

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

EVALUACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO HYDRO-BID PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUAYLLABAMBA Y UNIDADES HÍDRICAS APORTANTES DE AGUA PARA EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
AMBIENTAL**

VIVIANA PAOLA BRAVO ORTIZ

viviana.bravo@epn.edu.ec

DIRECTOR: DR. XAVIER EDUARDO ZAPATA RÍOS

xavier.zapata@epn.edu.ec

Quito, febrero 2020

DECLARACIÓN

Yo, Viviana Paola Bravo Ortiz, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Viviana Paola Bravo Ortiz

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Viviana Paola Bravo Ortiz, bajo mi supervisión.

Dr. Xavier Eduardo Zapata Ríos
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios y a la Virgencita por la vida y por darme la fortaleza para culminar mi carrera y seguir adelante. Agradezco a mis padres por su amor, confianza y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida. Además, por educarme con valores y ser mi ejemplo de responsabilidad y dedicación. Gracias a mis hermanitos: Evelyn e Iker por alegrar mis días. A toda mi familia, a quienes están presentes y a quienes me acompañan desde el cielo.

Agradezco a Andresito por creer en mí, brindarme su palabra de aliento y por su constante apoyo para que pudiera alcanzar mis metas. A mis amigas Jhoss, Eve y Liz por tantos años de amistad, por sus consejos, cariño y por apoyarme siempre. Mi agradecimiento a la Escuela Politécnica Nacional por ser el templo de sabiduría que permitió mi crecimiento personal y profesional. De igual forma gracias a cada uno de mis profesores por su voluntad y entrega al impartir sus conocimientos y consejos para que seamos mejores cada día.

Mi agradecimiento especial a mi director de tesis el Dr. Xavier Zapata-Ríos por haberme dado la oportunidad de realizar este proyecto de titulación y por su ayuda y guía durante todo el proceso. De igual forma agradezco a la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) y al Fondo para la Protección del Agua (FONAG) quienes auspiciaron el desarrollo de este estudio a través del programa de becas de la Estación Científica Agua y Páramo. Así mismo, quiero expresar mi gratitud a Rafa, Tere, Bolívar, Claudia y a cada una de las personas que conforman el Departamento de Gestión de Recursos Hídricos de la EPMAPS por su cariño y colaboración en este arduo trabajo.

Agradezco a los grandes amigos que encontré durante estos años de carrera, quienes me acompañaron durante esta maravillosa etapa que fue la universidad: Majito Oña, Majito Sangucho, Dani, Darwin, Cris Orejuela, Cris Pozo, Jhona, Vivi, Paty, Majito Guerra, Alex y a todos quienes tuve el agrado de conocer.

De igual forma, a quienes invirtieron su tiempo para echarle un vistazo a este proyecto de titulación que con tanto esfuerzo he culminado.

Finalmente agradezco a todas las personas que han aparecido en mi vida por las bendiciones y lecciones aprendidas.

Gracias a todos.

DEDICATORIA

Con todo mi amor para:

Diosito y la Virgencita: por la oportunidad de vivir y por bendecirme cada día.

Mis padres: Sandra y Samuel, este y mis futuros logros son y serán siempre para ustedes.

Mis hermanos: Evelyn e Iker por motivarme a ser mejor cada día.

... Este es el final de un camino y el inicio de otro...

Viviana Paola Bravo Ortiz

CONTENIDO

Agradecimiento	IV
Dedicatoria	VI
Índice de Figuras	XI
Índice de Tablas	XII
Simbología y Siglas	XVII
Resumen	XVIII
Abstract	XX
Presentación	XXII
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 Alcance	2
1.4 Justificación	3
2 MARCO TEÓRICO	5
2.1 Ciclo hidrológico	5
2.2 El balance hídrico de una cuenca hidrográfica	6
2.3 Disponibilidad de agua	7
2.3.1 Factores que afectan el escurrimiento superficial	7
2.4 Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH)	8
2.5 Simulación hidrológica	9
2.5.1 Clasificación de los modelos de simulación	10
2.6 Interpolación climática	11
2.6.1 Método de la Distancia Inversa Ponderada (IDW)	12
2.6.2 Método Kriging	12
2.7 Estado del Arte	12

3 METODOLOGÍA	20
3.1 Caracterización de la zona de estudio	20
3.1.1 Ubicación	20
3.1.2 División Cantonal y Áreas Protegidas	22
3.2 Marco conceptual del trabajo	23
3.3 Reconocimiento de la plataforma HydroBID	23
3.3.1 Análisis de requerimientos de HydroBID	24
3.3.2 Base de Datos de Hidrología Analítica	25
3.3.3 Base de datos SQLITE.....	25
3.3.4 Modelo hidrológico lluvia-escorrentía	25
3.4 Recopilación de la información base	30
3.4.1 Precipitación	31
3.4.2 Temperatura	35
3.4.3 Datos Hidrológicos	36
3.5 Depuración de la información base	38
3.5.1 Homogeneización y relleno de datos	38
3.5.2 Interpolación espacial de datos	38
3.6 Simulación Hidrológica	39
3.6.1 Delimitación de las cuencas de calibración	39
3.7 Calibración y validación del modelo	39
3.7.1 Parámetros de calibración	39
3.8 Evaluación de la calibración hidrológica	40
3.9 Presentación y comparación de resultados	42
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1 Análisis de los datos	43
4.1.1 Precipitación	43
4.1.2 Temperatura	46
4.1.3 Datos Hidrológicos	48
4.1.4 Suelo	49
4.1.5 AHD del área de estudio	52

4.1.6 Número de Curva	53
4.2 Simulación Hidrológica	58
4.2.1 Delimitación de las cuencas de calibración	58
4.3 Resultados de la calibración y validación de la herramienta	59
4.3.1 Periodo de calibración y validación	59
4.3.2 Resultados de la calibración del modelo	59
4.3.3 Resultados de la validación del modelo	67
4.4 Análisis y comparación de los resultados	68
4.4.1 Resultados de la simulación	69
4.4.2 Disponibilidad de agua	71
4.4.3 Análisis de resultados entre HydroBID y WEAP	72
4.4.4 Análisis de resultados entre HydroBID e INVEST	77
4.5 Ventajas y limitaciones de HydroBID	78
4.5.1 Ventajas	78
4.5.2 Limitaciones	79
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
5.1 Conclusiones	80
5.2 Recomendaciones	82
5.3 Trabajos Futuros	82
BIBLIOGRAFÍA	84
ANEXOS I	
Anexo 1: Contenido del paquete de datos y estructura de la AHD	I
Anexo 2: Periodo de datos disponibles en cada estación pluviométrica	II
Anexo 3: Porcentaje de datos de precipitación diaria disponibles	VI
Anexo 4: Precipitación media anual en la zona de estudio	VII
Anexo 5: Periodo de datos disponibles en cada estación meteorológica	VIII
Anexo 6: Porcentaje de datos de temperatura diaria disponibles.....	IX
Anexo 7: Código en R para la homogeneización y relleno de datos	X
Anexo 8: Distribución de la precipitación en la zona de estudio (Periodo 2001-2017).....	XIII

Anexo 9: Distribución de la temperatura en la zona de estudio (Periodo 2001-2017)	XIV
Anexo 10: Porcentaje de datos disponibles de caudal	XV
Anexo 11: Número de curva y grupo hidrológico de suelo en la AHD	XVI
Anexo 12: Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Antisana	LXVII
Anexo 13: Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Chalpi Grande	LXVIII
Anexo 14: Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Cinto	LXIX
Anexo 15: Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Guayllabamba Alto	LXX
Anexo 16: Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Guayllabamba Medio.....	LXXI
Anexo 17: Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Mindo	LXXII
Anexo 18: Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Oyacachi	LXXIII
Anexo 19: Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Papallacta	LXXIV
Anexo 20: Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Pisque	LXXV
Anexo 21: Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Pita	LXXVI
Anexo 22: Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Quijos	LXXVII
Anexo 23: Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Saloya	LXXVIII
Anexo 24: Caudal simulado por HydroBID en la cuenca San Pedro	LXXIX
Anexo 25: Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Tamboyacu	LXXX

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1 Ciclo Hidrológico	5
2.2 Balance hídrico de una cuenca hidrográfica	6
2.3 Precipitación horizontal	7
2.4 Elementos de la GIRH	9
2.5 Clasificación de los modelos hidrológicos según su representación espacial: a. Modelo agregado, b. Modelo semi-distribuido, c. Modelo distribuido	11
3.1 Ubicación geográfica de la zona de acción EPMAPS-FONAG	20
3.2 Mapa de cantones, poblados y áreas protegidas localizadas en la zona de acción EPMAPS-FONAG	22
3.3 Marco conceptual del trabajo	23
3.4 Diagrama de flujo del funcionamiento de HydroBID	24
3.5 Representación esquemática del modelo GWLF modificado	26
3.6 Movimiento de los flujos a través de la red hidrológica de la AHD	30
3.7 Estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio	30
3.8 Ubicación de las estaciones hidrométricas utilizadas para la calibración del modelo.	37
4.1 Mapa de isoyetas multianual en la zona de estudio (Periodo 2001-2017)	43
4.2 Variación estacional mensual multianual de precipitación en la cuenca alta del Río Guayllabamba y las unidades hídricas aportantes de agua al DMQ (Periodo 2001 - 2017).....	45
4.3 Variación media multianual de temperatura	46
4.4 Coeficiente de correlación distancia entre estaciones	47
4.5 Extracción de datos del raster cada 5 Km	48
4.6 Orden de suelo de la zona de acción EPMAPS-FONAG	49
4.7 Mapa de uso y cobertura de suelo en la zona de estudio	51

4.8 AHD del área de estudio	52
4.9 Cuencas delimitadas para la calibración	58
4.10 Hidrograma de calibración de la subcuenca delimitada por la estación H12.....	61
4.11 Hidrograma de calibración de la subcuenca delimitada por la estación H13.....	61
4.12 Hidrograma de calibración de la subcuenca delimitada por la estación H15.....	62
4.13 Hidrograma de calibración de la subcuenca delimitada por la estación H20.....	63
4.14 Hidrograma de calibración de la subcuenca delimitada por la estación H33.....	63
4.15 Hidrograma de calibración de la subcuenca delimitada por la estación H34.....	64
4.16 Hidrograma de calibración de la subcuenca delimitada por la estación H143.....	64
4.17 Hidrograma de calibración de la subcuenca delimitada por la estación H149.....	65
4.18 Hidrograma de calibración de la subcuenca delimitada por la estación H159.....	66
4.19 Caudal promedio mensual multianual simulado en la cuenca alta del Río Guayllabamba y las unidades hídricas aportantes de agua al DMQ (Periodo 2001 - 2017).	70
4.20 Mapa de disponibilidad de agua en la cuenca (mm/año.....	72
4.21 Simulación de caudal en la subcuenca Guayllabamba para el periodo 2011-2017 con HydroBID y WEAP.....	74
4.22 Gráfico de correlación lineal de los resultados obtenidos de la simulación con HydroBID y WEAP en la subcuenca Guayllabamba.....	74
4.23 Simulación de caudal en la subcuenca Chalpi Grande para el periodo 2011 - 2017 con HydroBID y WEAP.	76
4.24 Gráfico de correlación lineal de los resultados obtenidos de la simulación con HydroBID y WEAP en la subcuenca Chalpi Grande.....	76
4.25 Gráfico de correlación lineal de los resultados obtenidos de HydroBID e INVEST.....	78
5.1 Contenido de la Base de Datos Analítica (AHD)	I
5.2 Periodo de datos disponibles en cada estación pluviométrica	II
5.3 Porcentaje de datos de precipitación diaria disponibles	VI
5.4 Precipitación media anual en la zona de estudio	VII

5.5	Periodo de datos disponibles en cada estación meteorológica	VIII
5.6	Porcentaje de datos de temperatura diaria disponibles.....	IX
5.7	Código en R para la homogeneización y relleno de datos	X
5.8	Distribución de la precipitación en la zona de estudio (Periodo 2001-2017).....	XIII
5.9	Distribución de la temperatura en la zona de estudio (Periodo 2001-2017)	XIV
5.10	Porcentaje de datos disponibles de caudal	XV
5.11	Número de curva y grupo hidrológico de suelo en la AHD	XVI
5.12	Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Antisana	LXVII
5.13	Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Chalpi Grande	LXVIII
5.14	Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Cinto	LXIX
5.15	Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Guayllabamba Alto	LXX
5.16	Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Guayllabamba Medio	LXXI
5.17	Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Mindo	LXXII
5.18	Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Oyacachi	LXXIII
5.19	Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Papallacta	LXXIV
5.20	Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Pisque	LXXV
5.21	Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Pita	LXXVI
5.22	Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Quijos	LXXVII
5.23	Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Saloya	LXXVIII
5.24	Caudal simulado por HydroBID en la cuenca San Pedro	LXXIX
5.25	Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Tamboyacu	LXXX

ÍNDICE DE TABLAS

2.1 Detalle de la bibliografía revisada	13
3.1 Subcuencas hidrográficas (Ámbito de acción EPMAPS- FONAG)	21
3.2 Elementos de la Base de Datos Analítica (AHD) de HydroBID	25
3.3 Estaciones pluviométricas	31
3.4 Estaciones meteorológicas	35
3.5 Estaciones hidrológicas	37
3.6 Características de los parámetros requeridos para la calibración del modelo.....	40
3.7 Parámetros estadísticos para la evaluación del modelo.	41
3.8 Rendimiento de un modelo según el cálculo del índice de eficiencia de Nash-Sutcliffe	41
4.1 Periodo de datos disponibles en las estaciones hidrológicas	48
4.2 Orden de suelo (Ámbito de acción EPMAPS- FONAG).....	50
4.3 Grupos Hidrológicos de suelos (HSG, por sus siglas en inglés)	53
4.4 Número de curva (adaptada del U.S. Department of Agriculture [USDA], 1986)	53
4.5 Número de curva definido para cada una de las cuencas de acción de EPMAPS y FONAG	54
4.6 Características de las cuencas delimitadas en la calibración	59
4.7 Periodos definidos para la calibración y validación de HydroBID	59
4.8 Resultados de la calibración del modelo	60
4.9 Evaluación de la calibración del modelo	66
4.10 Evaluación de la validación del modelo	67
4.11 Resultados de los caudales mensuales simulados con HydroBID en la cuenca Guayllabamba en Pte Chacapata para el periodo 2001 - 2017.....	73
4.12 Caudales mensuales simulados con WEAP en la cuenca	

Guayllabamba en Pte Chacapata para el periodo 2001 - 2017	73
4.13 Caudales mensuales simulados con HydroBID en la subcuenca Chalpi Grande	75
4.14 Caudales mensuales simulados con WEAP en la subcuenca Chalpi Grande	75
4.15 Resultados de disponibilidad de agua (mm/año) obtenidos con HydroBID y resultados de producción de agua resultantes de INVEST (mm/año)	77
5.1 Número de curva y grupo hidrológico en la AHD de la zona de estudio	XVI
5.2 Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Antisana (Periodo 2001 - 2017)	LXVII
5.3 Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Chalpi Grande (Periodo 2001 - 2017)	LXVIII
5.4 Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Cinto (Periodo 2001 - 2017)	LXIX
5.5 Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Guayllabamba Alto (Periodo 2001 - 2017)	LXX
5.6 Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Guayllabamba Medio (Periodo 2001 - 2017)	LXXI
5.7 Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Mindo (Periodo 2001 - 2017)	LXII
5.8 Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Oyacachi (Periodo 2001 - 2017)	LXXIII
5.9 Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Papallacta (Periodo 2001 - 2017)	LXXIV
5.10 Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Pisque (Periodo 2001 - 2017)	LXXV
5.11 Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID	

en la cuenca Pita (Periodo 2001 - 2017)	LXXVI
5.12 Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Quijos (Periodo 2001 - 2017)	LXXVII
5.13 Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Saloya (Periodo 2001 - 2017)	LXXVIII
5.14 Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca San Pedro (Periodo 2001 - 2017)	LXXIV
5.15 Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Tamboyacu (Periodo 2001 - 2017)	LXXX

SIMBOLOGÍA Y SIGLAS

AHD Analytical Hydrology Dataset.

BID Banco Interamericano de Desarrollo.

DEM Digital Elevation Model.

DMQ Distrito Metropolitano de Quito.

EPMAPS Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito..

ET1 factor de evapotranspiración en la etapa inicial de cultivo.

ET2 factor de evapotranspiración en la etapa final de cultivo.

FONAG Fondo para la Protección del Agua.

GIRH Gestión Integrada de Recursos Hídricos.

GWLF The Generalized Watershed Loading Function.

GWP Global Water Partnership.

INAMHI Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

LAC Latino América y el Caribe.

NASA National Aeronautics and Space Administration.

RTI Research Triangle Institute.

SA Secretaria del Ambiente.

SENAGUA Secretaria del Agua.

STRM Shuttle Radar Topography Mission.

USCS Unified Soil Classification System.

USGS United States Geological Survey.

WEAP Water Evaluation And Planning System.

RESUMEN

La presión sobre el agua está aumentando debido al crecimiento de las poblaciones, aumento en la demanda de riego, aumento de la variabilidad de las precipitaciones y la contaminación. Por tal motivo, es necesario identificar y promover nuevas herramientas de evaluación de los procesos hidrológicos y mejorar la gestión de agua que permitan asegurar la conservación y restauración de los hábitats de agua dulce y cubrir las necesidades humanas. Al respecto, el Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID) desarrolló el modelo de simulación de recursos hídricos regionales para América Latina y el Caribe conocido como Hydro-BID. Este trabajo evalúa la eficiencia de Hydro-BID para predecir la disponibilidad de agua en la cuenca alta del río Guayllabamba y unidades hídricas abastecedoras de agua al Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). La zona de estudio comprende las 14 subcuencas de acción de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) y el Fondo para la Protección del Agua (FONAG), las mismas que están localizadas en las provincias de Pichincha y Napo en Ecuador, con un área aproximada de 6846 km². Hydro-BID aplica el modelo standard Factor de Carga de Cauces Generalizados - (GWLF, por sus siglas en inglés) en conjunto con una metodología nueva de tiempo de retardo-enrutamiento (lag-routing) desarrollada por The Research Triangle Institute (RTI). La información climática histórica requerida para el modelo fue proporcionada por la EPMAPS, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el FONAG y la Secretaria del Ambiente (SA), dicha información incluye datos diarios de 102 estaciones climáticas disponibles en la cuenca, para el periodo 2001-2017. Las salidas del modelo se presentan como series diarias de los caudales de agua simulados. Los parámetros como el número de curva, el coeficiente de evapotranspiración, coeficiente de recesión de agua subterránea y contenido de agua disponible en el suelo y filtración se utilizaron para calibrar el modelo. El rendimiento del modelo se estimó a través del cálculo del error de volumen general, el coeficiente de correlación y la eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE). La disponibilidad de agua en la zona es variada desde los 227 mm/año en las cuencas occidentales como Pisque hasta los 1212 mm/año en las cuencas orientales como Chalpi Grande. Finalmente se evidenció que HydroBID

generó resultados aceptables en la simulación. Sin embargo, esta herramienta requiere del ingreso de series diarias completas de precipitación y temperatura, los datos de suelo vienen almacenados en el modelo y pueden no representar las condiciones actuales de suelo de la zona de estudio y la calibración es manual, siendo éstas algunas limitantes del programa.

Palabras clave: HydroBID, simulación hidrológica, disponibilidad de agua, Guayllabamba

ABSTRACT

Pressure on water is rising due to growing populations, intensive use of water for irrigation, increasing rainfall variability, and pollution. For this reason, it is necessary to identify and promote new tools to evaluate hydrological processes and to improve water management to ensure the conservation and restoration of freshwater ecosystems and satisfy human needs. In this context, the Inter-American Development Bank (IDB) developed the Regional Water Resources Simulation Model for Latin America and the Caribbean known as Hydro-BID. This study evaluate the efficiency of Hydro-BID to predict and simulate the availability of water in the Upper Guayllabamba River Basin and basins that supply water to the Metropolitan District of Quito (DMQ). This study focuses on the 14 basins managed by Quito's Public Metropolitan Drinking Water and Sanitation Company (EPMAPS), and the Fund for Water Protection (FONAG) which are located in the provinces of Pichincha and Napo in Ecuador with an estimate area of 6846 km². Hydro-BID applies the Generalized Watershed Loading Functions - (GWLF) model with a new lag-routing methodology developed by The Research Triangle Institute (RTI). The historical climate information required by the model was provided by EPMAPS, the National Institute of Meteorology and Hydrology (INAMHI), the FONAG and the Secretary of the Environment (SA). The base information includes data from 102 weather and rainfall stations available in the basin with daily temporal resolution from 2001 to 2017. The model outputs are presented as daily time series plots of water flow projections. Parameters such as the curve number, the evapotranspiration coefficient, groundwater recession coefficient and the available water capacity of soil were used in Hydro-BID model calibration. Some statistical measures such as the overall volume error, the correlation coefficient and the Nash–Sutcliffe efficiency (NSE) were used to estimate the performance of the model. Water availability in the area could be from 227 mm/year in western basins such as Pisque to 1212 mm/year in eastern basins such as Chalpi Grande. Finally, HydroBID generated acceptable results in the simulation. However, this tool has some limitations like complete series of precipitation and temperature as an input,

the soil data in the program may not represent the current soil conditions of the study area and the calibration is manual.

Keywords: HydroBID, hydrological simulation, water availability, Guayllabamba

PRESENTACIÓN

El presente trabajo se compone de cinco capítulos, estructurados de la siguiente forma:

Capítulo 1: Introducción.- Se presentan los antecedentes, el alcance, la justificación y los objetivos del proyecto.

Capítulo 2: Marco Teórico.- En esta sección se expone algunos conceptos teóricos que sirven de base para el estudio. Se describe el ciclo hidrológico, el balance hídrico en una cuenca hidrográfica y se hace una breve explicación de los componentes de la gestión de los recursos hídricos. Adicionalmente, se describe la simulación hidrológica, los tipos de modelos y los métodos de interpolación climática. Finalmente se presenta un cuadro que detalla las principales fuentes bibliográficas revisadas acerca de la aplicación de los modelos de simulación en estudios hidrológicos.

Capítulo 3: Metodología.- Se detallan cada una de las actividades realizadas para cumplir con los objetivos del estudio. En primer lugar se describe el área de estudio, la cuenca alta del Río Guayllabamba y cada una de las unidades hidrográficas que aportan agua al Distrito Metropolitano de Quito. Luego, se analiza los datos y parámetros requeridos por el modelo Hydro-BID para la simulación. Posteriormente, se describe la compilación, la selección y el tratamiento de los datos para proceder con la simulación, calibración y validación del modelo. Finalmente se describen las medidas estadísticas calculadas para evaluar el desempeño del modelo.

Capítulo 4: Resultados y discusión.- Se analizan los resultados obtenidos de la simulación hidrológica, de la calibración y validación. Además, se realiza un análisis comparativo entre HydroBID y otros modelos aplicados en la misma zona de estudio. Al final del capítulo se enumeran las ventajas y limitaciones del uso de HydroBID para realizar modelaciones hidrológicas.

Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones.- Se presentan las conclusiones del trabajo y recomendaciones con ideas complementarias a la investigación para futuros trabajos que puedan llevarse a cabo.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La planificación y manejo del recurso hídrico constituye un gran desafío a nivel mundial y en el Ecuador, debido al aumento creciente de la demanda de agua y cambios climáticos (Guzmán y Calvo, 2013). El incremento poblacional genera un aumento en la demanda de agua para cubrir los servicios de alimentación, saneamiento, agricultura y producción de energía (UNEP, 2012). Además, en los últimos años, el cambio climático ha alterado el ciclo natural del agua afectando los procesos naturales en el planeta (Cañal et al., 2011).

El aumento de la temperatura ha acelerado el derretimiento de los glaciares generando un incremento en los niveles de agua de océanos y ríos (Quintero, 2012). Al principio esa agua llenará los ríos y las cuencas fluviales generando inundaciones pero conforme haya menos hielo, también se verán afectadas las aguas de escorrentía y el agua dulce disponible por lo cual se dificulta cada vez más el acceso a este recurso vital (Martínez, 2012).

El Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) es una de las áreas más densamente pobladas del Ecuador, con las consecuentes presiones sobre la demanda de agua (Wilmer, 2016). Además, existe saturación del uso de fuentes cercanas, de manera que ya no se puede satisfacer nuevas demandas, y se ha acudido a trasvases de recursos hídricos de la región amazónica (Villacis, 2005). Por tal motivo, para la gestión del recurso hídrico es necesario identificar y promover nuevas herramientas de evaluación de los procesos hidrológicos que permitan entre otros asegurar la protección y restauración de los ecosistemas de agua dulce, cubrir las necesidades humanas y de los requerimientos de los ecosistemas (Snellen y Schrevel, 2004).

En el Ecuador, instituciones como la Secretaria de Agua (SENAGUA) promueven el uso de Hydro-BID para la planificación de los recursos hídricos (Nuñez y Poveda, 2017) y estimulan su uso en organizaciones gubernamentales locales. Se desconoce la capacidad de esta herramienta para simular procesos hidrológicos en

regiones particulares en los Andes caracterizadas por procesos complejos en el clima, geografía y en el ecosistema. Por tanto, este proyecto de investigación pretende evaluar la herramienta Hydro-BID, para predecir la disponibilidad de agua en la cuenca alta del río Guayllabamba y unidades hídricas abastecedoras de agua al DMQ. El área de estudio seleccionada se caracteriza por disponer una de las mayores bases de datos hidrometeorológicas en el Ecuador, por tanto la aplicación de esta herramienta en la región es una oportunidad única para sacar conclusiones de la aplicabilidad de Hydro-BID en el valle interandino del Ecuador.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Evaluar la herramienta de simulación del recurso hídrico Hydro-BID para la cuantificación de la disponibilidad de agua en la cuenca alta del río Guayllabamba y las unidades hídricas aportantes de agua al DMQ para proporcionar un instrumento de soporte a la toma de decisiones para las instituciones encargadas de la gestión y planificación de agua a nivel nacional.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar las variables necesarias para la plataforma Hydro-BID para la simulación de la disponibilidad de agua en la zona de interés.
- Recopilar información científica disponible del FONAG y la EPMAPS para el modelamiento de la disponibilidad de agua en la zona de estudio.
- Proporcionar información sobre el desempeño del modelo Hydro-BID destacando sus fortalezas y limitaciones a las diferentes entidades como EPMAPS, FONAG y SENAGUA, que sirva de soporte en la toma de decisiones para una correcta gestión del recurso agua.

1.3 ALCANCE

El presente trabajo abarca la delimitación geográfica de la cuenca del río Guayllabamba y las unidades hídricas aportantes de agua para el Distrito Metropolitano de Quito. La información requerida se obtendrá de registros meteorológicos disponibles de las estaciones climatológicas y pluviométricas de

instituciones como EPMAPS, FONAG, Secretaría de Ambiente e INAMHI. Los resultados de la simulación obtenidos de HydroBID se muestran a través de tablas de caudal mensual multianual y mapas de disponibilidad de agua.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La Asociación Mundial para el Agua (GWP por sus siglas en inglés) promueve la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), con el fin de mejorar los sistemas de manejo de agua y contribuir al desarrollo sostenible (Pochat, 2008). Así también, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) preocupado por los retos que enfrenta países de Latinoamérica y el Caribe en cuanto a la protección, gestión y calidad de las fuentes de agua fomentó la creación de un sistema integrado para la simulación hidrológica denominado Hydro-BID (BID, 2018). Esto tiene como finalidad generar información cuantitativa para poder predecir escenarios en cuanto a la disponibilidad de agua, mejorar la planificación y contribuir a la generación de políticas para proteger el recurso (Moreda et al., 2014).

Los modelos hidrológicos son fundamentales para una gestión adecuada del recurso hídrico. Además, la planificación y gestión del recurso se ha facilitado tradicionalmente a través de la aplicación de modelos computacionales de simulación hidrológica (Segura, 2017). La modelación hidrológica es una herramienta que permite explorar y analizar los procesos involucrados en el ciclo hidrológico y así evaluar opciones de manejo y planificación sostenibles (Cabrera, 2011).

Así también, los modelos son importantes porque permiten analizar, prevenir inundaciones, manejar hipótesis o escenarios que ofrezcan un determinado nivel de confianza para la toma de decisiones, ya sea en la planificación territorial alrededor de los cuerpos de agua o para determinar criterios de diseño para obras de infraestructuras capaces de funcionar adecuadamente en situaciones de emergencia (Torres, 2017).

Hydro-BID es una plataforma que incluye una Base de Datos de Hidrología Analítica (AHD) para la región de América Latina y el Caribe, representando más de 230,000 cuencas y sus respectivos sistemas fluviales (Rineer et al., 2014). Además, se puede ingresar datos de precipitación y temperatura a través de una interfaz

climática, para una determinada zona y período de interés. Hydro-BID puede ser utilizado con información meteorológica histórica o estimaciones obtenidas de escenarios climáticos futuros para la simulación de la hidrología superficial en una cuenca, para evaluar los posibles impactos del cambio climático en los flujos de aguas e infraestructuras, y proponer mejoras en el diseño de proyectos y estrategias de adaptación (Moreda et al., 2014). Hydro-BID es una herramienta promovida por el gobierno ecuatoriano a través de la autoridad del agua SENAGUA (Nuñez y Poveda, 2017). Por tanto, este proyecto de investigación evalúa esta herramienta para cuantificar la disponibilidad de agua en la cuenca alta del río Guayllabamba y unidades hídricas aportantes de agua para el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). El área de estudio seleccionada brinda una de las más grandes series de datos hidrometeorológicos en el Ecuador y por tanto es ideal para evaluar a Hydro-BID. Con esta investigación se espera responder a la necesidad de las instituciones como EPMAPS, FONAG y SENAGUA de validar herramientas como Hydro-BID y comparar sus resultados con otros modelos previamente desarrollados en el área de estudio. Se busca como objetivo final que la información generada en esta investigación brinde a las instituciones encargadas de la gestión del recurso hídrico en la región andina una visión clara de las capacidades y limitaciones del uso de Hydro-BID.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 CICLO HIDROLÓGICO

El agua es un recurso importante para mantener la integridad del entorno natural y permitir el desarrollo económico y social (ONU, 2014). Aproximadamente el 97% del agua del mundo se encuentra en los océanos, y el 3% se encuentra en aguas continentales como ríos, lagos, lagunas entre otros (Aguilar, 2004). El agua se presenta en diferentes fases en la naturaleza cumpliendo un ciclo, donde éste se considera como un sistema recirculatorio en el cual el agua pasa de la atmósfera a la tierra, mediante varios procesos como evaporación, precipitación, escurrimiento e infiltración (Campos, 1984). El ciclo hidrológico inicia gracias a la energía proveniente del sol que permite que se realice la evapotranspiración, proceso que posibilita el paso del agua del suelo a la atmósfera como consecuencia de la evaporación y de la transpiración de las plantas. Luego, en la atmósfera, el vapor de agua es empujado por corrientes de aire hasta condensarse y volver a la tierra en forma de precipitación.

Finalmente, el agua puede ser transportada a través de corrientes superficiales mediante escorrentía o penetrar en el suelo mediante infiltración (Masters y Ella, 2008). Lo mencionado anteriormente se puede divisar en la Figura 2.1.

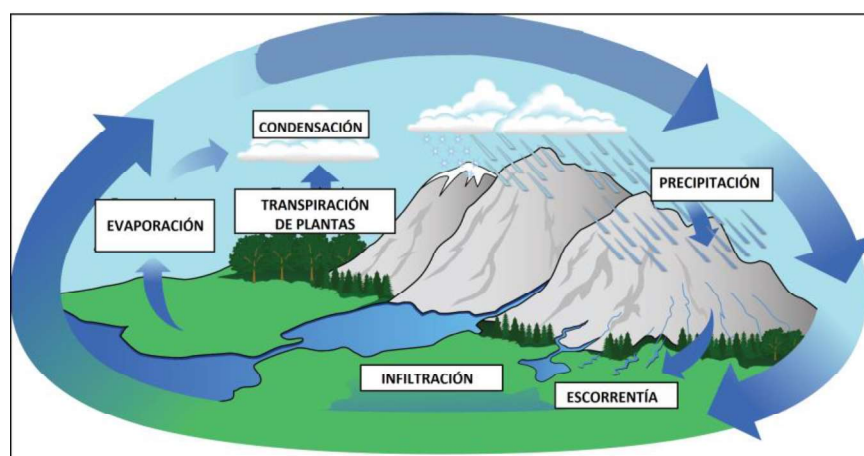


Figura 2.1: Ciclo Hidrológico
Fuente: (NASA, 2016)

2.2 BALANCE HÍDRICO DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA

En hidrología, el balance hídrico se basa en el principio de conservación de masas que establece una relación de equilibrio entre los ingresos y salidas de cualquier zona o cuenca natural dado en un tiempo determinado (Sokolov y Chapman, 1981).

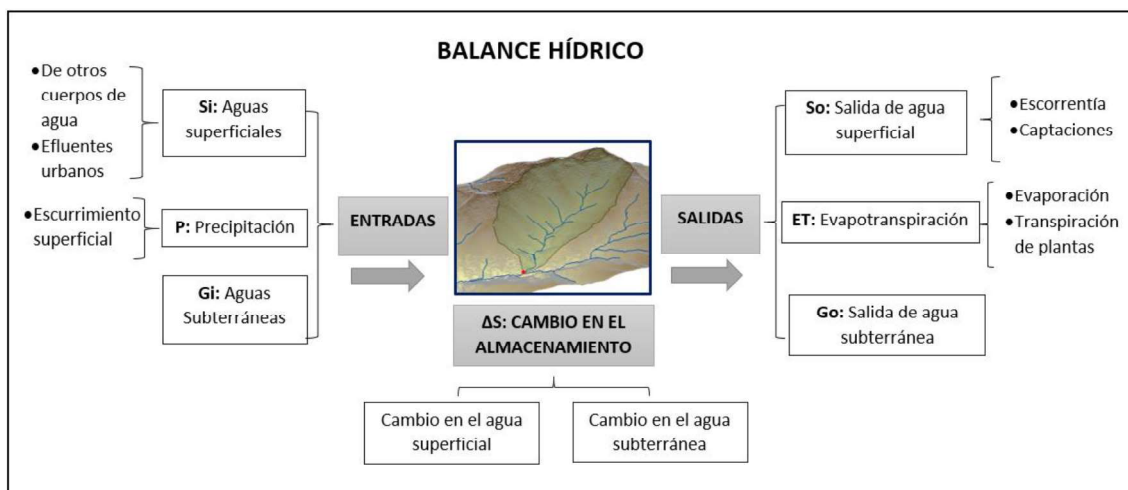


Figura 2.2: Balance hídrico de una cuenca hidrográfica
Fuente: Elaborado por: Viviana Bravo

La ecuación general de balance hídrico (ecuación 2.1) implica que la diferencia entre las entradas y salidas del sistema es igual al cambio del volumen de agua almacenada en la masa de agua en un periodo de tiempo.

Entradas - Salidas = Cambio en el Almacenamiento

$$(P + Si + Gi) - (So + Go + ET) = \Delta S \quad (2.1)$$

Las entradas del balance hídrico generalmente involucran a la precipitación en forma de lluvia o nieve y los ingresos de flujos superficiales y aguas subterráneas a la cuenca, mientras que las salidas en la ecuación incluyen la evaporación desde la superficie de la masa de agua y transpiración de las plantas como evapotranspiración, la escorrentía superficial y subterránea saliente desde la cuenca (Sokolov y Chapman, 1981).

Los resultados del balance hídrico permiten evaluar los recursos de agua existentes en un sistema, en distintos intervalos de tiempo, y determinar el nivel de impacto en las variaciones del régimen natural. Además, a partir de un estudio del balance hídrico es posible evaluar cuantitativamente los cuerpos de agua y utilizar dicha

información para el diseño y optimización de proyectos de aprovechamiento de agua como embalses y para predicciones hidrológicas (Ordoñez, 2012).

2.3 DISPONIBILIDAD DE AGUA

La disponibilidad de agua se relaciona con la oferta hídrica natural que se obtiene de una cuenca hidrográfica en un lugar y tiempo determinado (FONAG, 2011). Esta oferta hídrica se define como la cantidad de agua que escurre por los ríos y demás corrientes superficiales, usada para satisfacer la demanda del ser humano y del ecosistema. Según Alejandra Fregoso, el volumen disponible de agua está relacionado con la capacidad de los ecosistemas de realizar los procesos biogeoquímicos considerando la regulación hidrológica en función del consumo humano y el impacto de las actividades de manejo en el ecosistema (Fregoso, 2006). El cálculo o estimación de la porción de agua disponible de una cuenca se puede obtener por mediciones en campo o con el uso de modelos hidrológicos y generalmente se relaciona con la escorrentía superficial o se puede considerar el caudal promedio anual cuando se cuenta con gran cantidad de datos históricos (Ordoñez, 2012).

2.3.1 Factores que afectan el escurrimiento superficial

La escorrentía puede verse afectada por factores fisiográficos de la cuenca o por la variabilidad de la precipitación (Carrera et al., 2016).

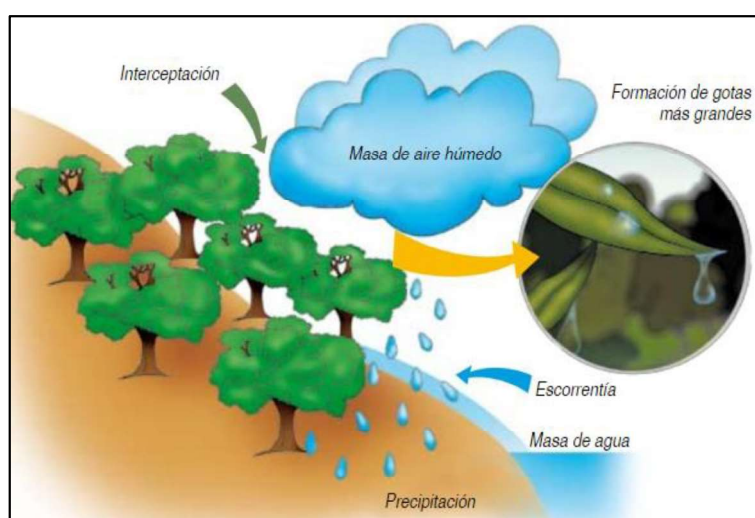


Figura 2.3: Precipitación horizontal
Fuente: (Mena y Valdivia, 2010)

Los factores fisiográficos que afectan al escurrimiento superficial son la forma, relieve, área o perímetro de la cuenca (Carrera et al., 2016). Otro factor importante es la precipitación puesto que su intensidad, duración y variabilidad espacial y temporal influyen directamente en el volumen de esorrentía. Adicionalmente, se debe considerar a la niebla que es la precipitación condensada a nivel de suelo por la interceptación de la vegetación, denominada precipitación horizontal como se divisa en la Figura 2.3 (Ordoñez, 2012). Este tipo de precipitación oculta no es medible en las estaciones meteorológicas convencionales pero puede estimarse con modelos o con mediciones en campo. En las zonas montañosas del Ecuador alrededor de los 2000 a 3000 msnm, se produce gran condensación de nubes generando un contenido extra de humedad en el ambiente, por ende es un factor importante a considerar en el comportamiento hidrológico del ecosistema (Mena y Valdivia, 2010). Además, esta porción de agua puede representar una cantidad adicional en el balance hidrológico (Villacis, 2017).

2.4 GESTIÓN INTEGRAL DE RECURSOS HÍDRICOS

El agua es un recurso natural y vital que está siendo afectado por el mal uso y contaminación de sus fuentes. Por ende, se ve la necesidad de realizar un análisis del estado de los recursos hídricos a nivel global para generar políticas y estrategias para una correcta administración. En este contexto, según la Asociación Mundial del Agua (GWP, por sus siglas en inglés) define a la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) como un proceso que promueve el desarrollo y la gestión sostenible y equilibrada de los recursos hídricos (GWP, 2011). La GIRH contiene cuatro elementos principales que se describen en la Figura 2.5:



Figura 2.4: Elementos de la GIRH
Fuente: (Smith y Jonch, 2018)

Vélez (2008), menciona que un adecuado manejo de los recursos hídricos debe comprometer al menos a tres actores: técnicos quienes son los encargados de recopilar la información, ingenieros quienes desarrollan los proyectos de investigación y modelación y los políticos quienes son los responsables de la toma de decisiones.

2.5 SIMULACIÓN HIDROLÓGICA

Los procesos hidrológicos son complejos ya que se caracterizan por ser no lineales variando en tiempo y espacio. Así también, el estudio de los sistemas hidrológicos implica analizar las características del suelo, clima, y de cada uno de los elementos que intervienen en la formación de escorrentía, evaporación, evapotranspiración, infiltración, humedad de suelo, flujo subterráneo, entre otros (Cabrera, 2011). En este contexto, se recurre al uso de los modelos hidrológicos para simular y predecir los efectos de los procesos que intervienen en las cuencas hidrográficas (Campos, 1984). Además, permiten entender los fenómenos físicos a través de la estimación, simulación y análisis de escalas (Vélez, 2008). De igual forma, estos modelos son herramientas para la gestión de las cuencas tanto en el suelo como en el agua (Moriasi et al., 2007)

2.5.1 Clasificación de los modelos de simulación

Según Juan Cabrera, los modelos hidrológicos se clasifican en tres grandes grupos, por su naturaleza y conceptualización de algoritmos básicos, y por su representatividad a nivel espacial (Cabrera, 2011):

2.5.1.1 Según su naturaleza de algoritmos básicos

- **Modelos determinísticos:** Estos modelos usan variables de ingreso independientes y no aleatorias por lo cual se obtienen los mismos resultados con cada simulación y la calibración busca asemejar lo mayor posible los resultados del modelo con los observados. Los parámetros de ajuste del modelo son generalmente constantes y se pueden usar variables de estado para simular en distintas condiciones iniciales.
- **Modelos estocásticos:** Las variables que se ingresan al modelo son aleatorias, dependientes entre si y tienen una distribución probabilística.

2.5.1.2 Según su concepto

- **Modelos empíricos:** Son denominados de caja negra, se basan en las entradas y salidas del modelo o en datos físicos reales sin identificar los procesos o su funcionamiento interno, por lo cual no representan la física del fenómeno de estudio. Por ejemplo, el método de número de curva para caudales.
- **Modelos teóricos:** Se basan en ecuaciones físicas y no requieren calibración. Estos modelos también se denominan de caja blanca.
- **Modelos conceptuales:** Se los llama de caja gris, porque se conoce algunos procesos internos y utilizan leyes físicas simplificadas. En hidrología, estos modelos generalmente se basan en la escorrentía hortoniana y no consideran a la escorrentía horizontal en el interior del suelo. Por ejemplo: el modelo HBV (Vélez, 2008).

2.5.1.3 Según su representación espacial

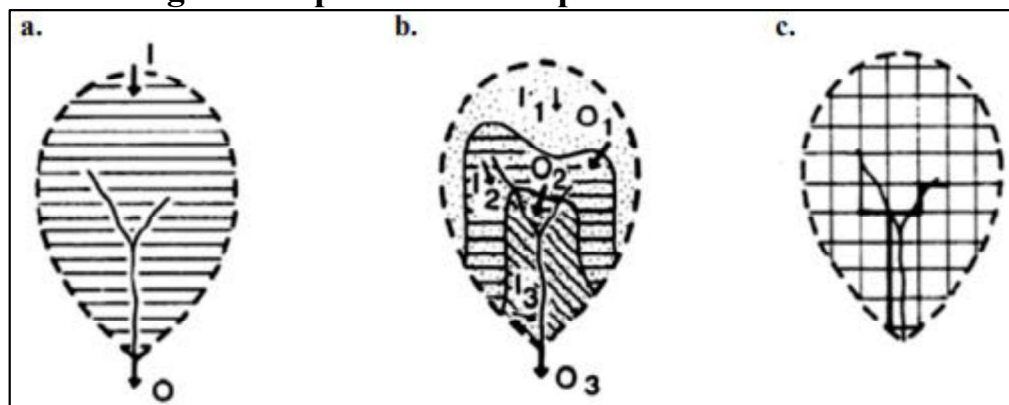


Figura 2.5: Clasificación de los modelos hidrológicos según su representación espacial: a. Modelo agregado, b. Modelo semi-distribuido, c. Modelo distribuido

Fuente: (Xu, 2002)

- **Modelos agregados:** Al sistema se lo estudia como un todo homogéneo con características particulares y constantes (Cabrera, 2011). Por ejemplo, en una cuenca hidrográfica se considera que la precipitación y las condiciones iniciales son uniformes para toda la cuenca (Vélez, 2008).
- **Modelos semi-distribuidos:** A la cuenca de estudio se la divide en subcuencas y se realiza la simulación de forma agregada en cada una de estas. Por lo tanto, cada subcuenca se la trata como una unidad compleja y no homogénea. Ejemplos de estos modelos son: GeoStorm y SWMM (Vélez, 2008).
- **Modelos distribuidos:** Permiten subdividir a la cuenca hidrográfica en espacios más pequeños que pueden ser polígonos regulares o celdas llamados grillas, en los cuales se realiza un balance hídrico individual.

2.6 INTERPOLACIÓN CLIMÁTICA

La información meteorológica es la base para los estudios hidrológicos. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la limitada cantidad de información meteorológica dificulta el desarrollo de los estudios hidrológicos por lo cual se recurre a la implementación de métodos o técnicas de interpolación para generar espacios continuos para representar las variables climáticas a nivel espacial (Vargas et al., 2011). En este contexto, la interpolación espacial es un procedimiento matemático utilizado para estimar el valor de un atributo en una

localidad a partir de valores obtenidos en otros puntos de medición (Keblouti et al., 2012). El método de interpolación de la distancia inversa ponderada y método de Kriging, son técnicas de interpolación de datos comunes en la hidrología.

