfológicas, hidrológicas y sociales de la cuenca del río Balsillas. La determinación de parámetros hidroclimáticos es fundamental para comprender la variabilidad e incidencia climática para así entender el comportamiento y estado de la cuenca.

La cuenca presenta una pendiente mediana, forma alargada, densidad de drenaje bajo, así como el coeficiente de torrencialidad, permitiendo evaluar y comprender el comportamiento del sistema hídrico y las posibles crecientes que se puedan presentar. Lo anterior indica que la red de drenaje presenta cauces de segundo orden que se forman de la unión de dos cauces de primer orden, de tal manera que los riesgos de inundaciones asociados a esta cuenca son de mediana a baja intensidad. Estas características deben considerarse sólo como un indicador, pero no descarta que se puedan provocar crecientes por otras causas.

La diversidad de parámetros morfométricos e hidroclimáticos es abundante, en el presente proyecto se consideraron aquellos más relevantes y los que se ajustaban al cumplimiento del objetivo, teniendo en cuenta las características geomorfológicas del área analizada.

La relación entre factores uso del suelo, escorrentía superficial e indicadores del ENA y del Índice de pobreza del agua, permite diseñar el IVCEC el cual sirve para evaluar de forma cualitativa la dinámica de los eventos hidroclimáticos de una cuenca a través del tiempo.

Al realizar la construcción y aplicación del Índice de Variabilidad Climática para la Evaluación de la Cuenca en el río Balsillas, se determina el impacto que tiene la variabilidad climática en el recurso hídrico y en los ecosistemas, por medio de la dinámica de eventos hidroclimáticos, integrando diversos factores ambientales y sociales.

El Indicador aplicado al río Balsillas determina que la cuenca se encuentra en un estado de variabilidad climática moderada y que a partir de este resultado se deben realizar estrategias para la mitigación de los impactos generados por el cambio climático y medidas de adaptación para las condiciones de vida de la población.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

El IVCEC (Índice de Variabilidad Climática para la Evaluación de la Cuenca) es una herramienta de análisis que determina los efectos ocasionados por el cambio climático entendiendo de forma clara y directa la relación que tiene:

- El clima y el territorio, ya que esta incide directamente con los procesos físico-bióticos de los ecosistemas como la disponibilidad de agua, la provisión de alimentos, el área de propagación de plagas y enfermedades y el potencial energético en el componente hídrico, solar y eólico.
- El agua y su entorno, ya que está determina el uso, la demanda y la disponibilidad de agua, las precipitaciones anuales que se tienen en un cauce, la capacidad hídrica del mismo, las afectaciones que este tiene a causa del calentamiento global afectado de forma directa procesos naturales del agua como la evapotranspiración, infiltración, percolación presentando así riesgos por inundación o desbordamiento de ríos
- El Cambio Climático y el recurso hídrico afecta la función y operación de la infraestructura hídrica existente, así como las prácticas de gestión integral de los recursos hídricos no está definida únicamente en términos de amenazas o impactos, sino también por las vías de desarrollo de una sociedad, su grado de exposición física, la distribución de sus recursos, los desastres padecidos previamente y sus instituciones sociales y gubernamentales

Se considera importante que el IVCEC debe ser incorporado en los planes de ordenamiento de cuencas, en los componentes de gestión del riesgo y podría estar enlazado con la metodología de zonificación ambiental como aporte al componente hídrico.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