2.6.1 Método de la Distancia Inversa ponderada (IDW)

El método de la Distancia Inversa Ponderada o IDW, por sus siglas en inglés, asume que los datos de una determinada muestra mantienen una relación inversamente proporcional a la distancia en el espacio. Considerando lo anterior, este método estima el valor de un punto desconocido basándose en los datos de otros puntos conocidos, dando una mayor ponderación o peso a los valores más cercanos y menor peso a aquellos puntos más lejanos. (Rodríguez, 2014).

2.6.2 Método Kriging o CoKriging

Estos métodos son similar al IDW, ya que proponen que el valor de una variable desconocida puede estimarse en función de otras conocidas basándose en el grado de dependencia espacial entre las dos muestras, tomando aquellos datos más cercanos al punto de interés con un mayor peso o influencia sobre la interpolación (Giraldo, 2015). Adicionalmente, se caracterizan por tener en cuenta no sólo la distancia entre las muestras, sino también la estructura espacial de los datos y permite la incorporación de variables auxiliares (Rodríguez, 2014). Se consideran métodos geoestadísticos ya que la interpolación involucra cálculos estadísticos buscando minimizar la diferencia entre los valores reales y los valores estimados (Villatoro et al., 2008).

2.7 ESTADO DEL ARTE

En esta sección se realiza un análisis de la información revisada en fuentes bibliográficas acerca del uso de herramientas informáticas en simulaciones hidrológicas. Los estudios presentados son aplicaciones de WEAP, SWAT, InVEST, modelo NAM y DBM. Además se describen algunos casos de aplicación de HydroBID en varias cuencas hidrográficas de Perú, Argentina y Ecuador.

En la Tabla 2.1 se enumeran los documentos y artículos revisados y se describe el resumen y las principales conclusiones de cada estudio.

Tabla 2.1: Detalle de la bibliografía revisada

AÑO	RESUMEN	CONCLUSIONES
2007	El estudio utiliza el modelo SWAT para generar series de caudal continuos en la cuenca del río Meca en España. La calibración y validación se realizó con datos de aportes al embalse del Sancho. El modelo genera los aportes diarios al embalse mediante la resta entre los cambios del volumen almacenado y las salidas de agua debido a la evaporación y derivaciones (Galván et al., 2007).	La exactitud de los resultados de la simulación depende de la cantidad de datos que se tiene para la calibración. No se tienen gran cantidad de datos medidos en el embalse en temporada seca. Además, las imprecisiones en la medición del nivel del agua en el embalse implica errores e incertidumbre en el cálculo del flujo, sobre todo cuando las entradas de agua son menores en comparación con el volumen almacenado, constituyendo una limitación para la calibración y por lo tanto los resultados de la simulación varían con los datos observados. Sin embargo, en temporada húmeda con mayor cantidad de datos, se obtienen mejores resultados
2007	El artículo es un análisis y revisión de literatura publicada acerca de varias técnicas estadísticas y gráficas utilizadas para analizar la eficiencia de los modelos de simulación de flujos y transporte de sedimentos y nutrientes en cuencas hidrográficas (Moriasi et al., 2007).	En la investigación se determinaron calificaciones de desempeño para tres índices estadísticos que permiten la evaluación de un modelo. Estos son la eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE), el porcentaje de sesgo (PBIAS) y la relación del error cuadrático medio a la desviación estándar de los datos medidos (RSR).
2007	El artículo detalla el uso del número de curva, parámetro relacionado con el tipo y uso de suelo para calcular la escorrentía directa que se da en una cuenca (Gaspari et al., 2007).	Se obtuvo la zonificación del número de curva y del coeficiente de escorrentía en la cuenca del Arroyo Pillahuinco en Argentina con el procesamiento de imágenes LANDSAT e identificación del tipo y uso de suelo de la zona.
2008	El trabajo es parte del proyecto "Manejo Integrado de los Recursos Hídricos en la Hoya de Quito", con el fin de localizar las zonas con capacidad de almacenamiento de agua considerando la cantidad de precipitación, el tipo y uso de suelo para luego aplicar los resultados obtenidos en el modelo SIRHQ (De-Bievre et al., 2008).	En la zona de estudio se presentan tres tipos de pisos climáticos: El mesotérmico semihúmedo, entre 2.000 y 3.000 msnm con lluvias entre 500 a 2000 mm/año. El semiárido, con precipitaciones entre los 500 a 600 mm/año y el clima Ecuatorial de alta montaña, localizado sobre los 3000 msnm con precipitaciones entre los 800 a

AÑO	RESUMEN	CONCLUSIONES
		<p>1600 mm/año y con temperaturas entre los 4 y 8°C. En la zona media y baja de la hoya de Quito, los meses de junio a septiembre son los más secos con precipitaciones de 7 mm/mes por lo cual la oferta hídrica es casi nula, todo esto sumado a que la cobertura vegetal se encuentra erosionada. Finalmente, se determinó que la cuenca del río Pita es la zona con mayor producción de agua debido a la gran cantidad de vegetación de páramo existente y a su localización cerca de glaciares.</p>
2008	<p>En esta edición del proyecto "Manejo Integrado de los Recursos Hídricos en la Hoya de Quito", se describen los usos de agua de la cuenca: agua potable, riego, industrias y generación de energía (De-Bievre y Coello, 2008a).</p>	<p>La mayor demanda de agua en la zona con un 49 %, corresponde a riego con 57 m³/s, seguido de la demanda de agua para electricidad con 38 m³/s que representa el 33 %. La demanda actual para agua potable y consumo doméstico es de 13 m³/s siendo el 12% de la demanda total. Adicionalmente, se estima una demanda promedio de agua potable de 10,5 m³/s para el año 2025. En cuanto a la demanda de agua industrial, para el año 2007, se contaba con 301 concesiones legales que sumaban en conjunto 7 m³/s, representando el 6% del total de agua concesionada en la zona de trabajo.</p>
2008	<p>El modelo hidrológico de la Hoya de Quito (SIRH-HQ) es conceptual, semidistribuido y determinístico, diseñado para estimar los caudales promedios y con un 80% de excedencia en el tiempo. Esta herramienta permite cuantificar la producción de agua en la zona considerando que el caudal mensual se compone por una parte de la precipitación del mes más una parte de la precipitación de los meses anteriores. La rapidez con la que la precipitación se transforma en caudal depende de la capacidad de regulación de la cuenca con respecto al almacenamiento de agua, sea por</p>	<p>En la zona de estudio se identificaron ocho zonas de producción de agua en relación con su tipo de escurrimiento y capacidad de almacenamiento de agua. La Hoya de Quito presenta una precipitación promedio de 1040 mm/año y una evapotranspiración media de 523 mm/año, dando como resultado oferta hídrica media anual de 77 m³/s. Los resultados del modelo indican que existe mayor capacidad de regulación hídrica en las zonas localizadas cerca de glaciares y con gran cantidad de vegetación de páramo como la cuenca del Río Pita y la cuenca del</p>

AÑO	RESUMEN	CONCLUSIONES
	infiltración al agua subterránea o por intercepción de la vegetación (De-Bievre et al., 2008).	Río San Pedro, mientras que las zonas erosionadas y el sector urbano no contribuye a la regulación de agua en la zona.
2008	En el trabajo se calcula a disponibilidad de los recursos hídricos en la cuenca de la hoya de Quito mediante el balance entre la oferta natural y la demanda hídrica utilizando el modelo SIRH-HQ (De-Bievre y Coello, 2008b).	Los resultados del estudio muestran que existe un pequeño déficit de agua en la zona, sobre todo por la gran demanda del recurso. En la cuenca media de la zona presenta escasez debido a las concesiones para regadío en las partes altas y el caudal dirigido a complejos hidroeléctricos. Adicionalmente, se menciona que en los próximos años puede darse una reducción de la oferta hídrica por cambios en la cobertura vegetal, la sobreconcesión de derechos de agua, el mal uso del recurso y el aumento en la demanda de agua.
2010	En este estudio se analiza la variabilidad en el espacio y tiempo de la respuesta hidrológica y del clima de la cuenca, examinando las circunstancias naturales y actividades antropogénicas (Proaño, 2010).	WEAP representa el riego mediante dos formas que son el método de la humedad de suelo y el método de solo demanda de irrigación. En el estudio el método de demanda de irrigación es el que mejor caracterizó el riego ya que cada subcuenca satisface su requerimiento hídrico durante todo el año pero utilizando solo en periodos de sequía similar a lo que se realiza en la realidad.
2013	Se compara la capacidad de predecir y simular caudales en subcuencas andinas ubicadas en el sur del Ecuador, utilizando un modelo Mecanicista Basado en Datos (DBM) y un modelo hidrológico conceptual Nedbor- Afstromnings Model (NAM). El modelo NAM representa un modelo hidrológico conceptual y por otro lado el DBM es un modelo que combina características de un modelo conceptual con un modelo black-box de minado de datos (Quichimbo et al., 2013).	En el modelo DBM se utilizó los valores de precipitación y escorrentía como datos de entrada. En cambio, en el modelo NAM se utilizó además de la precipitación los valores de evapotranspiración y para la calibración del modelo, las mediciones de escorrentía. La simulación realizada con el modelo DBM presenta mejores resultados que la del modelo NAM, debido a que DBM permite caracterizar la respuesta de la cuenca mediante el uso de datos observados y una estimación estadística. Sin embargo, esto puede ser una limitación en zonas de estudio con

AÑO	RESUMEN	CONCLUSIONES
		poca disponibilidad de datos. En contraste, los resultados del modelo NAM difieren con los observados debido a la gran sensibilidad de los datos de evapotranspiración y se requiere la calibración de varios parámetros y mayor experiencia del modelador.
2014	FONAG (2014), realizó un modelo de simulación hidrológica con el fin de determinar la disponibilidad de agua bajo ciertos escenarios de oferta y demanda presente y futura. Se debe considerar que en el cálculo de la disponibilidad del agua no se tomó en cuenta la calidad del recurso.	En el trabajo se encontró que existen tramos de las cuencas Guayllabamba alto, Pisque, Pita, Oyacachi, Chalpi, Papallacta y Antisana con alto estrés hídrico; esto se da sobre todo en las zonas industriales, agrícolas y donde se realizan actividades de generación de energía hidroeléctrica. En cambio, en las cuencas Guayllabamba medio, Pita y San Pedro presentan estrés hídrico ligero. Dentro de los escenarios analizados, el escenario futuro más pesimista se presenta en el caso de una disminución del 20% de la precipitación y aumento de la demanda en el cual se vería seriamente afectada la disponibilidad del recurso. En cambio, el escenario más optimista se da en el caso de un aumento del 20% de la precipitación, manteniendo la demanda actual, provocando una disminución del estrés hídrico en la cuenca Guayllabamba alto.
2014	El informe es una aplicación de Hydro-BID en el Río Bermejo Superior ubicado en Argentina, para identificar posibles medidas de adaptación del cambio climático en una zona que sufre de escasez de agua. Este trabajo incluyó la recolección de datos meteorológicos, de usos de suelo, el uso de CROPWAT para la estimación de demanda de agua, el modelaje de flujos actuales y futuros con HydroBID y la evaluación de los efectos del cambio climático con la	El modelo fue calibrado para una subcuenca del Río Bermejo (Cuenca del Río Grande / Cuenca de Río San Francisco Superior). El análisis de los datos disponibles y los modelos climáticos futuros hasta el año 2060 mostraron un aumento moderado de la temperatura media, y una alta variación interanual de precipitación. Sin embargo, el impacto del cambio climático sobre los caudales es pequeño. A pesar de lo anterior, la demanda de agua en la cuenca aumentará debido al

AÑO	RESUMEN	CONCLUSIONES
	comparación de la oferta y demanda actual y futura (Wyatt et al., 2014).	crecimiento de la población y por el aumento de la demanda de agua de irrigación; por lo cual se menciona como una de las medidas de adaptación la eficiente distribución de agua en áreas urbanas y agrícolas.
2014	RTI colaboró con la Autoridad Nacional del Agua de Perú para realizar una simulación de los flujos de la cuenca del Río Piura del año 2011 al 2060 utilizando HydroBID. Los resultados obtenidos sirvieron como datos de entrada del modelo WEAP para estudiar los impactos del cambio climático en la oferta de agua (Muñoz et al., 2014).	En el estudio se recopilaban e interpolaban los datos meteorológicos para la zona de estudio para el periodo 2011- 2060. La simulación con HydroBID se realizó asumiendo que no existe cambio en el uso y tipo de suelo de la cuenca, y que los parámetros usados para la calibración son representativos para todo el periodo de simulación. Los resultados obtenidos de la simulación con HydroBID se presentaron en forma de series de flujo. Finalmente se analizaron 2 escenarios de cambio climático: con el escenario CSIRO-A2 se obtuvo un incremento en las series anuales de caudal, mientras que el escenario CSIRO-B1 tiende a disminuir. Además, se obtuvo caudales más altos durante la estación húmeda con el escenario CSIROA2 que usando el escenario CSIRO-B1. En cambio, para la estación seca el escenario CSIRO-A2 produce caudales menores que el escenario CSIRO-B1.
2016	Caso de estudio desarrollado por RTI y colaboración con la Autoridad Nacional del Agua de Perú (ANA) para identificar los impactos de los eventos extremos climáticos como el fenómeno El Niño en la cuenca Chancay-Lambayeque ubicada en Perú. Uno de los objetivos del estudio fue probar el módulo de cálculo de sedimentos implementado en HydroBID (Ecurra et al., 2016).	En el estudio se simulaban series de caudal para el periodo de 2000 a 2009 y se calculó con el módulo de sedimentos de HydroBID la carga de sedimentos para la cuenca de estudio. La calibración de sedimentos se realizó con la comparación de los resultados obtenidos y los datos observados de sedimentos del 2001. Los parámetros de calibración se usaron para modelar sedimentos para los periodos de eventos ENSO de 1982-83 y 1997-98. Del trabajo realizado se obtuvo que el modelo simuló altos caudales en la cuenca

AÑO	RESUMEN	CONCLUSIONES
		durante los eventos ENSO, y esto a su vez está relacionado con el aumento de sedimentos. Se generaron mayor cantidad de sedimentos en el evento de 1982-83 con picos altos en el mes de abril.
2016	El trabajo fue realizado para la Comisión Regional del Río Bermejo de Argentina con el fin de generar un catálogo de datos hidrológicos con la delimitación de subcuencas y drenaje. Adicionalmente, se calibró el modelo HydroBID para simular caudales y analizar modelos de cambio climático para los periodos 2021-2030 y 2041-2050 y se comparó los modelos MUSLE y Gavrilovic que utiliza HydroBID para el cálculo de sedimentos (Moreda et al., 2016).	Los resultados de la calibración de Hydro-BID se ajustaron en su gran mayoría a los datos observados de la cuenca de estudio en el periodo 1990-1998. La simulación de caudales indica que existe una disminución de flujos para los siguientes 50 años por lo cual es necesario un análisis de la oferta y demanda de agua para identificar acciones de mitigación frente a los impactos del cambio climático. En cuanto a los sedimentos, se genera mayor cantidad de sedimentos con el método MUSLE que realiza el cálculo y la presentación de resultados en escala diaria a diferencia de Gavrilovic (1959) que realiza el cálculo a escala anual y no considera la ocurrencia de eventos estacionales que pueden generar un aumento de caudal y por lo tanto un aumento en la carga de sedimentos. La caracterización de suelo e identificación de actividades externas que pueden afectar la generación de sedimentos en la cuenca, así como el uso de modelo regionales como CIMA para analizar el cambio climático son algunas de las recomendaciones del estudio.
2017	Aplicación de HydroBID para la simulación de caudales y el análisis de los impactos del cambio climático en los flujos de la cuenca Chalpi Grande, zona es de interés para la EPMAPS para el desarrollo del "Proyecto Ríos Orientales" que busca la conducción de agua y satisfacer la demanda del servicio en la ciudad de Quito para 2040. En este estudio se analizan dos escenarios	La calibración de simulación de caudales en HydroBID se realizó para el periodo de 2007-2014 obteniéndose valores de eficiencias de Nash-Sutcliffe de 0.4, con los datos obtenidos se realizó una simulación hasta el año 2050, considerando un caudal diario promedio de 2.2 m ³ /s que se propone para la construcción del proyecto.

AÑO	RESUMEN	CONCLUSIONES
	de cambio climático: el Escenario 1 del GCM Ensemble Average que asume un aumento del 14% de las precipitaciones y el Escenario 2 del GCM CNRM-CM3 considerando una disminución de 23% de las lluvias (Moreda et al., 2017).	Los resultados de cambio climático obtenidos para los dos modelos superaron el caudal propuesto con un 88% y un 62% para el escenario 1 y 2 respectivamente. Sin embargo, esta oferta de agua puede variar ya que en el estudio no se consideran captaciones de agua en los afluentes aguas abajo ni cambios o eventos extremos en la zona.
2018	En el 2018, se implementó un programa de capacitación para dar a conocer la herramienta de simulación Hydro-BID y sus aplicaciones. En el taller participaron técnicos de SENAGUA, EPMAPS, INAMHI, ARCA Y MAG (SENAGUA, 2018).	Se aplicó HydroBID para simular caudales en las cuencas del río Antisana dj Diguchi y del río Guachalá con su unión al río Granobles concluyendo que la herramienta simula adecuadamente los caudales medios pero los máximos y mínimos no los representa adecuadamente.
2019	Se realizó un balance hídrico en la cuenca alta del Río Guayllabamba con una resolución de 1Km ² para obtener mapas de producción de agua en mm/año (Torres, 2018)	Los resultados de productividad de agua en la cuenca de Guayllabamba varían desde 500 mm/año en las zonas más bajas y hasta 1500 mm/año en las zonas de mayor elevación.

Realizado por Viviana Bravo

CAPITULO 3

METODOLOGÍA

3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1.1 Ubicación

La zona de estudio (Figura 3.1) comprende la cuenca alta del Río Guayllabamba y las unidades hídricas aportantes de agua para el Distrito Metropolitano de Quito: Antisana, Chalpi, Cinto, Mindo, Oyacachi, Papallacta, Pita, Pisque, Quijos, Saloya, San Pedro y Tamboyacu localizadas en las provincias de Pichincha y Napo en Ecuador. La zona comprende aproximadamente una superficie de 6848 km² (FONAG, 2014).

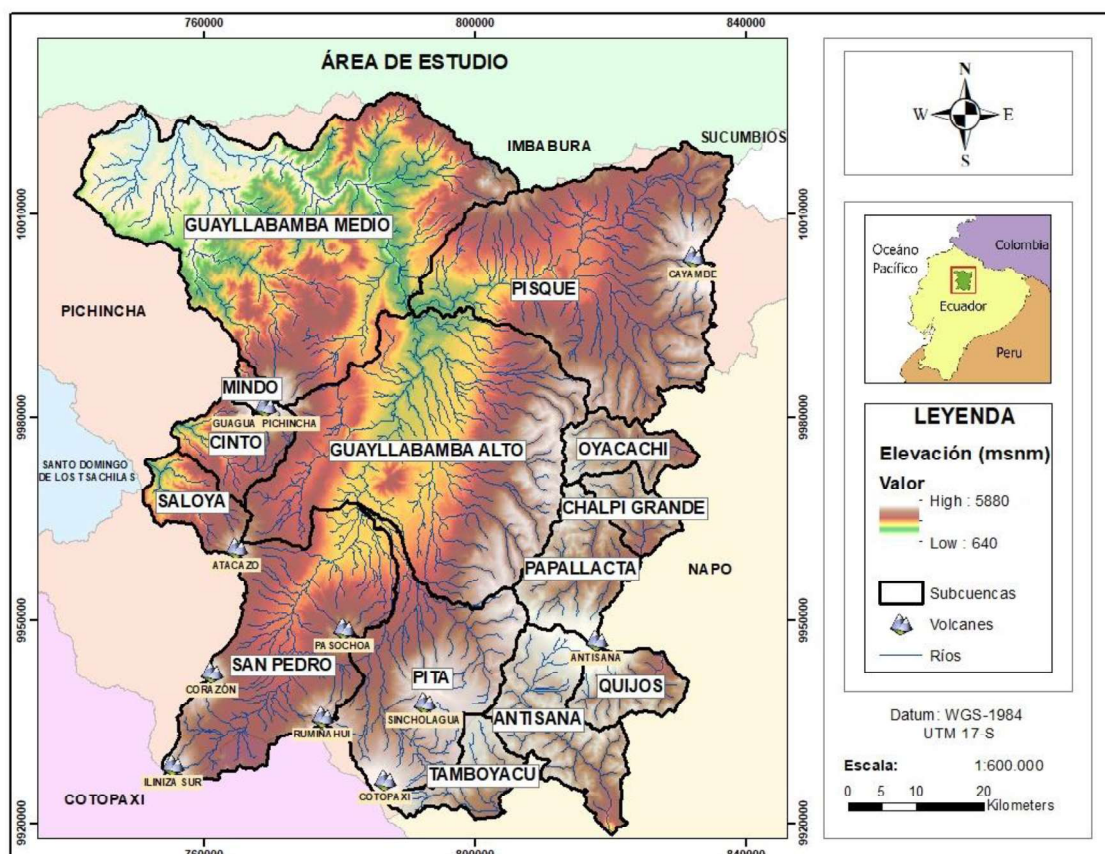


Figura 3.1: Ubicación geográfica de la zona de acción EPMAPS-FONAG

Fuente: (FONAG, 2014)

Realizado por: Viviana Bravo

La topografía del terreno es irregular con niveles desde 640 hasta 5880 m.s.n.m. La zona se encuentra rodeada de varios volcanes entre los principales: Cayambe, Antisana, Cotopaxi, Atacazo, entre otros.

El ámbito de acción de FONAG - EPMAPS se divide en dos sistemas hidrográficos, el 84% corresponde a la vertiente Pacífico y el 16% a la vertiente amazónica. El río Guayllabamba tiene su nacimiento en los volcanes de Cotopaxi, Sincholagua y el Rumiñahui, varios afluentes tienen su cuenca en su trayecto (Pisque, Pita y el río San Pedro), desembocando en el río Esmeraldas que posteriormente llega al Océano Pacífico, de igual forma lo hacen las cuencas Mindo, Cinto y Saloya. En cambio, las unidades hidrográficas orientales, donde nacen los ríos Papallacta, Oyacachi, Chalpi Grande, Quijos, Antisana y Tamboyacu, se encuentran en la cordillera oriental y las subcuencas drenan sus aguas a la cuenca del Río Amazonas que finalmente desemboca en el Océano Atlántico (FONAG, 2014).

En la Tabla 3.1, se enumeran cada una de las subcuencas que son parte del ámbito de acción de EPMAPS y FONAG.

Tabla 3.1: Subcuencas hidrográficas (Ámbito de acción EPMAPS- FONAG)

N	SUBCUENCA	ÁREA (km²)	% ÁREA	DRENAJE
1	Guayllabamba Medio	1582	23.10	Océano Pacífico
2	Guayllabamba Alto	1355	19.79	Océano Pacífico
3	Pisque	1129	16.49	Océano Pacífico
4	San Pedro	751	10.97	Océano Pacífico
5	Pita	586	8.56	Océano Pacífico
6	Mindo	31	0.45	Océano Pacífico
7	Cinto	171	2.50	Océano Pacífico
8	Saloya	137	2.0	Océano Pacífico
9	Chalpi Grande	102	1.49	Océano Atlántico
10	Oyacachi	140	2.04	Océano Atlántico
11	Papallacta	245	3.58	Océano Atlántico
12	Quijos	144	2.10	Océano Atlántico
13	Antisana	328	4.79	Océano Atlántico
14	Tamboyacu	140	2.04	Océano Atlántico
	Total	6848		

3.1.2 División Cantonal y Áreas Protegidas

Aproximadamente el 84% del área de la zona de estudio se localiza en la provincia de Pichincha con una extensión de 5752 km². En esta zona se ubican los cantones: Quito, Mejía, Rumiñahui, Pedro Moncayo y Cayambe. De igual forma, se localizan las Reservas Ecológicas los Illinizas y Antisana, los Parques Nacionales Cotopaxi y Cayambe Coca, la Reserva Geo-Botánica Pululahua, el Bosque protector del Pasochoa y el Área Nacional de recreación el Boliche. El área restante de la zona se localiza en la provincia de Napo, aquí se encuentran los cantones de El Chaco, Quijos, y Archidona, así mismo, se localiza la Reserva Ecológica Antisana, los Parques Nacionales Cayambe – Coca y Llanganates (FONAG, 2014). En la Figura 3.2 se divisan los cantones y áreas protegidas que se localizan en la zona de estudio.

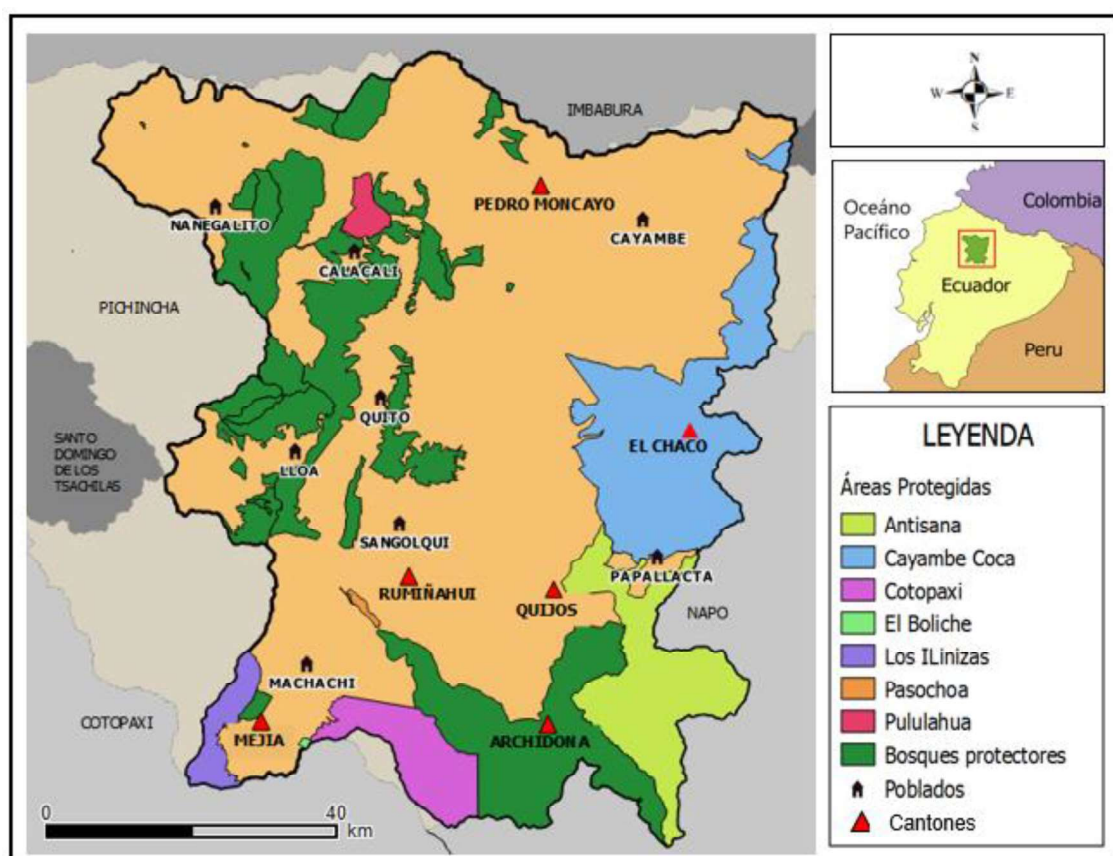


Figura 3.2: Mapa de cantones, poblados y áreas protegidas localizadas en la zona de acción EPMAPS-FONAG

Fuente: (FONAG, 2014)

Realizado por: Viviana Bravo

3.2 MARCO CONCEPTUAL DEL TRABAJO

En la Figura 3.3, se muestra las etapas que se cumplieron en la realización de este trabajo.

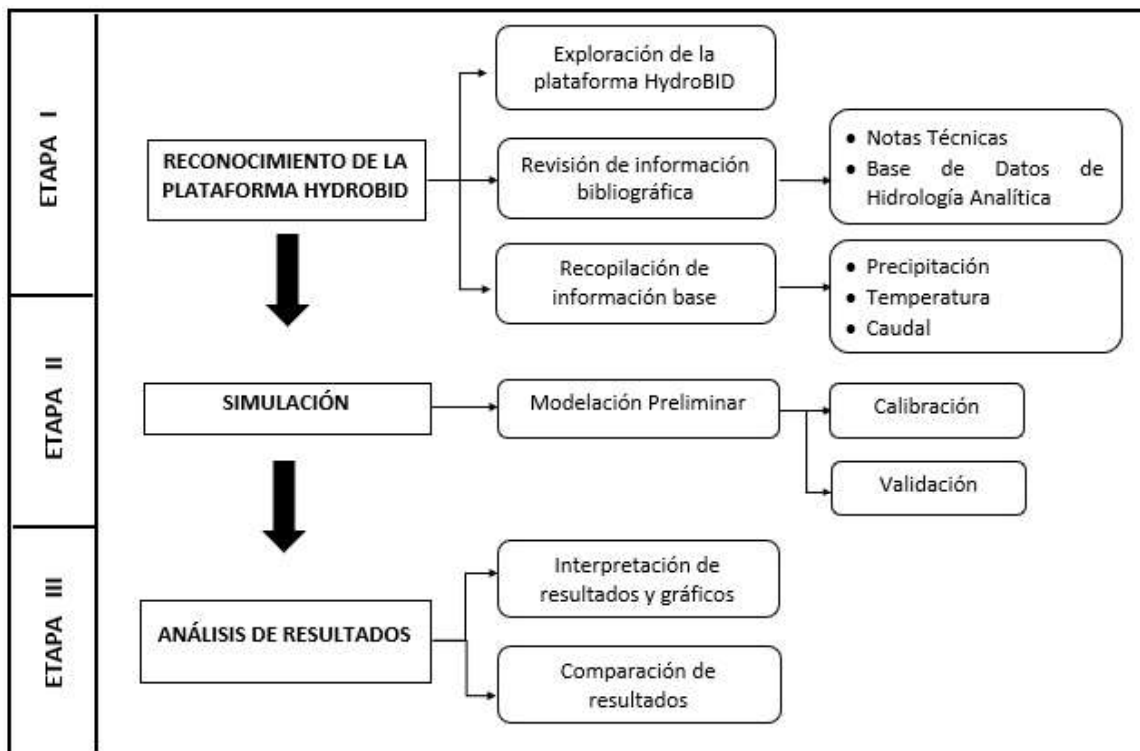


Figura 3.3: Marco conceptual del trabajo
Realizado por: Viviana Bravo

3.3 RECONOCIMIENTO DE LA PLATAFORMA HYDROBID

El Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID) creó la herramienta de simulación denominada HydroBID con el objetivo de brindar soporte en el manejo y planificación del recurso hídrico en la región de Latinoamérica y el Caribe (LAC) (BID, 2018).

HydroBID utiliza una estructura de datos y las topologías de red de cuencas y corrientes de una Base de Datos de Hidrología Analítica denominada AHD, por sus siglas en inglés. En esta herramienta se encuentra almacenada la información sobre usos y tipos de suelos. Además, se puede ingresar series diarias de precipitación, temperatura dentro del área de estudio, así como series de caudales medidos para calibrar el modelo. Adicionalmente, HydroBID contiene módulos de análisis hidrológico y climático para predecir la cantidad de agua dulce disponible a escala regional, nivel de cuencas y de sub-cuencas (Moreda et al., 2014).

3.3.1 Análisis de requerimientos de HydroBID

Hydro-BID es una herramienta de simulación que utiliza como información de entrada datos meteorológicos (precipitación y temperatura media diaria) ingresados por el usuario y datos de uso y cobertura de suelo de cada una de las cuencas que han sido delimitadas para la región de Latinoamérica y el Caribe (Moreda et al., 2014). Los datos de la cobertura terrestre son de la encuesta geológica de los Estados Unidos (USGS, en inglés) y los datos de tipo de suelo son de la base de datos mundial de suelos armonizados (HWSD), raster de resolución de 30 arc-segundo que combina actualizaciones de información de suelos, regionales y nacionales, con la información contenida en la escala 1: 5 000 000 del Mapa de suelos FAO-UNESCO (FAO, 2012). Estos datos de suelo ya se encuentran almacenados en la base hidrológica AHD (AHD). Esta base funciona con la plataforma SQLite, la misma que es de acceso libre y se puede descargar del link <http://www.sqlite.org/>. Además se puede ingresar otros parámetros como diseño de embalses, sedimentos y factores de escenarios climáticos dependiendo del alcance del estudio que se desee realizar. La metodología que usa HydroBID para la simulación hidrológica es la de Factor de Carga de Cauces Generalizados (GWLF). Finalmente, los resultados del modelo se obtienen a través de gráficos y series de tiempo en escala diaria o mensual de los caudales simulados vs los caudales observados (Moreda et al., 2014). En la Figura 3.4, se presenta el diagrama de flujo de funcionamiento de HydroBID.

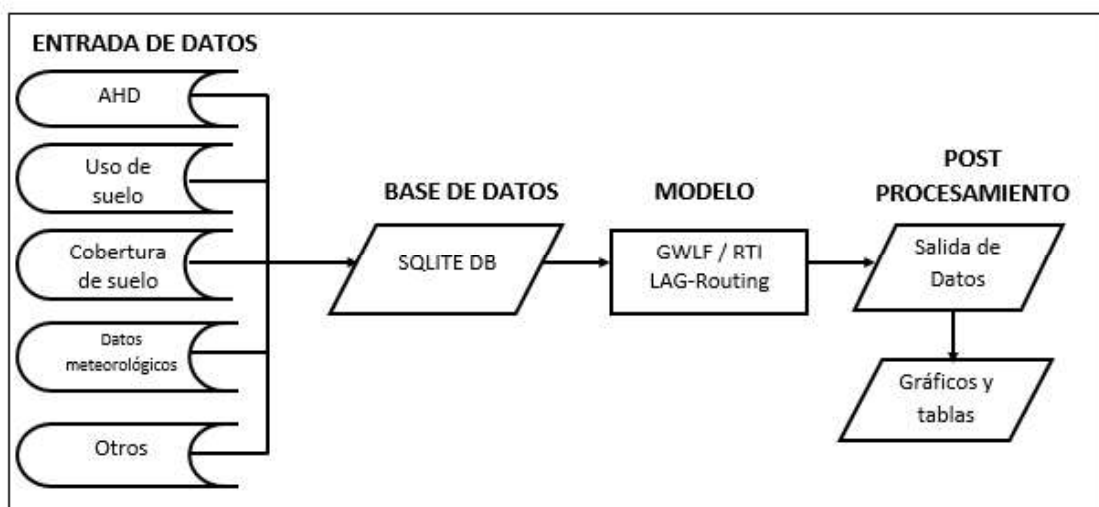


Figura 3.4: Diagrama de flujo del funcionamiento de HydroBID. Fuente: (Moreda et al., 2014)

3.3.2 Base de Datos de Hidrología Analítica

La Base de Datos de Hidrología Analítica está conformada por aproximadamente 300 mil sub-cuencas en formato Shapefile, localizadas en toda Latinoamérica y el Caribe. Además, esta base de datos cuenta con segmentos fluviales obtenidos con Modelos de Elevación Digital (DEM) de resolución de 15 arc-segundo, que incluye la dirección y acumulación de flujo (Rineer et al., 2014). Los elementos de la AHD se describen con más detalle en la Tabla 3.2. La estructura de la AHD se muestra en el Anexo 1.

Tabla 3.2: Elementos de la Base de Datos Analítica (AHD) de HydroBID

ELEMENTO	DETALLE
Delineación de cuencas	Polígonos que tienen un código único de identificación. La información de la AHD fue obtenida a partir de imágenes satelitales STRM, Misión de la NASA, el tamaño promedio de las cuencas es de 90 km ² .
Pendiente	Calculadas por la diferencia en las elevaciones mínimas y máximas de cada segmento fluvial dividido por la longitud del segmento fluvial.
Segmentos fluviales	La hidrología de la AHD se basa en la data de elevación modificada hidrológicamente de HydroSHEDS (USGS, 2011), la cual es distribuida por el Servicio geológico de Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés). La AHD incluye más de 200.000 segmentos fluviales y cauces en formato de líneas-vectores.
Límites regionales y límites de las cuencas	Se relacionan con la hidrología superficial, de acuerdo con la demarcación de las cuencas hidrográficas sin considerar los límites nacionales.

Fuente: (Rineer et al., 2014)
Elaborado por: Viviana Bravo

3.3.3 Base de datos SQLITE.

Es un modelo gratuito disponible en línea, que permite organizar y formular bases de datos. Para HydroBID esta base de datos está relacionada con las sub-cuencas del AHD y contiene información sobre las características y tipos de suelos y permite ingresar datos de clima.

3.3.4 Modelo hidrológico lluvia-escorrentía

HydroBID aplica el esquema GWLF, que permite generar caudales diarios en cada una de las sub-cuencas que han sido diseñadas en el AHD (Haith, 1985; Haith et

al., 1996). Además este modelo está mejorado por la metodología de tiempo de retardo-enrutamiento RTI. GWLF ha sido aplicado en varios estudios hidrológicos alrededor del mundo (Schneiderman et al., 2007; Sha et al., 2013).

Modelo - Función de Carga de Cauces Generalizados (GWLF)

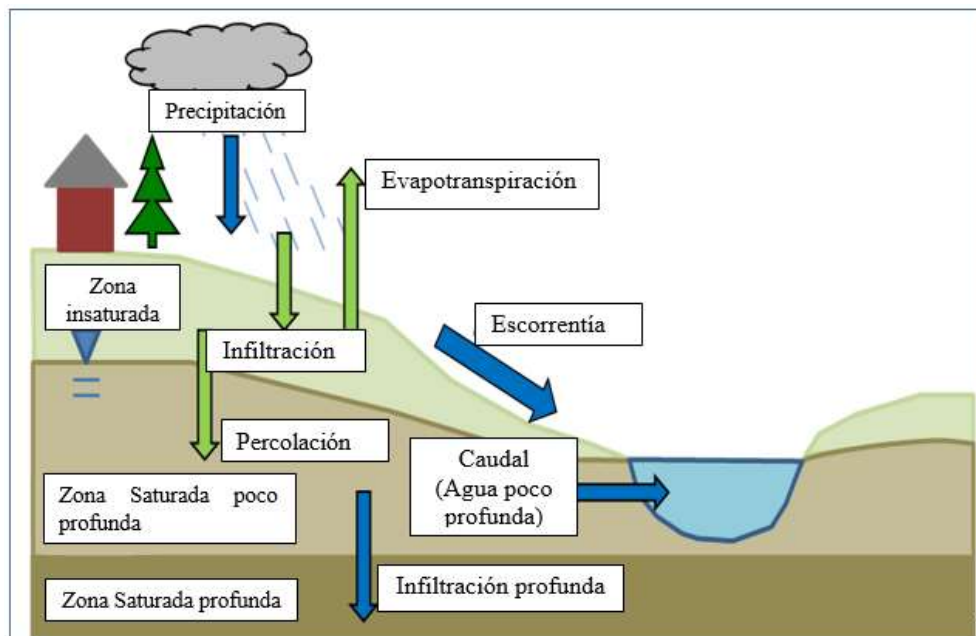


Figura 3.5: Representación esquemática del modelo GWLF modificado
Fuente: (Haith et al, 1996)

En la Figura 3.5 se observa el funcionamiento del modelo de precipitación-escorrentía componente de GWLF. Este algoritmo se aplica a subcuencas pequeñas tomando en cuenta las propiedades, usos y tipos de suelo dentro de las mismas. El modelo considera que la escorrentía proviene de las precipitaciones y además que el agua que logra infiltrarse en el suelo ha superado un volumen calculado de evaporación. Después de un tiempo, el agua infiltrada fluye desde la capa no saturada hacia la capa saturada para restituir el volumen almacenado. Finalmente, el caudal de salida es producto de la cantidad de agua de la zona saturada que ingresó como flujo base combinada con la escorrentía superficial y otros flujos aguas arriba que ingresan a la cuenca (Moreda et al., 2014). En otras palabras, el modelo GWLF calcula la escorrentía en forma de exceso de infiltración y el flujo base se estima como una liberación gradual de la zona saturada, tomando en cuenta que este flujo puede agotarse por filtración a un acuífero subterráneo más profundo.

Cálculos del Modelo GWLF

Deshielo

La precipitación se clasifica como lluvia o nieve, mediante la comparación de la temperatura media diaria (T_t) y un valor límite de 0°C . El agua de deshielo genera infiltración y percolación al subsuelo. En la ecuación (3.1) se muestra el balance de la cobertura de nieve del área en estudio.

$$SNO_t = SNO_{t-1} + R_t - SNO_{mt} \quad (3.1)$$

$$SNO_{mt} = 0.45 T_t \quad (3.2)$$

Donde:

SNO_t : contenido de agua de la capa de nieve en un día dado

R_t : cantidad de precipitación en un día

SNO_{mt} : es la cantidad de deshielo estimada

Evapotranspiración Potencial

La evapotranspiración potencial (PET, por sus siglas en inglés) se estima mediante el método desarrollado por Hamon (1962). El cálculo de PET se realiza según la ecuación (3.3).

$$PET_t = \frac{0.021 H_t^2 e_t}{T_t + 273} \quad (3.3)$$

Donde:

H_t : número de horas de luz solar por día durante el mes que contenga el día t

e_t : presión de vapor de agua en saturación en milibars en el día t

T_t : es la temperatura en el día t ($^\circ\text{C}$).

La PET se ajusta mediante un factor de cobertura que depende del uso de suelo, como lo muestra la ecuación (3.4). Además la PET real es calculada de la PET ajustada pero con la limitante dada por la presencia de humedad en el suelo.

$$PET_{Adj(t)} = CV * PET_t \quad (3.4)$$

Donde:

$PET_{Adj(t)}$: PET ajustada

CV: factor de cobertura mensual que supone la estacionalidad de la evaporación debido a la presencia de cultivos.

Escorrentía

Se genera tanto de la lluvia como del deshielo y considera los números de curva del U. S. Soil Conservation Service, se calcula con la ecuación (3.5):

$$RO_t = \left(\frac{R_t - 0.2D_t}{R_t + 0.8D_t} \right)^2 \quad (3.5)$$

Donde:

RO_t : escorrentía en cm

R_t : suma de lluvia y deshielo

D_t : Parámetro de detención, calculado con la ecuación (3.6)

$$D_t = \frac{2540}{CN_t} - 25.4 \quad (3.6)$$

Donde:

CN_t : Número de curva, representa la capacidad de un suelo de generar escorrentía superficial y se determina para cada uso de suelo.

Percolación

Se calcula a partir de los balances diarios de agua de la zona saturada y no saturada. El balance de la zona no saturada se muestra en la ecuación (3.7).

$$U_{t+1} = U_t + R_t + M_t - Q_t - E_t - P_t \quad (3.7)$$

El balance de la zona saturada se muestra en la ecuación (3.8)

$$S_{t+1} = S_t + P_t - G_t - D_t \quad (3.8)$$

Donde:

U_t : humedad del suelo de la zona no saturada

S_t : humedad del suelo de la zona superficial en el comienzo del día t

Q_t : escorrentía de la cuenca

E_t : evapotranspiración real

P_t : percolación hacia la zona saturada poco profunda

G_t : flujo/volumen de aguas subterráneas hacia el arroyo (i.e., flujo base)

D_t : infiltración hacia la zona saturada profunda en el día t (cm).

La percolación se produce cuando el flujo de la zona no saturada excede la capacidad disponible de agua del suelo U^* (cm), como lo muestra la ecuación (3.9):

$$P_t = \text{Max} (0, (U_t + R_t + M_t - Q_t - E_t - U^*)) \quad (3.9)$$

La humedad disponible en la zona no saturada es un factor limitante para el cálculo de la evapotranspiración:

$$E_t = \text{Min} ((CV_t * PET_t), (U_t + R_t + M_t - Q_t)) \quad (3.10)$$

El modelo asemeja la zona saturada poco profunda con un embalse lineal simple. El caudal subterráneo y la infiltración profunda se obtienen mediante las ecuaciones (3.11) y (3.12)

$$G_t = rS_t \quad (3.11)$$

$$D_t = sS_t \quad (3.12)$$

Donde:

r : es la constante de recesión de agua subterránea (día^{-1}). Este parámetro controla la tasa de flujo de agua subterránea desde la zona saturada.

s : es la constante de percolación, que controla la tasa de percolación hacia el acuífero de aguas subterráneas profundas (día^{-1}).

Flujo o Caudal

El caudal total generado por una cuenca, F_t , es la adición de la escorrentía RO_t y el agua subterránea G_t , se calcula con la ecuación (3.13):

$$F_t = RO_t + G_t \quad (3.13)$$

En HydroBID, el flujo que se genera para cada cuenca es dirigido hasta la salida de alguna cuenca aguas abajo y se aplica la metodología de tiempo de retardo-enrutamiento (lag-routing) de RTI. El tiempo de retardo se determina como el periodo que se demora el flujo generado en una cuenca hasta llegar a otra cuenca localizada aguas abajo y se obtiene de la división de la longitud del río para la velocidad promedio (se establece un valor por defecto de 0.5 m/s) (Moreda et al., 2014). Un ejemplo se muestra en la Figura 3.6.