12. RECOMENDACIONES

- Implementar diversas metodologías y procesos de consulta, concertación, coordinación y cooperación entre los diversos sectores de la sociedad, así como para reunir la información requerida para este propósito y su utilización en la comunicación de planes y proyectos de desarrollo en áreas específicas.
- Implementar el IVCEC como estrategia de mitigación al cambio climático y así conocer nivel de vulnerabilidad con el objeto de tomar decisiones al respecto a un nivel aceptable, así como ejecutar las acciones de mitigación necesarias.
- Incorporar en las metodologías de zonificación ambiental el IVCEC como análisis de factor del riesgo para implementar mecanismos de manejo y posteriormente incorporar un plan de manejo que permita enfocar recursos económicos para el mantenimiento preventivo de la cuenca y evitar el factor de vulnerabilidad de la población perteneciente a la cuenca, ya que es indudable que los individuos y comunidades de la cuenca no cuentan con la debida protección contra la variabilidad del clima, por lo que sufren las consecuencias del mismo.
- El índice permite ser aplicado a diferentes escalas, por lo que se recomienda que se realice un análisis más amplio y así complementar la información sobre variabilidad climática que se tiene en el país.
- Implementar políticas de desarrollo ambiental y económicos que permitan que los pequeños agricultores puedan desarrollar estrategias de adaptaciones específicas ante la variación climática.
- Promover el desarrollo de la investigación y la obtención de datos estadísticos en los campos de la meteorología, climatología, morfometría e hidrología, para brindar información digna y real, y sean usados en cualquier proyecto para el desarrollo y obtención de mejores resultados.
- Para realizar el modelamiento del IVCEC se requieren de las siguientes capas o Shapes dependiendo los parámetros obtenidos por cada cuenca o municipio.
 - Departamento o municipio a trabajar
 - Regulación hídrica
 - Precipitación y sequías
 - Sedimentación del suelo
 - Uso del suelo
 - Escorrentía superficial

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- Índice de pobreza hídrica
- Brindar capacitación a la población en las mejoras y técnicas agropecuarias y fomentando la implementación de nuevas tecnologías, brindando un apoyo económico en esto y que permitan equilibrar las afectaciones por cambios en los recursos naturales, hídricos y climáticos.
- Incorporar algunos análisis que pretenden actualizar y complementar algunas metodologías y enfoques del Índice de variabilidad climática para la evaluación de la cuenca con la Región metropolitana Bogotá-Cundinamarca y a la estrategia regional del agua, con el fin de que el modelo de ordenamiento territorial se fortalezca para lograr la posibilidad de alcanzar un desarrollo integral y sostenible de la región.
- Si se incorpora el IVCEC a los instrumentos del manejo de cuencas del río Bogotá, ya que se pueden integrar el análisis de la problemática de la cuenca como instrumento de desarrollo de alternativas de manejo uso de recursos naturales.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

13. REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA)

- ANDI. (2013). *Normatividad Urbana y Uso del Suelo*. Obtenido de <http://proyectos.andi.com.co/es/GAI/GuiInv/CPR/Paginas/NUUS.aspx>
- Arevalo, J. M. (2000). *Aspectos del medio natural*. Obtenido de https://www.academia.edu/22594670/Aspectos_del_medio_Natural_del_departamento_de_Cundinamarca
- ASSMUS, M. C. (Octubre de 2007). *CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE DE POBREZA DE AGUA PARA EL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL*. Obtenido de file:///C:/Users/usuario/Downloads/indice_pobreza.pdf
- Bogotá, A. M. (2020). *La erosión o desertización del suelo*. Obtenido de <https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/biodiverciudad/la-erosion-o-desertizacion-del-suelo>
- Bojacá, A. M. (2020). *Ecología*. Obtenido de http://madridcundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/madridcundinamarca/content/files/000161/8041_03_estructura-ambiental.pdf
- CAR. (2018). *ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD TERRITORIAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO*. Obtenido de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5cc8af9bc943b.pdf>
- CAR. (2005). *Elaboración del Diagnostico, Prospectiva y Formulación de la cuenca Hidrográfica del rio Bogotá Subcuenca del rio Balsillas*. Bogotá.
- civil, I. (2021). *Algunos Parámetros de Forma y Drenaje de la Cuenca Hidrográfica y su Relación con El Tiempo de Concentración*. Obtenido de <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/algunos-parametros-de-forma-y-drenaje-de-la-cuenca-hidrografica-y-su-relacion-con-el-tiempo-de-concentracion/>
- Colombiano, S. G. (Junio de 2016). *ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DE UN CONJUNTO DE PLANCHAS A ESCALA 1:100 000 UBICADAS EN EL TERRITORIO NACIONAL, IDENTIFICADAS POR EL SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO*. Obtenido de <http://recordcenter.sgc.gov.co/B17/23008010028485/Documento/Pdf/2105284851106000.pdf>
- COLOMBIA, N. (2017). *Mosquera, uno de los municipios con la más alta huella de CO2 en Cundinamarca*. Obtenido de <http://www.noticentrocolombia.com/2017/06/27/mosquera-uno-de-los-municipios-con-la-mas-alta-huella-de-co2-en-cundinamarca/medio-ambiente/8269/>
- Cuenca, hidrográfica*. (2020). Obtenido de <https://pabelbastista.files.wordpress.com/2011/08/cuencas1.pdf>
- Díaz, M. J. (2013). *IMPORTANCIA DEL AGUA*. Obtenido de <https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgu.html#:~:text=El%20agua%20es%20un%20elemento,bio%C3%B3gicos%20que%20la%20hacen%20posible>
- Eafit, U. (2006). *¿Qué es la contaminación?* Obtenido de <http://www.eafit.edu.co/ninos/reddelaspreguntas/Paginas/que-es-la-contaminacion.aspx>