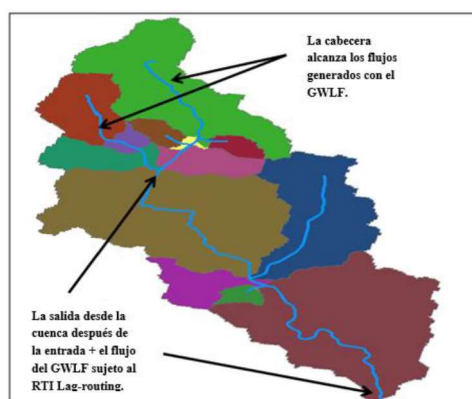


Figura 3.6: Movimiento de los flujos a través de la red hidrológica de la AHD
Fuente: (Moreda et al., 2014)

3.4 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN BASE

HydroBID requiere de series diarias de precipitación y temperatura media para cada cuenca hidrográfica. En la Figura 3.7, se muestra el mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio.

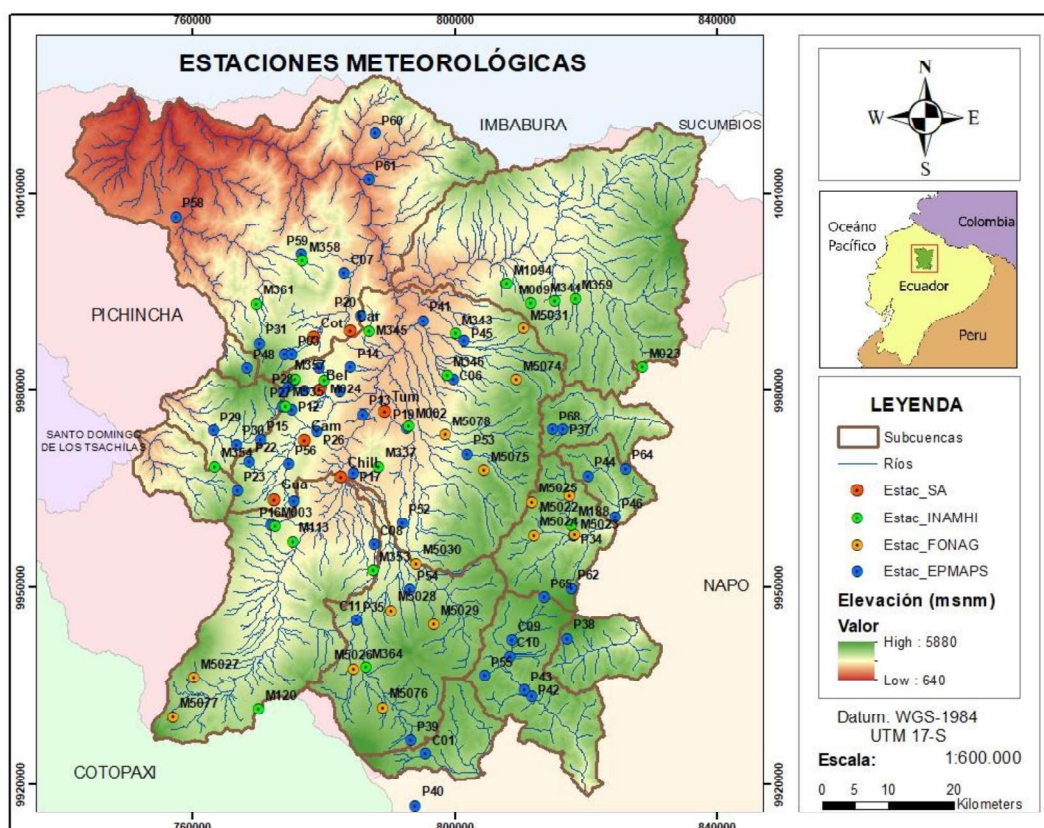


Figura 3.7: Estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio
Fuente: EPMAPS, FONAG, SA, INAMHI 2019
Realizado por: Viviana Bravo

La información climática utilizada incluye datos de estaciones climáticas y pluviométricas disponibles para toda la zona de estudio; esta información fue proporcionada por entidades como EPMAPS, FONAG, INAMHI y la Secretaría de Ambiente (SA).

3.4.1 Precipitación

En este trabajo, se utilizaron datos de 10 estaciones climatológicas y 48 pluviométricas de EPMAPS, datos de 15 estaciones meteorológicas del FONAG, información de 7 estaciones de la Secretaría de Ambiente y datos de 22 estaciones meteorológicas de INAMHI; siendo un total de 102 estaciones, las mismas que se enumeran en la Tabla 3.3. El periodo de datos disponibles en cada uno de las estaciones se detalla en el Anexo 2 y el porcentaje de datos diarios de precipitación disponibles de todas las estaciones mencionadas para el periodo 2001 al 2017 es de aproximadamente el 70 %, esto se puede divisar en el Anexo 3.

Tabla 3.3: Estaciones pluviométricas

N	ACTOR	NOMBRE	COD	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
1	EPMAPS	Maucatambo	C01	-0,6805	-78,3435	3837,4
2	EPMAPS	Rumihurco 2	C02	-0,1297	-78,5374	3559,4
3	EPMAPS	Rumipamba	C04	-0,1754	-78,5312	3340,4
4	EPMAPS	Bellavista	C05	-0,1816	-78,4617	2966,8
5	EPMAPS	Yaruquí	C06	-0,1643	-78,3064	2670,3
6	EPMAPS	San Antonio	C07	-0,0184	-78,4554	2455,8
7	EPMAPS	IASA	C08	-0,3919	-78,4144	2723,9
8	EPMAPS	Mica	C09	-0,5237	-78,2261	3964,7
		Campamento				
9	EPMAPS	La Mica Presa	C10	-0,5464	-78,2282	3885,2
10	EPMAPS	Pita	C11	-0,4961	-78,4382	3366,5
11	EPMAPS	Rumihurco	P03	-0,1306	-78,5267	3246,9
		Manchángara				
12	EPMAPS	Rumipamba	P08	-0,1809	-78,5099	3004,2
		Bodegas				
13	EPMAPS	INAMHI	P09	-0,1783	-78,4876	2786,6
14	EPMAPS	DAC	P10	-0,1486	-78,4892	2803,8
		Aeropuerto				

N	ACTOR	NOMBRE	COD	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
15	EPMAPS	Antenas	P11	-0,1660	-78,5240	3797,6
16	EPMAPS	Toctiuco	P12	-0,2062	-78,5272	3211,1
17	EPMAPS	Cumbayá	P13	-0,2134	-78,4299	2333,6
18	EPMAPS	Zámbiza	P14	-0,1475	-78,4463	2649,7
19	EPMAPS	El Cinto	P15	-0,2483	-78,5698	3275,6
20	EPMAPS	Izobamba	P16	-0,3659	-78,5551	3055,8
21	EPMAPS	Tingo	P17	-0,2937	-78,4431	2480,0
22	EPMAPS	La Tola	P19	-0,2318	-78,3705	2478,0
23	EPMAPS	Calderón	P20	-0,0777	-78,4333	2760,0
24	EPMAPS	Tanque Chillogallo	P22	-0,2781	-78,5857	3171,8
25	EPMAPS	Atacazo	P23	-0,3183	-78,6017	3837,9
26	EPMAPS	El Troje	P25	-0,3333	-78,5235	3134,0
27	EPMAPS	Puengasí	P26	-0,2366	-78,4930	2978,4
28	EPMAPS	San Francisco	P27	-0,2021	-78,5396	3572,1
29	EPMAPS	Cruz Loma	P28	-0,1822	-78,5379	3968,7
30	EPMAPS	Palmira	P29	-0,2357	-78,6343	2689,9
31	EPMAPS	Santa Rosa	P30	-0,2550	-78,6026	2921,6
32	EPMAPS	Pichán	P31	-0,1158	-78,5715	3516,5
33	EPMAPS	Papallacta	P34	-0,3806	-78,1414	3081,7
34	EPMAPS	Bocatoma	P35	-0,4966	-78,4391	3367,9
35	EPMAPS	Salva Faccha	P37	-0,2339	-78,1561	3886,1
36	EPMAPS	San Simón	P38	-0,5219	-78,1505	4293,7
37	EPMAPS	Yangahuagra	P39	-0,6616	-78,3647	3985,4
38	EPMAPS	Tambo 2A	P40	-0,7517	-78,3577	3896,2
39	EPMAPS	Guayllabamba	P41	-0,0843	-78,3479	2367,4
40	EPMAPS	Ramon Huanuna	P42	-0,6017	-78,1988	3719,1
41	EPMAPS	Antisana Limboasí	P43	-0,5929	-78,2084	3720,0
42	EPMAPS	Guaytaloma	P44	-0,2976	-78,1220	3763,6
43	EPMAPS	Quinche	P45	-0,1113	-78,2911	2680,6
44	EPMAPS	Chalpi	P46	-0,3545	-78,0854	2883,1

N	ACTOR	NOMBRE	COD	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
45	EPMAPS	Mindo Captación	P48	-0,1494	-78,5881	3597,5
46	EPMAPS	Pintag	P52	-0,3626	-78,3762	2812,2
47	EPMAPS	Paluguillo	P53	-0,2674	-78,2871	3105,3
48	EPMAPS	El Carmen	P54	-0,4544	-78,3652	3300,9
49	EPMAPS	Antisana Diguchi	P55	-0,5726	-78,2630	3948,7
50	EPMAPS	Solanda	P56	-0,2817	-78,5307	2921,7
51	EPMAPS	Nanegalito	P58	0,0598	-78,6853	1675,9
52	EPMAPS	Calacalí	P59	0,0070	-78,5146	2895,3
53	EPMAPS	San José de Minas	P60	0,1734	-78,4132	2472,8
54	EPMAPS	Perucho	P61	0,1105	-78,4218	1844,5
55	EPMAPS	Blanco Chico	P62	-0,4529	-78,1444	4326,5
56	EPMAPS	Laguna Encantada	P64	-0,2881	-78,0704	3987,7
57	EPMAPS	Santa Lucia	P65	-0,4647	-78,1819	4379,3
58	EPMAPS	Salve Faccha alto	P68	-0,2342	-78,1700	3911,7
59	EPMAPS	Control Baños	M5022	-0,3248	-78,1477	3649,9
60	FONAG	Papallacta	M5023	-0,3781	-78,141	3090,8
61	FONAG	El Tambo	M5024	-0,3794	-78,1960	3645,0
62	FONAG	La Virgen Papallacta	M5025	-0,3337	-78,1984	4020,2
63	FONAG	Cotopaxi Control Norte	M5026	-0,5638	-78,4433	3675,2
64	FONAG	Lomahurco	M5027	-0,5760	-78,6611	3696,3
65	FONAG	Hcda Prado Miranda	M5028	-0,4833	-78,3907	3462,8
66	FONAG	El Carmen	M5029	-0,5016	-78,3333	4076,5
67	FONAG	Hcda Gordillo	M5030	-0,4183	-78,3572	3206,4
68	FONAG	Chumillos	M5031	-0,0948	-78,2105	3658,7
69	FONAG	Puntas	M5074	-0,1651	-78,2206	4198,5

N	ACTOR	NOMBRE	COD	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
70	FONAG	Itulcachi	M5075	-0,2902	-78,2638	4010,5
71	FONAG	Mudadero	M5076	-0,6168	-78,4022	3860,2
72	FONAG	REI	M5077	-0,6294	-78,6893	3970,7
73	FONAG	Pifo	M5078	-0,2409	-78,3171	2814,6
74	SA	Belisario	Belisario	-0,1077	-78,4971	2796,7
75	SA	Carapungo	Carapungo	-0,0983	-78,4471	2658,9
76	SA	Cotocollao	Cotocollao	-0,1800	-78,4899	2751,8
77	SA	El Camal	El Camal	-0,2500	-78,5099	2922,0
78	SA	Guamaní	Guamaní	-0,3308	-78,5512	3047,4
79	SA	Tumbaco	Tumbaco	-0,2100	-78,3999	2332,6
80	SA	Los Chillos	Los Chillos	-0,3000	-78,4599	2467,3
81	INAMHI	La Tola	M0002	-0,2294	-78,3665	2471,2
82	INAMHI	Izobamba	M0003	-0,3666	-78,5499	3049,9
83	INAMHI	La Victoria	M0009	-0,0600	-78,2004	3627,1
		Inerhi				
84	INAMHI	Olmedo- Pichincha	M0023	-0,1480	-78,0476	3720,0
85	INAMHI	Quito Inamhi Innaquito	M0024	-0,1666	-78,4832	2777,0
86	INAMHI	Uyumbicho	M0113	-0,3883	-78,5251	2711,4
87	INAMHI	Cotopaxi Clirsén	M0120	-0,6191	-78,5718	3595,4
88	INAMHI	Papallacta_Inh	M0188	-0,3649	-78,1446	3352,4
89	INAMHI	La Chorrera	M0335	-0,2016	-78,5349	3448,2
90	INAMHI	San José de Minas	M0337	-0,2847	-78,4082	2658,7
91	INAMHI	El Quinche Pichincha	M0343	-0,1022	-78,3032	2542,0
92	INAMHI	Cangahua	M0344	-0,0572	-78,1671	3156,2
93	INAMHI	Calderón	M0345	-0,0983	-78,4207	2680,0
94	INAMHI	Yaruqui Inamhi	M0346	-0,1597	-78,3151	2595,7
95	INAMHI	Rumipamba Pichincha	M0353	-0,4275	-78,4157	2922,2

N	ACTOR	NOMBRE	COD	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
96	INAMHI	San Juan Pichincha (Chillogallo)	M0354	-0,2847	-78,6324	3508,6
97	INAMHI	Canal 10 TV	M0357	-0,1647	-78,5223	3684,1
98	INAMHI	Calacali Inamhi	M0358	-0,0013	-78,5124	2850,7
99	INAMHI	Cayambe	M0359	-0,0538	-78,1393	3315,6
100	INAMHI	Nono	M0361	-0,0614	-78,5751	2690,8
101	INAMHI	Loreto Pedregal	M0364	-0,5613	-78,4262	3647,0
102	INAMHI	Tomalon Tabacundo	M1094	-0,0333	-78,2332	3019,4

Realizado por: Viviana Bravo

3.4.2 Temperatura

Los datos de temperatura diaria para el periodo 2001 al 2017, fueron obtenidos de 13 estaciones meteorológicas del FONAG, 6 estaciones de la Secretaria de Ambiente y 8 estaciones del INAMHI, las mismas que se enumeran en la Tabla 3.4. El periodo y el porcentaje de datos disponibles en las estaciones meteorológicas se muestra en el Anexo 5 y 6.

Tabla 3.4: Estaciones meteorológicas

N	ACTOR	NOMBRE	COD	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
1	FONAG	Yurafaccha Oyacachi	M5021	-0,18828	-78,1106	3791,1
2	FONAG	Control Baños	M5022	-0,32485	-78,1477	3649,9
3	FONAG	Papallacta	M5023	-0,37814	-78,1411	3090,8
4	FONAG	El Tambo	M5024	-0,37949	-78,1960	3645,0
5	FONAG	La Virgen Papallacta	M5025	-0,33374	-78,1984	4020,2
6	FONAG	Cotopaxi Control Norte	M5026	-0,56382	-78,4433	3675,2
7	FONAG	Lomahurco	M5027	-0,57601	-78,6611	3696,3

N	ACTOR	NOMBRE	COD	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
8	FONAG	Hcda Prado Miranda	M5028	-0,48331	-78,3907	3462,8
9	FONAG	El Carmen	M5029	-0,50166	-78,3333	4076,5
10	FONAG	Hcda Gordillo	M5030	-0,41833	-78,3572	3206,4
11	FONAG	Chumillos	M5021	-0,09480	-78,2105	3658,7
12	FONAG	Puntas	M5074	-0,16518	-78,2206	4198,5
13	FONAG	Itulcachi	M5075	-0,29027	-78,2638	4010,5
14	SA	Belisario	Belisario	-0,10778	-78,4971	2796,7
15	SA	Carapungo	Carapungo	-0,09833	-78,4471	2658,9
16	SA	Cotocollao	Cotocollao	-0,18001	-78,4899	2751,8
17	SA	El Camal	El Camal	-0,25000	-78,5099	2922,0
18	SA	Tumbaco	Tumbaco	-0,21001	-78,3999	2332,6
19	SA	Los Chillos	Los Chillos	-0,30001	-78,4599	2467,3
20	INAMHI	La Tola	M0002	-0,22945	-78,3665	2471,2
21	INAMHI	Izobamba	M0003	-0,36666	-78,5499	3049,9
22	INAMHI	La Victoria Inerhi	M0009	-0,06000	-78,2004	3627,1
23	INAMHI	Olmedo- Pichincha	M0023	-0,14806	-78,0476	3720,0
24	INAMHI	Quito Inamhi Innaquito	M0024	-0,16666	-78,4832	2777,0
25	INAMHI	Cotopaxi Clirsén	M0120	-0,61917	-78,5718	3595,4
26	INAMHI	Papallacta_Inh	M0188	-0,36499	-78,1446	3352,4
27	INAMHI	Tomalon Tabacundo	M1094	-0,03334	-78,2332	3019,4

Realizado por: Viviana Bravo

3.4.3 Datos Hidrológicos

La información hidrológica se recopiló considerando el periodo de datos disponibles y la posibilidad de delimitar subcuencas con estación hidrológica de cierre,

quedando un total de 9 estaciones hidrológicas que comprende seis estaciones de EPMAPS y 3 estaciones de INAMHI, las mismas que se detallan en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5: Estaciones hidrológicas

N	INSTITUCIÓN	ESTACIÓN	CÓDIGO	LATITUD	LONGITUD
1	EPMAPS	Pita Bocatoma	H12	-0.496	-78.434
2	EPMAPS	Chalpi Grande	H13	-0.354	-78.085
3	EPMAPS	Ramón Huanuna	H15	-0.601	-78.198
4	EPMAPS	Tambo 12	H20	-0.708	-78.267
5	EPMAPS	Quijos Norte	H33	-0.493	-78.055
6	EPMAPS	Papallacta	H34	-0.376	-78.142
7	INAMHI	Granobles AJ Guachal	H143	0.021	-78.169
8	INAMHI	Guayllabamba en Pte Chacapata	H149	0.177	-78.640
9	INAMHI	San Pedro en Machachi	H159	-0.461	-78.550

Fuente: EPMAPS, INAMHI 2019

La ubicación de cada una de las estaciones hidrológicas utilizadas en el estudio, se muestra en el mapa de la Figura 3.8.

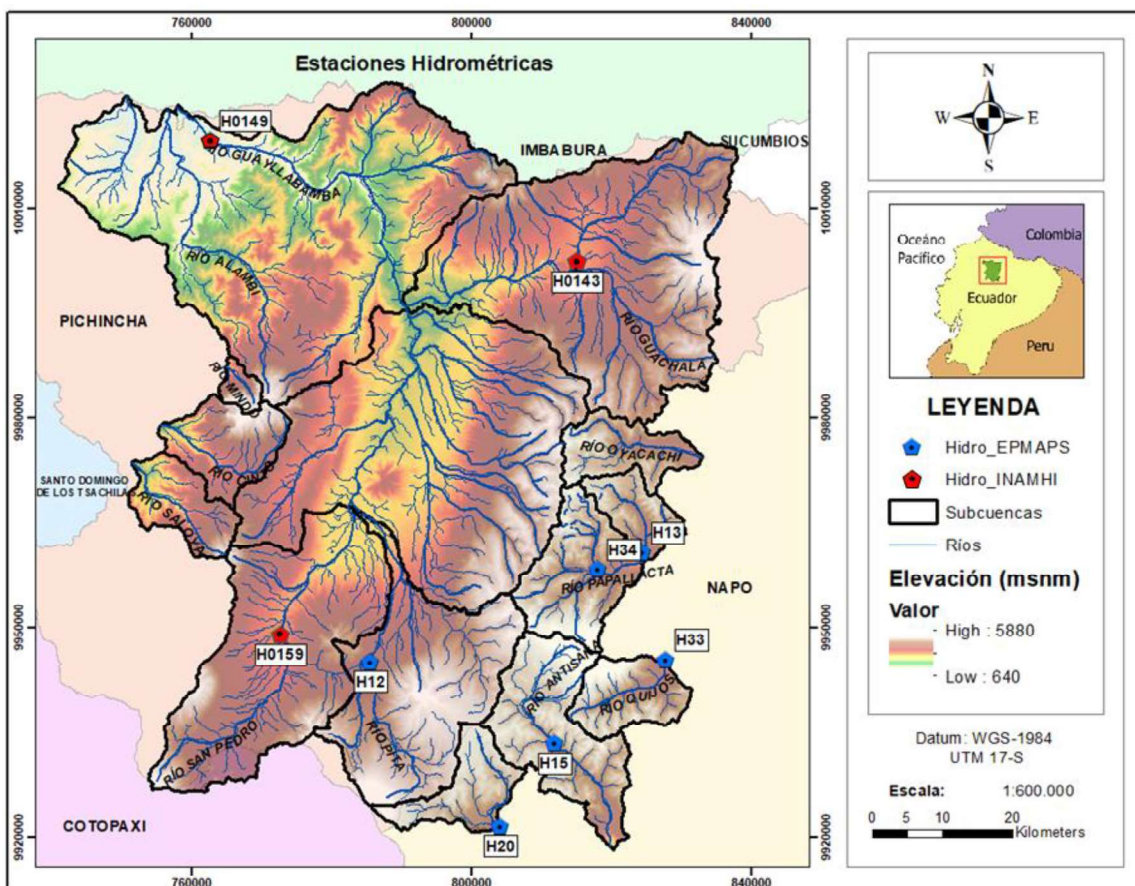


Figura 3.8: Ubicación de las estaciones hidrométricas utilizadas para la calibración del modelo.
Fuente: EPMAPS, INAMHI 2019
Realizado por: Viviana Bravo

3.5 DEPURACIÓN DE LA INFORMACIÓN BASE

La confiabilidad de los resultados de la simulación dependen de la calidad de datos de entrada al modelo, por lo cual se realizó un proceso de depuración de la información base para obtener una base de datos climática homogénea y de calidad. Este proceso de depuración conllevó el análisis de datos recopilados, una homogeneización y relleno con climatol y finalmente se realizó la interpolación espacial de las series de precipitación y temperatura en toda el área de estudio.

3.5.1 Homogeneización y relleno de datos

La presencia de posibles inhomogeneidades o datos faltantes y la escasez de series confiables de datos para periodos largos y continuos de estudio obstaculizan la aplicación y desarrollo de modelos de simulación ya que pueden constituir una fuente de incertidumbre en los resultados dificultando la investigación hidrológica

(Mendoza et al., 2002). Por tal razón, se requiere del análisis de datos atípicos y de la estimación de datos faltantes, para elaborar una base de datos climática homogénea y de calidad para minimizar los errores en los datos de ingreso a un modelo.

En este trabajo se recopiló la mayor cantidad de datos diarios disponibles para el periodo 2001 - 2017, de las estaciones ubicadas en la zona de estudio. Posteriormente, se realizó una homogeneización y relleno de las series con el paquete Climatol de RStudio. Este paquete permite realizar la depuración y homogeneización de datos mediante la comparación de cada serie original con una de referencia, estimada por el método de la distancia inversa ponderada y también contienen funciones para la inspección gráfica de los datos y sus anomalías (Gujarro, 2016).

3.5.2 Interpolación espacial de datos

A más de la homogeneización detallada anteriormente se realizó una interpolación espacial para mejorar la base de datos de ingreso al modelo y minimizar los errores causados por el relleno con climatol. La interpolación espacial de los datos de precipitación y temperatura se realizó con las series rellenas anteriormente y utilizando el método de Kriging para precipitación y el método de Cokriging para temperatura. Este proceso fue realizado con la colaboración del Ing. Bolívar Erazo.

3.6 SIMULACIÓN HIDROLÓGICA

La simulación hidrológica en HydroBID consiste en el cálculo de los flujos de salida de cuencas hidrográficas mediante un balance hidrológico. Las cuencas a utilizar se definen y delimitan mediante la AHD. En este trabajo el proceso de simulación hidrológica se realizó de la siguiente manera: se delimitaron previamente las subcuencas para la calibración y se identificó el periodo de datos disponibles de caudal para calibrar y validar el modelo. Posteriormente se evaluó la calibración y validación mediante parámetros estadísticos. Se identificaron las subcuencas con mejor calibración para utilizar los parámetros en el cálculo de la disponibilidad de agua en cada una de las cuencas que se localizan en el área de estudio.

3.6.1 Delimitación de las cuencas de calibración

HydroBID trabaja en conjunto con el programa QGIS para delimitar las cuencas y redes de drenaje para la simulación. En el programa QGIS se instaló las herramientas AHD para observar el drenaje aguas arriba de una estación hidrométrica. Tomando en cuenta las estaciones hidrológicas de la Tabla 3.5, se delimitó las subcuencas que tienen su punto de cierre en esa estación y se calibró en dichas cuencas.

3.7 CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO

El proceso de calibración consiste en estimar los parámetros óptimos del modelo con el fin de asemejar los resultados del modelo con los datos observados en determinadas condiciones (Pérez et al., 2005). En cambio, la validación implica el uso de los mismos parámetros calculados en la calibración en un periodo distinto con el fin de determinar si el modelo es capaz de simular con precisión en otras condiciones de tiempo (Moriasi et al., 2007).

3.7.1 Parámetros de calibración

La calibración se realizó ajustando de forma manual cada uno de los parámetros que vienen incluidos en el programa HydroBID. La calibración se realizó variando cada parámetro dentro de su rango establecido hasta obtener el mejor ajuste entre las series observadas y simuladas en cada una de las subcuencas delimitadas previamente. Según Moreda (2014) las características y rangos de los parámetros de calibración que utiliza el modelo HydroBID son los que se detallan en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6: Características de los parámetros requeridos para la calibración del modelo.

PARÁMETRO	DETALLE	RANGO
Número de Curva (CN)	Caracteriza el tipo y la hidrología de suelo.	0.5 - 1.2
Contenido disponible de agua (AWC)	Estima el monto de agua que se puede almacenar en el suelo para ser usado por las plantas, afectando la infiltración hacia las aguas subterráneas.	0.1 - 1.5
Coefficiente de Recesión (R)	Caracteriza como el agua subterránea cerca de la superficie contribuye a los caudales en los ríos después de grandes eventos de caudal.	0.001-0.75

PARÁMETRO	DETALLE	RANGO
Pérdidas por infiltración (Seepage)	Intercambio entre el agua cerca de la superficie hacia las zonas más profundas.	0.001-0.1
Factor de evapotranspiración en temporada inicial de cultivo (ET1)	Depende de la presencia y tipo de cultivo, indica un aumento adicional de pérdidas por evapotranspiración.	0.1 - 1
Factor de evapotranspiración en temporada final de cultivo (ET2)	Depende de la presencia y tipo de cultivo, indica una disminución de las pérdidas por evapotranspiración.	0.1 - 1
% de superficie impermeable (ICP)	Indica el porcentaje de superficie impermeable en la subcuenca.	1

Fuente: (Moreda et al., 2014)
Realizado por Viviana Bravo

3.8 EVALUACIÓN DE LA CALIBRACIÓN HIDROLÓGICA

HydroBID contiene un módulo que calcula estadísticas de calibración mediante la comparación de las series simuladas con las series de datos observados con el fin de evaluar el rendimiento del modelo. Para el cálculo de estas estadísticas se debe contar con series completas de datos observados para el periodo a evaluar. Las estadísticas que se utilizaron en este trabajo son las que se detallan a continuación en la Tabla 3.7:

Tabla 3.7: Parámetros estadísticos para la evaluación del modelo.

PARÁMETRO	DETALLE	VALOR ADECUADO
Overall Volume Error (OVE %)	Parámetro que indica la media del porcentaje de error entre los caudales simulados y los observados.	+/- (20-40)
Coefficiente de correlación (r)	Analiza la relación lineal entre los datos observados con los simulados, varía desde -1 hasta 1; mientras más cercano sea a 1 las variables analizadas su relación lineal se considera perfecta positiva o negativa si es -1 (Berenson et al., 2006).	Cercano a 1

PARÁMETRO	DETALLE	VALOR ADECUADO
Coefficiente de correlación modificado	Relación entre las mínimas y máximas desviaciones estándar de las series de tiempo de flujos observadas y simuladas.	Cercano a 1
Índice de eficiencia de Nash-Sutcliffe	Parámetro estadístico normalizado que indica el ajuste general de un hidrograma entre los datos observados versus simulados.	Mayor a 0.5

Fuente: (Moreda et al., 2014)

El Índice de eficiencia de Nash-Sutcliffe es la medida más usada para describir el rendimiento de un modelo de simulación. Según Moriasi: "valores entre 0.5 y 1.0 son niveles aceptables de rendimiento". En cambio, los resultados de NSE menores a cero indican que "el valor medio observado es un mejor predictor que el valor simulado" (Moriasi et al., 2007). En la Tabla 3.8, se muestran los rangos definidos en el estudio de Moriasi para clasificar la eficiencia de un modelo.

Tabla 3.8: Rendimiento de un modelo según el cálculo del índice de eficiencia de Nash-Sutcliffe

RENDIMIENTO	RANGO DE NSE
Muy bueno	$0.75 < NSE \leq 1$
Bueno	$0.65 < NSE \leq 0.75$
Satisfactorio	$0.50 < NSE \leq 0.65$
Insatisfactorio	$NSE \leq 0.50$

Fuente: (Moriasi et al., 2007)

3.9 PRESENTACIÓN Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron de la calibración fueron hidrogramas que permitieron representar la variación del caudal de la salida de las subcuencas en función del tiempo. En este estudio se realizó la comparación de las series observadas con las series simuladas de caudal obtenidas en HydroBID y con los resultados obtenidos en otro estudio realizado en la misma zona de estudio mediante el uso del Sistema de Evaluación y Planificación del Agua (WEAP, por sus siglas en inglés).

WEAP es un sistema de modelación distribuido de tipo conceptual basado en una serie de balances hídricos en una o varias cuencas hidrográficas (SEI, 2018). Las variables que utiliza WEAP son datos mensuales de precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, caudal y datos porcentuales de la cobertura vegetal en la cuenca de estudio (Sieber y Purkey, 2015).

Adicionalmente, se compararon los resultados de la disponibilidad de agua obtenidos con HydroBID con los valores de producción de agua que se muestran en el estudio de Torres (2018) con el uso de la herramienta InVEST.

InVEST es un conjunto de modelos utilizados para mapear y valorar los bienes y servicios que provee la naturaleza. En el trabajo de Torres (2018) se evaluó el servicio ecosistémico de producción de agua en cada celda de un raster mediante la diferencia de la precipitación y la evapotranspiración tomando en cuenta la cobertura vegetal y el tipo de suelo en la zona de estudio.

CAPITULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS DE LOS DATOS

En esta sección se detallan cada una de las variables utilizadas en HydroBID para la simulación hidrológica.

4.1.1 Precipitación

De la interpolación de los datos de precipitación se obtuvo un mapa de isoyetas donde se muestran las zonas de mayor y menor precipitación durante el periodo de 2001 a 2017.

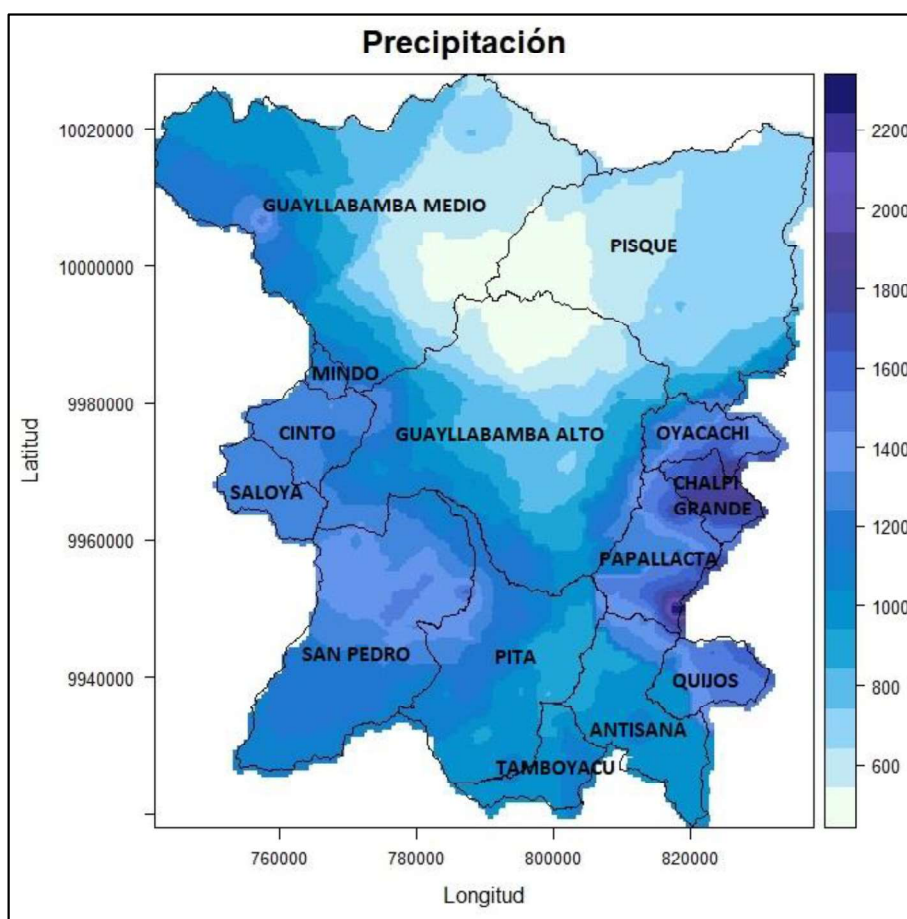


Figura 4.1: Mapa de isoyetas multianual en la zona de estudio (Período 2001-2017)
Elaborado por: Viviana Bravo

La cantidad de lluvia en la zona de estudio tiene una variación importante entre 500 y más de 2.000 mm/año como se ve en la Figura 4.1. Las cuencas Guayllabamba Alto y Pisque ubicadas en la parte nororiental del área de estudio, presentan precipitaciones más bajas de hasta 1200 mm/año. En contraste, con las cuencas Oyacachi, Chalpi Grande, Papallacta, Quijos, San Pedro, Cinto y Saloya con precipitaciones mayores de más de 2000 mm/año. El promedio anual de la precipitación registrada en cada una de las estaciones pluviométricas se muestra en el Anexo 4. Los mapas de variación de precipitación anuales se pueden observar en la Figura (5.5) del Anexo 8.

4.1.1.1 Estacionalidad de la precipitación por subcuencas

La distribución espacial de la precipitación es muy variable ya que la lluvia puede originarse por procesos convectivos en la atmósfera dando lugar a nubes cumulonimbus locales provocando lluvias en áreas de hasta 10 km² o ser producto de paso de frentes generando precipitaciones en áreas muy extensas (García, 1999). Según Vuille et al., (2000), los Andes ecuatorianos presentan una variabilidad bimodal de precipitación con dos periodos lluviosos y dos periodos secos. Los meses lluviosos son de marzo a mayo y de septiembre a noviembre. En cambio, los periodos secos se observan en los meses de julio a agosto y de diciembre a febrero.

En este sentido, se puede observar este comportamiento bimodal en las cuencas Guayllabamba Medio, Guayllabamba Alto, Mindo, Cinto, Saloya, San Pedro, Pita y Pisque. Al contrario, en las cuencas Oyacachi, Chalpi Grande, Papallacta, Quijos, Antisana y Tamboyacu se presentan altas precipitaciones en los meses de marzo a junio. En el trabajo de Podwojewski y Poulenard (2000) se menciona que en las zonas orientales de páramo, aparte de la gran cantidad de lluvia, se tiene humedad constante y presencia de precipitaciones ocultas como neblina y lloviznas lo que da al suelo una humedad constante y permite su pronta evolución.

En la Figura 4.2 se muestra la variación estacional de precipitación en cada una de las cuencas de estudio.

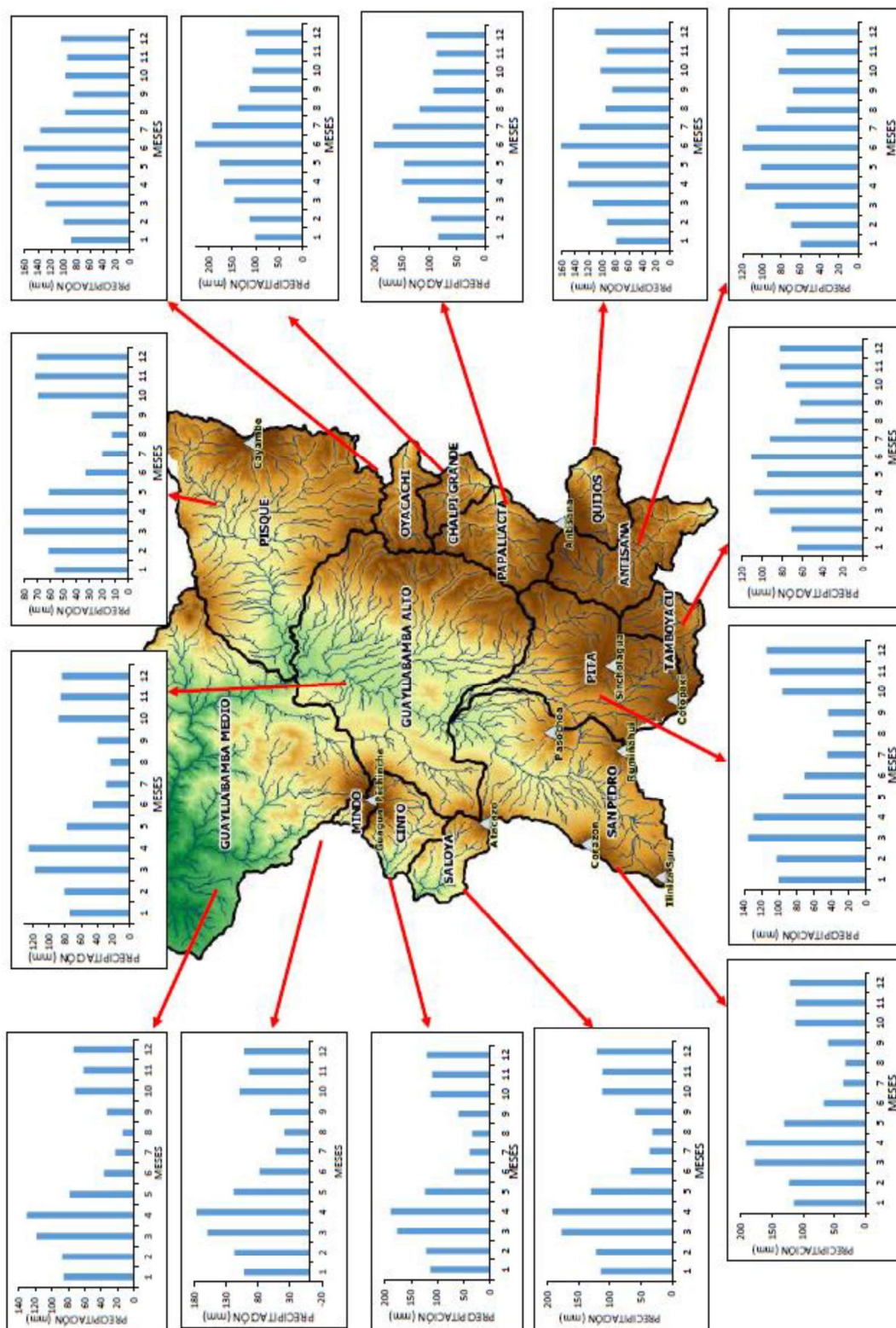


Figura 4.2: Variación estacional mensual multianual de precipitación en la cuenca alta del Río Guayllabamba y las unidades hídricas aportantes de agua al DMQ (Periodo 2001 - 2017)
Elaborado por: Viviana Bravo

4.1.2 Temperatura

El clima tropical andino del valle de Guayllabamba con altitudes promedio de 1500 msnm es seco y cálido con temperaturas promedio de 25°C. En altitudes entre 1500 y 2500 msnm (Pisque, San Pedro) la temperatura promedio es de 20°C y en las zonas ubicadas a 2500 hasta 3500 msnm (cuencas orientales) se tiene un clima templado con temperaturas promedio de 17°C. A mayor altura las temperaturas varían de 1 a 10°C. Las temperaturas en la cima de las montañas es decir a altitudes superiores a 5650 msnm son inferiores a 0°C presentando nieve (PAR, 2010). Los mapas de variación de temperatura anuales se pueden observar en la Figura 5.6 del Anexo 9.

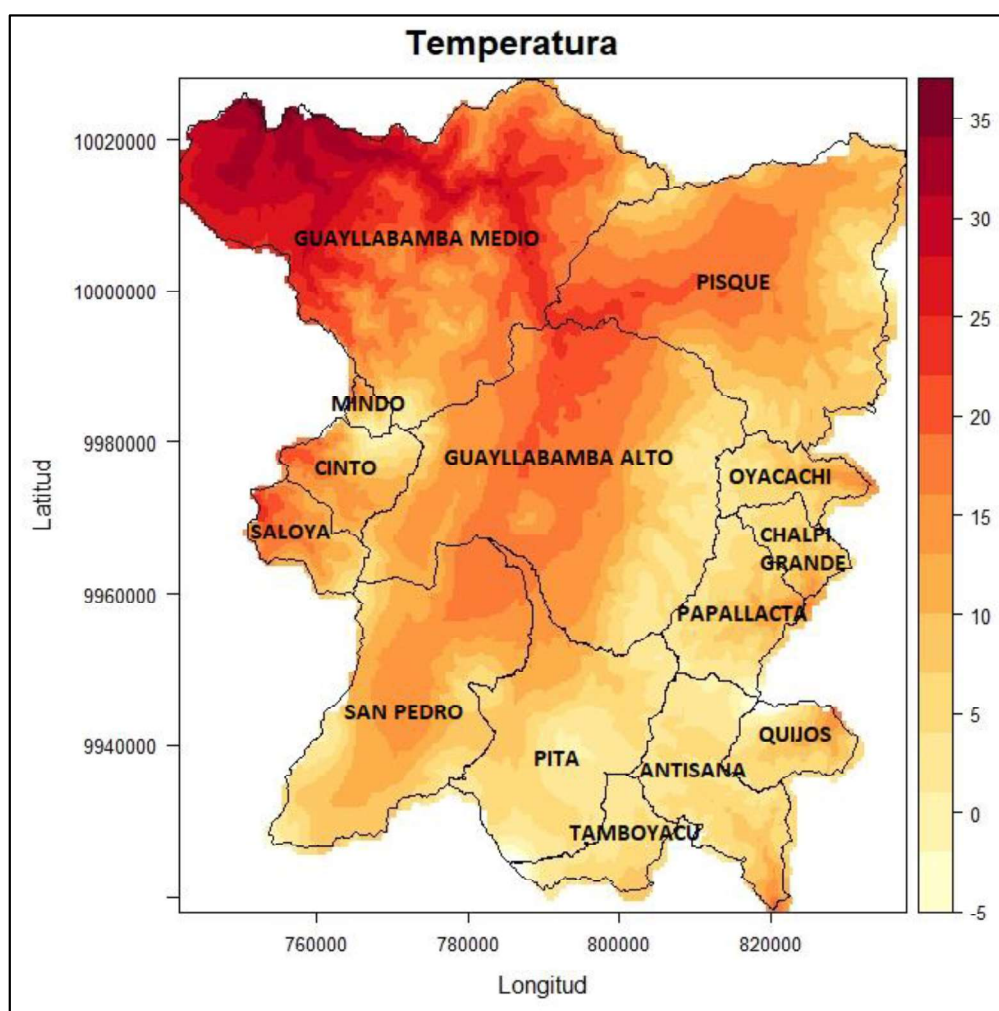


Figura 4.3: Variación media multianual de temperatura
Elaborado por: Viviana Bravo

4.1.2.1 Depuración de la información base

Se realizó una homogeneización y relleno de las series de precipitación y temperatura con el paquete Climatol de RStudio. Este software analiza las series de datos para detectar outliers y vacíos, y genera factores de ponderación entre las series vecinas basados en el método de la distancia inversa ponderada para utilizarlos en el relleno de los datos faltantes (Hernández et al., 2012). Cabe mencionar, que se realizó el relleno en los días con vacíos de datos con el objetivo de mantener los datos originales, el script utilizado en RStudio se puede observar en el Anexo 7.

Correlación de los datos

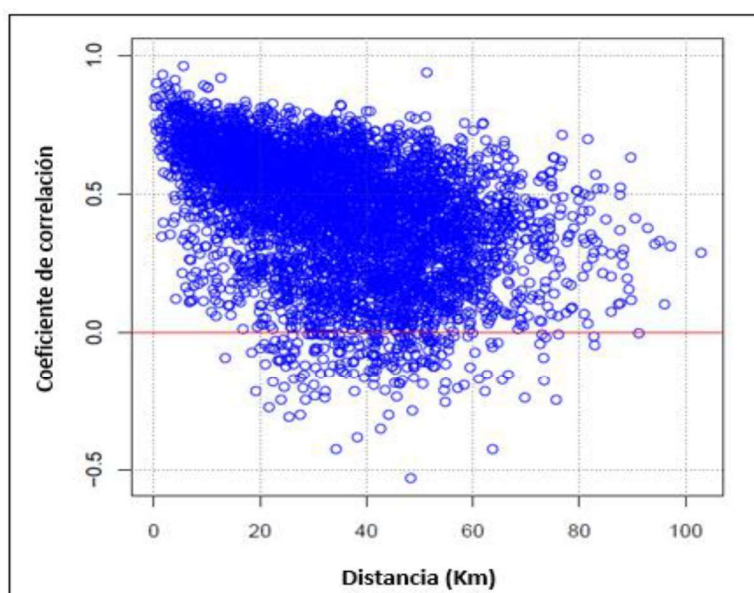


Figura 4.4: Coeficiente de correlación distancia entre estaciones

Un gráfico de correlación entre las series permite observar y evaluar el trabajo de climatol. Como se observa en la Figura 4.4, el análisis exploratorio mostró baja correlación entre estaciones localizadas a distancias mayores a 60 km pero se tuvieron mejores coeficientes de correlación mientras más cercanas están las estaciones unas de otras. Por lo tanto mientras exista mayor cantidad de estaciones con datos disponibles en una zona se obtienen resultados más confiables y con menor incertidumbre.

Resultados de la interpolación espacial de datos

El resultado de la interpolación fueron mapas de isoyetas e isotermas de 2001 a 2017 y de estos, se extrajeron valores diarios de precipitación y temperatura a una distancia de 5 Km en toda el área de estudio, como se observa en la Figura 4.5.

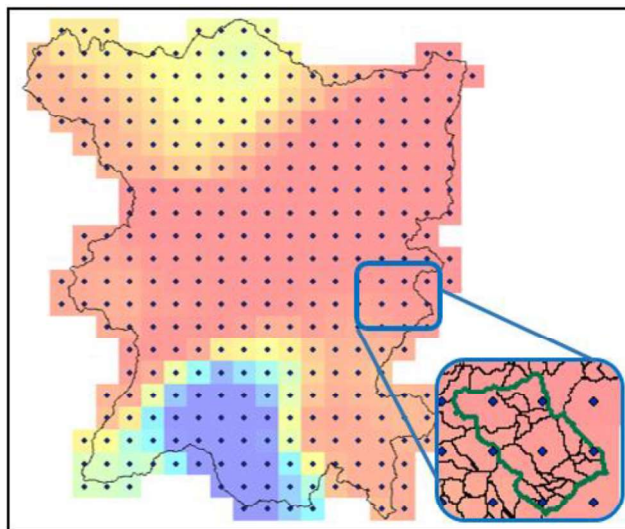


Figura 4.5: Extracción de datos del raster cada 5 Km
Elaborado por: Viviana Bravo

Finalmente, la depuración de la información base permitió obtener series completas diarias de precipitación y temperatura para el periodo 2001 - 2017 en toda la zona de estudio.

4.1.3 Datos Hidrológicos

Características Climáticas

En la zona de estudio se identificaron nueve estaciones hidrológicas con datos disponibles de caudal diario para el periodo de 2001 a 2017. El periodo de datos disponibles de caudal en cada una de las estaciones se detalla en la Tabla 4.1 y el porcentaje de datos disponibles se muestran en la Figura 5.7 del Anexo 10.

Tabla 4.1: Periodo de datos disponibles en las estaciones hidrológicas

N	SUBCUENCA	PERIODO DE DATOS DISPONIBLES
1	H12	2005 - 2016
2	H13	2005 - 2015
3	H15	2006 - 2015
4	H20	2007 - 2015

N	SUBCUENCA	PERIODO DE DATOS DISPONIBLES
5	H33	2010 - 2015
6	H34	2010 - 2016
7	H143	2001 - 2015
8	H149	2003 - 2014
9	H159	2005 - 2014

Realizado por: Viviana Bravo

4.1.4 Suelo

En la zona de estudio se identificaron 6 tipos de órdenes de suelo, los mismos que se puede divisar en la Figura 4.6. De acuerdo a las características edafológicas del suelo y su clasificación en diferentes órdenes es útil para la delimitación de áreas aptas para actividades agrícolas, pecuarias y de conservación por su capacidad de retención de agua.

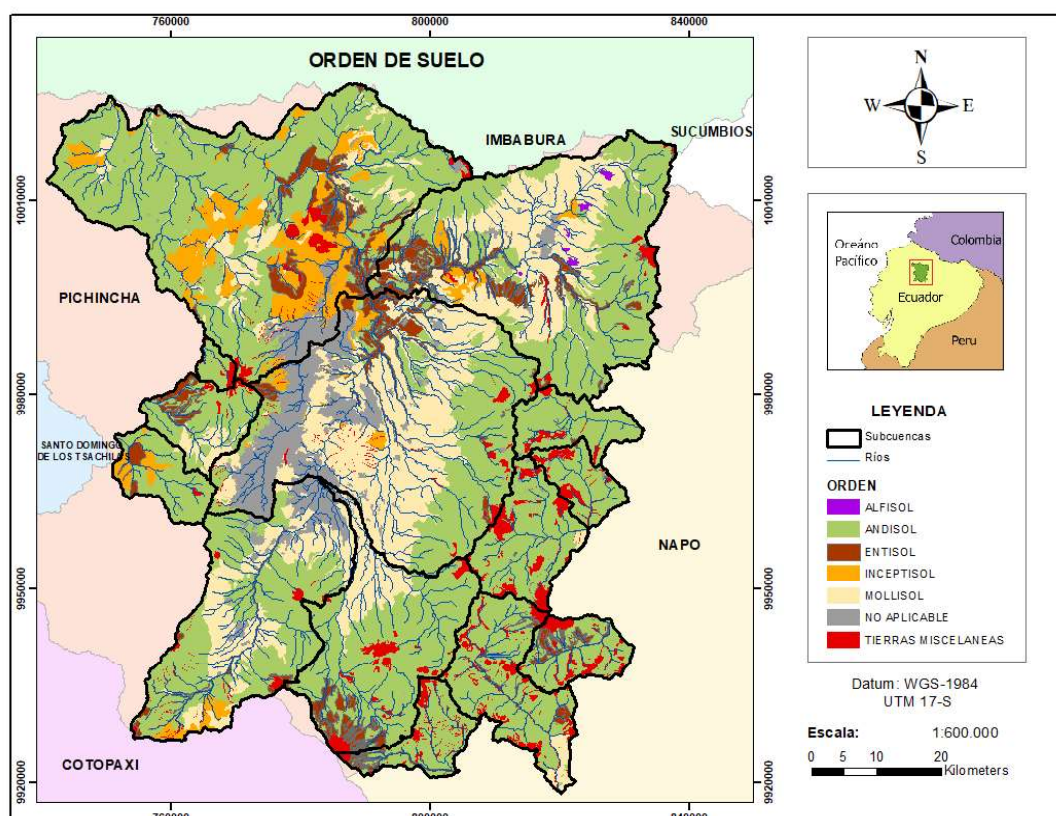


Figura 4.6: Orden de suelo de la zona de acción EPMAPS-FONAG

Fuente: (FONAG, 2014)

Elaborado por: Viviana Bravo

Las características de los órdenes del suelo de la zona de estudio se detallan a continuación:

Tabla 4.2: Orden de suelo (Ámbito de acción EPMAPS- FONAG)

ORDEN	CARACTERÍSTICA	ÁREA (Km²)	% ÁREA
Alfisol	Presentan bajo contenido de materia orgánica y dificultad para la infiltración de agua.	6.61	0.1
Andisol	Suelos de coloración oscura y altamente porosos con gran capacidad de retención de agua.	3817.46	55.8
Entisol	Suelos minerales y jóvenes de poca profundidad, se ubican en zonas con altas pendientes o en áreas susceptibles a la erosión e inundaciones.	441.10	6.4
Inceptisol	Suelos jóvenes medianamente desarrollados que pueden presentar propiedades físicas y químicas muy variables, dependiendo del lugar pueden tener un buen o mal drenaje.	383.18	5.6
Molisol	Suelos de color oscuro, con altos contenidos de materia orgánica y propiedades favorables para el cultivo.	1451.93	21.2
Misceláneas	Tierras que por sus características físico-naturales no se consideran aptas para la agricultura.	301.71	4.4
No Aplicable	Zona urbana	442.60	6.5

Fuente: (FONAG, 2014)
Realizado por: Viviana Bravo

4.1.4.1 Uso de suelo

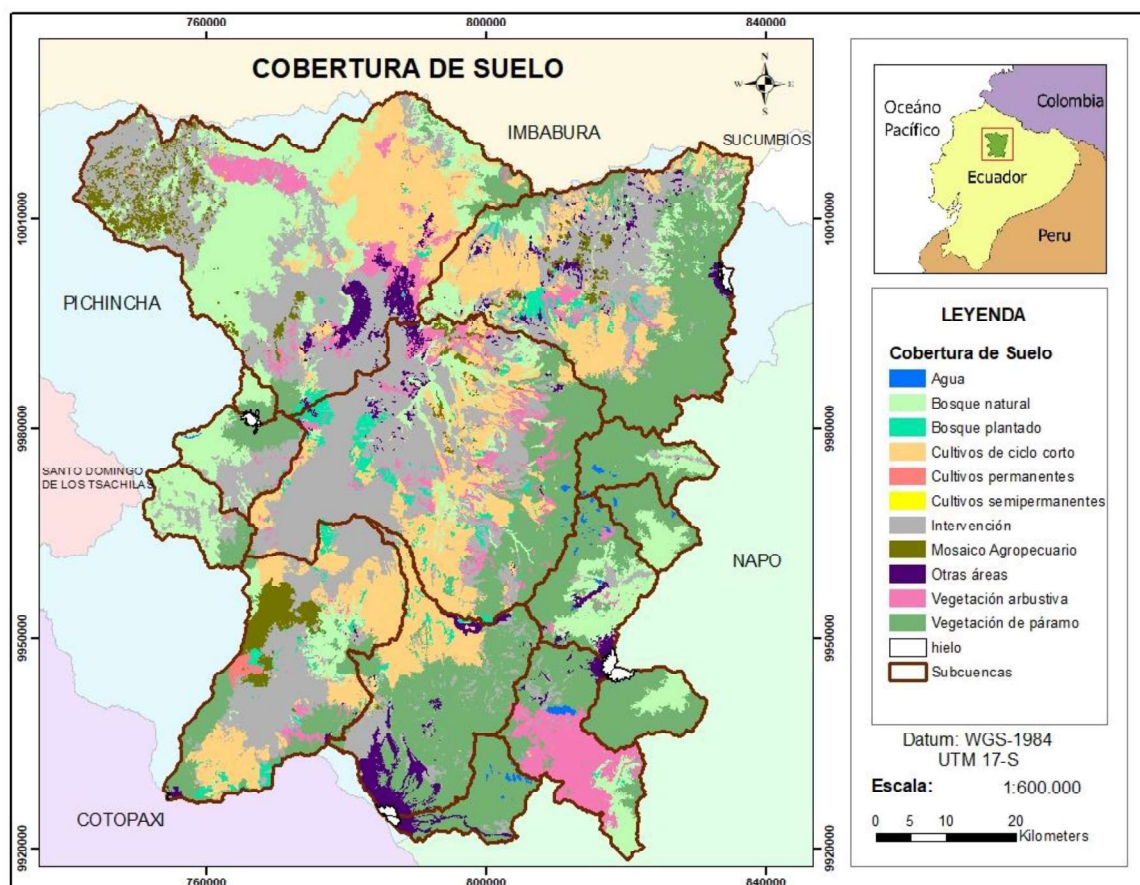


Figura 4.7: Mapa de uso y cobertura de suelo en la zona de estudio

Fuente: FONAG

Elaborado por: Viviana Bravo

La cobertura vegetal en la zona es variada. Según el FONAG (2011) en la cuenca San Pedro el manto vegetal natural alcanza el 45% del total de la unidad hidrográfica y se compone de páramos, bosque natural y vegetación arbustiva. En la unidad hidrográfica del río Pita, el mayor porcentaje de cobertura vegetal se conserva en estado natural con un 34,6 %. En la cuenca Guayllabamba alto el 40% de la superficie de la unidad hidrográfica corresponde a áreas pobladas y zonas agrícolas, un 15% pertenece a páramos. En la unidad hidrográfica del Pisque el 30% de la cobertura vegetal natural corresponde a páramos, pastos naturales y bosques. La cobertura vegetal de las cuencas orientales como Chalpi Grande, Oyacachi, Papallacta, Quijos y Tamboyacu en su mayoría está conformada por páramo.

El páramo es el ecosistema primordial para la provisión de agua de buena calidad y de forma continua a lo largo del año (Llambí et al., 2012); por esta razón son las cuencas de conservación y protección estratégica.

4.1.5 AHD del área de estudio

El Hydro-BID dispone de una base de datos de hidrología analítica en la cual se encuentran delimitadas las subcuencas y sus redes de drenaje para la región de América Latina y el Caribe (LAC-AHD), tal como lo describe Rineer et al., (2014). En la zona de estudio se encuentran delimitadas 1575 microcuencas cada una definida mediante un código único denominado COMID.

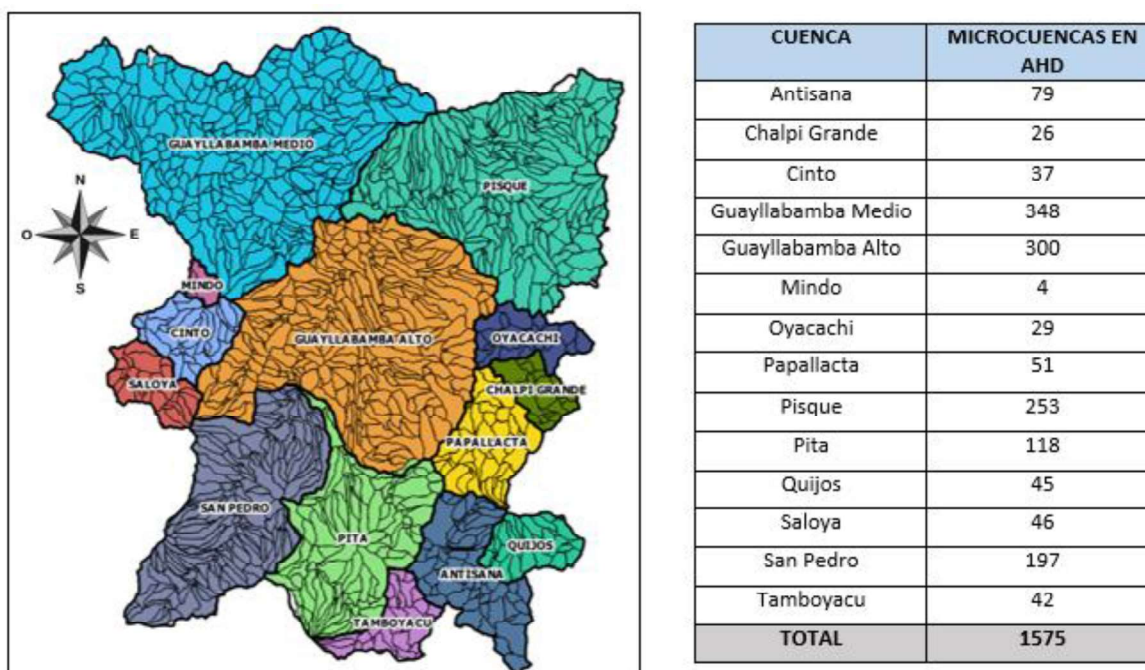


Figura 4.8: AHD del área de estudio
Realizado por: Viviana Bravo

Datos de Suelo

Los datos de suelo se obtienen de la Base de Datos Armonizada Mundial de Suelos (HWSD, por sus siglas en inglés). Cada tipo de suelo se clasifica en grupos hidrológicos basados en la clasificación del U.S. Department of Agriculture (USDA). El grupo hidrológico de suelo determina la propiedad de drenaje del suelo (Ver Tabla 4.3).

Tabla 4.3: Grupos Hidrológicos de suelos (HSG, por sus siglas en inglés)

HSG	DETALLE	CONTENIDO DE SUELO
A	Suelo con alta filtración	arena, franco arenoso, grava excesivamente drenada
B	Infiltración moderada	Franco limoso, franco, o limo)
C	Baja infiltración	Franco arcillo arenoso
D	Baja infiltración (Alta escorrentía)	Franco arcilloso, franco, limoso o arcilla

Fuente: (Hong et al., 2007)

4.1.6 Número de Curva

Además de la identificación de los grupos hidrológicos de suelo, otra variable importante en el modelo HydroBID, es el número de curva desarrollado por el Unified Soil Classification System de Estados Unidos (USCS) en 1972. Gaspari (2007) menciona que la escorrentía en una cuenca se puede estimar mediante el método de número de curva relacionado con el tipo y uso de suelo. Los valores de número de curva pueden variar de 1 a 100 según su grado de escurrimiento. En la Tabla 4.4 se muestran los números de curva almacenados en la AHD, los mismos que están distribuidos en 24 tipos de uso de suelo y en los grupos hidrológicos de la Tabla 4.3.

Tabla 4.4: Número de curva (adaptada del U.S. Department of Agriculture [USDA], 1986)

GRUPO HIDROLÓGICO DE SUELO					
N	TIPO DE USO DE SUELO	A	B	C	D
1	Tierras Urbanas y asentamientos humanos	82	88	92	93
2	Tierras agrícolas secas y pastizales	64	75	82	85
3	Tierras agrícolas irrigadas y pastizales	64	75	82	85
4	Tierras agrícolas mixtas secas/irrigadas	40	64	75	81
5	Agricultura / mosaico de pastizales	40	64	75	81
6	Agricultura /mosaicos de bosques claros	40	64	75	81
7	Pastizales	49	70	80	87
8	Bosques de arbustos	45	57	68	74
9	Bosques mixtos de arbustos/ pastizales	45	57	68	74
10	Sabana / arboréo - arbustivo	49	70	80	87
11	Bosque deciduo de hoja ancha	36	60	73	79
12	Bosque deciduo de hoja acicular	36	60	73	79
13	Bosque siempreverde de hoja ancha	36	60	73	79

GRUPO HIDROLÓGICO DE SUELO					
N	TIPO DE USO DE SUELO	A	B	C	D
14	Bosque siempreverde de hoja acicular	36	60	73	79
15	Bosque mixto	36	60	73	79
16	Cuerpos de agua	100	100	100	100
17	Humedales herbáceos	49	70	80	87
18	Humedales arbolados	49	70	80	87
19	Infértil o de poca vegetación	77	86	91	94
20	Tundra herbácea	45	57	68	74
21	Tundra arbolada	45	57	68	74
22	Tundra mixta	45	57	68	74
23	Tundra sin vegetación	77	86	91	94
24	Nieve o hielo	100	100	100	100

Fuente:(Rineer et al., 2014)

Según los datos en la AHD, en la zona de estudio se tienen cinco tipos de uso de suelo. En la Tabla 4.5, se muestra un resumen de los números de curva según el tipo de suelo y grupo hidrológico que existe para cada una de las subcuencas de estudio.

Tabla 4.5: Número de curva definido para cada una de las cuencas de acción de EPMAPS y FONAG

SUBCUENCA	% ÁREA	TIPO DE SUELO	GR	CN
Antisana	52	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
	13	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
	24	Agricultura / Mosaico de bosques claros	B	64
	11	Sabana / arbóreo-arbustivo	B	70
Chalpi Grande	85	Agricultura / Mosaico de bosques claros	B	64
	15	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Cinto	2	Agricultura / Mosaico de bosques claros	A	40
	9	Agricultura / Mosaico de bosques claros	D	81
	89	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	2	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
	6	Agricultura / Mosaico de bosques claros	A	40
	16	Agricultura / Mosaico de bosques claros	B	64
	16	Agricultura / Mosaico de bosques claros	D	81

SUBCUENCA	% ÁREA	TIPO DE SUELO	GR	CN
	30	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
	16	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
	14	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	13	Tierras agrícolas secas y pastizales	A	64
	6	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
	16	Agricultura / Mosaico de bosques claros	A	40
	4	Agricultura / Mosaico de bosques claros	B	64
	5	Agricultura / Mosaico de bosques claros	D	81
	18	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
	1	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
	11	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
	6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
	20	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	79
Mindo	19	Agricultura / Mosaico de bosques claros	A	40
	13	Agricultura / Mosaico de bosques claros	A	40
	18	Agricultura / Mosaico de bosques claros	A	40
	50	Agricultura / Mosaico de bosques claros	A	40
Oyacachi	12	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
	59	Agricultura / Mosaico de bosques claros	B	64
	29	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Papallacta	10	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
	90	Agricultura / Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	15	Tierras agrícolas secas y pastizales	A	64
	4	Agricultura / Mosaico de bosques claros	A	40
	24	Agricultura / Mosaico de bosques claros	B	64
	3	Agricultura / Mosaico de bosques claros	D	81
	2	Sabana / arbóreo-arbustivo	B	70
	6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
	33	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
	12	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pita	1	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
	23	Agricultura / Mosaico de bosques claros	B	64

SUBCUENCA	% ÁREA	TIPO DE SUELO	GR	CN
	41	Agricultura / Mosaico de bosques claros	D	81
	9	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
	2	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
	17	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
	7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Quijos	7	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
	27	Agricultura / Mosaico de bosques claros	B	64
	20	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
	47	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Saloya	100	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	17	Agricultura / Mosaico de pastizales	A	40
	11	Agricultura / Mosaico de bosques claros	A	40
	5	Agricultura / Mosaico de bosques claros	B	60
	8	Agricultura / Mosaico de bosques claros	D	81
	3	Sabana / arbóreo -arbustivo	A	49
	1	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
	48	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79	
Tamboyacu	36	Agricultura / Mosaico de bosques claros	B	64
	14	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
	50	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60

*GR: Grupo Hidrológico de suelo

En la zona de estudio se tienen tierras agrícola secas y pastizales en las cuencas Antisana, Guayllabamba Alto, Guayllabamba Medio, y en que pequeñas áreas de las subcuencas de Oyacachi y Quijos. También se definen zonas de agricultura y mosaico de pastizales en una pequeña región de la cuenca San Pedro. Se puede encontrar zonas arbóreas-arbustivas en las cuencas Antisana, Guayllabamaba Medio, Pisque, Pita, San Pedro y Tamboyacu. Adicionalmente, se tiene agricultura, mosaico de bosques claros y bosque siempre verde de hoja ancha en todas las subcuencas.

En la cuenca Antisana predomina el grupo hidrológico B que indica que el suelo permite una infiltración moderada de agua, además más del 50% del área corresponde a bosque siempreverde de hoja ancha. La cuenca Chalpi Grande en más de 80% está conformada por mosaicos de bosques claro según lo define la AHD, y el grupo hidrológico en toda la cuenca es B que indica la capacidad de infiltración moderada de agua. En la cuenca de Cinto, prevalece el bosque siempreverde de hoja ancha y el suelo tiene bajo potencial de escorrentía por ende la mayor cantidad de agua que ingresa al suelo tiende a filtrarse por presencia de arena o grava excesivamente drenada. La cuenca Guayllabamba alto presenta varias condiciones edafológicas, desde áreas con alta filtración hasta zonas con alto potencial de escorrentía, cabe destacar en esta subcuenca se localiza la zona urbana del DMQ. En las cuencas Oyacachi, Papallacta, Quijos y Tamboyacu predomina el grupo hidrológico B que identifica a los suelos con filtración moderada y se tienen números de curva mayor de 60. En estas condiciones, la escorrentía tiende a ser mayor a la infiltración lo que indican que son áreas con mayor disponibilidad de agua. El uso de suelo en la cuenca Pisque es variable con presencia de bosques, áreas arbustivas y zonas donde se desarrollan actividades agrícolas. En la cuenca Pita el 57% de los suelos tienen grupo hidrológico D, por ello se tienen números de curva mayores de 80 que indican un alto potencial de escorrentía con lo cual se favorecen los procesos erosivos, las inundaciones e incluso la desertificación del territorio. Sin embargo, esta cuenca se encuentra dentro de zonas de conservación con el fin de evitar la degradación del suelo y la afectación a la provisión del recurso hídrico. Finalmente, las cuencas Saloya y San Pedro presentan en mayor porcentaje del área, suelos con alta filtración y bajo potencial de escorrentía. Los tipos de suelo, grupos hidrológicos y número de curva para cada una de las microcuencas del área de estudio se enumeran en la Tabla 5.3 del Anexo 11.

4.2 SIMULACIÓN HIDROLÓGICA

4.2.1 Delimitación de las cuencas de calibración

La calibración se realizó en aquellas cuencas que tienen como punto de cierre una estación hidrométrica siendo un total de nueve cuencas, las estaciones

consideradas en el estudio son H12, H13, H15, H20, H33, H34, H0143, H0149 y H0159. Cada cuenca contiene a su vez, subcuencas más pequeñas según la delimitación almacenada en la base de hidrología analítica (AHD).

Las cuencas utilizadas para el modelo se pueden visualizar en la Figura 4.9.

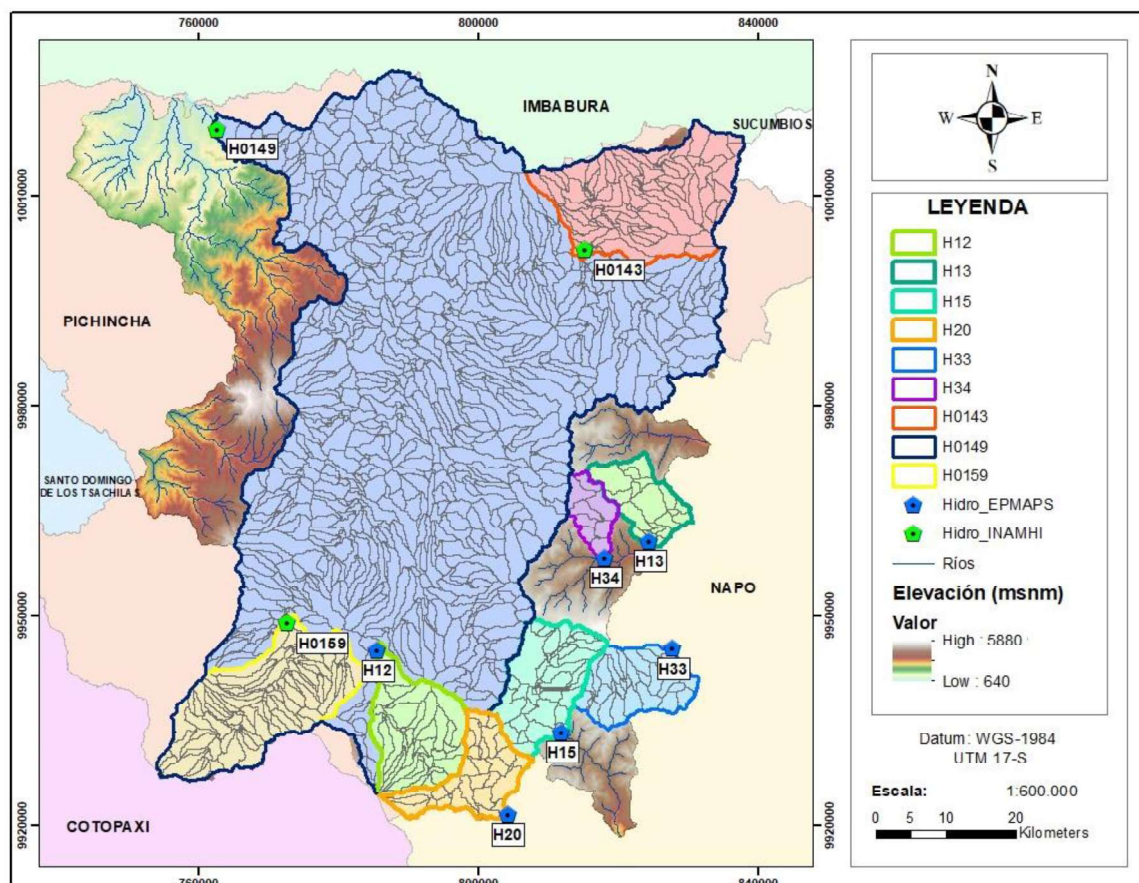


Figura 4.9: Cuencas delimitadas para la calibración
Realizado por: Viviana Bravo

La calibración y validación del modelo se realizó para cada una de las cuencas definidas con anterioridad. Para esto, se requiere determinar el código único de identificación (COMID) de la subcuenca almacenada en la AHD y que está localizada aguas abajo en el punto de cierre en la estación hidrológica. En la AHD cada cuenca está conformada por otras pequeñas subcuencas. En la Tabla 4.6 se enumeran y se describen las características de las cuencas utilizadas para la calibración y validación de HydroBID.

Tabla 4.6: Características de las cuencas delimitadas en la calibración

N	CUENCA	ÁREA TOTAL (Km²)	COMID	SUBCUENCAS
1	H12	197.19	303293401	42
2	H13	102.35	303195319	26
3	H15	186.53	303343042	43
4	H20	169.16	303342913	42
5	H33	145.15	303261225	45
6	H34	55.69	303199708	8
7	H143	396.88	303047813	89
8	H149	4678.84	303009310	1007
9	H159	359.88	303246066	91

4.3 RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA HERRAMIENTA

4.3.1 Periodo de calibración y validación

La escasez de información hidrológica diaria en la zona de estudio dificulta la calibración del modelo. Sin embargo, se tomó en cuenta el periodo de datos disponibles en cada estación para definir el periodo de años para calibrar y validar el modelo. Los periodos considerados tanto para la calibración y validación se muestran en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7: Periodos definidos para la calibración y validación de HydroBID

SUBCUENCA	PERIODO DE CALIBRACIÓN	PERIODO DE VALIDACIÓN
H12	2005 – 2010	2010 – 2016
H13	2005 – 2010	2010 – 2015
H15	2006 – 2012	2012 – 2015
H20	2007 – 2012	2012 – 2015
H33	2010 – 2012	2012 – 2015
H34	2010 – 2015	2014 – 2016
H143	2001 – 2010	2010 – 2015
H149	2003 – 2010	2010 – 2014
H159	2005 – 2010	2010 – 2014

4.3.2 Resultados de la calibración del modelo

Los parámetros que se utilizaron para la calibración y validación de la herramienta son: el número de curva, el contenido de agua disponible en el suelo, el coeficiente

r, el factor de infiltración, factores de evapotranspiración ET1, ET2 y el porcentaje de superficie impermeable. Las características de cada uno de estos parámetros se detallaron en el capítulo anterior en la Tabla 3.6. Los resultados de estos parámetros usados en la calibración se muestran en la Tabla 4.8.

Tabla 4.8: Resultados de la calibración del modelo

PARÁMETRO	H12	H13	H15	H20	H33	H34	H143	H149	H159
CN	1.02	1.4	1.1	1,6	0.25	1.5	1.5	1.1	1.2
AWC	0.8	1	1	2	0.001	1	0.5	0.1	1.2
R Coefficient	0.014	0.09	0.03	0.09	0.05	0.1	0.008	0.005	0.01
Seepage	0.02	0.04	0.14	0.001	0.04	0.004	0.0035	0.005	0.025
ET1	1	0.5	0.4	0.7	0.8	1	1	0.5	1
ET2	0.6	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.5	0.4	0.4
ICP	1	1	1	1	1	1	1	1	1

La calibración empezó con la variación de la infiltración o seepage, este parámetro permite aumentar o disminuir el volumen de escorrentía ya que relaciona la cantidad de agua que pasa de la superficie hacia el suelo. En las cuencas H12, H13, H15 y H33 se aumentó la infiltración con el fin de disminuir el volumen de escorrentía. Luego se modificó el coeficiente de recesión para ajustar los eventos de gran caudal. En el caso de altos caudales se trabajó con el número de curva y se ajustó el contenido disponible de agua para trabajar con los caudales bajos. Esto es debido a que el agua disponible en el suelo se relaciona con la respuesta de la planta para extraer agua de un perfil de suelo (Dercon et al., 2000). También se variaron los factores de evapotranspiración en el caso de tener cultivos en la zona y el porcentaje de superficie impermeable que, por defecto, es 1. El valor se mantuvo en todas las subcuencas.

4.3.2.1 Gráficos Obtenidos

Los gráficos son herramientas que proporcionan una visión preliminar del desempeño del modelo al permitir la comparación visual de los datos observados con los simulados. Por ende, en esta sección se presentan las series diarias de flujos observados vs simulados obtenidas con el modelo en cada una de las subcuencas de calibración.

Calibración en la estación H12

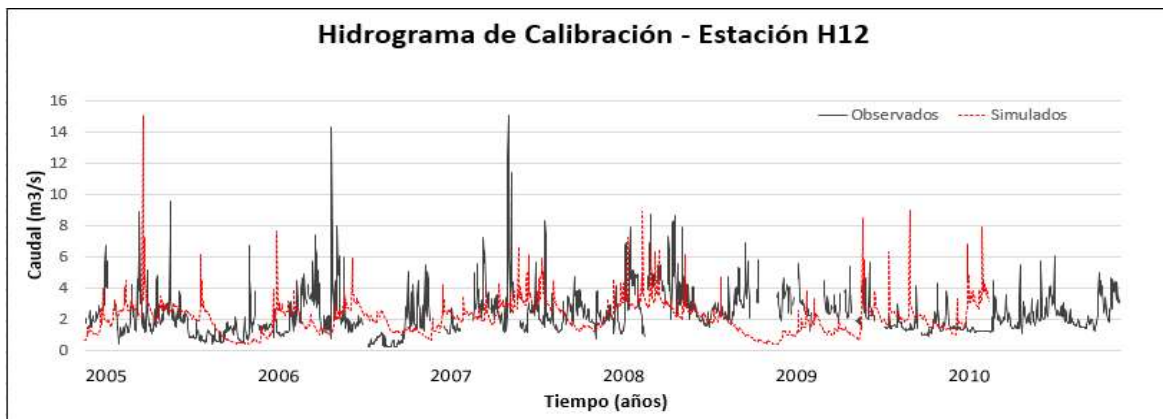


Figura 4.10: Hidrograma de calibración de la subcuenca delimitada por la estación H12. Realizado por: Viviana Bravo

En la Figura 4.10, se puede divisar que el modelo tiende a simular los caudales mínimos pero no representa adecuadamente los flujos altos. En la calibración se redujeron un poco las pérdidas por infiltración con el fin de aumentar el volumen de escorrentía e igualar los picos altos de caudal que se dieron a mediados del 2006 y 2007 pero esto ocasionaba también el aumento de los caudales bajos.

De igual forma, se varió el coeficiente de recesión y el contenido disponible de agua para controlar la escorrentía y tener mayor impacto en los caudales bajos, pero no se logró tener un mejor ajuste. Esto se debió a que el grupo hidrológico predominante en la cuenca según la AHD pertenecía al grupo D caracterizando a los suelos franco arcillosos con baja infiltración y alto potencial de escorrentía. El índice de Nash a nivel mensual obtenido fue 0.55.

Calibración en la estación H13

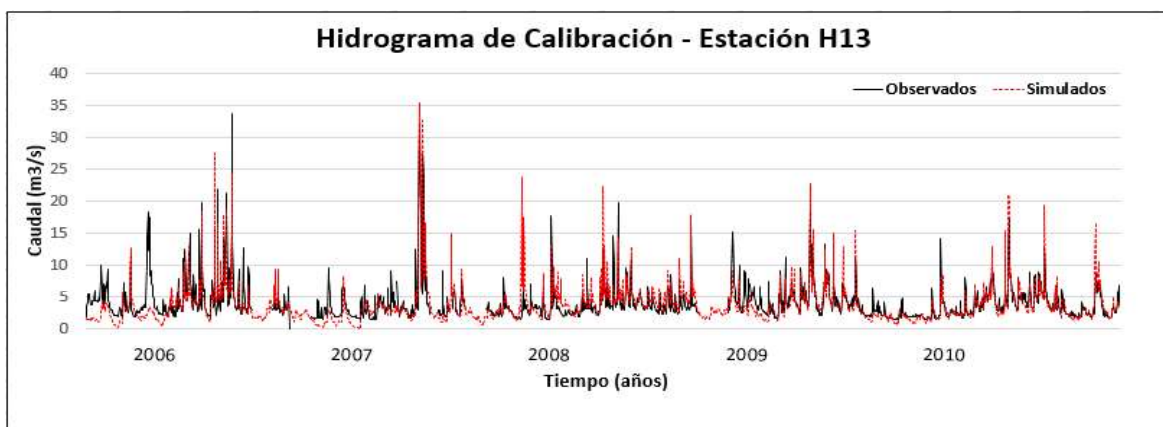


Figura 4.11: Hidrograma de calibración de la subcuenca delimitada por la estación H13.

En general, las series obtenidas de calibración en la subcuenca delimitada por la estación H13 se asemeja bastante bien a los datos observados, reflejando tanto los caudales bajos como los altos. La eficiencia de Nash-Sutcliffe obtenido fue de 0.64 a nivel mensual. La calibración de esta cuenca se realizó aumentando el número de curva con el fin de alcanzar los caudales altos. Aun así tiende a sobrestimar los flujos en algunos periodos para esto se varió el contenido disponible de agua en el suelo para afectar la infiltración y tener mayor impacto en los caudales bajos. Esta subcuenca según el mapa de suelo refleja pocas alteraciones antropogénicas y además se encuentra en una zona de conservación de la EPMAPS y FONAG.

Calibración en la estación H15

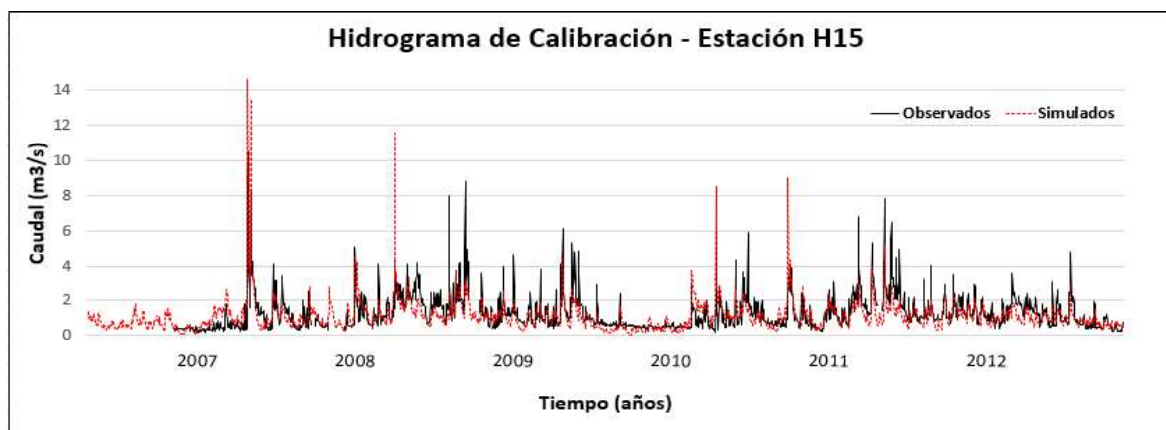


Figura 4.12: Hidrograma de calibración de la subcuenca delimitada por la estación H15.
Realizado por: Viviana Bravo

La calibración en la subcuenca H15 presenta resultados aceptables, con un índice de Nash a nivel mensual de 0.55. Sin embargo, el modelo no refleja los eventos extremos presenciados en los años 2008, 2009 y 2011 a pesar de que se aumentó el volumen de escorrentía y se utilizó el número de curva para alcanzar los caudales altos se logró un ajuste en los caudales medios y bajos pero no los picos altos de algunos periodos. En esta zona no se evidencian altos niveles de degradación de suelo (Figura 4.7).

Calibración en la estación H20

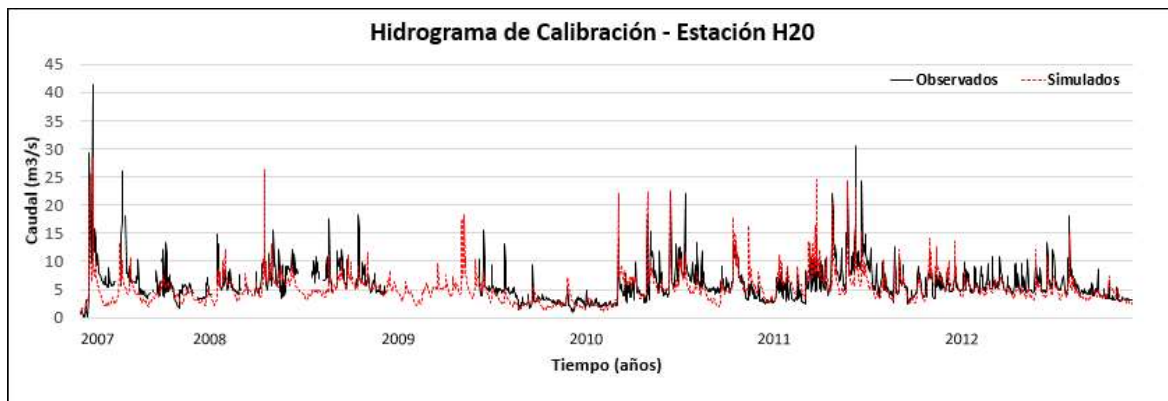


Figura 4.13: Hidrograma de calibración de la subcuenca delimitada por la estación H20.
Realizado por: Viviana Bravo

En la cuenca H20, se utilizaron altos valores de número de curva y de contenido disponible de agua en el suelo con el fin de aumentar el flujo y alcanzar los caudales altos del año 2010 y 2011. A pesar de que se logró alcanzar algunos eventos extremos no se logró el ajuste de todos, esto es debido a que el modelo no considera el aporte de caudal de los glaciares que se localizan en la cuenca. El índice de Nash calculado a nivel mensual fue de 0.15.

Calibración en la estación H33

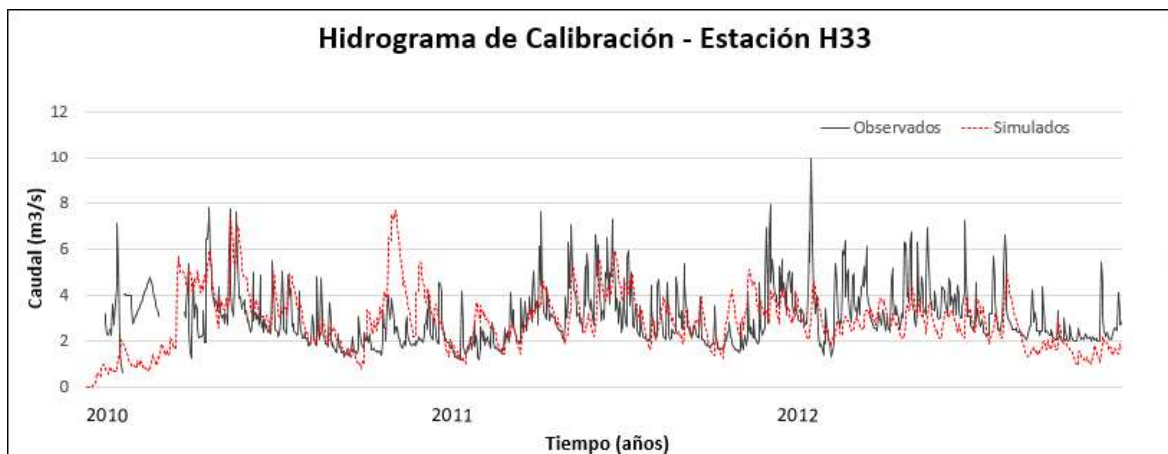


Figura 4.14: Hidrograma de calibración de la subcuenca delimitada por la estación H33.
Realizado por: Viviana Bravo

La serie de caudal observada en la cuenca H33 presenta varios periodos de alto flujo. En la calibración, para alcanzar los picos altos de caudal registrados por la estación, se disminuyó la infiltración para aumentar la escorrentía y se trabajó con el contenido de agua disponible en el suelo para afectar la infiltración y modificar

los caudales bajos. Sin embargo, no se logró una buena calibración y la serie simulada en la cuenca delimitada por la estación H33 difiere mucho con la serie de datos observados, esto se debe principalmente a la escasez de datos hidrológicos para la calibración. La eficiencia de Nash calculado fue de 0.28.

Calibración en la estación H34

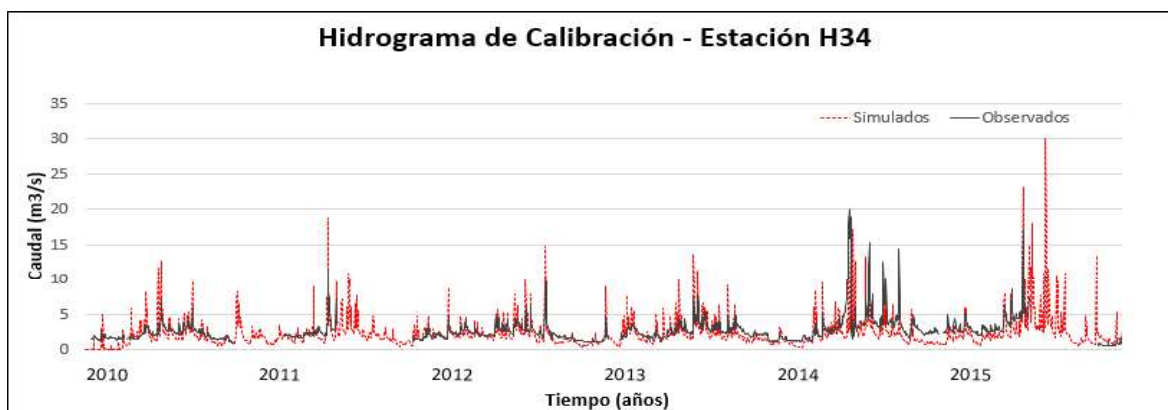


Figura 4.15: Hidrograma de calibración de la subcuenca delimitada por la estación H34.
Realizado por: Viviana Bravo

La calibración en la cuenca delimitada por la estación H34 se realizó variando los parámetros que permitan ajustar los caudales simulados a los observados, sobre todo los flujos altos del año 2014. Sin embargo, el modelo tendió a sobrestimar los caudales en la mayor parte de la serie. El índice de eficiencia de Nash-Sutcliffe a nivel mensual obtenido de la calibración fue de 0.71. En esta zona la mayor parte del área se tiene vegetación de páramo caracterizada por almacenar gran cantidad de agua.