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- Ecoglobal. (2020). *Colombia/ Clima*. Obtenido de <https://ecoglobalexpeditions.com/colombia/clima/#:~:text=El%20r%C3%A9gimen%20de%20estaciones%20es,de%20humedad%20y%20altas%20temperaturas.>
- Felices, A. R. (2010). *LA MORFOLOGÍA FLUVIAL Y SU INCIDENCIA EN LA ESTABILIDAD DE LAS OBRAS VIALES*. Obtenido de http://www.imefen.uni.edu.pe/Temas_interes/ROCHA/Morfologia_fluvial_y_su_influencia.pdf
- Flores, G. (2016). *Método de análisis morfométrico de la red de drenaje de cuencas*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/zulylopezhuachhua/analisis-morfometrico-de-una-cuenca-2#:~:text=MORFOMETR%C3%8DA%20DE%20CUENCAS3%20Es%20el,del%20c%C3%A1culo%20de%20valores%20num%C3%A9ricos.>
- formación, E. (2019). *INDICE DE SINUOSIDAD*. Obtenido de <http://eimaformacion.com/indice-de-sinuosidad-de-un-cauce/>
- García, M. C. (Octubre de 2012). *Variabilidad climática, cambio climático y el recurso hídrico en Colombia*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n36/n36a12.pdf>
- Gaspari, F. J. (2013). *Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/15784528.pdf>
- Gonzalez, C. (2005). *Sedimentación*. Obtenido de <https://naturalezasintoxicos.files.wordpress.com/2019/03/capc3adtulo-5-sedimentacion.pdf>
- González, J. M. (2005). *El análisis morfológico de las cuencas fluviales aplicado al estudio hidrográfico*. Obtenido de [file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-ElAnalisisMorfologicoDeLasCuencasFluvialesAplicado-109746%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-ElAnalisisMorfologicoDeLasCuencasFluvialesAplicado-109746%20(2).pdf)
- IDEAM. (Agosto de 2007). *SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN AGUA SECADOS A 103 – 105 °C*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/S%C3%B3lidos+Suspendidos+Totales+en+aguas.pdf/f02b4c7f-5b8b-4b0a-803a-1958aac1179c>
- IDEAM. (Junio de 2007). *SÓLIDOS TOTALES SECADOS A 103 – 105°C*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/S%C3%B3lidos+Totales+secados+a+103+-+105%C2%BAC..pdf/d4faab4a-34e4-4159-bf4c-50353b101935>
- Ideam. (2009). *Clasificación de los climas*. Obtenido de <http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/clima-text.pdf>
- IDEAM. (2014). *CURVAS INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA –IDF*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/curvas-idf>
- IDEAM. (2014). *CAMBIO CLIMATICO*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico>
- IDEAM. (Abril de 2014). *INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN ADAPTATIVA DE LOS RIESGOS HIDROCLIMÁTICOS EN EL ORDENAMIENTO TERRITORIA*. Obtenido de <http://www.cambioclimatico.gov.co/pricc>
- IDEAM. (2014). *AGUA INDICADORES*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/agua/indicador>