Calibración en la estación H143

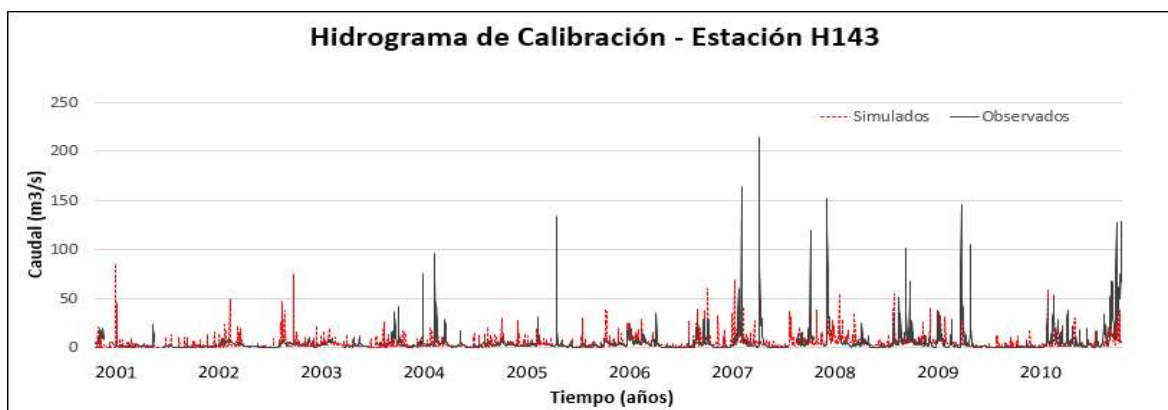


Figura 4.16: Hidrograma de calibración de la subcuenca delimitada por la estación H0143.
Realizado por: Viviana Bravo

En la Figura 4.16 se muestran que el modelo sobreestima los caudales mínimos y no simula los eventos de mayor caudal. El índice de Nash calculado a nivel mensual fue de 0.31. En el trabajo de Guillén (2019) se menciona que esta subcuenca tiene tendencias decrecientes en sus caudales mensuales, en los mínimos anuales y en su caudal base. Esto se debe a la agricultura y extensa ganadería que se desarrolla en la zona provocando la disminución de caudal que puede aportar la subcuenca.

Calibración en la estación H149



Figura 4.17: Hidrograma de calibración de la subcuenca delimitada por la estación H0149. Realizado por: Viviana Bravo

La estación H149 registra caudales de hasta 300 m³/s durante el periodo analizado, para ajustar los caudales simulados a los observados se trabajó con el número de curva para los picos altos. Además, se varió los factores de evapotranspiración relacionados con la presencia y tipos de cultivo que indican un aumento adicional de pérdidas por evapotranspiración debido a que esta estación abarca gran superficie del área de estudio donde se tiene varios tipos de cultivos. En la Figura 4.17 se muestra que los caudales simulados se asemejan bastante bien a los observados y se obtuvo un índice de eficiencia de Nash a nivel mensual de 0.89.

Calibración en la estación H159

La serie de caudal obtenida con el modelo difiere de los datos observados, puesto que presenta valores de caudal mayores que los datos observados, debido al intento de alcanzar los picos del año 2008 y 2009. La eficiencia de Nash calculada a nivel mensual fue de 0.68. En el trabajo de Guillén (2019), se mencionan que, tanto los caudales mensuales como los caudales máximos y mínimos anuales

tienden a disminuir. Esto se debe a que en los últimos años, en esta cuenca se han venido desarrollado prácticas agropecuarias ocasionando la erosión del suelo.



Figura 4.18: Hidrograma de calibración de la subcuenca delimitada por la estación H159.
Realizado por: Viviana Bravo

4.3.2.2 Evaluación de la calibración

Adicionalmente, a más de las herramientas gráficas mostradas en la sección anterior, se debe utilizar parámetros estadísticos cuantitativos para la evaluación de la simulación (Moriassi et al., 2007). La evaluación de la calibración con HydroBID, se realizó mediante el cálculo de varios parámetros estadísticos como son: el porcentaje de error de volumen (OVE %), el coeficiente de correlación (r), el coeficiente de correlación modificado y el parámetro de eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE). Los resultados obtenidos tanto en la calibración y validación del modelo se pueden visualizar en la Tabla 4.9 y en la Tabla 4.10.

Tabla 4.9: Evaluación de la calibración del modelo

EVALUACIÓN DE LA CALIBRACIÓN									
SUBCUENCA	H12	H13	H15	H20	H33	H34	H143	H149	H159
PERIODO DE CALIBRACIÓN	2005	2005	2006	2007	2010	2010	2001	2003	2005
	2010	2010	2012	2012	2015	2015	2010	2010	2010
Estadísticos Diarios									
OVE%	-2,7	4,97	-10,33	-32,61	-8,91	-15,19	-19,6	0,65	-8,34
Correlation (r)	0,54	0,75	0,7	0,64	0,41	0,67	0,25	0,77	0,67
rmod	0,44	0,72	0,62	0,63	0,31	0,61	0,12	0,62	0,56
NSE	0,21	0,47	0,44	-0,14	-0,01	0,22	0	0,58	0,4

Estadísticos Mensuales									
OVE%	-3,71	-3,83	-10,59	-33,51	-9,15	-13,06	-19,62	0,07	-9,25
Correlation (r)	0,77	0,86	0,77	0,86	0,71	0,88	0,61	0,94	0,84
rmod	0,75	0,74	0,63	0,52	0,67	0,82	0,25	0,87	0,61
NSE	0,55	0,64	0,55	0,15	0,28	0,71	0,31	0,89	0,68

*OVE% :Overall Volume Error

**rmod: Modified correlation coefficient

***NSE: Nash-Sutcliffe Efficiency

A pesar que el coeficiente de correlación r se usa mucho en la evaluación de modelos, se debe tomar en cuenta que éste es un parámetro sensible a los valores atípicos y menos sensible cuando se presentan diferencias proporcionales entre los datos medidos y los resultantes del modelo (Legates y McCabe, 1999).

Según Moriasi et al., (2007) los valores de NSE que varían entre 0.5 y 1.0 son indicadores de rendimiento aceptables del modelo, mientras que los valores <0.5 indican que el valor medio observado es un mejor predictor que el valor simulado, por lo tanto el modelo no tiene buen desempeño. La eficiencia de Nash se considera un parámetro adecuado para indicar el ajuste general de un hidrograma (Sevat Y Dezetter, 1991). En este trabajo la cuenca delimitada por la estación H13 y H149 presentan los valores más altos de NSE. Además, este parámetro calculado a nivel mensual es mayor mientras que a nivel diario desciende más de 30 %, esto se debe a la escasa precisión en la medición de los aportes en aguas bajas. También se debe considerar que en situaciones en las que no existe una serie de tiempo medida completa, por ejemplo, cuando solo están disponibles unas pocas muestras al año, es posible que los datos no sean suficientes para el análisis utilizando las estadísticas recomendadas.

4.3.3 Resultados de la validación del modelo

La validación se realizó en las nueve subcuencas que fueron calibradas anteriormente. Este proceso de validación consistió en el uso de los mismos parámetros de la Tabla 4.8 en un período distinto al de la calibración (ver Tabla 4.7).

4.3.3.1 Evaluación de la validación

La evaluación de la validación del modelo, se realizó de la misma forma que en el proceso de calibración y se obtuvieron los siguientes resultados estadísticos:

Tabla 4.10: Evaluación de la validación del modelo

EVALUACIÓN DE LA VALIDACIÓN									
SUBCUENCA	H12	H13	H15	H20	H33	H34	H143	H149	H159
PERIODO DE VALIDACIÓN	2010 2016	2012 2015	2012 2015	2012 2015	2012 2015	2014 2016	2010 2015	2010 2014	2010 2014
Estadísticos Diarios									
OVE%	-6,56	-1,39	-10,33	-24,98	-38,69	51,68	35,78	-2,66	-1,95
Correlation (r)	0,58	0,81	0,7	0,76	0,13	0,63	0,33	0,75	0,69
rmod	0,56	0,78	0,62	0,63	0,1	0,49	0,26	0,53	0,56
NSE	0,11	0,62	0,44	0,17	-1,38	-0,27	-0,89	0,56	0,18
Estadísticos Mensuales									
OVE%	-3,71	-3,83	-10,59	-27,01	-38,86	57,76	34,33	-3,41	-2,11
Correlation (r)	0,77	0,86	0,77	0,85	0,56	0,78	0,77	0,93	0,82
rmod	0,75	0,74	0,63	0,58	0,38	0,67	0,76	0,76	0,74
NSE	0,55	0,64	0,55	0,45	-0,21	0,23	0,42	0,85	0,59

*OVE% :Overall Volume Error

**rmod: Modified correlation coefficient

***NSE: Nash-Sutcliffe Efficiency

Generalmente la evaluación de un modelo de simulación se realiza comparando los resultados obtenidos con los datos observados asumiendo que los errores obtenidos corresponden completamente a la salida del modelo. Sin embargo, como lo menciona el estudio de Moriasi et al., (2007), en la modelación de cuencas hidrográficas se debe considerar también los errores debido a la incertidumbre en las mediciones de datos que se consideran la base para la comparación del modelo.

4.4 ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS

En esta sección se realiza la discusión de los resultados obtenidos en la simulación con el uso de HydroBID en cada una de las cuencas de acción de EPMAPS-FONAG. Adicionalmente, se comparan los resultados de la simulación obtenidos por HydroBID con los resultados presentados en otros estudios con el uso de WEAP e INVEST.

4.4.1 Resultados de la simulación

La simulación con HydroBID se realizó en cada uno de las cuencas de trabajo de EPMAPS y FONAG para el periodo 2001 a 2017. La calibración y validación del modelo permitió identificar las cuencas con mejor ajuste y los parámetros para la simulación. De esta forma se utilizaron los parámetros de calibración de la subcuenca definida por la estación H149 para simular en las cuencas Guayllabamba Medio, Guayllabamba Alto, Mindo, Cinto, Pisque, Saloya, San Pedro y Pita y los parámetros de la cuenca H13 para la simulación en Chalpi Grande, Oyacachi, Quijos, Papallacta, Antisana y Tamboyacu.

Los caudales obtenidos de la simulación se pueden visualizar del Anexo 12 al 25. En la Figura 4.19, se muestra la variación promedio mensual multianual de caudal simulado en m^3/s en cada una de las cuencas. La temporada de mayor caudal en las cuencas Guayllabamba Medio, Guayllabamba Alto, Mindo, Cinto, Saloya, San Pedro y Pita empieza desde inicio de año hasta abril o mayo donde se generan los picos más altos de flujo de agua. Esto se relaciona con el periodo de mayores precipitaciones como se muestra en el mapa de la Figura 4.2. Al contrario de las cuencas orientales que se dispone de mayor caudal en los meses de junio y julio.

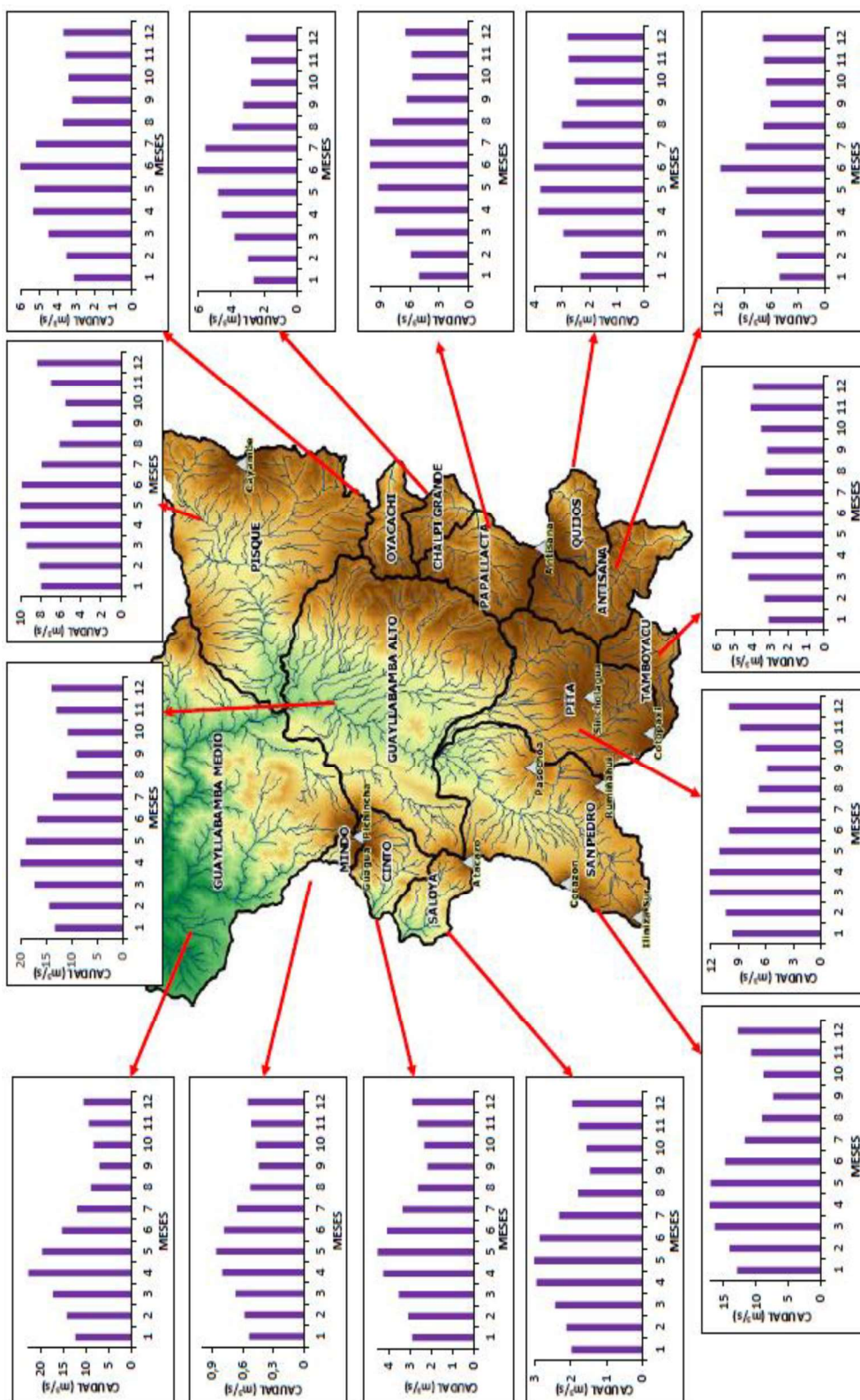


Figura 4.19: Caudal promedio mensual multianual simulado en la cuenca alta del Río Guayllabamba y las unidades hídricas aportantes de agua al DMQ (Período 2001 - 2017).
Realizado por: Viviana Bravo

4.4.2 Disponibilidad de agua

El agua es uno de los recursos vitales y el 70% de la superficie del planeta es agua, y de toda el agua existente en el planeta apenas el 3% es agua dulce. No obstante, del total de agua dulce la cantidad aprovechable y utilizable directamente por el ser humano es un 20% y está distribuida desigualmente y su disponibilidad es muy variable. (Tolba, 1992). Las montañas, bosques y páramo son ecosistemas que proveen agua y permiten recargar los cuerpos hídricos como los lagos, ríos y acuíferos de poca profundidad siendo estos, las más cercanas y principales fuentes de agua dulce para zonas urbanas y rurales (Ramsar, 2010). En el caso del páramo es un ecosistema que actúa como fuente y regulador de la disponibilidad de agua, debido a que su vegetación y sus suelos permiten la captación del agua proveniente de las precipitaciones, acumular una parte en el suelo y posteriormente liberar el agua paulatinamente a los manantiales y ríos (Llambí et al., 2012).

La simulación con HydroBID permitió identificar las subcuencas con mayor disponibilidad de agua, esto se realizó mediante el cálculo de caudal específico en cada una de las cuencas de estudio. Como se puede apreciar en el mapa de la Figura 4.20, las zonas con mayor cantidad de agua disponible son aquellas localizadas en la zona oriental cuyo drenaje se dirige hacia la Amazonía. En esta zona el ecosistema sobresaliente es el páramo y los suelos de este ecosistemas funcionan como una esponja que absorbe agua y la libera lentamente hacia el subsuelo o la superficie (Llambí et al., 2012)

La cuenca Chalpi Grande es una de las que provee mayor cantidad del recurso hídrico, esto se debe a que la subcuenca no posee alteraciones significativas como erosión, actividades de pastoreo o ganadería y se encuentra dentro de un área de conservación de la EPMAPS y FONAG. Por esta razón, se tomó en cuenta esta zona para el proyecto Ramal Chalpi Grande - Papallacta con el fin de captar un caudal de 2.2 m³/s del río Chalpi Grande y sus afluentes y, conducirlo al sistema Papallacta para garantizar el suministro de agua al DMQ hasta el año 2040. En contraste, las cuencas de la zona occidental como Guayllabamba Alto, Guayllabamba Medio y Pisque no proveen gran cantidad de agua debido a que la escorrentía que se puede obtener de los ecosistemas cultivados y los sitios urbanos es muy poca.

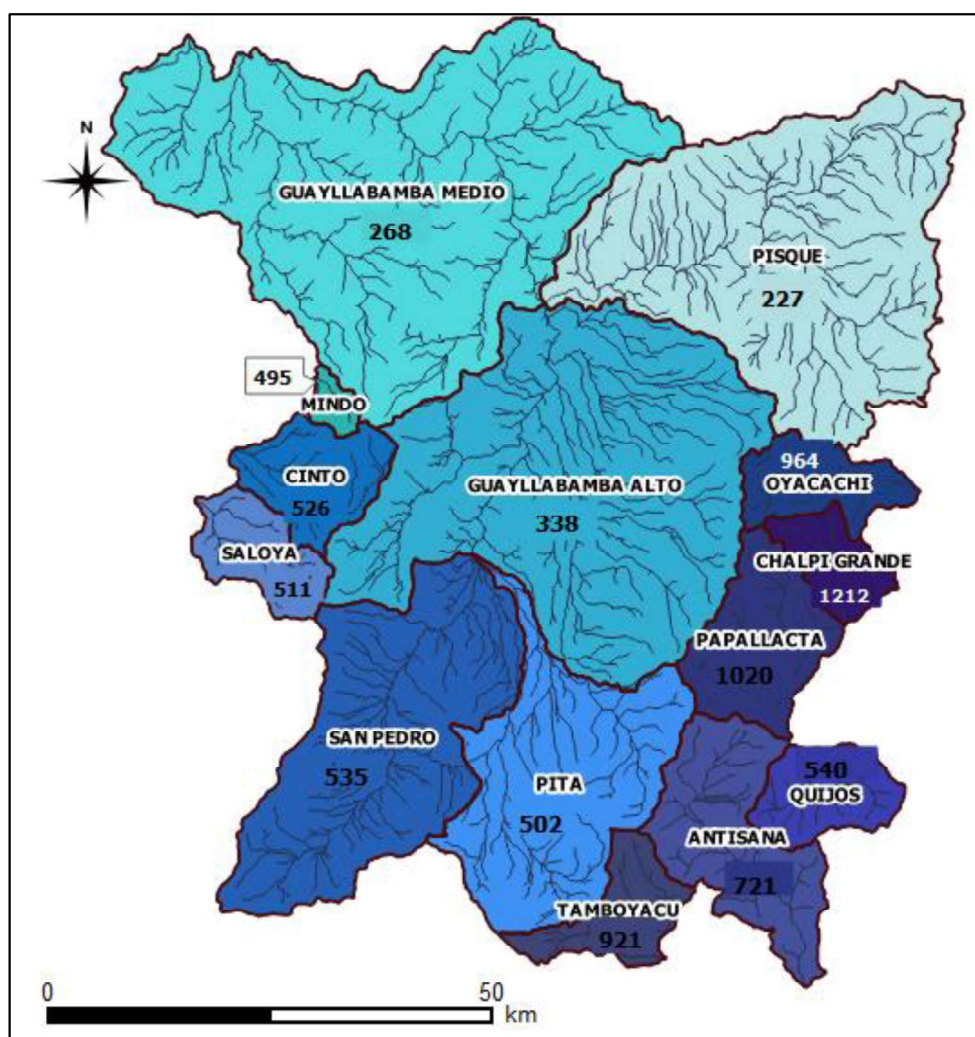


Figura 4.20: Mapa de disponibilidad de agua en la cuenca (mm/año).
Realizado por: Viviana Bravo

4.4.3 Análisis de resultados entre HydroBID y WEAP

Los resultados obtenidos de la simulación con HydroBID se compararon con los caudales simulados con WEAP en el trabajo de Rocha (2019). El Sistema de Evaluación y Planificación del Agua (WEAP) genera resultados a escala mensual por tal razón se calcularon los valores de caudal resultantes de HydroBID a nivel mensual para el análisis correspondiente. Las cuencas seleccionadas para este análisis fueron la cuenca delimitada por la estación H0149 (Guayllabamba en Puente Chacapata) y por la estación H13 (Chalpi Grande).

Simulación en la cuenca delimitada por la estación H0149

Tabla 4.11: Resultados de los caudales mensuales simulados con HydroBID en la cuenca Guayllabamba en Pte Chacapata para el periodo 2001 – 2017

SIMULACIÓN MULTIANUAL MENSUAL DE CAUDAL CON HYDROBID												
Estación Guayllabamba en Pte Chacapata		Latitud		0,177								
Código H0149		Longitud		-78,64								
CAUDAL MENSUAL (m ³ /s)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2001	10,2	18,7	41,5	36,3	35,0	31,6	24,5	19,5	16,8	15,5	21,0	36,1
2002	40,4	31,5	43,2	68,5	58,0	54,7	40,2	29,5	22,3	34,1	52,8	59,0
2003	49,6	45,6	50,4	69,4	58,3	51,7	42,4	32,4	26,0	29,2	37,6	41,3
2004	43,8	34,2	33,0	41,9	46,6	41,6	32,1	25,5	22,3	26,7	36,0	47,1
2005	39,8	57,1	56,4	53,1	50,6	42,8	35,6	27,5	22,6	27,1	35,4	41,9
2006	46,6	63,2	79,7	83,5	74,7	71,3	51,2	38,2	29,3	29,8	58,5	68,1
2007	59,0	53,9	66,7	82,0	75,8	70,0	54,6	43,0	33,8	43,0	55,5	55,3
2008	60,7	78,7	102,5	111,7	114,8	96,8	78,2	63,1	54,1	70,4	77,5	79,5
2009	91,8	90,0	97,2	85,5	73,5	62,3	50,1	38,2	29,1	25,7	27,4	37,2
2010	32,5	32,0	27,7	53,0	54,2	53,3	54,5	44,3	38,2	38,0	58,8	81,6
2011	74,5	93,1	89,5	119,9	89,0	73,8	60,5	54,4	45,1	56,1	46,3	56,5
2012	70,7	67,1	70,9	80,2	67,9	51,9	40,1	30,8	24,1	28,3	39,5	36,0
2013	32,8	59,9	49,1	54,1	65,0	55,3	42,7	33,8	27,3	34,9	35,6	37,4
2014	47,5	47,0	64,3	54,1	66,0	55,6	44,1	34,2	31,0	41,5	47,8	44,9
2015	40,0	43,2	55,8	53,0	48,2	40,9	34,0	27,9	21,7	24,2	33,8	29,3
2016	35,1	28,4	44,4	72,9	58,1	51,8	41,2	31,6	27,1	33,7	31,1	37,9
2017	57,7	58,4	94,4	89,0	99,7	86,6	67,6	52,6	43,0	51,1	48,6	57,8
Prom	49,0	53,1	62,8	71,1	66,8	58,4	46,7	36,8	30,2	35,8	43,7	49,8

Tabla 4.12: Caudales mensuales simulados con WEAP en la cuenca Guayllabamba en Pte Chacapata para el periodo 2001 – 2017

SIMULACIÓN MULTIANUAL MENSUAL DE CAUDAL CON WEAP												
Estación Guayllabamba en Pte Chacapata		Latitud		0,177								
Código H0149		Longitud		-78,64								
CAUDAL MENSUAL (m ³ /s)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2001	34,5	21,9	25,0	19,9	13,9	10,0	7,4	5,5	6,2	5,4	7,6	14,2
2002	19,2	15,7	26,9	61,7	38,3	22,8	14,0	10,0	9,1	18,7	28,3	41,9
2003	27,7	28,2	30,2	52,9	34,2	27,0	19,5	14,7	14,9	18,9	30,6	28,1
2004	22,6	20,7	19,8	29,8	32,9	23,1	17,4	14,8	15,9	19,6	28,2	32,8
2005	25,8	33,9	42,5	40,5	30,3	25,6	20,1	16,6	16,3	18,8	21,9	34,6
2006	34,2	46,1	73,9	88,0	50,1	38,5	25,3	19,2	17,6	20,8	48,7	63,7
2007	43,2	33,4	47,6	88,5	64,4	47,2	31,6	25,2	22,3	31,5	53,6	45,6
2008	53,6	81,1	117,4	128,8	124,5	78,6	44,3	38,6	36,7	65,7	67,9	72,0
2009	98,3	90,1	96,3	67,6	49,5	42,7	34,8	29,6	26,5	26,6	29,5	35,5
2010	29,9	31,5	27,4	47,5	51,5	45,2	44,6	34,9	33,3	32,2	60,2	84,3
2011	65,4	96,1	81,5	146,4	68,2	47,0	41,4	37,1	34,5	37,0	39,5	47,2
2012	74,7	81,1	64,2	79,7	48,7	36,1	29,5	26,5	25,2	29,1	40,6	32,7
2013	28,6	54,2	48,3	49,3	66,5	41,5	29,8	26,8	26,2	32,6	33,6	30,8
2014	39,3	46,2	59,0	51,1	53,5	41,7	31,3	26,4	27,9	37,8	44,3	37,5
2015	35,2	38,3	49,8	45,7	35,1	30,5	29,2	25,6	23,0	25,4	32,1	25,4
2016	27,5	27,4	33,8	74,3	50,9	40,0	31,2	24,9	25,5	29,4	27,5	30,1
2017	53,0	64,0	121,5	93,0	92,1	68,5	39,9	32,8	29,8	37,0	39,1	47,5
Prom	41,9	47,6	56,8	68,5	53,2	39,2	28,9	24,1	23,0	28,6	37,2	41,4

Para visualizar de mejor manera los resultados se graficó la serie simulada de caudal en m³/s obtenida por los dos modelos de simulación de 2001 a 2017 y se agregó la serie de datos observados para el periodo disponible:

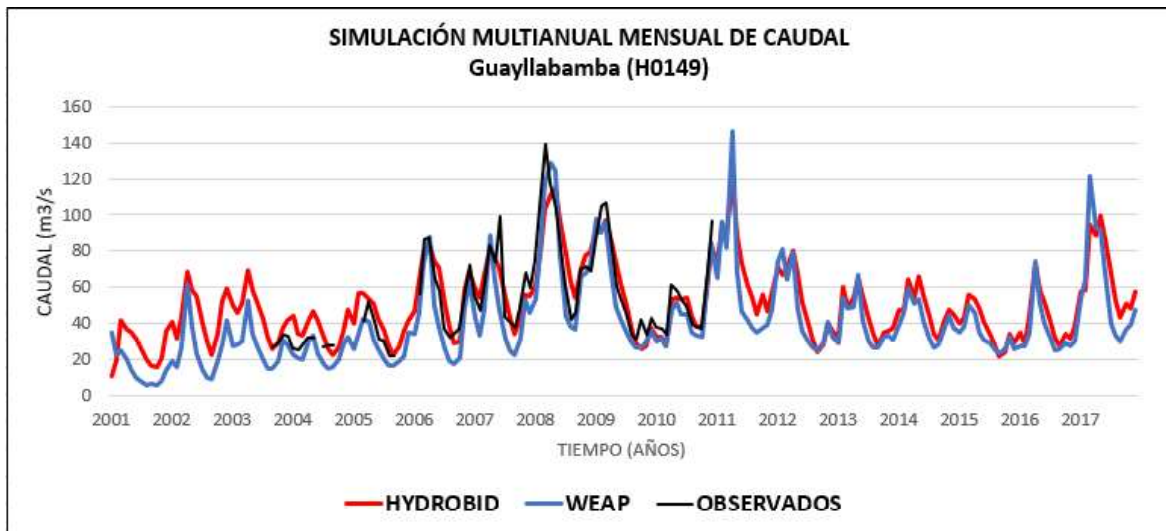


Figura 4.21: Simulación de caudal en la subcuenca Guayllabamba para el periodo 2011-2017 con HydroBID y WEAP.
Realizado por: Viviana Bravo

Como se observa en la Figura 4.21, la serie obtenida con HydroBID se asemeja a la serie obtenida con WEAP. El periodo de datos observados disponibles es de 2006 a 2010, a pesar de ser un periodo corto se puede visualizar que los dos modelos logran reproducir los caudales altos del 2007 a 2009 y los caudales mínimos dados en todo el periodo. La correlación lineal entre los dos modelos fue de 0.83.

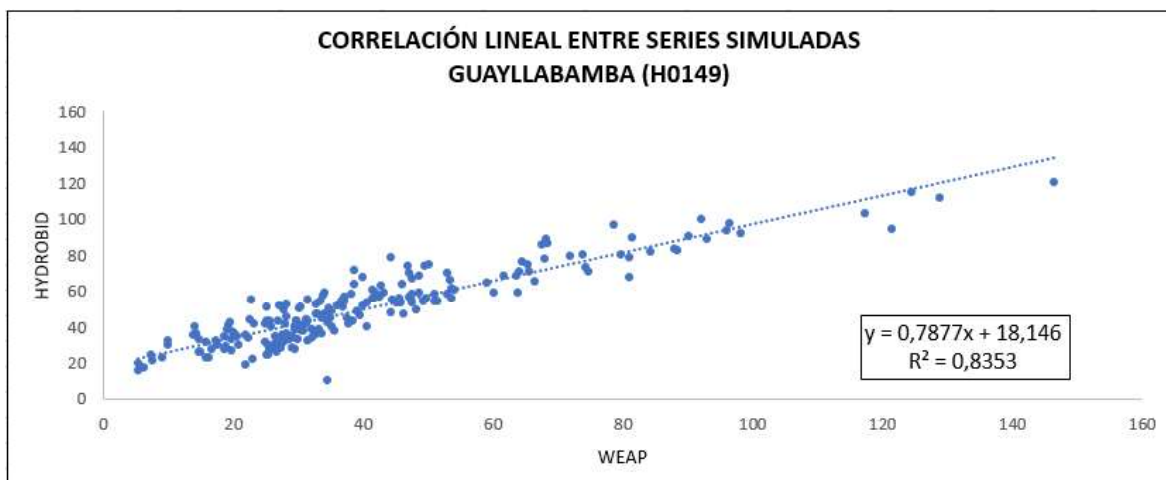


Figura 4.22: Gráfico de correlación lineal de los resultados obtenidos de la simulación con HydroBID y WEAP en la subcuenca Guayllabamba.
Realizado por: Viviana Bravo

Simulación en la cuenca delimitada por la estación H13 (Chalpi Grande)

Los resultados se pueden ver en la Tablas 4.13 y 4.14.

Tabla 4.13: Caudales mensuales simulados con HydroBID en la subcuenca Chalpi Grande

SIMULACIÓN MULTIANUAL MENSUAL DE CAUDAL CON HYDROBID												
Estación Chalpi Grande		Latitud		-0,354								
Código H13		Longitud		-78,09								
CAUDAL MENSUAL (m ³ /s)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2001	1,17	0,24	0,72	3,12	1,79	3,30	2,82	1,45	1,55	0,98	3,90	5,46
2002	4,79	0,98	4,30	5,08	1,94	4,67	0,18	0,67	1,97	6,37	6,72	6,31
2003	1,57	4,35	4,98	4,58	9,70	6,55	7,77	2,47	2,63	2,18	1,74	2,92
2004	1,26	1,44	6,39	4,13	4,64	5,06	3,47	3,68	1,20	1,35	1,80	2,51
2005	1,17	4,73	4,01	9,06	4,69	7,08	4,79	3,07	2,98	1,55	2,39	3,06
2006	2,26	1,65	3,61	5,13	4,47	8,38	5,01	2,24	4,09	2,75	2,08	1,04
2007	1,87	0,89	3,38	3,20	2,60	11,19	2,31	3,89	2,88	1,71	3,28	5,09
2008	2,93	4,73	3,34	4,21	5,57	5,23	5,42	4,32	4,43	5,91	2,93	2,63
2009	4,10	3,16	2,28	3,23	4,77	5,84	5,72	4,69	2,21	1,95	1,72	1,56
2010	1,90	3,25	2,61	3,94	4,29	6,79	4,22	5,28	3,39	2,05	5,26	2,94
2011	2,59	3,15	3,29	4,97	6,55	7,16	8,88	4,36	4,38	2,45	1,99	4,04
2012	3,44	4,05	4,35	4,16	4,62	5,20	6,15	4,92	2,65	2,45	1,42	2,28
2013	3,37	5,47	4,05	3,70	5,16	5,03	6,97	5,10	4,50	3,79	2,44	2,26
2014	2,84	1,06	4,25	4,46	4,64	8,46	6,10	5,18	4,45	2,92	2,00	2,37
2015	3,42	4,14	3,27	4,74	5,17	13,39	10,92	6,24	3,05	2,77	2,99	3,00
2016	1,69	4,63	5,79	6,34	5,53	10,37	6,76	3,64	5,21	2,42	1,40	1,83
2017	4,01	2,41	3,75	3,65	5,56	6,24	7,37	5,32	3,81	3,99	2,94	3,34
Prom	2,61	2,96	3,79	4,57	4,80	7,06	5,58	3,91	3,26	2,80	2,76	3,10

Tabla 4.14: Caudales mensuales simulados con WEAP en la subcuenca Chalpi Grande

SIMULACIÓN MULTIANUAL MENSUAL DE CAUDAL CON WEAP												
Estación Chalpi Grande		Latitud		-0,354								
Código H13		Longitud		-78,09								
CAUDAL MENSUAL (m ³ /s)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2001	2,77	1,99	1,55	2,71	1,69	2,23	2,58	1,08	1,85	1,69	3,65	3,74
2002	4,52	3,50	5,21	4,71	3,20	4,17	2,07	2,59	3,11	6,10	4,74	5,85
2003	3,19	4,93	5,36	4,79	8,85	6,61	7,45	3,09	3,97	3,32	3,49	3,60
2004	2,12	3,40	5,69	4,88	5,31	4,70	3,92	3,74	1,94	2,82	2,74	3,11
2005	2,28	5,01	4,39	7,80	5,23	6,75	4,86	3,77	4,05	2,54	3,05	4,41
2006	2,98	2,44	4,35	5,17	4,89	7,62	4,70	2,93	5,11	3,59	2,57	2,34
2007	2,65	2,26	3,76	3,31	2,89	8,98	2,33	4,41	2,98	2,44	3,88	5,74
2008	3,66	4,95	3,85	4,86	5,47	5,83	5,38	5,07	5,17	6,35	3,26	3,76
2009	4,71	4,15	3,31	3,93	5,02	6,04	5,86	5,47	3,11	2,74	2,99	2,62
2010	2,84	3,98	3,41	4,58	4,34	6,81	4,76	5,35	4,14	3,23	5,85	3,74
2011	3,11	4,48	4,04	5,93	7,05	6,79	8,81	5,16	5,23	3,57	3,69	4,85
2012	4,16	5,18	5,30	5,21	5,85	6,02	6,49	5,48	3,37	3,64	3,09	3,62
2013	3,93	6,89	4,22	4,96	6,55	5,18	7,35	5,51	5,56	4,40	3,83	3,42
2014	4,12	2,70	5,03	5,25	5,00	7,57	6,00	5,96	5,18	4,66	3,64	4,14
2015	4,54	4,72	4,90	6,11	5,63	11,61	10,23	6,33	3,51	4,25	4,17	4,77
2016	2,44	6,00	6,27	7,10	6,39	9,64	6,92	4,33	6,20	3,43	3,42	2,91
2017	5,30	3,54	5,04	4,38	5,74	6,17	6,60	5,59	4,62	4,78	3,99	4,62
Prom	3,49	4,12	4,45	5,04	5,24	6,63	5,66	4,46	4,06	3,74	3,65	3,96

De la simulación realizada se obtienen los siguientes gráficos:

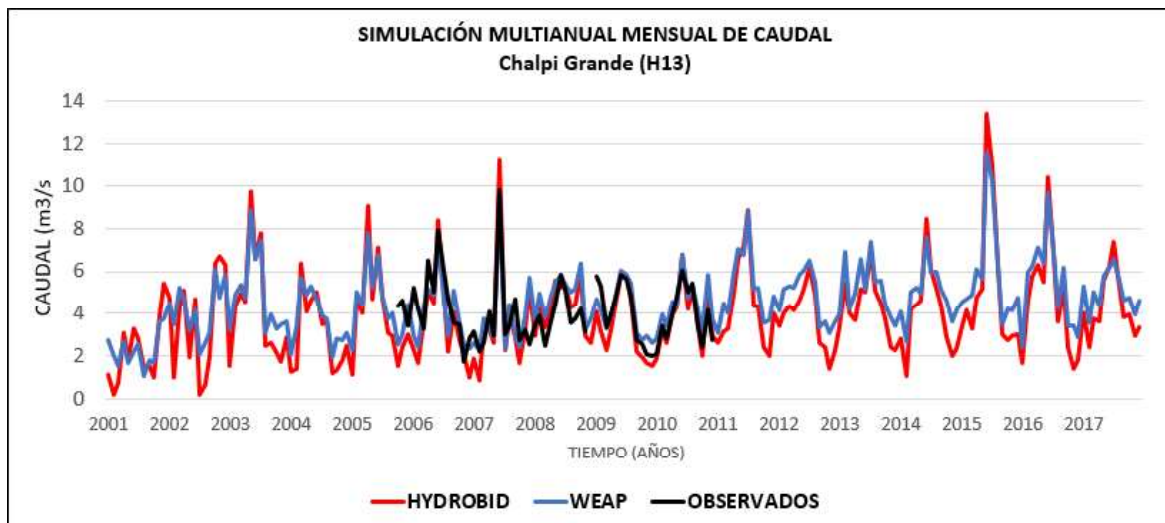


Figura 4.23: Simulación de caudal en la subcuenca Chalpi Grande para el periodo 2011-2017 con HydroBID y WEAP.
Realizado por: Viviana Bravo

En la Figura 4.23, se muestran los caudales simulados en la cuenca Chalpi Grande resultantes de la simulación con HydroBID y con WEAP. HydroBID tiende a subestimar los caudales esto se debe al parámetro relacionado con el contenido disponible de agua en el suelo que se utilizó en la calibración con el fin de afectar la infiltración y tener mayor impacto en los caudales bajos. A pesar de esto, se observa que HydroBID logra simular los caudales altos y se tiene resultados aceptables en el periodo de 2006 a 2011 comparando con los datos observados. Se obtuvo 0.90 de correlación lineal entre los dos modelos.

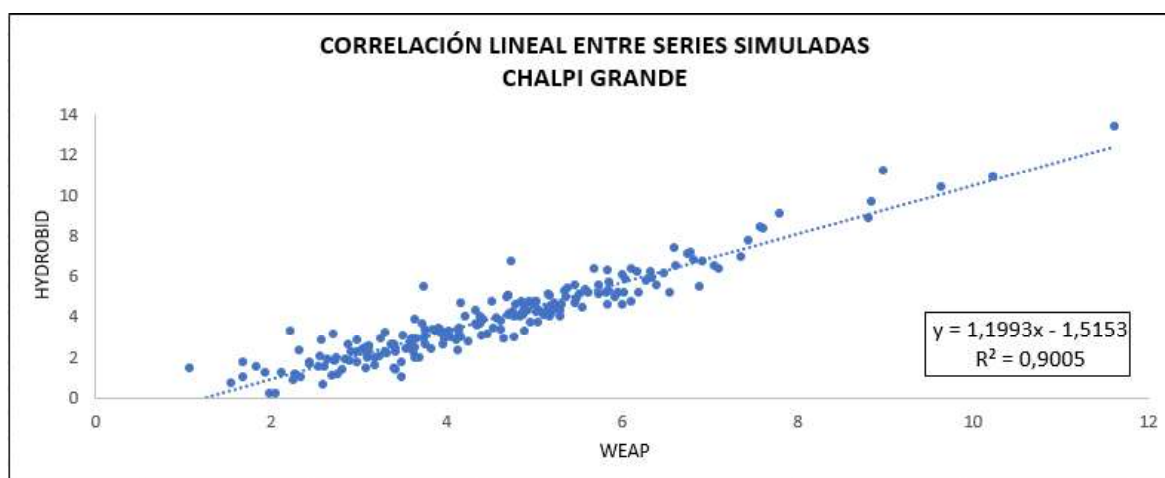


Figura 4.24: Gráfico de correlación lineal de los resultados obtenidos de la simulación con HydroBID y WEAP en la subcuenca Chalpi Grande.
Realizado por: Viviana Bravo

En general, se pudo visualizar que HydroBID y WEAP producen resultados similares de caudal. Aun así se debe considerar que WEAP trabaja con valores mensuales. En este sentido, el uso de valores promedio tanto de las características de la cuenca, como en la resolución mensual de los datos meteorológicos pueden eliminar los valores extremos que ocurren en la naturaleza. Además, como se menciona en el trabajo de Mendoza et al., (2002): los valores promedio "eliminan la oportunidad de simular el drenaje en suelos no saturados y las pérdidas por evapotranspiración". Por lo tanto, al usar datos mensuales de la recarga del agua subterránea, probablemente se subestimen especialmente al comparar estos resultados con aquellos modelados a partir de datos diarios como HydroBID.

4.4.4 Análisis de resultados entre HydroBID e INVEST

Los resultados de la disponibilidad de agua obtenidos en HydroBID en cada una de las cuencas de estudio se compararon con los valores de producción de agua de Invest (Torres, 2018).

Tabla 4.15: Resultados de disponibilidad de agua (mm/año) obtenidos con HydroBID y resultados de producción de agua resultantes de INVEST (mm/año)

Subcuencas	Área (Km ²)	Disponibilidad de agua HYDROBID (mm/año)	Producción de agua INVEST (mm/año)
Antisana	328,71	721	727
Chalpi	102,35	1212	930
Cinto	191,37	526	412
Guayllabamba alto	1349,13	338	397
Guayllabamba medio	1548,77	268	292
Mindo	39,3	495	324
Oyacachi	139,71	964	802
Papallacta	242,44	1020	843
Pisque	1127,49	227	260
Pita	588,26	502	418
Quijos	145,15	540	375
Saloya	135,85	511	881
San Pedro	753,9	535	588
Tamboyacu	137,28	921	843

Realizado por: Viviana Bravo

Como se observa en la Tabla 4.15, HydroBID genera valores mayores de disponibilidad de agua sobre todo en las cuencas orientales. La diferencia radica en que HydroBID requiere de la temperatura para el cálculo del balance hídrico, en contraste con Invest que utiliza directamente la evapotranspiración. A pesar de lo expuesto, los resultados de las dos herramientas reflejan que aquellas cuencas que

se ubican en la zona oriental son las que proveen mayor cantidad de agua. La correlación lineal entre HydroBID e InVEST obtenida fue de 0.71 (ver Figura 4.25). Estas cuencas son menos intervenidas y su vegetación en mayor parte corresponde a páramo. Además de estar en zonas de protección de FONAG.

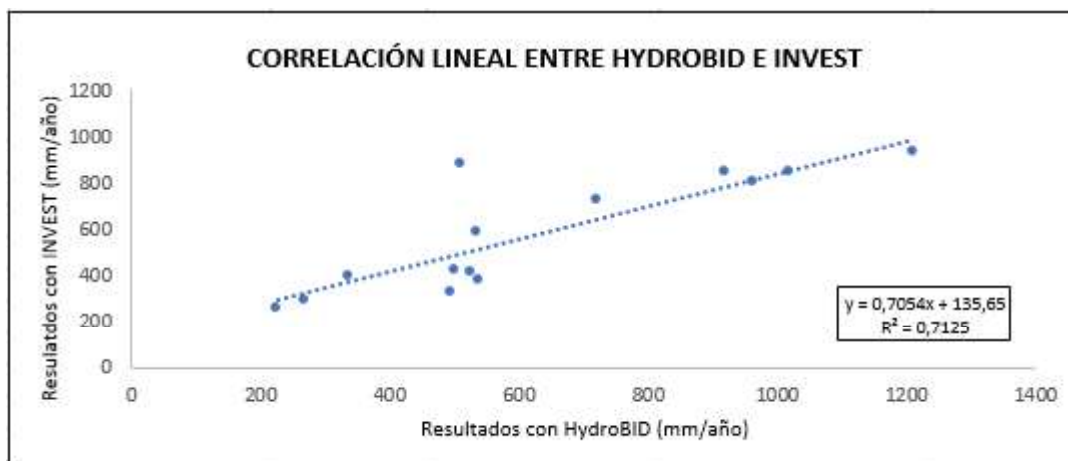


Figura 4.25: Gráfico de correlación lineal de los resultados obtenidos de HydroBID e InVEST. Realizado por: Viviana Bravo

4.5 VENTAJAS Y LIMITACIONES DE HYDROBID

Luego del análisis de las variables, datos, parámetros y resultados de la simulación en HydroBID se identificaron algunas ventajas y limitaciones a considerar para futuros trabajos de aplicación con esta herramienta.

4.5.1 Ventajas

- HydroBID cuenta con una Base de Datos de Hidrología Analítica que contiene la delimitación de las cuencas y cada uno de los segmentos fluviales para América Latina y el Caribe. La información de la AHD fue obtenida a partir de imágenes satelitales STRM, el tamaño promedio de las cuencas es de 90 km².
- Para toda la región de Quito y sus alrededores, RTI preparó un AHD de alta resolución, que cubre un área de 38,686.7 km² e incluye 7732 cuencas que varían en tamaño desde 0.01 a 56 km². (En las cuencas de acción EPMAPS-FONAG, se tienen 1575 microcuencas.).

- La interfaz del modelo es fácil de usar y cuenta con un módulo que permite el cálculo de parámetros estadísticos para evaluar la eficiencia de la simulación.
- Los resultados de la simulación se muestran mediante gráficos de las series de caudales observados y simulados a escala diaria o mensual.

4.5.2 Limitaciones

- El ingreso de datos para el modelo deben ser series completas diarias de precipitación y temperatura para todo el periodo de simulación.
- La confiabilidad de los resultados de la simulación depende de la calidad de datos de entrada al modelo por lo cual se requiere de un proceso adecuado de depuración de los datos de ingreso.
- Los valores de número de curva, que es el parámetro usado para caracterizar el tipo de uso de suelo y representa la hidrología en cada una de las microcuencas vienen almacenados en la base datos de Hidrología que utiliza HydroBID. Estos valores se obtuvieron de la Base De Datos Armonizada de Suelos, y el Departamento de Agricultura de Estados Unidos, combinada con mapas digitales de suelos de la FAO UNESCO, que no representan adecuadamente el ecosistema de páramo.
- La calibración del modelo solo se puede realizar en cuencas delimitadas mediante una estación hidrológica de cierre que cuente con datos diarios de caudal para todo el período de simulación.
- Otra limitación tiene relación con la naturaleza empírica del modelo puesto que éste calcula la escorrentía por exceso de infiltración, que generalmente se da en suelos que no están saturados siendo una limitante al no representar las condiciones del páramo. Es decir, el cálculo de flujo superficial no se realiza por exceso de saturación, y no se toma en cuenta el efecto de la intercepción de vegetación presente en las cuencas, el posible almacenamiento superficial, evapotranspiración, entre otros.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Hydro-BID es una herramienta que integra a la hidrología subterránea, la hidrometeorología y las características físicas de la cuenca a través de los parámetros de uso de suelo. Las variables requeridas de ingreso por el usuario son datos diarios continuos de precipitación y temperatura en la zona de estudio. Además, datos de caudal diarios para la calibración y validación del modelo.
- En el trabajo, se pudo evidenciar que la herramienta HydroBID genera resultados aceptables en la simulación de flujos de salida de las cuencas de estudio. Sin embargo, se debe considerar que una buena simulación depende mayoritariamente de la calibración con los datos observados, es decir si existe alta incertidumbre en los datos de entrada a un modelo su aplicación se ve limitada ya que puede tender a reproducir esa incertidumbre. Este problema es general a todos los modelos hidrológicos, por lo que es importante mejorar la calidad de los datos que se utilizan para modelar las cuencas.
- HydroBID se ajusta adecuadamente a los caudales medios diarios. Sin embargo tiende a sobreestimar los picos altos y subestimar los caudales bajos, esto se debe a la naturaleza empírica del modelo que genera los flujos por exceso de infiltración, es decir cuando existen altas precipitaciones o cuando se supera la capacidad de infiltración de suelo, el agua que no puede infiltrarse pasa a formar parte de la escorrentía superficial.
- En el caso de simular flujos mínimos, HydroBID genera flujos más bajos de los observados, esto puede deberse a que la precipitación utilizada podría no ser representativa en la parte alta de la cuenca, además el modelo no es capaz de simular el aporte de escorrentía proveniente de los glaciares generando una disminución en el flujo de salida de la cuenca.

- La disminución del volumen de agua en algunas cuencas no necesariamente es debido a la ausencia de precipitaciones, sino al incremento de captaciones de agua más arriba. De igual forma, esta reducción es a causa del deterioro de las partes altas de las cuencas hidrográficas, la erosión de los suelos, humedales y de los ecosistemas. Este deterioro provoca la disminución de la capacidad de regulación y por lo tanto, reduce el agua disponible en los caudales durante la época seca.
- El caudal de agua proveniente de los páramos a través de quebradas y ríos, depende de un equilibrio entre todos los procesos que son susceptibles de ser alterados por actividades antropogénicas. Por ende se deben considerar el cuidado y protección de aquellas cuencas que proveen gran cantidad de agua para asegurar el abastecimiento del recurso para los territorios urbanos y rurales.
- La evaluación de la eficiencia de la calibración con HydroBID y la comparación de los hidrogramas resultantes permitió identificar las dos mejores subcuencas para utilizarlas en la simulación final, siendo éstas las cuencas delimitadas por la estación H149 y H13.
- Se obtuvieron coeficientes de correlación de 0.83 y 0.89 al comparar los resultados de la simulación entre HydroBID y WEAP.
- Las series mensuales se obtienen en HydroBID de la agregación de los resultados diarios. WEAP e HydroBID generaron resultantes semejantes en la simulación mensual de caudales en las cuencas Guayllabamba y Chalpi Grande. Sin embargo, HydroBID sobreestima los eventos máximos y subestima los mínimos esto es debido al camuflaje por promedio de los posibles errores que se da al usar escalas de tiempo mayores.
- Los resultados del parámetro Nash–Sutcliffe en la evaluación de la eficiencia del modelo generó valores cercanos a 1 a nivel mensual, en cambio, a nivel diario desciende a 0.5 especialmente por la escasa exactitud en la medida de los aportes en aguas bajas.
- Los resultados de la disponibilidad de agua evidenciaron que las cuencas orientales Chalpi Grande y Papallacta proveen mayor cantidad de agua con

más de 1000 mm/año. En contraste con las cuencas Guayllabamba Medio y Pisque que son áreas de menor disponibilidad del recurso con 227 mm/año.

5.2 RECOMENDACIONES

- El aumento de la población resultará en una creciente demanda de agua, por eso es necesario implementar y/o continuar con el desarrollo de prácticas de conservación de las fuentes hídricas así como el uso eficiente del recurso.
- Actualizar y monitorear las estaciones meteorológicas para que se garantice su buen funcionamiento y la obtención de información continua y confiable para uso en las futuras investigaciones.
- Fortalecer el vínculo entre la academia y las instituciones públicas y privadas para el continuo desarrollo de proyectos de investigación que permita a los estudiantes poner en práctica sus conocimientos y complementar su formación profesional. Así mismo, las instituciones se benefician de los resultados obtenidos en los estudios.

5.3 TRABAJOS FUTUROS

Los siguientes items son alternativas de futuros trabajos que se pueden realizar como continuación de este proyecto de tesis.

- Simulación hidrológica en una subcuenca más pequeña dentro de la zona de estudio, usando los parámetros determinados en la tabla 4.8 y modificar las variables relacionadas con el suelo como el número de curva y el grupo hidrológico en la AHD para evaluar la eficiencia de la simulación con HydroBID en otras condiciones de suelo.
- Usar el módulo de sedimentos de HydroBID y analizar el aporte de sedimentos en un río a un embalse o a una zona de interés.
- Aplicar el módulo de embalses de HydroBID para simular el efecto que tendría un reservorio en los flujos de agua de una cuenca.
- Delimitar áreas y cuencas para la simulación en distintos escenarios de conservación, modificando los usos de suelo para evaluar el impacto de las actividades como la agricultura y el pastoreo en el suelo y en la disponibilidad de agua en las cuencas.

- Simular en varios escenarios de conservación, modificando los factores que tienen relación al tipo y uso de suelo.
- Actualizar la base de datos de uso de suelo almacenada en la AHD de HydroBID para que se ajuste de mejor manera a las condiciones actuales de tipo y uso de suelo en la zona de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A. (2004). *Geografía General*. Guadalajara, México: Pearson Education.
- Berenson, M., Levine, D., y Krehbiel, T. (2006). *Estadísticas par administración (4.a ed.)*. Naucalpan de Juárez, México: Pearson Education.
- BID. (2018). *Iniciativa Hydrobid*. Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de <https://www.iadb.org/es/agua-y-saneamiento/about-hydro-bid>. [Fecha de acceso: 15 febrero, 2019].
- Cabrera, J. (2011). *Modelos hidrológicos*. Recuperado de <http://www.imefen.uni.edu.pe/Temas-interes/modhidro-1.pdf>. [Fecha de acceso: 15 febrero, 2019].
- Campos, D. (1984). *Procesos del Ciclo Hidrológico*. San Luis Potosí, México: Editorial Universitaria Potosina.
- Carrera, D., Parra, G., Marín, K., y Herrera, R. (2016). *Determination and calculation of water volume produced from Cutuchi River sub-basin in Latacunga Canton by remotesensing*. *UTCiencia*, 3(2), 144-153.
- Cañal, P., Fernández, R., Gil, D., Gil, M., Hueto, A., Giordan, A., y Brusi, B. (2011). *Biología y Geología - Complementos de formación disciplinar*. Barcelona, España: Editorial GRAÓ
- De-Bievre, B., y Coello, X. (2008a). *Caracterización de la demanda hídrica, Proyecto Manejo Integrado de los Recursos Hídricos en la Hoya de Quito. (Informe Técnico)*. UICN-Sur.39p.
- De-Bievre, B., y Coello, X. (2008b). *Diagnóstico del balance entre oferta y demanda hídrica, Proyecto Manejo Integrado de los Recursos Hídricos en la Hoya de Quito. (Informe Técnico)*. UICN-Sur. 55p.
- De-Bievre, B., Coello, X., y De-Keizer, O. (2008). *Caracterización de la oferta hídrica, Proyecto Manejo Integrado de los Recursos Hídricos en la Hoya de Quito. (Informe Técnico)*. UICN-Sur. 50p.
- Dercon, G., Podwojeski, P., y Molina, A. (2000). *Glosario sobre suelos del páramo. Los Suelos del Páramo*. (5), 59-64.
- Escurra, J., Moreda, F., Brantly, E., y Coli, P. (2016). *Hydro-BID case study N3: Impact of El Niño events on sediment loading in the Chancay - Lambayeque*

- Basin, Peru. (#IDB-TN-1363). (Informe Técnico). Perú: Banco Interamericano de Desarrollo. 35p.*
- FAO. (2012). Harmonized World Soil Database (version 1.2). Recuperado de <http://https://webarchive.iiasa.ac.at/Research/LUC/External-World-soildatabase/HTML>. [Fecha de acceso: 20 abril, 2019].*
- FONAG. (2011). Unidades hídricas- ámbito geográfico de acción del FONAG. Recuperado de <http://www.fonag.org.ec/portaSIAF/unidades-hidricas>. [Fecha de acceso: 15 mayo, 2019].*
- FONAG. (2014). Disponibilidad de agua en el cuenca alta del río Guayllabamba y unidades hídricas aportantes de agua para Quito: Oyacachi, Chalpi Grande, Papallacta y Antisana. (Informe Ejecutivo). Quito-Ecuador: Fondo para la Protección del Agua. 22p.*
- Fregoso, A. (2006). La oferta y el pago de los servicios ambientales hídricos: una comparación de diversos estudios. Gaceta Ecológica (78), 29-46.*
- Galván, L., Ollas, M., de Villarán, R. F., y Domingo-Santos, J. (2007). Aplicación del modelo hidrológico Swat a la cuenca del río meca (Huelva, España). Geogaceta(42), 63-66.*
- García, J. (1999). Interpolación espacial de datos meteorológicos mediante técnicas de cokriging. Aplicación a las precipitaciones de Castilla - La Mancha. I Congreso de la Asociación Española de Climatología. Congreso llevado a cabo en Barcelona, España.*
- Gaspari, F., Senisterra, G., y Marlats, R. (2007). Rainfall - runoff and curve number relationship under different conditions of soils. Ventania system modal basin, Argentina. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo., 39(1), 21-28.*
- Gavrilovic, Z. (1959). Method for classification of stream basins and new equations for the calculation of high water flood and sediment load. Vadoprievreda, Belgrade.*
- Giraldo, R. (2015). Introducción a la Geoestadística. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.*

- Guijarro, J. (2016). *Climatol: Software libre para la depuración y homogeneización de datos climatológicos. El Clima entre el Mar y la Montaña. Asociación Española de Climatología y Universidad de Cantabria, Serie A (4), 493-502.*
- Guillén, G. (2019). *Variabilidad espacial y temporal de caudales en el área de influencia de EPMAPS y FONAG. (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.*
- Guzmán, I., y Calvo, J. (2013). *Planificación del recurso hídrico en América Latina y el Caribe. Tecnología en Marcha, 26(1), 3-18.*
- GWP. (2011). *¿Qué es la Gestión Integral de Recursos Hídricos?. Global Water Partnership. Recuperado de <https://www.gwp.org/zh-CN/GWP-Sud-America/ACERCA/porque/PRINCIPALES-DESAFIOS/Que-es-la-GIRH/>. [Fecha de acceso: 15 abril, 2019].*
- Haith, D. (1985). *An event-based procedure for estimating monthly sediment yields. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 28(6), 1916-1920.*
- Haith, D., Mandel, R., y Wu, R. (1996). *Generalized watershed loading functions. Versión 2.0 user's manual [Manual Técnico]. New York. Estados Unidos. 62p.*
- Hamon, W. (1962). *Estimating potential evaporation. Proceedings of the American Society of Civil Engineers, 107-120.*
- Hernández, E., García, J., Palenzuela, J., y Belda, F. (2012). *Ejercicio de homogeneización y relleno de series diarias de temperatura máxima mediante el uso de climatol. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología., A (8), 409-419.*
- Hong, W., Adler, R., Hossain, F., Curtis, S., y Huffman, G. (2007). *A first approach to global runoff simulation using satellite rainfall estimation. Water Resources Research, 43(8).*
- Keblouti, M., Ouerdachi, L., y Boutaghane, H. (2012). *Spatial interpolation of annual precipitation in Annaba - Algeria - comparison and evaluation of methods. Energy Procedia, 18, 468-475.*

- Legates, D., y McGabe, G. (1999). *Evaluating the use of “goodness-of-fit” measures in hydrologic and hydroclimatic model validation*. *Water Resources Research*, 35(1), 233-241.
- Llambí, L., Soto, A., Célleri, R., Bievre, B. D., Ochoa, B., y Borja, P. (2012). *Ecología, hidrología y suelos de páramos*. Quito, Ecuador: Proyecto Páramo Andino.
- Martínez, P., y Patiño, C. (2012). *Efectos del Cambio Climático en la Disponibilidad de Agua en México*. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 3(1), 5-20.
- Masters, G., y Ella, W. (2008). *Introducción a la ingeniería medioambiental*. Madrid, España: Pearson Education.
- Mena, J., y Valdivia, G. (2010). *Conociendo el Santuario Nacional Tabaconas Namballe*. Lima, Perú: World Wildlife Fund.
- Mendoza, M., Bocco, G., Bravo, M., Siebe, C., y Ortiz, M. A. (2002). *Spatially distributed hydrological modeling: a review of components, integration levels and implications for estimating hydrological processes in non-instrumented basins*. *Investigaciones Geográficas* (47), 36-58.
- Moreda, F., Miralles, F., y Muñoz, R. (2014). *Un sistema integrado para la simulación de impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos. Parte 2. (#IDB-TN-529). (Informe Técnico)*. Estados Unidos: Banco Interamericano de Desarrollo. 57p.
- Moreda, F., Lord, B., Coli, P., y Corrales, J. (2016). *Hydro-BID Case Study N 4: Application of hydro-BID in Bermejo river basin to quantify sediment loads, Argentina. (#IDB-TN-1364). (Informe Técnico)*. Argentina: Banco Interamericano de Desarrollo. 52p.
- Moreda, F., Serago, K., Escurra, J., Brantly, E., y Coli, P. (2017). *Hydro-BID Case Study N 5: Impact of climate change on proposed water investments in Chalpi Basin, Ecuador. (#IDB-TN-1365). (Informe Técnico)*. Ecuador: Banco Interamericano de Desarrollo. 58p.
- Moriasi, D., Arnold, J., Van-Liew, M., Bingner, R., Harmel, R., y Veith, T. (2007). *Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulation*. *Transacciones de ASABE*, 50(3), 885-900.

- Muñoz, R., Moreda, F., Coli, P., y Miralles, F. (2014). *Hydro-BID Case Study N 2: Modeling the impact of climate change on flows of the Rio Piura using hydro-BID. (#IDB-TN-1362). (Informe Técnico). Perú: Banco Interamericano de Desarrollo. 43p.*
- NASA. (2016). *Understanding earth: Whats up with precipitation? (Documento Ejecutivo). Estados Unidos. 16p.: National Aeronautics and Space Administration.*
- Núñez, M., y Poveda, L. (2017). *Boletín hídrico – Edición especial (Informe Ejecutivo). Ecuador. 76p.: Secretaría del Agua.*
- ONU. (2014). *Gestión Integral de Recursos Hídricos. Organización de las Naciones Unidas. Recuperado de <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/iwrm.shtml>. [Fecha de acceso: 15 abril, 2019].*
- Ordoñez, J. (2012). *Balance hídrico superficial. (Cartilla técnica). Lima, Perú. 44p.: Foro Peruano para el agua - GWP Perú.*
- PAR. (2010). *Ecuador crop biodiversity Platform for Agrobiodiversity Research. Recuperado de <http://agrobiodiversityplatform.org/cropbiodiversity/the-countries/theamericas/ecuador/>. [Fecha de acceso: 20 mayo, 2019].*
- Pochat, V. (2008). *Principios de GIRH: Bases para el Desarrollo de Planes Nacionales. (Informe Ejecutivo). Latino América: Global Water Partnership. 12p.*
- Podwojewski, P., y Poulénard, J. (2000). *Los suelos de los páramos del Ecuador. Los Suelos del Páramo (5).*
- Proaño, D. (2010). *Modelación oferta - demanda de agua en cuencas desarrolladas - Cuenca Alta del Guayllabamba y cuencas de abastecimiento de agua para la ciudad de Quito, con ayuda de la herramienta WEAP (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.*
- Pérez, O., Delfin, C., Fregoso, A., Cotler, H., y Equihua, M. (2005). *Modelos de simulación para la elaboración y evaluación de los programas de servicios ambientales hídricos. Gaceta ecológica (78), 47-66.*
- Quichimbo, A., Vázquez, R., y Samaniego, E. (2013). *Aplicabilidad de los modelos NAM y DBM para estimar caudales en subcuencas alto andinas de Ecuador. MASKANA, 4(2), 85-103.*

- Quintero, M., Carvajal, Y., y Aldunce, P. (2012). *Adaptación a la variabilidad y el cambio climático: Intersecciones con la gestión del riesgo*. (Vol. 34) (n.o 1).
- Ramsar. (2010). *Lineamientos de Ramsar en relación con el agua: Marco integrado para los lineamientos de la convención en relación con el agua* (Vol. 8) [Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales]. Secretaría de la Convención sobre los Humedales Ramsar, Gland (Suiza).
- Rineer, J., Bruhn, M., Miralles, F., y Muñoz, R. (2014). *Base de Datos de Hidrología Analítica para América Latina y el Caribe. Parte 1*. (# IDB-TN-528). (Nota técnica). Latino América: Banco Interamericano de Desarrollo. 55p.
- Rocha, A. (2019). *Actualización del modelo de distribución de recursos hídricos WEAP para la cuenca alta del río Guayllabamba y unidades hídricas aportantes de agua para el Distrito Metropolitano de Quito* (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Rodríguez, J. (2014). *Aplicación de métodos de interpolación para el cálculo de precipitación por modelamiento geoestadístico y análisis espacial para el departamento de Cundinamarca* (Tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
- Schneiderman, E., Steenhuis, T., Thongs, D., Easton, Z., Zion, M., Neal, A., y Walter, M. (2007). *Incorporating variable source area hydrology into a curve-number-based watershed model*. *Hydrol. Process*, 21(1), 3420-3430.
- Segura, F. (2017). *Análisis comparativo de modelos agregados de balance hídrico en la España peninsular y su sensibilidad a la incertidumbre climática*. (Tesis doctoral de urbanismo). Universidad Católica de Murcia, Murcia, España.
- SEI, S. E. I. (2018). *WEAP (Sistema de Evaluación y Planificación del Agua)*. Recuperado de [http:// https://www.weap21.org/index.asp?action=201/](http://https://www.weap21.org/index.asp?action=201/). [Fecha de acceso: 20 mayo, 2019].
- SENAGUA. (2018). *Boletín hídrico - edición especial. (Boletín Informativo.) Quito-Ecuador: Secretaría del Agua*.
- Sevat, E., y Dezetter, A. (1991). *Selection of calibration objective functions in the context of rainfall-runoff modeling in a Sudanese savannah area*. *Hydrological Science Journal*, 36(4), 307-330.

- Sha, J., Liu, M., Wang, D., Swaney, D., y Wang, Y. (2013). *Application of the Renuma model in the Sha He river watershed: Tools for Watershed Environmental Management*. *Journal of Environmental Management*, 124(1), 40-50.
- Sieber, J., y Purkey, D. (2015). *User guide for WEAP 2015. (User guide)*. Somerville, USA: Stockholm Environment Institute.
- Smith, M., y Jonch, T. (2018). *Revitalising IWRM for the 2030 Agenda. (Informe Ejecutivo)*. Brasilia, Brasil. 16p: World Water Council
- Snellen, W., y Schrevel, A. (2004). *Iwrm for sustainable use of water. 50 years of international experience with the concept of integrated water management. (Informe Ejecutivo)*. Wageningen, Países Bajos. 16p.: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Sokolov, A., y Chapman, T. (1981). *Methods for Water Balance Computation*. Madrid, España: Instituto de Hidrología de España and UNESCO.
- Tolba, M. (1992). *Recursos de agua dulce y calidad del agua*. Dordrecht, Holanda: Salvemos El Planeta.
- Torres, M. (2017). *Modelación hidrológica para el estudio de inundación, en el Departamento de Cundinamarca, del río Frío a la altura del Municipio de Chía (Tesis de grado para el título de especialista en recursos hídricos)*. Universidad Católica, Bogotá D.C, Colombia.
- Torres, S. (2018). *Evaluación del servicio ecosistémico correspondiente a la producción de agua en el área de influencia EPMAPS-FONAG utilizando el modelo computacional InVEST (Tesis de pregrado)*. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- UNEP. (2012). *The un-water status report on the application of integrated approaches to water resources management. (Informe Ejecutivo)*. Nairobi, Kenya. 106p.: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- USGS. (2011). *Hydrosheds 15 arc-second DEMs for SA and CA regions (SRTM elevation DEM, hydro-DEM, flow direction DEM, flow accumulation DEM)*. U.S. Geological Survey. Descargado el 15 de abril de 2019, de <http://nhd.usgs.gov>.

- Vargas, A., Santos, A., Cárdenas, E., y Obregón, N. (2011). *Análisis de la distribución e interpolación espacial de las lluvias en Bogotá, Colombia. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.*
- Vélez, J. (2008). *Modelación en hidrología. III Simposio Nacional. Actualidad y tendencias de la Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.*
- Villacis, B. (2005). *La Crisis del Oro Azul: Un análisis de la sustentabilidad del agua en la ciudad de Quito (Tesis de Maestría en Economía Ecológica). Quito, Ecuador: FLACSO.*
- Villacis, M. (2017). *Aporte de precipitación horizontal en diferentes tipos de vegetación de la Reserva Biológica Uyuca, Honduras (Tesis de pregrado). Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana.*
- Villatoro, M., Henríquez, C., y Sancho, F. (2008). *Comparación de los interpoladores IDW y Kriging en la variación espacial de PH, CA, CICE y P del suelo. Agronomía Costarricense., 32(1), 95-105.*
- Vuille, M., Bradley, R., y Keimig, F. (2000). *Climate variability in the Andes of Ecuador and its relation to Tropical Pacific and Atlantic Sea Surface Temperature Anomalies. Journal of Climate, 13(14), 2520-2535.*
- Wilmer, A. (2016). *Falta de control en la contaminación del agua provocado por los desechos tóxicos de las industrias al Río Manchángara y la vulneración de los derechos ambientales. (Tesis de pregrado para el título de abogado). Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.*
- Wyatt, A., Moreda, F., Branthly, E., Miralles-Wilhelm, F., y Muñoz, R. (2014). *Caso de estudio de Hydro-BID N 1: Modelo de gestión del recurso hídrico en la cuenca del Río Grande en Argentina. (#IDB-TN-1361). (Informe Técnico). Argentina: Banco Interamericano de Desarrollo. 119p.*
- Xu, C. (2002). *Hydrologic Models. Uppsala University, Suecia.*

ANEXOS

Anexo 1

Contenido del paquete de datos y estructura de la Base de Datos Analítica AHD

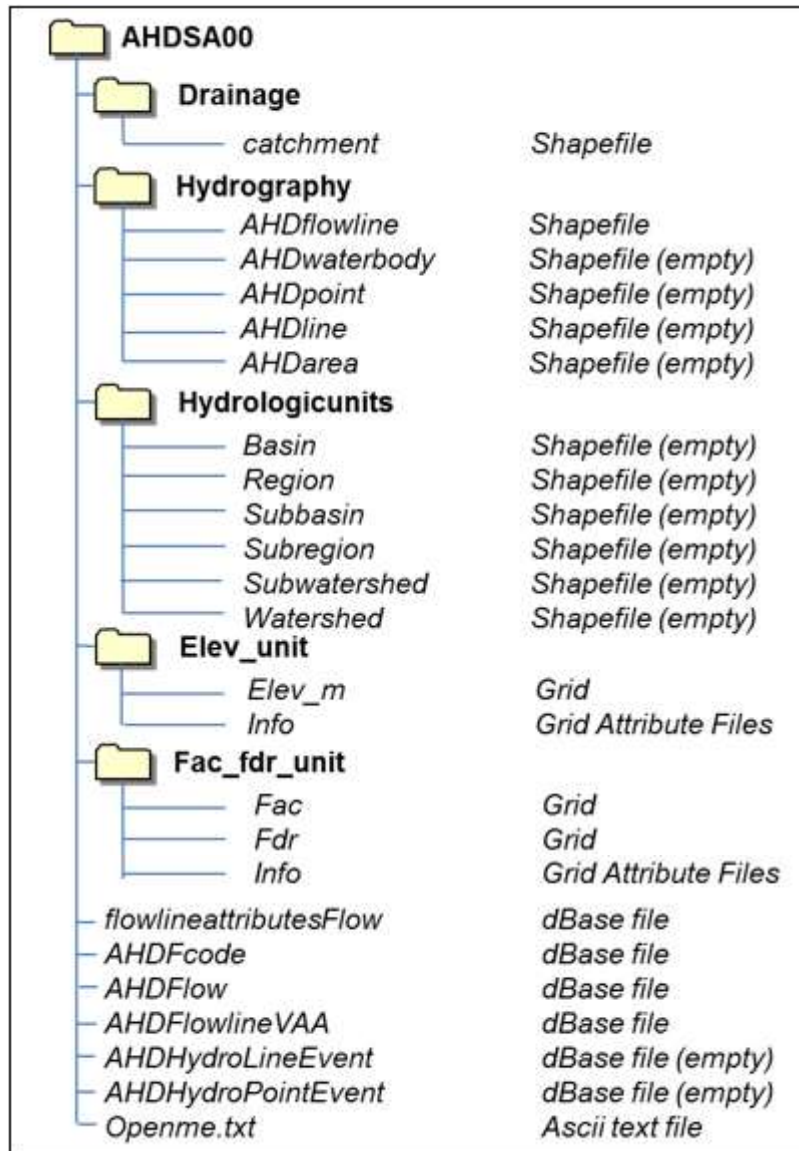


Figura 5.1: Contenido de la Base de Datos Analítica (AHD)
Fuente:(Rineer et al., 2014)

Anexo 2

Periodo de datos disponibles en cada estación pluviométrica.

Tabla 5.1: Periodo de datos disponibles en las estaciones pluviométricas

N	ACTOR	NOMBRE	COD	DATOS DISPONIBLES
1	EPMAPS	Maucatambo	C01	2003 - 2017
2	EPMAPS	Rumihurco 2	C02	2001 - 2017
3	EPMAPS	Rumipamba	C04	2003 - 2017
4	EPMAPS	Bellavista	C05	2001 - 2017
5	EPMAPS	Yaruquí	C06	2004 - 2017
6	EPMAPS	San Antonio	C07	2001 - 2017
7	EPMAPS	IASA	C08	2002 - 2017
8	EPMAPS	Mica Campamento	C09	2001 - 2008
9	EPMAPS	La Mica Presa	C10	2008 - 2017
10	EPMAPS	Pita	C11	2011 - 2017
11	EPMAPS	Rumihurco Manchángara	P03	2001 - 2017
12	EPMAPS	Rumipamba Bodegas	P08	2001 - 2017
13	EPMAPS	INAMHI	P09	2001 - 2017
14	EPMAPS	DAC Aeropuerto	P10	2001 - 2017
15	EPMAPS	Antenas	P11	2001 - 2017
16	EPMAPS	Toctiuco	P12	2001 - 2017
17	EPMAPS	Cumbayá	P13	2001 - 2017
18	EPMAPS	Zámbiza	P14	2004 - 2017
19	EPMAPS	El Cinto	P15	2002 - 2017
20	EPMAPS	Izobamba	P16	2001 - 2017
21	EPMAPS	Tingo	P17	2001 - 2017
22	EPMAPS	La Tola	P19	2001 - 2017
23	EPMAPS	Calderón	P20	2001 - 2017
24	EPMAPS	Tanque Chillogallo	P22	2006 - 2017
25	EPMAPS	Atacazo	P23	2001 - 2017
26	EPMAPS	El Troje	P25	2001 - 2017
27	EPMAPS	Puengasí	P26	2005 - 2017
28	EPMAPS	San Francisco	P27	2003 - 2017
29	EPMAPS	Cruz Loma	P28	2003 - 2017
30	EPMAPS	Palmira	P29	2002 - 2017
31	EPMAPS	Santa Rosa	P30	2002 - 2017

N	ACTOR	NOMBRE	COD	DATOS DISPONIBLES
32	EPMAPS	Pichán	P31	2002 - 2017
33	EPMAPS	Papallacta	P34	2003 - 2017
34	EPMAPS	Bocatoma	P35	2002 - 2011
35	EPMAPS	Salva Faccha	P37	2004 - 2015
36	EPMAPS	San Simón	P38	2003 - 2017
37	EPMAPS	Yangahuagra	P39	2003 - 2017
38	EPMAPS	Tambo 2A	P40	2004 - 2017
39	EPMAPS	Guayllabamba	P41	2008 - 2017
40	EPMAPS	Ramon Huanuna	P42	2003 - 2017
41	EPMAPS	Antisana Limboasí	P43	2008 - 2017
42	EPMAPS	Guaytaloma	P44	2004 - 2017
43	EPMAPS	Quinche	P45	2005 - 2017
44	EPMAPS	Chalpi	P46	2007 - 2017
45	EPMAPS	Mindo Captación	P48	2006 - 2017
46	EPMAPS	Pintag	P52	2008 - 2017
47	EPMAPS	Paluguillo	P53	2009 - 2017
48	EPMAPS	El Carmen	P54	2009 - 2017
49	EPMAPS	Antisana Diguchi	P55	2009 - 2017
50	EPMAPS	Solanda	P56	2010 - 2017
51	EPMAPS	Nanegalito	P58	2012 - 2017
52	EPMAPS	Calacalí	P59	2010 - 2017
53	EPMAPS	San José de Minas	P60	2010 - 2017
54	EPMAPS	Perucho	P61	2012 - 2017
55	EPMAPS	Blanco Chico	P62	2011 - 2017
56	EPMAPS	Laguna Encantada	P64	2011 - 2017
57	EPMAPS	Santa Lucia	P65	2011 - 2017
58	EPMAPS	Salve Faccha alto	P68	2012 - 2017
59	EPMAPS	Control Baños	M5022	2010 - 2017
60	FONAG	Papallacta	M5023	2010 - 2017
61	FONAG	El Tambo	M5024	2010 - 2017
62	FONAG	La Virgen Papallacta	M5025	2007 - 2017
63	FONAG	Cotopaxi Control Norte	M5026	2007 - 2017
64	FONAG	Lomahurco	M5027	2007 - 2017
65	FONAG	Hcda Prado Miranda	M5028	2010 - 2017

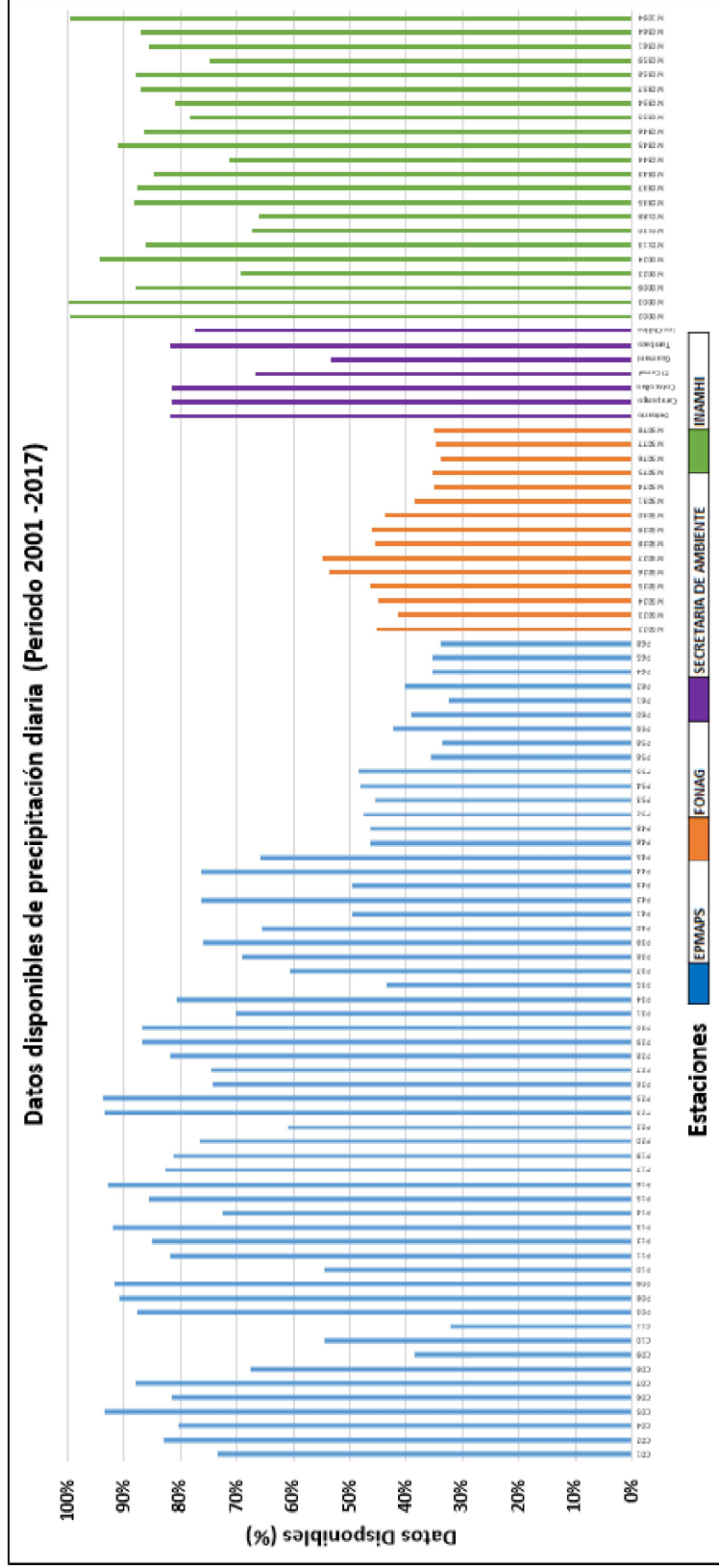
N	ACTOR	NOMBRE	COD	DATOS DISPONIBLES
66	FONAG	El Carmen	M5029	2010 - 2017
67	FONAG	Hcda Gordillo	M5030	2010 - 2017
68	FONAG	Chumillos	M5031	2010 - 2017
69	FONAG	Puntas	M5074	2012 - 2017
70	FONAG	Itulcachi	M5075	2012 - 2017
71	FONAG	Mudadero	M5076	2012 - 2017
72	FONAG	REI	M5077	2012 - 2017
73	FONAG	Pifo	M5078	2012 - 2017
74	SA	Belisario	Belisario	2004 - 2017
75	SA	Carapungo	Carapungo	2004 - 2017
76	SA	Cotocollao	Cotocollao	2004 - 2017
77	SA	El Camal	El Camal	2004 - 2017
78	SA	Guamaní	Guamaní	2009 - 2017
79	SA	Tumbaco	Tumbaco	2004 - 2017
80	SA	Los Chillos	Los Chillos	2004 - 2017
81	INAMHI	La Tola	M0002	2001 - 2017
82	INAMHI	Izobamba	M0003	2001 - 2017
83	INAMHI	La Victoria Inerhi	M0009	2001 - 2015
84	INAMHI	Olmedo-Pichincha	M0023	2001 - 2015
85	INAMHI	Quito Inamhi Innaquito	M0024	2001 - 2017
86	INAMHI	Uyumbicho	M0113	2001 - 2015
87	INAMHI	Cotopaxi Clirsen	M0120	2001 - 2014
88	INAMHI	Papallacta_Inh	M0188	2003 - 2015
89	INAMHI	La Chorrera	M0335	2001 - 2016
90	INAMHI	San José de Minas	M0337	2001 - 2016
91	INAMHI	El Quinche Pichincha	M0343	2001 - 2015
92	INAMHI	Cangahua	M0344	2002 - 2017
93	INAMHI	Calderon	M0345	2001 - 2017
94	INAMHI	Yaruqui Inamhi	M0346	2001 - 2016
95	INAMHI	Rumipamba Pichincha	M0353	2001 - 2016
96	INAMHI	San Juan Pichincha (Chillogallo)	M0354	2001 - 2015
97	INAMHI	Canal 10 TV	M0357	2001 - 2016
98	INAMHI	Calacali Inamhi	M0358	2001 - 2016
99	INAMHI	Cayambe	M0359	2001 - 2015

N	ACTOR	NOMBRE	COD	DATOS DISPONIBLES
100	INAMHI	Nono	M0361	2001 - 2015
101	INAMHI	Loreto Pedregal	M0364	2001 - 2016
102	INAMHI	Tomalon Tabacundo	M1094	2001 - 2017

Realizado por Viviana Bravo

Anexo 3

Datos de precipitación diaria disponibles



Anexo 4

Precipitación media anual.