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- IDEAM. (Marzo de 2018). *Estudio Nacional del Agua 2018*. Obtenido de <https://cta.org.co/biblionet/estudio-nacional-del-agua-2018/>
- IDEAM. (2018). *METODOLOGÍA DE LA OPERACIÓN, ESTADÍSTICA VARIABLES METEOROLÓGICAS*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/72085840/Documento+metodologico+variables+meteorologicas.pdf/8a71a9b4-7dd7-4af4-b98e-9b1eda3b8744>
- IDIGER. (Abril de 2021). *Caracterización General del Escenario de Riesgo por Inundación*. Obtenido de <https://www.idiger.gov.co/rinundacion>
- Jiménez, S. J. (2018). *Actualización del componente de oferta hídrica de la Evaluación Regional del Agua- ERA en la cuenca Media y Baja del Río Bogotá*. Obtenido de [file:///C:/Users/usuario/Downloads/Camelo_Jim%C3%A9nez_Stephany_Julieth_2018%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/Camelo_Jim%C3%A9nez_Stephany_Julieth_2018%20(1).pdf)
- Maps, G. (2021). *Google maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/@4.6670863,-74.25383,1876m/data=!3m1!1e3?hl=es>
- Meteoblue. (2006 - 2019). *Rosa de los vientos*. Obtenido de <https://content.meteoblue.com/es/dimensiones-temporales/history/rosa-de-los-vientos>
- Minambiente. (Mayo de 2020). *Impacto del Cambio Climático en Colombia*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/457-plantilla-cambio-climatico-13>
- MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL MINISTERIO DE AMBIENTE, V. Y. (Junio de 2007). *Resolución 2115*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Le_gislaci%C3%B3n_del_agua/Resoluci%C3%B3n_2115.pdf
- Montealegre, J. E. (2012). *PRICC*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosMarinosCosterosyRecursosAcuatico/CUNDINAMARCA.pdf>
- Mosquera, A. M. (2020). *Geografía, Ecología y Economía de Mosquera*. Obtenido de <https://mosqueracundinamarca.micolombiadigital.gov.co/municipio/geografia--y-economia-de-mosquera>
- Mosquera, A. d. (Junio de 2020). *Plan de Desarrollo 2020-2023*. Obtenido de <https://www.obsgestioneducativa.com/wp-content/uploads/2021/02/Mosquera.pdf>
- IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE RED DE DRENAJE*. (2000). Obtenido de <file:///C:/Users/usuario/Downloads/Tipos%20de%20drenaje%20en%20una%20cuenca.pdf>
- MINCIENCIAS. (2018). *EL CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA*. Obtenido de <http://todoesciencia.minciencias.gov.co/cambio-climatico-en-colombia>
- PNUD. (2015). *OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE*. Obtenido de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Portillo, S. R. (Septiembre de 2020). *Indicadores ambientales: qué son, tipos y ejemplos*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/indicadores-ambientales-que-son-tipos-y-ejemplos-2759.html>

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN)		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

- Práctico, C. (2012). *CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA SEGUN KOPPEN*. Obtenido de <http://meteo.fisica.edu.uy/Materias/climatologia/practico%20climatologia%202012/Practico%207/Clasificacion%20Koppen.pdf>
- publicaciones, G. . (Abril de 2016). *Escala Granulométrica de Udden-Wentworth*. Obtenido de <https://post.geoxnet.com/escala-granulometrica-de-udden-wentworth/>
- Quiroz, M. d. (2012). *Anexo del Informe Técnico: Elaboración de un boletín con información hidroclimática de los mares de México*. Obtenido de <https://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/BOLETINES/hidroclimatico/INDICES-CLIMATICOS.pdf>
- Rojo, J. (2010). *Morfometría de cuencas*. Obtenido de <http://julianrojo.weebly.com/uploads/1/2/0/0/12008328/morfometria.pdf>
- Soza, M. V. (2005). *CALENTAMIENTO GLOBAL*. Obtenido de <https://www.cec.uchile.cl/~mivalenc/definicion.htm>
- Torres, A. (2000). *Análisis de aguas residuales*. Obtenido de http://a21-granada.org/redgramas/images/Presentacion_ANTONIO.pdf
- Velasco, A. (2016). *INTEGRACIÓN DEL CONCEPTO DE VARIABILIDAD HIDROCLIMÁTICA EN PRONÓSTICOS HIDROLÓGICOS DE LARGO PLAZO DE RESOLUCIÓN MENSUAL EN COLOMBIA*. Obtenido de https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/19628/Velasco_Documento_Principal.pdf?sequence=1&isAllowed=y