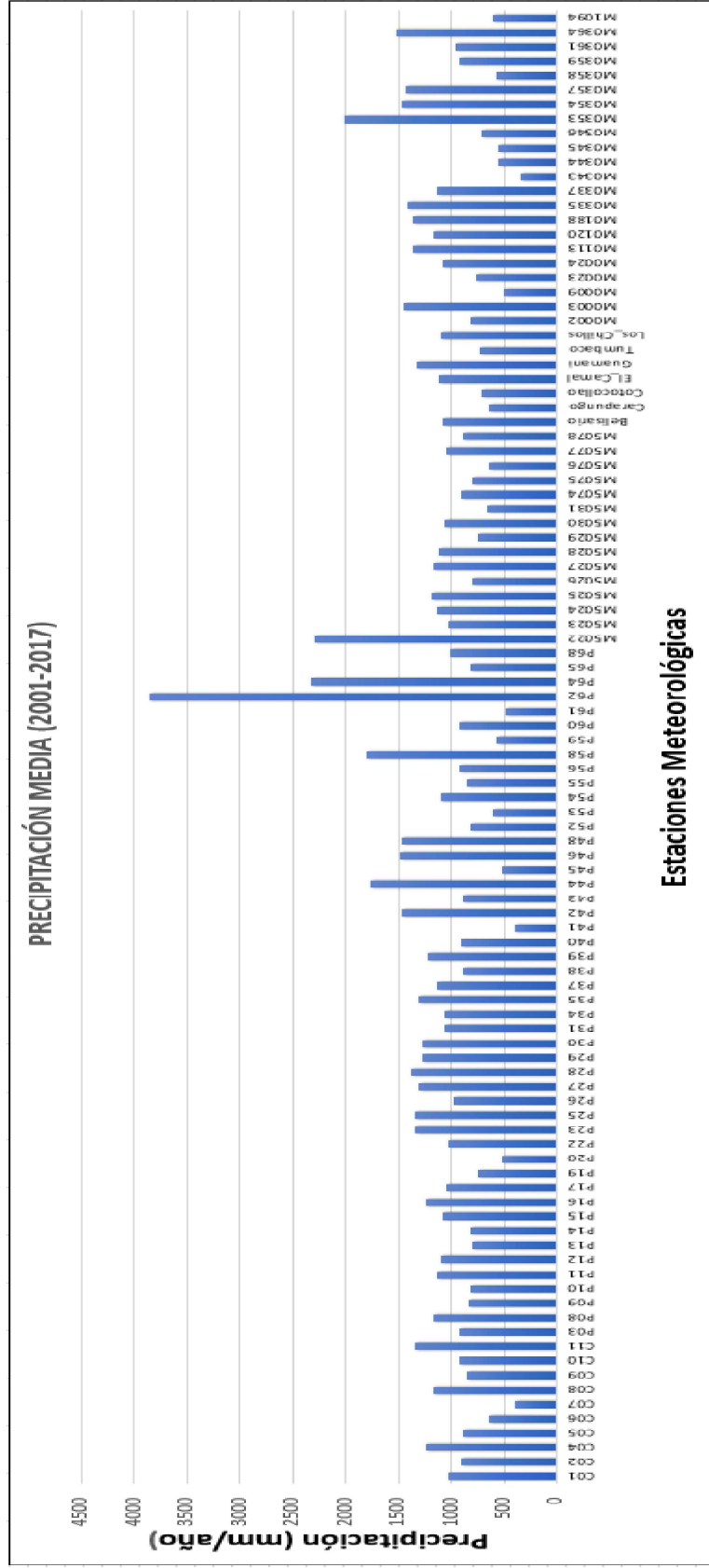


Figura 5.3: Precipitación media en mm/año en cada una de las estaciones ubicadas en la zona de estudio
Fuente: EPMAPS, FONAG, INMAHI, Secretaría de Ambiente
Realizado por: Viviana Bravo

Periodo de datos disponibles en cada estación meteorológica

Tabla 5.2: Periodo de datos disponibles en cada estación meteorológica

N	ACTOR	NOMBRE	COD	DATOS DISPONIBLES
1	FONAG	Yurafaccha Oyacachi	M5021	2007 - 2017
2	FONAG	Control Baños	M5022	2010 - 2017
3	FONAG	Papallacta	M5023	2010 - 2017
4	FONAG	El Tambo	M5024	2010 - 2017
5	FONAG	La Virgen Papallacta	M5025	2007 - 2017
6	FONAG	Cotopaxi Control Norte	M5026	2007 - 2017
7	FONAG	Lomahurco	M5027	2007 - 2017
8	FONAG	Hcda Prado Miranda	M5028	2009 - 2017
9	FONAG	El Carmen	M5029	2009 - 2017
10	FONAG	Hcda Gordillo	M5030	2010 - 2017
11	FONAG	Chumillos	M5021	2009 - 2017
12	FONAG	Puntas	M5074	2012 - 2017
13	FONAG	Itulcachi	M5075	2011 - 2017
14	SA	Belisario	Belisario	2004 - 2017
15	SA	Carapungo	Carapungo	2004 - 2017
16	SA	Cotocollao	Cotocollao	2004 - 2017
17	SA	El Camal	El Camal	2004 - 2017
18	SA	Tumbaco	Tumbaco	2004 - 2017
19	SA	Los Chillos	Los Chillos	2004 - 2017
20	INAMHI	La Tola	M0002	2001 - 2017
21	INAMHI	Izobamba	M0003	2001 - 2017
22	INAMHI	La Victoria Inerhi	M0009	2001 - 2015
23	INAMHI	Olmedo-Pichincha	M0023	2001 - 2015
24	INAMHI	Quito Inamhi Innaquito	M0024	2001 - 2017
25	INAMHI	Cotopaxi Clirsen	M0120	2001 - 2014
26	INAMHI	Papallacta_Inh	M0188	2003 - 2015
27	INAMHI	Tomalon Tabacundo	M1094	2001 - 2017

Fuente: FONAG, INMAHI, Secretaría de Ambiente

Anexo 6

Datos de temperatura diaria disponibles

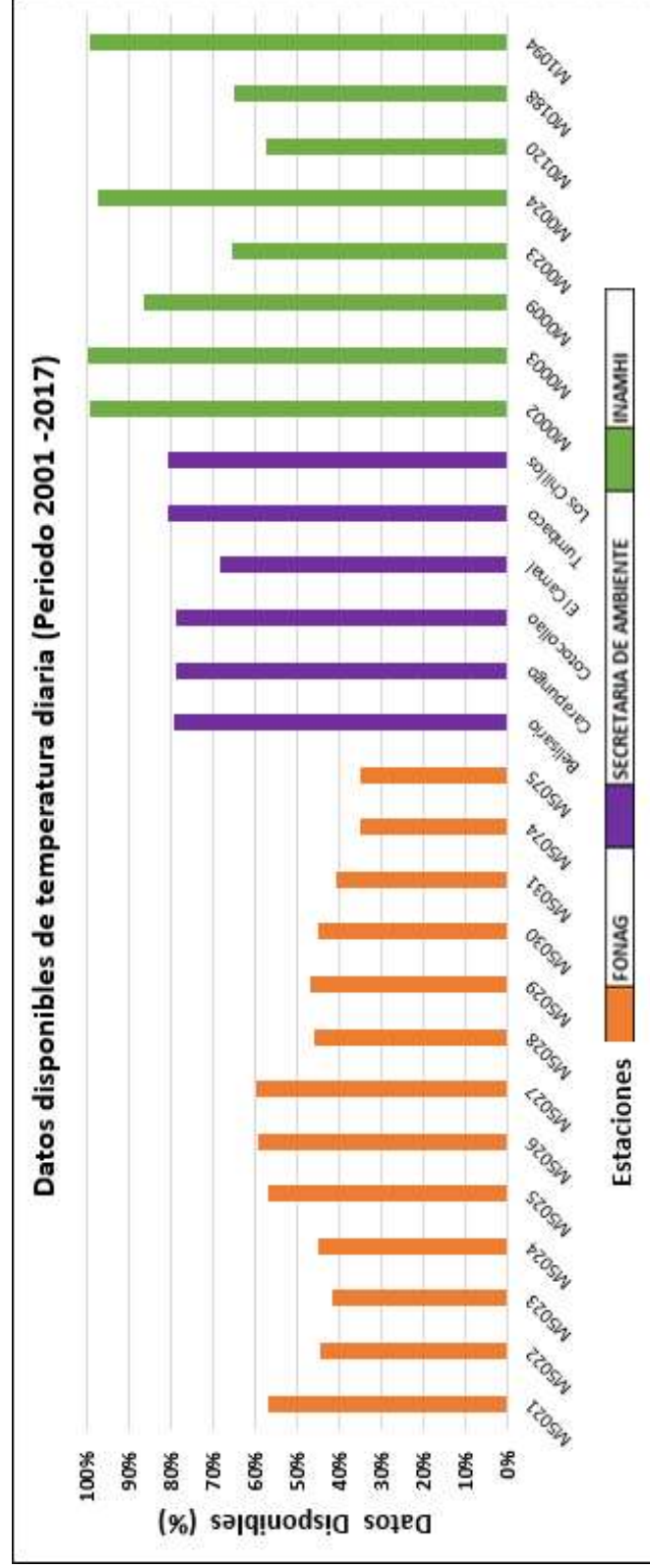


Figura 5.4: Datos de temperatura diaria disponibles en cada una de las estaciones para el periodo 2001-2017

Fuente: EPMAPS, FONAG, INMAHI, Secretaría de Ambiente

Realizado por: Viviana Bravo

Anexo 7

Código en R para la homogeneización y relleno de datos

```

1 # ..... PROYECTO: EVALUACION DE HYDRO-BID ..... #
- #Realizado por Viviana Bravo ..... #
-
- # ..... RELLENO Y HOMOGENEIZACION DE SERIES ..... #
5 # ..... HOMOGENEIZACION ..... #
- #... Cargar librerías ..... #
- library(maps)
- library(mapdata)
- library(readr)
10 library(climatol)
- #... Leer datos ..... #
- serie_cruda_depurada <- read_delim("serie_cruda_depurada2.csv", ";",
-                                     escape_double = FALSE,
-                                     locale = locale(decimal_mark = ","))
15 #... Datos de precipitación...#
- P.dia <- t(serie_cruda_depurada[,c(6:ncol(serie_cruda_depurada))])
- row.names(P.dia)<- NULL
- write(P.dia, 'Pdia_2001-2017.dat')
- #... Datos de estaciones ...#
20 P.est <- serie_cruda_depurada[,c(1:5)]
- write.table(P.est, 'Pdia_2001-2017.est', row.names=FALSE,
-                                     col.names=FALSE)
- #... Analisis exploratorio de datos ..... #
- homogen('Pdia', 2001, 2017, expl = TRUE)
25 outrename('Pdia', 2001, 2017, 'exploratorio1')
- #... Homogeneizacion ..... #
- rn(P.dia, P.est)
- dd2m('Pdia', 2001, 2017, valm = 1, namax=20)
- #Argumentos: valm=1 (precipitacion -> suma),
30 # ..... valm=2 (temperatura -> promedio)
- homogen('Pdia-m', 2001, 2017, expl = FALSE,
-         nclust=102, #numero de estaciones
-         vmin = 0, #limitar los valores a rellenar, el valor minimo 0

```



```

-      nm-12,
35 dz.max-9, # Histograma de anomalías esta ligeramente
-           sesgado a la izquierda, hay valores hasta
-           con 9 desviaciones estándar
-
-      std - 2, # Recomendada para variables que no tienen
-              distribución normal
40 snht1 - 45, #De acuerdo Histogram of maximum windowed SNHT
-            (exploratorio1)
-
-      snht2 - 45, #De acuerdo al Histogram of maximum global SNHT
-                (exploratorio1)
-
-      wd=c(10,10,10), # distancia de estaciones a considerar
45 nref - c(1,1,1) # número de estaciones de referencia para
-                 homogeneizar
-
- )
-
- homogen('Pdia', 2001,2017,metad = TRUE,expl = F,
-         nclust=102,
50 vmin = 0,
-
-         #nm-12,
-
-         dz.max=50, # Histograma de anomalías esta ligeramente
-                   sesgado a la izquierda, hay valores hasta con
-                   50 desviaciones estándar
55 std - 2, # Recomendada para variables que no tienen
-           distribución normal
-
-         snht1 - 350, # De acuerdo Histogram of maximum windowed SNHT
-         snht2 - 200, # De acuerdo al Histogram of maximum global SNHT
-         wd=c(10,10,10),
60 nref - c(1,1,1))
-
- #.....RELLENO DE DATOS FALTANTES.....#
- load('Pdia_2001-2017.rda')
- dahstat('Pdia', 2001, 2017, stat='series')
- dat
55 #.....Reemplazo de Na por valores rellenados por Climatol.....#
- Pdia_rellena <- read_csv("Pdia_2001-2017_series.csv")
- Pdia_rellena <- Pdia_rellena[,c(2:103)]
- serie_cruda_depurada
- Pdia_cruda <- t(serie_cruda_depurada[,c(6:ncol(serie_cruda_depurada))
-
- ]))
70 rownames(Pdia_cruda)<- NULL

```

```
- Pdia_rellena.df<- as.data.frame(Pdia_rellena)
- Pdia_cruda.df <- as.data.frame(Pdia_cruda)
- Pdia_cruda.df[is.na(Pdia_cruda.df)]<- Pdia_rellena.df[is.na(Pdia_cruda
  .df)]
- Pdia_completa<- cbind(serie_cruda_depurada[,c(1:5)],
75     round(t(Pdia_cruda.df),1))
- #...Exportar las series rellenas.....#
- write.csv2(Pdia_completa, "D:/Tesis/Script/Relleno_climatol_diario/
  Climatol_P_diario/Pdia_completa2.csv")
```

Anexo 8

Distribución de la precipitación en la zona de estudio (Periodo 2001-2017)

Mapas resultantes de la interpolación espacial que muestran la distribución de la precipitación anual en la zona de estudio desde el año 2001 hasta el año 2017.

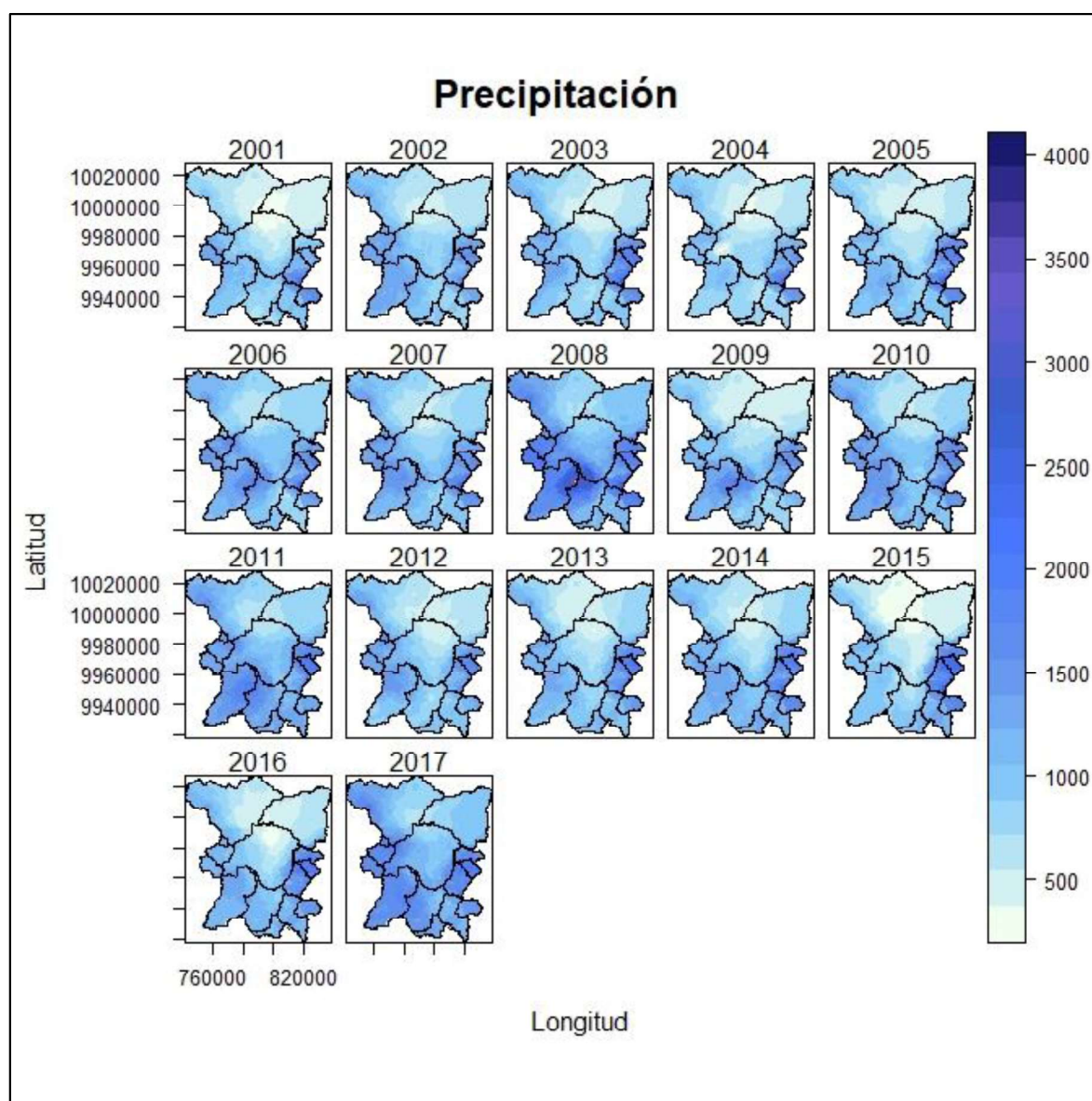


Figura 5.5: Distribución de la precipitación en la zona de estudio (Periodo 2001-2017)
Elaborado por: Viviana Bravo

Anexo 9

Distribución de la temperatura en la zona de estudio (Periodo 2001-2017)

Mapas resultantes de la interpolación espacial que muestran la variación de la temperatura anual en la zona de estudio desde el año 2001 hasta el año 2017.

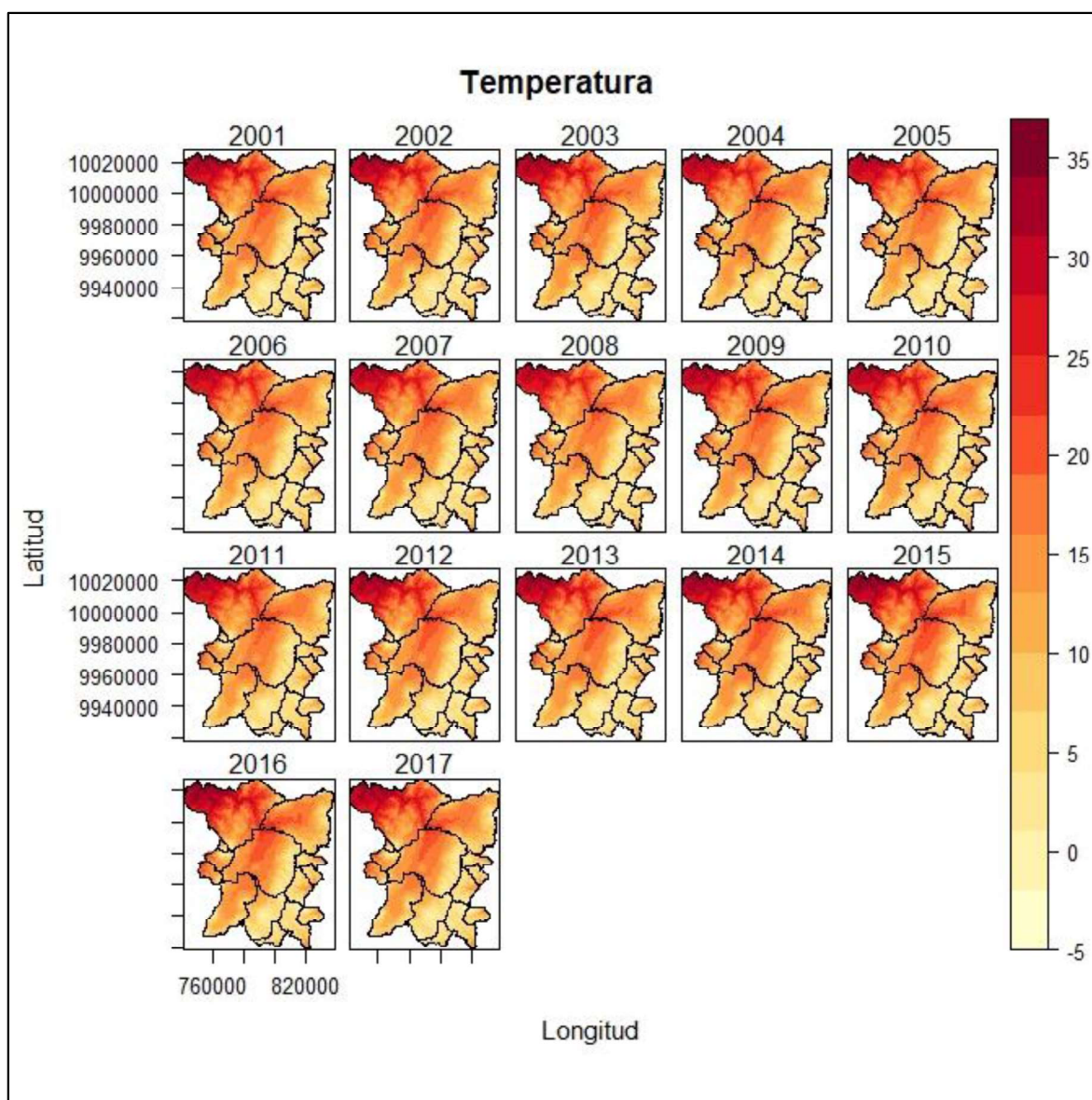


Figura 5.6: Variación media anual de temperatura (2001 -2017)
Realizado por: Viviana Bravo

Anexo 10

Porcentaje de datos disponibles de caudal en la zona de estudio.

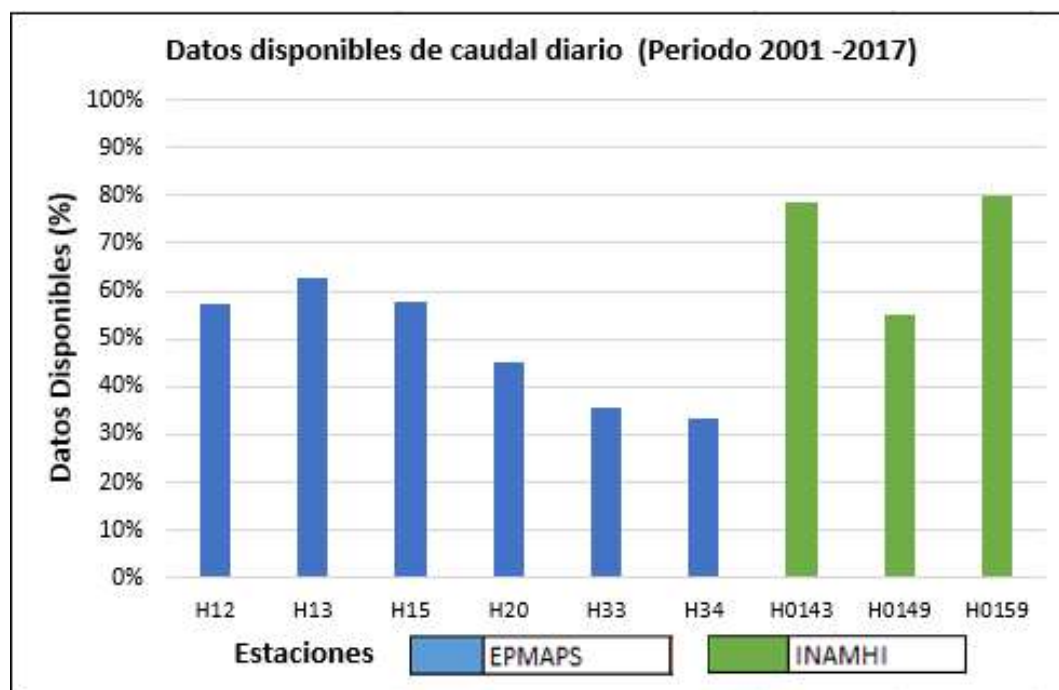


Figura 5.7: Disponibilidad de datos de caudal diario

Fuente: EPMAPS, INAMHI

Realizado por: Viviana Bravo

Anexo 11

Tipo de suelo, grupo hidrológico y número de curva para cada una de las microcuencas de la AHD delimitadas dentro de la zona de estudio.

Tabla 5.3: Número de curva y grupo hidrológico en la AHD de la zona de estudio

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Antisana	303309404	8,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303342901	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303342902	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303342904	12,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Antisana	303342916	10,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Antisana	303342921	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303342925	6,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343001	3,0	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Antisana	303343002	2,6	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Antisana	303343003	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343004	3,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343005	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343006	5,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Antisana	303343007	4,7	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Antisana	303343008	0,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343009	6,0	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Antisana	303343010	0,8	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Antisana	303343011	2,8	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Antisana	303343012	8,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Antisana	303343013	0,8	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Antisana	303343014	1,7	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Antisana	303343015	2,7	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Antisana	303343016	8,4	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Antisana	303343017	6,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343018	4,4	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Antisana	303343019	0,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343020	28,9	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Antisana	303343021	0,8	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Antisana	303343022	0,5	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Antisana	303343023	0,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343024	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343025	0,6	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Antisana	303343026	0,3	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Antisana	303343027	3,5	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Antisana	303343028	3,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343029	4,3	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Antisana	303343030	6,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343031	3,5	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Antisana	303343032	2,5	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Antisana	303343033	2,9	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Antisana	303343034	11,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Antisana	303343035	4,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343036	12,4	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Antisana	303343037	0,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343038	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343039	3,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343040	4,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343041	5,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343042	2,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343043	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343044	6,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343045	1,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Antisana	303343046	9,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Antisana	303343047	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343048	8,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343049	2,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Antisana	303343050	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343051	0,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Antisana	303343052	9,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Antisana	303343053	6,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Antisana	303343054	4,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Antisana	303343055	2,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343056	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343057	6,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343058	3,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343059	4,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343060	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343061	12,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Antisana	303343062	11,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343063	5,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343064	1,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343065	5,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343066	5,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Antisana	303343067	6,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343068	20,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303343069	9,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303358003	2,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Antisana	303358008	26,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Antisana	303358105	9,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Chalpi Grande	303153319	8,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Chalpi Grande	303153322	7,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Chalpi Grande	303153331	3,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Chalpi Grande	303195301	2,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Chalpi Grande	303195302	9,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Chalpi Grande	303195303	18,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Chalpi Grande	303195304	2,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Chalpi Grande	303195305	2,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Chalpi Grande	303195306	5,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Chalpi Grande	303195307	5,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Chalpi Grande	303195308	3,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Chalpi Grande	303195309	1,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Chalpi Grande	303195310	4,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Chalpi Grande	303195311	17,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Chalpi Grande	303195312	5,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Chalpi Grande	303195313	10,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Chalpi Grande	303195314	1,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Chalpi Grande	303195315	1,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Chalpi Grande	303195316	2,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Chalpi Grande	303195317	3,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Chalpi Grande	303195318	1,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Chalpi Grande	303195319	3,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Chalpi Grande	303223501	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Chalpi Grande	303223502	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Chalpi Grande	303223507	1,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Chalpi Grande	303223508	3,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Cinto	303099113	4,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Cinto	303099115	5,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143614	6,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Cinto	303143616	7,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143617	18,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Cinto	303143618	2,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143619	11,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143620	5,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143621	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143622	9,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143623	4,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143624	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143625	5,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143626	2,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143627	9,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143628	3,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143629	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143630	3,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143631	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143632	8,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143633	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143634	9,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143635	1,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143636	8,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143637	0,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143638	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143639	7,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143640	2,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143641	7,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143642	10,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143643	0,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143644	7,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143645	5,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143646	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143647	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143648	8,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Cinto	303143649	6,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303066712	6,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303066713	4,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303074201	1,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303074202	4,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303074203	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303075301	3,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303075302	8,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Alto	303075303	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303075304	2,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303075305	1,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303075306	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303075307	18,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303075308	5,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303075309	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303075310	4,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303075311	11,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303075312	2,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303075313	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303075314	7,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303075315	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303075316	3,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303075317	13,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303080114	4,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303080115	8,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303080117	2,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303080120	3,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303080129	2,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303080138	8,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303080139	12,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303080141	12,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303090901	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303090902	3,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40

SUBCUENCA	COMID	Área Km²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Alto	303090903	6,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303090904	1,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303090905	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303090906	3,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Alto	303090907	0,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303090908	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303090909	5,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303090910	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303091001	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303091002	3,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303091003	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303091004	3,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303091005	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303091006	6,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303096101	1,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303097501	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303097502	7,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303097503	1,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303097504	6,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303097505	11,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303097506	3,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303097507	2,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303097508	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303097509	7,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303097510	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Alto	303097511	9,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303097512	12,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303097513	3,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303097514	3,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303097515	4,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303097516	3,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303097517	24,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303101101	1,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303101102	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303101103	3,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303101104	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303101105	0,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303101106	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303101107	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303101108	0,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303101109	3,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303101110	8,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303101111	3,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303101112	0,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303101113	5,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303101114	11,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303101115	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303101116	6,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303101117	14,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303101118	0,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79

SUBCUENCA	COMID	Área Km²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Alto	303101119	5,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303101120	7,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303101121	5,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303101122	18,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303104701	4,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303104702	3,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303104703	9,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303104704	5,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303104705	0,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303104706	0,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303104707	6,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303104708	1,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303104709	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303104710	17,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303104711	4,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303104712	1,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303118001	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303118002	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303118003	2,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303118004	4,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303118005	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303118006	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303118007	1,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303118008	6,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303118009	4,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79

SUBCUENCA	COMID	Área Km²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Alto	303126101	3,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Alto	303126102	5,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Alto	303126103	10,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Alto	303126104	4,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Alto	303126105	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303126106	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303126107	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303126108	0,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303126109	5,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Alto	303126110	12,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303126111	0,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303126112	3,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303126113	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303126114	6,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303126115	1,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303126116	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303126117	1,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303126118	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303126119	3,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303126201	3,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Alto	303126202	7,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303126203	5,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Alto	303131801	3,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303131802	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303131803	10,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81

SUBCUENCA	COMID	Área Km²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Alto	303142401	7,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303142402	6,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303142403	3,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303142404	5,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303142405	4,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303142406	6,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303142407	0,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303142408	3,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303142409	3,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303142410	2,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303142411	3,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303142412	2,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303142413	13,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303142414	5,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303142415	0,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303142416	0,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303142417	9,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303142418	10,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303142419	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303142420	10,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303142421	7,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303142422	4,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303142423	6,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303142424	7,3	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Guayllabamba Alto	303149501	4,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81

SUBCUENCA	COMID	Área Km²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Alto	303149502	17,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303149503	3,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303154401	4,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303154402	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303154403	9,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303154404	1,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303154405	7,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303154406	8,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303154407	5,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303154408	4,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303154409	25,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303157601	6,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157602	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157603	3,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157604	12,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157605	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157606	5,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157607	0,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157608	7,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157609	3,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157610	6,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157611	4,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157612	5,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157613	0,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157614	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36

SUBCUENCA	COMID	Área Km²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Alto	303157615	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157616	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157617	9,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157618	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157619	0,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157620	8,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157621	2,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Alto	303157622	3,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157623	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157624	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157625	5,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Alto	303157626	6,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157627	2,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157628	7,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Alto	303157629	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157630	5,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Alto	303157631	4,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157632	7,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303157633	6,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303165201	0,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165202	1,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165203	0,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165204	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165205	6,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303165206	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36

SUBCUENCA	COMID	Área Km²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Alto	303165207	0,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165208	3,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165209	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303165210	1,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165211	2,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165212	6,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303165213	5,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165214	7,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303165215	6,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303165216	5,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165217	8,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165218	3,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303165219	0,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165220	4,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165221	1,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165222	9,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303165223	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165224	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165225	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303165226	2,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Alto	303165227	1,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165228	1,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Alto	303165229	3,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Alto	303165230	1,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165231	0,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Alto	303165232	1,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165233	1,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165234	7,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Alto	303165235	5,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165236	8,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303165237	1,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165238	4,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303165239	14,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303169101	1,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303169102	2,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303169103	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303169104	1,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303169105	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303169106	6,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303169107	14,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303169108	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303169109	7,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303169110	3,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303169111	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303169112	2,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303169113	3,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303169114	11,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303169115	17,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303186601	4,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303186602	7,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Alto	303186603	1,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303186604	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303186605	3,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303186606	1,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303186607	5,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303186608	3,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303186609	4,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303186610	6,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303186611	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303186612	5,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303186613	3,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303186614	5,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303186615	2,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303186616	6,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303186617	3,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303186618	0,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303186619	4,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303186620	3,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303186621	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303186622	6,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303186623	11,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303186624	1,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303186625	7,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303186626	2,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303186627	2,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64

SUBCUENCA	COMID	Área Km²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Alto	303186628	3,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303186629	4,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303186630	3,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303186631	4,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303186632	3,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303186633	2,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303186634	3,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303186635	1,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Alto	303186636	8,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Alto	303186637	4,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303186638	16,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303186639	7,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303186640	7,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Alto	303186641	2,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303186642	2,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303186643	5,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Alto	303186644	3,1	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Guayllabamba Alto	303186645	9,5	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Guayllabamba Medio	302925131	11,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	302925131	11,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	302952900	95,1	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Guayllabamba Medio	302955400	127,0	Tierras agrícolas secas y pastizales	A	64
Guayllabamba Medio	302959008	5,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302959009	1,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302965401	7,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Medio	302965402	4,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302965601	3,5	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Guayllabamba Medio	302965808	5,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	302965809	3,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	302965810	8,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	302965816	7,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	302965817	6,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	302965820	6,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	302965821	11,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	302967915	11,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Medio	302967921	6,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302967923	4,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302967924	14,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Medio	302967927	4,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Medio	302967930	3,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Medio	302967931	7,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Medio	302969803	1,8	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Guayllabamba Medio	302973402	8,4	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Guayllabamba Medio	302973403	7,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302978101	5,0	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Guayllabamba Medio	302979900	226,8	Tierras agrícolas secas y pastizales	A	64
Guayllabamba Medio	302987812	4,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302987815	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302997601	7,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302997602	5,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Medio	302997603	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302997604	5,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302997605	2,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302997606	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302997607	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302997608	9,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Medio	302997609	3,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	302997610	7,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302997611	2,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302997612	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302997613	8,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302997614	3,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302997615	4,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	302997616	3,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	302997617	4,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	302999301	1,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302999302	19,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Medio	302999303	14,6	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Guayllabamba Medio	302999304	5,5	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Guayllabamba Medio	302999305	6,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302999306	6,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Medio	302999307	4,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302999308	11,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Medio	302999309	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302999310	1,4	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Medio	302999311	6,2	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Guayllabamba Medio	302999312	0,9	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Guayllabamba Medio	302999313	5,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302999314	6,1	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Guayllabamba Medio	302999315	0,7	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Guayllabamba Medio	302999316	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302999317	7,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302999318	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	302999319	7,5	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Guayllabamba Medio	302999320	11,7	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Guayllabamba Medio	302999321	4,6	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Guayllabamba Medio	302999322	5,3	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Guayllabamba Medio	302999323	10,4	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Guayllabamba Medio	303000701	6,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303000702	5,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303000703	0,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303000704	7,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303000705	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303000706	9,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Medio	303000707	8,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303000708	3,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303000709	9,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303000710	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303000711	1,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303000712	12,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81

SUBCUENCA	COMID	Área Km²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Medio	303000713	7,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Medio	303000714	5,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303000715	8,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303003201	0,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303003301	6,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303003302	11,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303003303	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303003304	11,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303003305	5,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303003306	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303003307	5,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303003308	4,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303003309	7,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303003310	6,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303003311	5,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303003312	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303003313	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303003314	1,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303003315	4,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303003316	0,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303003317	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303003318	3,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303003319	0,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303003320	9,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303003321	17,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Medio	303003322	2,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303003323	2,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303003324	6,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303003325	10,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303003326	0,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303003327	11,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303003328	5,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303003329	15,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303003701	18,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	303003702	1,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	303003703	6,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303003704	7,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Medio	303003705	6,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Medio	303007301	7,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Medio	303007302	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303007303	3,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303007304	3,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303007305	7,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Medio	303007306	3,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Medio	303007307	2,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303007308	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303007309	0,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303007310	6,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303007311	2,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303007312	3,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79

SUBCUENCA	COMID	Área Km²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Medio	303007313	7,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303007314	5,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303007315	0,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303007316	6,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303007317	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303007318	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303007319	4,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303007320	4,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303007321	9,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009301	3,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009302	3,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009303	5,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	303009304	0,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009305	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009306	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	303009307	6,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	303009308	5,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009309	5,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009310	12,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009311	7,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009312	6,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009313	2,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009314	0,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009315	9,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009316	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Medio	303009317	3,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009318	3,9	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
Guayllabamba Medio	303009319	3,1	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
Guayllabamba Medio	303009320	4,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009321	0,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009322	1,0	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
Guayllabamba Medio	303009323	10,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009324	5,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009325	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009326	4,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009327	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009328	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009329	4,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009330	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009331	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009332	0,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009333	8,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009334	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009335	0,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009336	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009337	8,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Medio	303009338	1,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303009339	1,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009340	10,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009341	6,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Medio	303009342	4,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009343	1,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009344	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009345	5,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303009346	3,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303009347	1,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009348	6,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009349	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009350	16,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303009351	6,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009352	7,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009353	8,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303009354	2,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303009355	4,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303009356	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303009357	4,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303009358	5,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Medio	303009359	3,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Medio	303009360	7,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303009361	5,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303009362	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303009363	4,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303037301	14,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Medio	303037302	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303037303	1,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Medio	303037304	6,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303037305	2,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303037306	3,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303037307	5,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303037308	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303037309	5,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303041001	6,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303041002	2,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303041003	7,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303041004	4,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303041005	7,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303041006	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303041007	3,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303041008	0,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303041009	6,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303041010	2,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303041011	2,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303041012	9,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303041013	1,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303041014	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303041015	4,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303041016	6,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303041017	10,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303041018	3,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303041019	1,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Medio	303041020	6,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303041021	15,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303041022	1,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303041023	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303041024	6,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303041025	6,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303044513	5,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Medio	303044515	5,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Guayllabamba Medio	303044516	6,9	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Guayllabamba Medio	303044532	7,7	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Guayllabamba Medio	303044538	3,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	303044540	8,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Guayllabamba Medio	303044541	5,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303044546	3,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303044556	13,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303060201	8,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303060202	4,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303060203	5,3	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
Guayllabamba Medio	303060204	4,7	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
Guayllabamba Medio	303060205	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303060206	5,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303060207	3,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303060208	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303060209	6,8	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
Guayllabamba Medio	303060210	0,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79

SUBCUENCA	COMID	Área Km²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Medio	303060211	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303060212	4,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303060213	11,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303060214	12,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303060215	16,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303062001	1,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303062002	4,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303062003	3,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303062004	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303062005	1,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303062006	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303062007	4,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303062008	14,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Medio	303062009	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303062010	8,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303062011	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303062012	5,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303062013	5,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303062014	5,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303062015	4,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Medio	303062016	2,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Medio	303062017	1,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303062018	9,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303062019	3,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303062020	1,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36

SUBCUENCA	COMID	Área Km²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Medio	303062021	5,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303062022	3,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303062023	9,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303062024	6,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303062025	10,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Guayllabamba Medio	303062026	3,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303062027	15,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303062028	2,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303062029	4,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303062030	8,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303062031	3,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303062032	1,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303062033	4,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303062034	1,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303062035	5,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303062036	4,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303062037	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303062038	9,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303062039	12,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303066701	2,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303066702	0,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303066703	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303066704	4,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303066705	3,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303066706	1,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40

SUBCUENCA	COMID	Área Km²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Medio	303066707	11,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303066708	6,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303066709	6,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303066710	3,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303066711	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080101	3,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080102	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080103	8,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080104	5,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080105	0,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080106	3,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080107	10,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303080108	3,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303080109	1,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080110	2,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080111	3,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080112	3,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080113	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080116	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080118	2,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080119	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080121	1,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080122	5,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080123	1,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080124	4,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Guayllabamba Medio	303080125	4,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080126	3,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303080127	3,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080128	4,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080130	1,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080131	4,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Guayllabamba Medio	303080132	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080133	5,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080134	3,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080135	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080136	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080137	10,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303080140	9,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303084810	3,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303084819	20,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Guayllabamba Medio	303084822	2,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Guayllabamba Medio	303084823	2,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Mindo	303084832	8,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Mindo	303084835	5,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Mindo	303084836	8,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Mindo	303084837	22,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Oyacachi	303137601	2,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Oyacachi	303137602	11,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Oyacachi	303137603	16,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Oyacachi	303137604	0,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Oyacachi	303137605	4,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Oyacachi	303137606	1,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Oyacachi	303137607	0,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Oyacachi	303137608	3,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Oyacachi	303137609	10,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Oyacachi	303137610	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Oyacachi	303137611	9,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Oyacachi	303137612	8,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Oyacachi	303137613	3,2	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Oyacachi	303137614	8,4	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Oyacachi	303137615	4,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Oyacachi	303137616	4,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Oyacachi	303137617	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Oyacachi	303137618	6,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Oyacachi	303137619	1,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Oyacachi	303137620	0,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Oyacachi	303137621	3,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Oyacachi	303137622	7,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Oyacachi	303137623	5,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Oyacachi	303137624	6,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Oyacachi	303137625	14,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Oyacachi	303137715	8,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Oyacachi	303153301	1,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Oyacachi	303153310	7,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Oyacachi	303153313	8,8	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Papallacta	303199601	6,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303199602	6,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303199603	0,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Papallacta	303199604	9,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303199605	2,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303199606	1,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Papallacta	303199607	7,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Papallacta	303199608	8,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303199609	4,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303199610	2,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303199611	1,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303199612	2,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303199613	3,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303199701	6,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303199702	9,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303199703	7,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303199704	11,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303199705	4,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303199706	4,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303199707	5,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303199708	7,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303201001	0,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Papallacta	303201002	6,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303201101	9,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303201102	11,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303201103	1,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303201104	4,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303201105	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Papallacta	303201106	2,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303201107	4,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303201108	11,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303201109	4,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303201110	4,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303201111	3,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Papallacta	303201112	3,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303210601	4,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303210602	4,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303210603	6,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303210604	2,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303210605	0,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303210606	9,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303210607	2,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303210608	6,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303210609	6,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303210610	4,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303210611	13,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303223509	1,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Papallacta	303223512	8,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Papallacta	303223515	6,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Papallacta	303223533	19,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Papallacta	303261214	5,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	302977200	218,4	Tierras agrícolas secas y pastizales	A	64
Pisque	303028501	3,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028502	4,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028503	10,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028504	4,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028505	5,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028506	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028507	0,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028508	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028509	6,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028510	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028511	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028512	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028513	8,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028514	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028515	5,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028516	7,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028517	1,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028518	7,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Pisque	303028519	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028520	3,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028521	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028601	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028602	3,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028603	11,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028604	4,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028605	13,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028606	2,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028607	0,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028608	4,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028609	8,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028610	2,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028611	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028612	4,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028613	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028614	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028615	4,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028616	0,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028617	3,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028618	4,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028619	5,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028620	5,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028621	3,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028622	3,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028623	11,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028624	1,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028625	0,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028626	5,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028627	0,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028628	2,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028629	1,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028630	2,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028631	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028632	3,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028633	5,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Pisque	303028634	5,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028635	5,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028636	3,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028637	4,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028638	3,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028639	6,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028640	0,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028641	9,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028642	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028643	0,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028644	4,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028645	9,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028646	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303028647	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028648	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028649	9,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028650	3,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028651	16,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028652	4,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303028653	0,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028654	3,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303028655	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303044603	11,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303044611	4,5	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Pisque	303044624	4,5	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Pisque	303044634	6,0	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Pisque	303044637	4,9	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Pisque	303047801	0,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303047802	4,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303047803	0,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303047804	3,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pisque	303047805	5,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pisque	303047806	6,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303047807	4,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303047808	6,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303047809	1,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303047810	6,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Pisque	303047811	21,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303047812	14,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303047813	5,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303049101	0,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303058701	4,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303058702	5,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303058703	11,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303058704	4,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303058705	2,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303058706	3,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303058707	2,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303058708	11,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303058709	2,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303060301	0,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060302	4,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060303	0,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060304	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060305	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060306	1,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060307	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060308	5,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060309	6,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060310	3,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060311	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060312	3,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060313	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060314	7,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060315	6,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060316	3,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060317	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060318	5,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303060319	4,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060320	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060321	3,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303060322	8,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060323	9,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060324	3,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303060325	3,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303066801	4,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Pisque	303066802	6,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Pisque	303066803	10,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066804	6,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066805	3,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Pisque	303066806	3,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Pisque	303066807	2,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Pisque	303066808	0,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Pisque	303066809	5,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Pisque	303066810	8,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Pisque	303066811	0,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Pisque	303066812	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Pisque	303066813	6,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pisque	303066814	5,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066815	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066816	0,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066817	6,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pisque	303066818	4,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Pisque	303066819	3,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Pisque	303066820	17,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Pisque	303066821	3,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Pisque	303066822	1,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066823	6,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066824	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066825	7,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pisque	303066826	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066827	1,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066828	3,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Pisque	303066829	6,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Pisque	303066830	2,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066831	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066832	7,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Pisque	303066833	0,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066834	3,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303066835	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066836	5,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303066837	2,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Pisque	303066838	3,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066839	20,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pisque	303066840	3,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Pisque	303066841	4,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Pisque	303066842	2,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066843	8,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Pisque	303066844	2,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066845	2,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066846	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066847	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066848	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066849	4,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Pisque	303066850	5,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303066851	9,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Pisque	303066852	2,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Pisque	303066853	7,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Pisque	303066854	10,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303066855	3,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066856	1,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Pisque	303066857	4,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Pisque	303066858	4,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066859	3,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066860	2,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Pisque	303066861	1,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066862	3,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066863	6,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066864	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066865	18,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Pisque	303066866	4,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303066867	8,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066868	8,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pisque	303066869	5,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303072005	3,0	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Pisque	303072006	3,4	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Pisque	303072022	9,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303072027	3,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303072034	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303072035	10,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303076801	0,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303076802	8,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303076803	5,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303076804	7,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Pisque	303076805	3,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303076806	0,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303076807	3,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303076808	7,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303076809	3,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303076810	3,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303076811	7,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303076812	0,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303076813	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303076814	5,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303076815	1,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303076816	0,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303076817	4,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303076818	5,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303076819	9,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303076820	2,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303076821	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303076822	4,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303076823	11,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303076824	7,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303076825	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303076826	4,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303076827	9,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303076828	16,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303076829	5,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303076830	10,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303076831	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303089701	16,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303089702	1,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303089703	4,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303089704	4,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303089705	12,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303089706	4,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303089707	19,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303089708	6,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Pisque	303089709	6,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303089710	20,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303089711	9,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pisque	303137701	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303137702	5,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303137707	8,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303137708	5,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303137709	6,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pisque	303137712	9,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303205201	7,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303205202	3,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303205203	9,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303205204	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pita	303212101	1,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303225401	2,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303225402	3,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303225403	0,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303225404	1,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303225405	5,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303225406	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pita	303225407	5,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303225408	5,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303225409	7,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pita	303225410	8,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303225411	9,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303225412	11,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303243601	9,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303243602	13,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303243603	0,5	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
Pita	303243604	3,1	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
Pita	303243605	3,7	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Pita	303243606	7,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303244601	5,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244602	3,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244603	1,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303244604	3,7	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Pita	303244605	2,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244606	5,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244607	3,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244608	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pita	303244609	4,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244610	4,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244611	5,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303244612	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303244613	3,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244614	9,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303244615	1,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244616	17,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244617	0,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303244618	1,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303244619	3,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303244620	2,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303244621	10,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244622	1,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303244623	1,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303244624	11,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303244625	12,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303244626	6,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303244627	1,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244628	0,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244629	1,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303244630	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Pita	303244631	4,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244632	6,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244633	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303244634	8,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244635	2,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244636	3,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244637	3,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244638	12,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244639	3,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303244640	9,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303264101	5,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pita	303264102	11,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303264103	7,1	Sabana / arbóreo -arbusivo	D	87
Pita	303264104	5,7	Sabana / arbóreo -arbusivo	D	87
Pita	303264105	9,0	Sabana / arbóreo -arbusivo	D	87
Pita	303264106	3,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pita	303264107	5,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pita	303264108	3,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303264109	7,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pita	303264111	9,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303264112	3,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303264113	3,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303264114	3,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303293401	15,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303293402	5,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303293403	6,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pita	303293404	0,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pita	303293405	9,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303293406	3,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pita	303293407	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pita	303293408	11,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Pita	303293409	4,3	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
Pita	303293410	6,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303293411	0,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pita	303293412	2,4	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
Pita	303293413	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pita	303293414	9,3	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
Pita	303293415	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
Pita	303293416	5,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303293417	1,2	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
Pita	303293418	3,3	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Pita	303293419	3,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303293420	20,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303293421	1,3	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Pita	303293422	9,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303293423	3,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303293424	8,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303293425	9,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
Pita	303293426	1,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303293427	1,2	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Pita	303293428	2,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303293429	3,5	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Pita	303293430	3,1	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
Pita	303293431	0,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303293432	2,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303293433	2,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303293434	8,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303293435	5,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303293436	4,2	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
Pita	303293437	1,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303293438	3,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303293439	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303293440	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Pita	303293441	6,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Pita	303293442	5,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Quijos	303261210	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261217	2,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Quijos	303261221	10,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Quijos	303261222	5,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Quijos	303261224	3,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Quijos	303261225	1,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261226	4,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261229	5,5	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Quijos	303261230	8,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Quijos	303261231	1,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261232	8,0	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Quijos	303261233	7,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261234	2,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261235	5,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Quijos	303261236	3,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Quijos	303261237	4,5	Tierras agrícolas secas y pastizales	B	75
Quijos	303261238	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261239	1,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261240	5,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261241	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261242	3,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261243	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261244	2,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261245	6,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Quijos	303261246	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261247	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261248	2,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261249	5,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261250	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261251	0,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261252	5,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Quijos	303261253	4,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261254	1,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261255	5,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261256	8,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261257	6,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261258	3,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261259	8,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261260	7,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303261261	7,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303299001	9,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Quijos	303299002	4,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Quijos	303309401	4,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303309402	7,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Quijos	303309406	47,6	Sabana / arbóreo -arbusivo	B	70
Saloya	303165122	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165125	1,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165128	9,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Saloya	303165129	4,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165130	2,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165131	6,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165133	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165134	15,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165135	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165136	4,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165138	1,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165139	5,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165140	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165141	0,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165142	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165143	0,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165144	3,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165145	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165146	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165147	3,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165148	2,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165149	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165150	1,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165151	3,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165152	8,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165153	4,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165154	6,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165155	0,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165156	1,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165157	6,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165158	6,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165159	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165160	1,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165161	5,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165162	6,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303165163	7,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303186501	10,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303186502	3,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303186504	12,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303199501	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303199502	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303199503	4,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303199507	8,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303199509	17,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303228502	4,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
Saloya	303228503	5,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	302973218	4,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
San Pedro	303183001	3,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
San Pedro	303183002	1,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
San Pedro	303183003	2,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
San Pedro	303183004	2,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
San Pedro	303183005	3,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
San Pedro	303183006	6,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
San Pedro	303183007	3,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
San Pedro	303183008	1,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
San Pedro	303183009	4,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
San Pedro	303183010	10,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
San Pedro	303183011	18,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
San Pedro	303228504	3,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303228512	6,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303228521	12,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303228522	5,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303228523	11,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303242415	6,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303242416	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303242417	13,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246001	2,5	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
San Pedro	303246002	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246003	0,4	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
San Pedro	303246004	3,6	Sabana / arbóreo -arbustivo	A	49
San Pedro	303246005	0,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246006	4,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246007	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246008	1,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246009	7,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303246010	1,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246011	3,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
San Pedro	303246012	5,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246013	3,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246014	5,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246015	3,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246016	0,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246017	1,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246018	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246019	0,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246020	3,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246021	20,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246022	0,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
San Pedro	303246023	7,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246024	4,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246025	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246026	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246027	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246028	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246029	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246030	3,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246031	8,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246032	5,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246033	3,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246034	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246035	10,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246036	4,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246037	7,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246038	5,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246039	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246040	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246041	1,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246042	5,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246043	2,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246044	3,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246045	10,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
San Pedro	303246046	1,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246047	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246048	4,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246049	4,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
San Pedro	303246050	7,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
San Pedro	303246051	9,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246052	1,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246053	11,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303246054	2,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246055	6,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303246056	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246057	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246058	12,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303246059	0,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246060	1,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246061	2,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246062	15,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303246063	4,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246064	3,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246065	9,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
San Pedro	303246066	3,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246067	5,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246068	2,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246069	7,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246070	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246071	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246072	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246073	1,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246074	4,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246075	6,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246076	7,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246077	3,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246078	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246079	0,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246080	5,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246081	5,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246082	3,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246083	6,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246084	16,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246085	9,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246086	6,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246087	11,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303246101	9,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303246102	5,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	D	81
San Pedro	303246103	3,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246104	3,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246105	1,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246106	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246107	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246108	8,0	Sabana / arbóreo -arbustivo	D	87
San Pedro	303246109	4,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246110	7,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303246111	6,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303268719	10,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303268722	10,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303268724	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303268727	4,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289701	1,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289702	0,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289703	1,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289704	4,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303289705	3,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303289706	4,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289707	2,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289708	0,3	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303289709	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
San Pedro	303289710	4,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303289711	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303289712	2,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303289713	1,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303289714	0,9	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303289715	2,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289716	5,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303289717	6,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303289718	2,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303289719	0,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289720	6,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289721	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289722	5,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289723	3,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289724	2,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289725	4,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289726	4,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303289727	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289728	3,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289729	3,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289730	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289731	0,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289732	4,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	D	79
San Pedro	303289733	3,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289734	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289735	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289736	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289737	3,0	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303289738	2,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289739	5,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289740	4,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289741	4,5	Sabana / arbóreo -arbusivo	A	49
San Pedro	303289742	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289743	5,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303289744	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289745	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289746	0,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289747	6,8	Sabana / arbóreo -arbusivo	A	49
San Pedro	303289748	11,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289749	0,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
San Pedro	303289750	0,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289751	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289752	6,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289753	3,1	Sabana / arbóreo -arbustivo	A	49
San Pedro	303289754	0,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289755	6,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289756	3,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289757	2,9	Sabana / arbóreo -arbustivo	A	49
San Pedro	303289758	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289759	7,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289760	6,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289761	5,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289762	2,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289763	3,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289764	1,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289765	2,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289766	10,3	Sabana / arbóreo -arbustivo	A	49
San Pedro	303289767	0,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289768	11,0	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289769	4,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289770	10,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303289771	4,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	A	36
San Pedro	303326408	9,8	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303326409	5,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
San Pedro	303345200	55,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
San Pedro	303345300	187,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	A	40
Tamboyacu	303330001	4,1	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Tamboyacu	303330002	2,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Tamboyacu	303330003	3,4	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Tamboyacu	303330004	4,6	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Tamboyacu	303330005	8,0	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Tamboyacu	303330006	4,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303330007	2,8	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Tamboyacu	303330008	2,6	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Tamboyacu	303330009	4,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303330010	5,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303330011	0,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303330012	4,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Tamboyacu	303330013	5,2	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303330014	4,9	Sabana / arbóreo -arbustivo	B	70
Tamboyacu	303330015	4,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303330016	3,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303330017	4,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60

SUBCUENCA	COMID	Área Km ²	TIPO SUELO	GR	CN
Tamboyacu	303330018	0,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303330019	5,6	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Tamboyacu	303330020	3,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303330021	2,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303330022	1,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303330023	5,5	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303330024	13,2	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Tamboyacu	303330025	7,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Tamboyacu	303330026	6,7	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303330027	6,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303330028	6,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Tamboyacu	303330029	2,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303330030	4,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303330031	1,1	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303342903	11,5	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Tamboyacu	303342905	3,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Tamboyacu	303342911	4,4	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Tamboyacu	303342913	0,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303347101	0,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303347103	2,4	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303347105	1,8	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303347106	10,9	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303347107	6,3	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60
Tamboyacu	303347108	4,7	Agricultura /Mosaico de bosques claros	B	64
Tamboyacu	303347114	4,6	Bosque siempreverde de hoja ancha	B	60

Fuente: Base de Datos de HydroBID (AHD)

*COMID: Código único de identificación de cada cuenca en la AHD

*GR: Grupo Hidrológico de suelo

Anexo 12

Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Antisana (Periodo 2001 - 2017)

Tabla 5.4: Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Antisana (Periodo 2001 - 2017)

ANTISANA													
REGISTRO MULTIANUAL MENSUAL DE CAUDAL SIMULADO (m3/s)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2001	0,2	0,3	5,4	11,6	5,0	13,4	9,4	9,9	5,8	1,5	4,2	12,0	6,5
2002	7,9	4,4	4,2	12,0	7,9	6,2	0,6	0,1	1,0	7,6	13,7	11,9	6,5
2003	5,1	4,2	8,0	6,4	12,0	7,5	8,5	4,5	5,0	10,5	5,8	6,9	7,0
2004	2,3	3,1	6,0	10,9	8,6	10,0	7,9	7,7	5,1	4,7	3,8	4,4	6,2
2005	1,4	4,5	7,2	15,4	8,2	9,7	8,8	3,4	3,4	6,8	6,6	12,0	7,3
2006	6,7	6,0	9,1	10,5	8,6	7,0	4,2	3,6	5,2	5,3	4,2	5,7	6,3
2007	1,9	2,3	5,3	10,5	6,3	19,8	5,1	9,4	6,7	5,1	7,9	6,6	7,2
2008	4,4	9,8	7,5	6,3	12,4	12,0	9,3	6,8	7,7	13,3	9,0	7,7	8,8
2009	7,8	6,7	4,4	6,8	7,1	8,6	10,3	5,4	2,8	3,7	1,8	2,7	5,7
2010	2,8	3,0	2,8	12,0	8,5	12,5	9,1	9,9	6,6	4,3	13,4	8,3	7,8
2011	4,6	9,1	7,4	10,7	9,9	9,9	12,3	7,2	8,0	7,0	8,1	10,9	8,8
2012	9,2	6,5	6,9	9,3	7,1	6,7	8,0	8,4	6,2	5,5	3,9	4,1	6,8
2013	6,7	10,8	8,4	5,6	8,8	7,5	9,6	6,7	7,1	7,8	7,3	4,2	7,5
2014	7,4	1,9	8,4	9,3	10,8	19,0	10,5	8,1	9,0	8,8	7,5	6,0	8,9
2015	6,1	5,3	8,0	9,4	10,0	20,2	16,7	9,9	5,0	6,9	8,2	3,9	9,1
2016	3,0	7,6	10,4	14,5	7,5	16,4	10,9	6,5	10,3	7,5	3,5	5,2	8,6
2017	8,3	6,1	10,2	9,5	11,2	12,9	10,1	9,4	8,0	5,9	6,8	5,5	8,7
Prom	5,0	5,4	7,0	10,0	8,8	11,7	8,9	6,9	6,1	6,6	6,8	6,9	

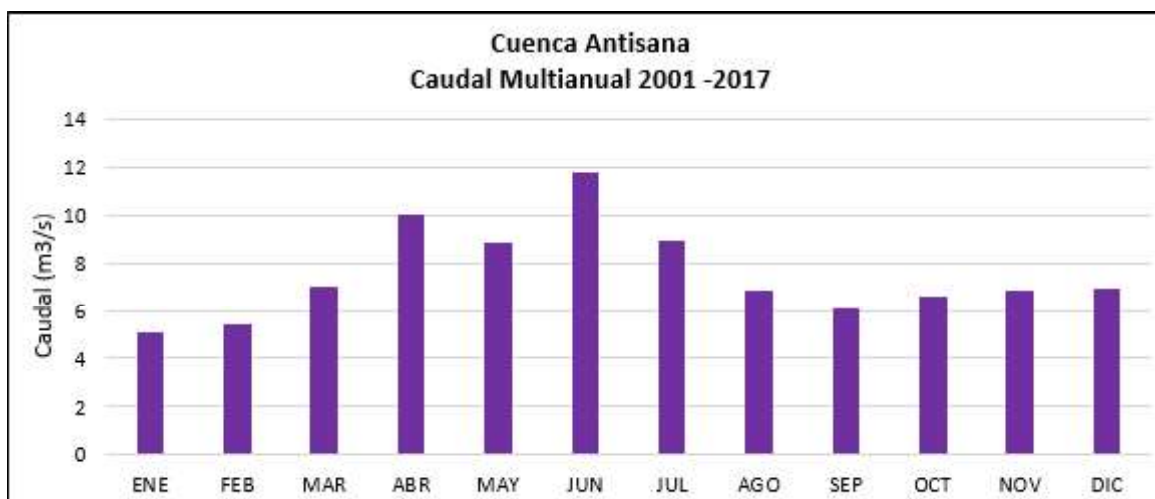


Figura 5.8: Caudal mensual multianual de 2001 a 2017 en la cuenca Antisana
Realizado por: Viviana Bravo

Anexo 13

Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Chalpi Grande (Periodo 2001 - 2017)

Tabla 5.5: Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Chalpi Grande (Periodo 2001 - 2017)

CHALPI GRANDE													
REGISTRO MULTIANUAL MENSUAL DE CAUDAL SIMULADO (m3/s)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2001	1,2	0,2	0,7	3,1	1,8	3,3	2,8	1,5	1,5	1,0	3,9	5,5	2,2
2002	4,8	1,0	4,3	5,1	1,9	4,7	0,2	0,7	2,0	6,4	6,7	6,3	3,7
2003	1,6	4,3	5,0	4,6	9,7	6,5	7,8	2,5	2,6	2,2	1,7	2,9	4,3
2004	1,3	1,4	6,4	4,1	4,6	5,1	3,5	3,7	1,2	1,4	1,8	2,5	3,1
2005	1,2	4,7	4,0	9,1	4,7	7,1	4,8	3,1	3,0	1,6	2,4	3,1	4,0
2006	2,3	1,7	3,6	5,1	4,5	8,4	5,0	2,2	4,1	2,7	2,1	1,0	3,6
2007	1,9	0,9	3,4	3,2	2,6	11,2	2,3	3,9	2,9	1,7	3,3	5,1	3,5
2008	2,9	4,7	3,3	4,2	5,6	5,2	5,4	4,3	4,4	5,9	2,9	2,6	4,3
2009	4,1	3,2	2,3	3,2	4,8	5,8	5,7	4,7	2,2	2,0	1,7	1,6	3,4
2010	1,9	3,3	2,6	3,9	4,3	6,8	4,2	5,3	3,4	2,0	5,3	2,9	3,8
2011	2,6	3,1	3,3	5,0	6,6	7,2	8,9	4,4	4,4	2,5	2,0	4,0	4,5
2012	3,4	4,1	4,4	4,2	4,6	5,2	6,1	4,9	2,6	2,5	1,4	2,3	3,8
2013	3,4	5,5	4,1	3,7	5,2	5,0	7,0	5,1	4,5	3,8	2,4	2,3	4,3
2014	2,8	1,1	4,3	4,5	4,6	8,5	6,1	5,2	4,4	2,9	2,0	2,4	4,1
2015	3,4	4,1	3,3	4,7	5,2	13,4	10,9	6,2	3,0	2,8	3,0	3,0	5,3
2016	1,7	4,6	5,8	6,3	5,5	10,4	6,8	3,6	5,2	2,4	1,4	1,8	4,6
2017	4,0	2,4	3,7	3,6	5,6	6,2	7,4	5,3	3,8	4,0	2,9	3,3	4,4
Prom	2,6	3,0	3,8	4,6	4,8	7,1	5,6	3,9	3,3	2,8	2,8	3,1	

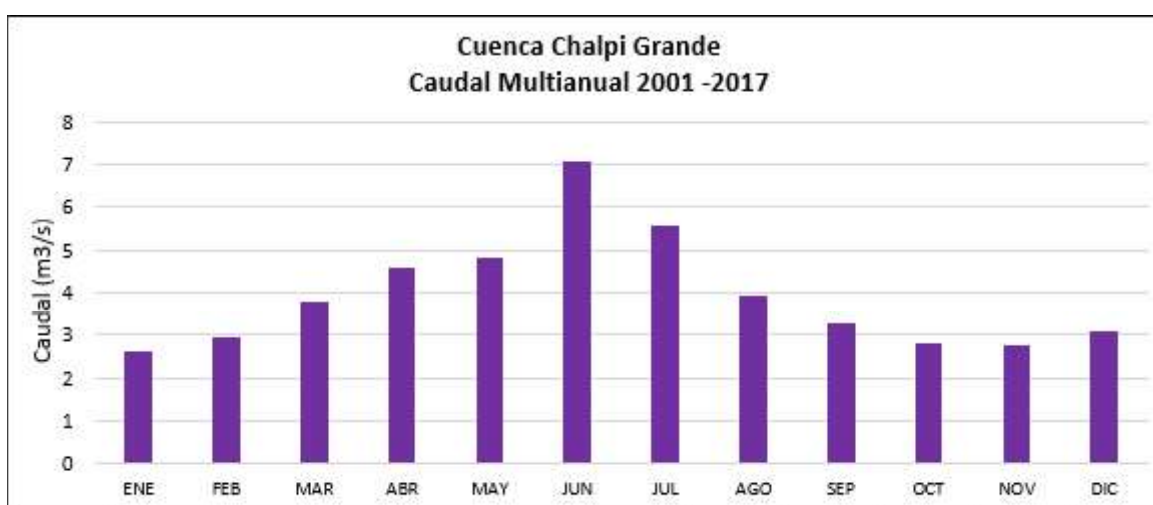


Figura 5.9: Caudal mensual multianual de 2001 a 2017 en la cuenca Chalpi Grande
Realizado por: Viviana Bravo

Anexo 14

Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Cinto (Periodo 2001 - 2017)

Tabla 5.6: Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Cinto (Periodo 2001 - 2017)

CINTO													
REGISTRO MULTIANUAL MENSUAL DE CAUDAL SIMULADO (m3/s)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2001	0,4	1,2	2,2	2,9	3,0	2,8	2,3	1,7	1,3	1,1	1,5	2,7	1,9
2002	3,0	2,7	3,2	3,9	4,0	3,8	2,9	2,1	1,6	1,8	3,2	3,8	3,0
2003	3,6	3,3	3,4	4,3	4,5	4,2	3,5	2,6	2,0	2,1	2,6	3,0	3,3
2004	3,1	2,5	2,3	2,9	3,6	3,5	2,6	1,9	1,7	2,2	2,5	3,1	2,7
2005	2,7	3,1	3,8	4,0	3,9	3,3	2,7	2,0	1,5	1,9	2,1	2,1	2,8
2006	2,6	2,8	3,6	4,7	4,9	4,4	3,4	2,5	2,0	1,9	2,7	3,6	3,3
2007	3,7	3,5	3,6	4,6	4,8	4,4	3,7	3,1	2,5	2,8	3,5	3,6	3,6
2008	3,8	4,4	5,2	6,2	6,7	6,4	5,3	4,2	3,9	4,2	4,3	3,9	4,9
2009	3,7	4,1	4,1	4,2	4,0	3,5	2,8	2,1	1,6	1,5	1,4	1,8	2,9
2010	2,0	2,0	1,9	3,2	4,0	3,6	3,8	3,3	3,0	2,8	2,9	3,8	3,0
2011	4,2	4,3	4,7	5,6	5,5	4,5	3,8	3,5	3,1	3,2	2,8	2,7	4,0
2012	3,4	3,8	4,3	5,3	5,2	4,1	3,3	2,6	2,0	2,1	2,6	2,6	3,4
2013	2,4	3,1	3,2	3,3	4,1	3,9	3,2	2,5	2,2	2,5	2,6	2,6	3,0
2014	2,8	3,0	3,6	3,7	4,3	4,0	3,0	2,2	1,7	2,4	2,8	2,5	3,0
2015	2,2	2,5	3,2	3,8	3,6	3,1	2,8	2,2	1,6	1,6	2,3	2,3	2,6
2016	2,7	2,8	2,9	4,0	4,3	3,9	2,9	2,2	1,9	2,1	2,1	2,1	2,8
2017	2,8	3,3	4,5	5,7	6,4	5,9	4,9	3,8	3,1	3,1	2,9	2,8	4,1
Prom	2,9	3,1	3,5	4,3	4,5	4,1	3,3	2,6	2,2	2,3	2,6	2,9	

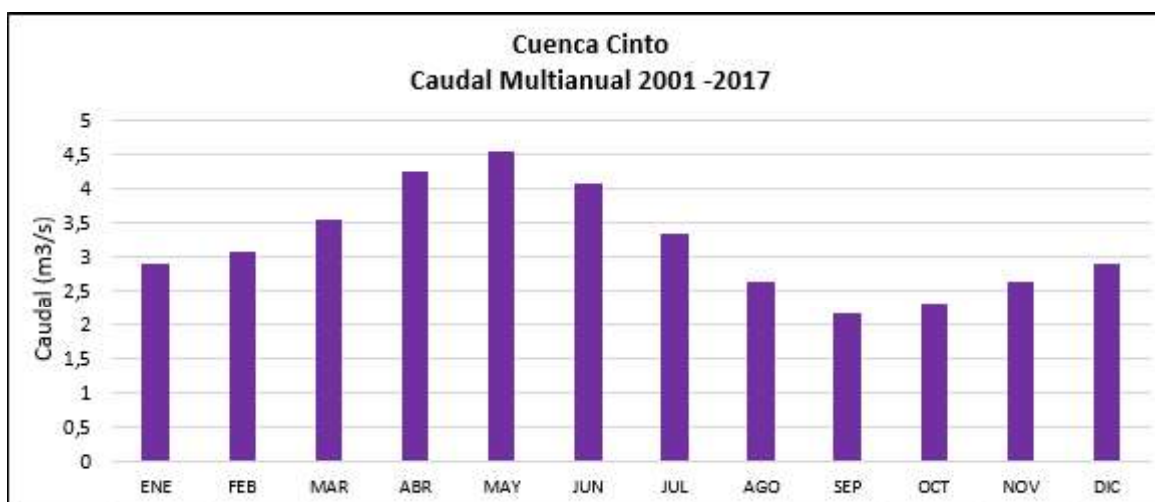


Figura 5.10: Caudal mensual multianual de 2001 a 2017 en la cuenca Cinto
Realizado por: Viviana Bravo

Anexo 15

Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Guayllabamba Alto (Periodo 2001 - 2017)

Tabla 5.7: Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Guayllabamba Alto (Periodo 2001 - 2017)

GUAYLLABAMBA ALTO													
REGISTRO MULTIANUAL MENSUAL DE CAUDAL SIMULADO (m3/s)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2001	8,1	14,5	27,7	26,7	26,4	24,7	19,2	15,5	13,3	12,1	18,0	30,9	19,8
2002	34,4	26,0	36,4	49,6	42,8	39,8	29,1	21,3	16,3	23,7	36,8	41,2	33,1
2003	36,5	32,7	35,4	45,2	40,0	36,9	30,6	23,5	19,4	22,0	28,7	30,6	31,8
2004	30,3	24,2	23,4	27,8	32,1	28,9	22,6	18,4	16,4	19,6	25,9	33,9	25,3
2005	28,0	39,3	39,5	39,3	36,7	31,2	26,5	20,7	17,0	20,5	28,5	30,7	29,8
2006	34,2	49,8	60,2	56,3	51,3	51,8	36,2	27,1	21,0	22,1	41,1	45,3	41,4
2007	39,1	37,0	47,0	53,8	50,5	45,8	36,3	29,3	23,5	29,4	40,4	40,1	39,3
2008	42,6	59,7	77,0	81,3	82,3	69,6	56,5	47,0	41,0	52,8	57,7	60,6	60,7
2009	70,4	66,0	73,6	62,3	54,2	46,6	37,8	29,0	22,2	20,0	22,6	31,8	44,7
2010	27,2	26,5	23,6	42,8	40,9	40,1	39,5	32,3	28,5	28,7	43,4	55,6	35,7
2011	51,3	67,2	63,4	86,4	61,4	51,9	43,2	38,8	32,2	43,0	34,7	42,8	51,4
2012	50,2	46,8	50,3	56,5	47,0	36,2	28,2	21,9	17,5	22,5	31,0	26,7	36,2
2013	24,7	42,9	34,8	38,5	43,3	36,5	28,5	23,3	19,4	25,6	26,1	28,2	31,0
2014	34,9	35,2	46,3	39,1	48,3	40,3	32,5	25,5	22,9	28,2	33,7	31,5	34,9
2015	27,8	29,9	42,1	38,2	35,1	30,7	26,0	21,6	16,9	19,4	26,7	23,1	28,1
2016	27,9	22,9	33,9	55,5	40,7	37,3	29,8	23,0	20,4	26,3	24,3	29,8	31,0
2017	42,9	41,8	68,4	62,3	69,7	60,2	47,2	37,3	31,3	38,5	35,9	44,3	48,3
Prom	35,9	39,0	46,1	50,7	47,2	41,7	33,5	26,8	22,3	26,7	32,7	36,9	

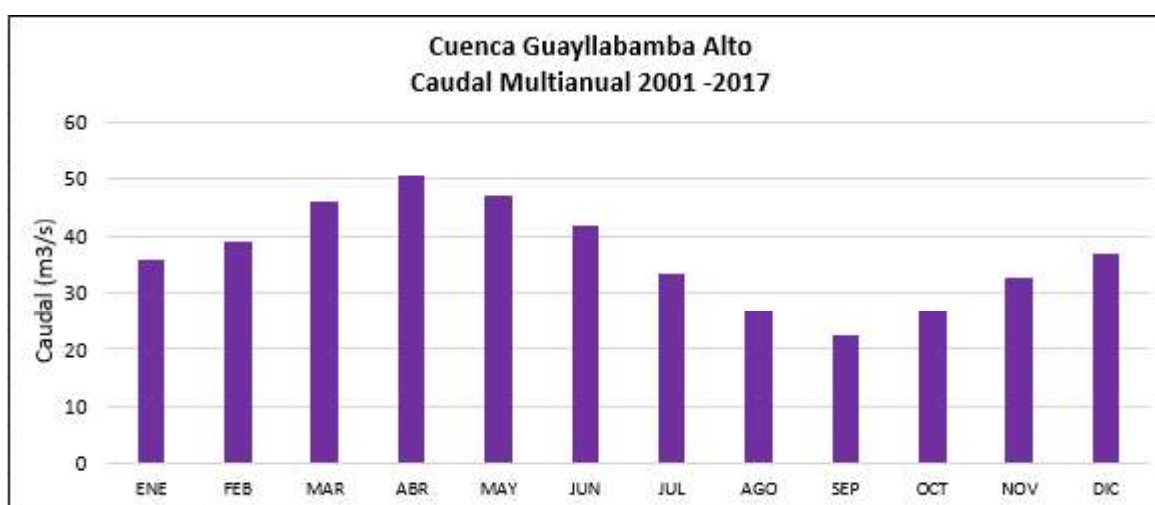


Figura 5.11: Caudal mensual multianual de 2001 a 2017 en la cuenca Guayllabamba Alto
Realizado por: Viviana Bravo

Anexo 16

Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Guayllabamba Medio (Periodo 2001 - 2017)

Tabla 5.8: Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Guayllabamba Medio (Periodo 2001 - 2017)

GUAYLLABAMBA MEDIO													
REGISTRO MULTIANUAL MENSUAL DE CAUDAL SIMULADO (m3/s)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2001	10,2	18,7	41,5	36,3	35,0	31,6	24,5	19,5	16,8	15,5	21,0	36,1	25,5
2002	40,4	31,5	43,2	68,5	58,0	54,7	40,2	29,5	22,3	34,1	52,8	59,0	44,5
2003	49,6	45,6	50,4	69,4	58,3	51,7	42,4	32,4	26,0	29,2	37,6	41,3	44,5
2004	43,8	34,2	33,0	41,9	46,6	41,6	32,1	25,5	22,3	26,7	36,0	47,1	35,9
2005	39,8	57,1	56,4	53,1	50,6	42,8	35,6	27,5	22,6	27,1	35,4	41,9	40,8
2006	46,6	63,2	79,7	83,5	74,7	71,3	51,2	38,2	29,3	29,8	58,5	68,1	57,8
2007	59,0	53,9	66,7	82,0	75,8	70,0	54,6	43,0	33,8	43,0	55,5	55,3	57,7
2008	60,7	78,7	102,5	111,7	114,8	96,8	78,2	63,1	54,1	70,4	77,5	79,5	82,3
2009	91,8	90,0	97,2	85,5	73,5	62,3	50,1	38,2	29,1	25,7	27,4	37,2	59,0
2010	32,5	32,0	27,7	53,0	54,2	53,3	54,5	44,3	38,2	38,0	58,8	81,6	47,4
2011	74,5	93,1	89,5	119,9	89,0	73,8	60,5	54,4	45,1	56,1	46,3	56,5	71,6
2012	70,7	67,1	70,9	80,2	67,9	51,9	40,1	30,8	24,1	28,3	39,5	36,0	50,6
2013	32,8	59,9	49,1	54,1	65,0	55,3	42,7	33,8	27,3	34,9	35,6	37,4	44,0
2014	47,5	47,0	64,3	54,1	66,0	55,6	44,1	34,2	31,0	41,5	47,8	44,9	48,2
2015	40,0	43,2	55,8	53,0	48,2	40,9	34,0	27,9	21,7	24,2	33,8	29,3	37,7
2016	35,1	28,4	44,4	72,9	58,1	51,8	41,2	31,6	27,1	33,7	31,1	37,9	41,1
2017	57,7	58,4	94,4	89,0	99,7	86,6	67,6	52,6	43,0	51,1	48,6	57,8	67,2
Prom	49,0	53,1	62,8	71,1	66,8	58,4	46,7	36,8	30,2	35,8	43,7	49,8	

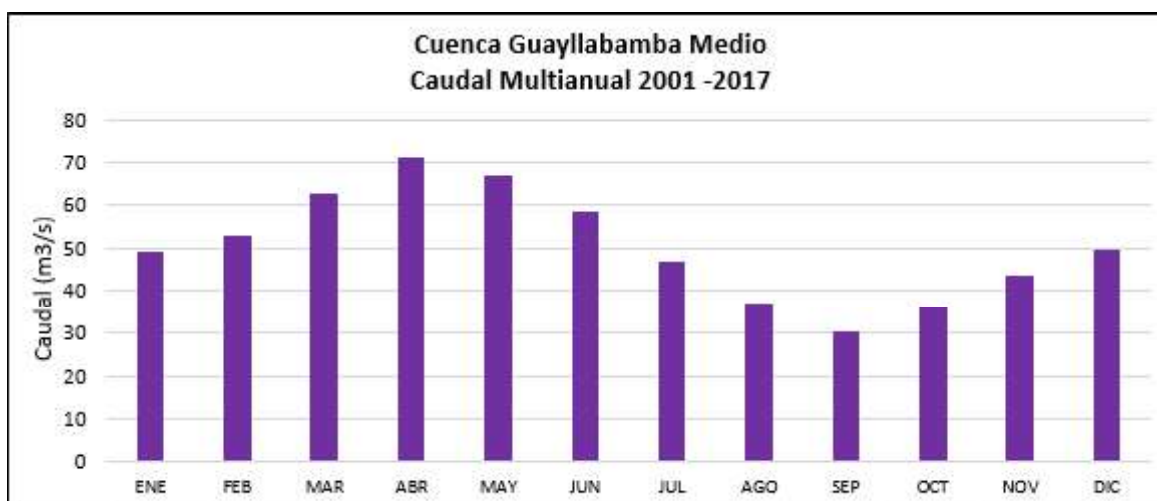


Figura 5.12: Caudal mensual multianual de 2001 a 2017 en la cuenca Guayllabamba Medio
Realizado por: Viviana Bravo

Anexo 17

Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Mindo (Periodo 2001 - 2017)

Tabla 5.9: Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Mindo (Periodo 2001 - 2017)

MINDO													
REGISTRO MULTIANUAL MENSUAL DE CAUDAL SIMULADO (m3/s)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2001	0,09	0,26	0,53	0,60	0,60	0,53	0,41	0,32	0,26	0,23	0,25	0,40	0,37
2002	0,45	0,39	0,52	0,79	0,82	0,79	0,60	0,44	0,32	0,31	0,57	0,66	0,56
2003	0,60	0,55	0,60	0,82	0,91	0,80	0,65	0,48	0,37	0,44	0,53	0,60	0,61
2004	0,63	0,51	0,48	0,60	0,74	0,73	0,54	0,39	0,35	0,44	0,48	0,60	0,54
2005	0,52	0,67	0,81	0,82	0,77	0,64	0,53	0,39	0,30	0,35	0,40	0,41	0,55
2006	0,52	0,55	0,66	0,79	0,88	0,80	0,62	0,46	0,36	0,33	0,39	0,49	0,57
2007	0,46	0,46	0,56	0,80	0,83	0,80	0,69	0,60	0,50	0,56	0,64	0,67	0,63
2008	0,68	0,81	0,96	1,09	1,15	1,12	0,94	0,76	0,72	0,75	0,80	0,75	0,88
2009	0,71	0,80	0,79	0,84	0,80	0,68	0,59	0,45	0,35	0,31	0,31	0,37	0,58
2010	0,39	0,37	0,35	0,57	0,74	0,69	0,74	0,67	0,62	0,57	0,59	0,74	0,59
2011	0,80	0,81	0,89	1,06	1,11	0,91	0,80	0,74	0,65	0,68	0,55	0,54	0,80
2012	0,66	0,74	0,80	0,96	0,95	0,80	0,70	0,58	0,48	0,49	0,55	0,53	0,69
2013	0,50	0,63	0,66	0,64	0,79	0,78	0,65	0,55	0,48	0,54	0,53	0,49	0,60
2014	0,54	0,55	0,63	0,64	0,74	0,70	0,55	0,42	0,34	0,47	0,57	0,52	0,56
2015	0,44	0,55	0,67	0,78	0,75	0,68	0,65	0,52	0,38	0,35	0,49	0,48	0,56
2016	0,53	0,55	0,62	0,84	0,90	0,79	0,60	0,45	0,42	0,49	0,48	0,48	0,60
2017	0,62	0,69	0,87	1,05	1,16	1,09	0,93	0,76	0,65	0,67	0,63	0,65	0,82
Prom	0,54	0,58	0,67	0,80	0,86	0,78	0,66	0,53	0,44	0,47	0,52	0,55	

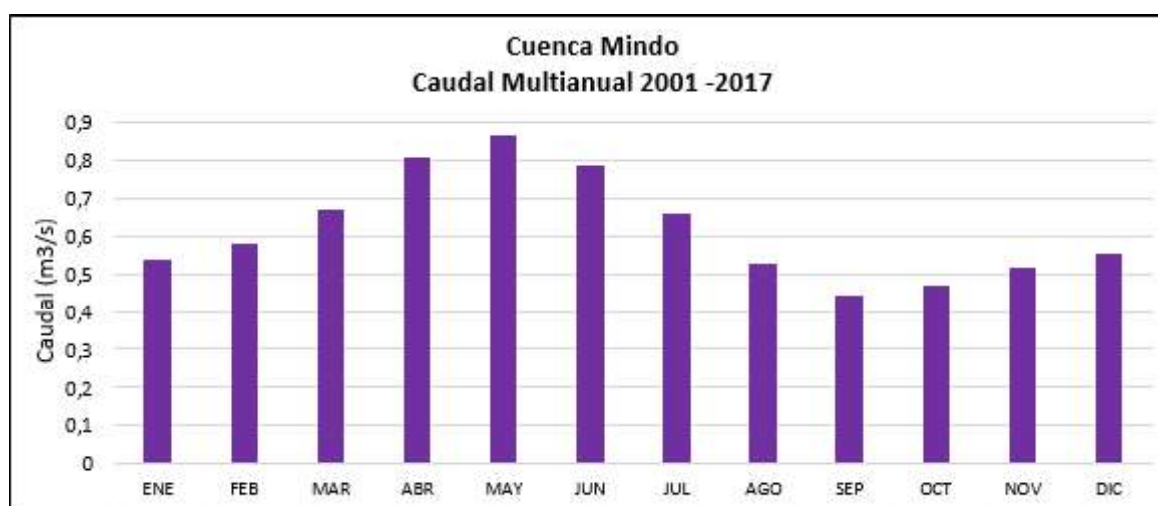


Figura 5.13: Caudal mensual multianual de 2001 a 2017 en la cuenca Mindo
Realizado por: Viviana Bravo

Anexo 18

Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Oyacachi (Periodo 2001 - 2017)

Tabla 5.10: Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Oyacachi (Periodo 2001 - 2017)

OYACACHI													
REGISTRO MULTIANUAL MENSUAL DE CAUDAL SIMULADO (m3/s)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2001	1,1	0,2	0,5	2,8	2,0	2,9	1,8	1,1	1,4	1,1	4,2	5,9	2,1
2002	5,4	1,2	5,2	6,0	2,1	5,1	0,2	0,6	2,0	6,6	7,7	6,9	4,1
2003	1,6	4,0	5,1	5,2	9,4	6,1	7,3	2,6	2,6	2,6	2,3	3,2	4,3
2004	1,7	1,7	6,8	4,9	5,1	4,8	2,9	3,3	1,1	1,7	3,1	3,4	3,4
2005	1,5	5,8	4,4	9,2	4,7	6,6	5,3	3,3	3,0	2,2	2,8	3,8	4,4
2006	2,8	2,3	4,9	5,6	4,5	7,7	4,3	2,0	3,8	3,6	3,2	2,1	3,9
2007	2,2	1,3	3,7	4,4	3,3	11,5	2,5	3,4	2,8	2,6	4,0	5,1	3,9
2008	3,7	5,7	5,1	5,5	6,9	6,1	5,9	4,6	4,6	7,7	4,1	3,5	5,3
2009	4,9	4,4	3,5	3,9	5,0	6,2	6,2	4,4	2,2	2,4	2,0	2,2	3,9
2010	2,4	3,7	2,9	5,3	5,3	6,6	5,2	5,5	4,0	2,7	6,7	4,4	4,5
2011	3,3	4,5	4,6	6,4	6,3	6,6	8,6	4,6	4,6	3,1	2,7	5,2	5,1
2012	3,9	4,8	4,3	5,3	4,8	4,5	5,2	3,9	2,6	2,9	1,8	2,7	3,9
2013	3,6	6,9	4,9	4,2	6,4	4,4	5,7	4,6	3,8	4,2	3,4	2,5	4,6
2014	3,8	1,5	5,8	4,7	6,0	8,7	5,9	4,8	4,9	4,1	3,6	3,2	4,8
2015	4,1	4,4	3,7	5,1	5,3	10,4	9,6	5,6	2,8	3,1	3,7	2,6	5,0
2016	1,9	4,5	6,0	7,7	6,1	9,2	6,1	3,6	4,8	3,2	1,8	2,5	4,8
2017	5,3	3,1	5,1	4,3	6,2	6,4	5,0	5,2	3,8	4,2	3,8	3,7	4,7
Prom	3,1	3,5	4,5	5,3	5,3	6,7	5,2	3,7	3,2	3,4	3,6	3,7	

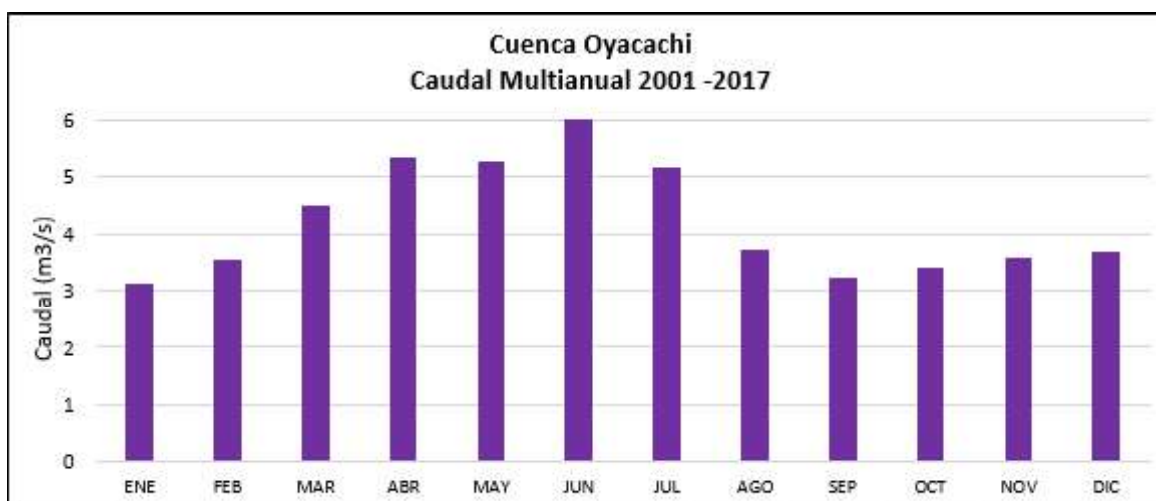


Figura 5.14: Caudal mensual multianual de 2001 a 2017 en la cuenca Oyacachi
Realizado por: Viviana Bravo

Anexo 19

Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Papallacta (Periodo 2001 - 2017)

Tabla 5.11: Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Papallacta (Periodo 2001 - 2017)

PAPALLACTA													
REGISTRO MULTIANUAL MENSUAL DE CAUDAL SIMULADO (m3/s)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2001	0,5	0,5	4,8	10,4	4,3	11,4	9,1	7,5	5,1	1,8	5,5	13,7	6,2
2002	7,6	2,8	5,8	12,2	4,9	7,5	0,4	0,8	2,6	10,9	12,3	13,7	6,8
2003	4,1	8,7	10,7	8,3	17,9	12,5	15,5	5,3	6,0	5,5	4,1	6,7	8,8
2004	2,4	3,1	11,9	9,9	10,7	14,0	11,0	8,8	4,4	4,1	4,1	5,0	7,5
2005	2,1	8,0	8,2	17,9	8,6	14,0	9,0	5,0	5,0	4,8	5,9	7,9	8,0
2006	5,9	4,6	6,8	10,2	8,1	15,5	9,2	6,0	6,8	4,9	6,2	3,5	7,3
2007	3,9	2,6	8,3	9,2	5,5	23,0	5,0	9,8	6,9	5,5	8,4	8,2	8,0
2008	5,7	10,8	7,3	9,0	11,6	11,2	10,9	9,2	8,5	11,5	7,2	6,0	9,1
2009	9,2	6,9	4,4	8,0	8,7	11,8	10,5	7,9	3,9	4,5	2,4	2,8	6,7
2010	3,3	5,6	4,6	9,4	9,2	14,4	7,3	8,5	5,6	4,0	11,4	6,6	7,5
2011	4,8	5,8	5,2	7,5	9,2	10,2	13,0	6,7	6,1	4,0	4,5	7,8	7,1
2012	6,9	7,6	7,3	6,9	8,0	8,8	10,4	8,8	5,5	4,3	2,6	3,9	6,7
2013	6,9	9,9	7,2	5,9	8,7	9,2	12,1	9,0	8,1	7,0	5,2	3,9	7,8
2014	5,3	2,0	9,0	9,2	10,6	19,0	11,8	9,4	8,4	6,5	3,8	4,4	8,3
2015	6,7	6,9	6,4	8,3	9,9	25,4	20,2	11,0	6,2	6,5	7,1	4,8	9,9
2016	2,9	9,0	10,4	11,7	8,6	20,3	12,0	6,9	10,1	4,7	2,4	3,6	8,6
2017	7,8	5,0	8,0	8,3	12,3	13,5	14,9	10,8	8,0	7,0	6,0	6,4	9,0
Prom	5,1	5,9	7,4	9,6	9,2	14,2	10,7	7,7	6,3	5,7	5,8	6,4	

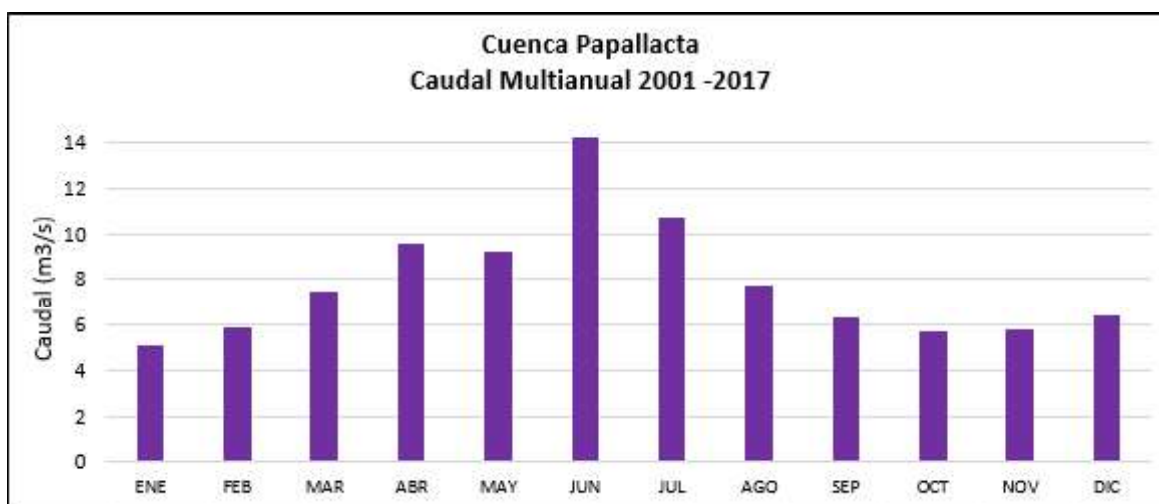


Figura 5.15: Caudal mensual multianual de 2001 a 2017 en la cuenca Papallacta
Realizado por: Viviana Bravo

Anexo 20

Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Pisque (Periodo 2001 - 2017)

Tabla 5.12: Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Pisque (Periodo 2001 - 2017)

PISQUE													
REGISTRO MULTIANUAL MENSUAL DE CAUDAL SIMULADO (m3/s)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2001	1,0	1,9	5,9	4,7	4,5	3,8	2,9	2,3	1,8	1,6	1,5	2,4	2,9
2002	3,1	2,5	3,0	7,3	7,3	8,1	6,1	4,5	3,3	4,8	9,5	9,9	5,8
2003	8,1	7,0	8,0	9,7	9,6	8,0	6,7	5,2	3,9	4,2	5,6	6,8	6,9
2004	7,3	5,9	5,6	6,7	7,4	6,7	5,0	3,9	3,3	3,7	5,9	8,5	5,8
2005	7,8	8,4	8,0	7,6	8,2	7,2	5,7	4,4	3,5	4,1	4,3	6,9	6,3
2006	8,5	8,7	11,5	13,5	13,1	11,3	8,9	6,6	4,9	4,8	10,0	14,1	9,6
2007	11,8	9,9	10,3	15,0	14,5	13,4	10,4	7,8	5,9	8,0	9,8	10,4	10,6
2008	10,9	12,0	15,7	17,4	17,8	16,1	12,9	9,7	8,0	10,9	13,0	13,1	13,1
2009	13,0	13,8	14,0	14,0	11,5	9,7	7,7	5,8	4,4	3,8	3,4	3,8	8,7
2010	3,8	3,3	2,8	6,1	8,0	8,4	8,8	7,6	6,1	6,2	9,1	14,6	7,1
2011	14,1	13,3	14,5	16,9	15,5	12,7	10,3	9,6	8,0	7,9	7,5	9,8	11,7
2012	11,7	12,6	12,2	13,4	12,0	9,1	7,1	5,3	4,0	3,4	4,6	5,6	8,4
2013	4,6	9,5	9,2	10,1	14,1	12,3	9,4	7,1	5,3	6,1	6,4	6,6	8,4
2014	7,2	7,7	10,3	9,0	11,2	9,8	7,6	5,7	5,5	8,9	9,8	9,8	8,6
2015	8,9	9,3	9,2	9,8	8,9	7,0	5,6	4,5	3,4	3,6	5,2	4,3	6,6
2016	3,4	3,0	5,4	9,7	9,2	8,5	6,9	5,3	4,2	5,1	4,7	6,1	5,9
2017	9,9	9,6	14,3	15,2	16,6	15,5	12,1	9,2	7,1	7,1	8,4	9,3	11,2
Prom	7,9	8,2	9,4	10,9	11,1	9,9	7,9	6,1	4,9	5,5	7,0	8,3	

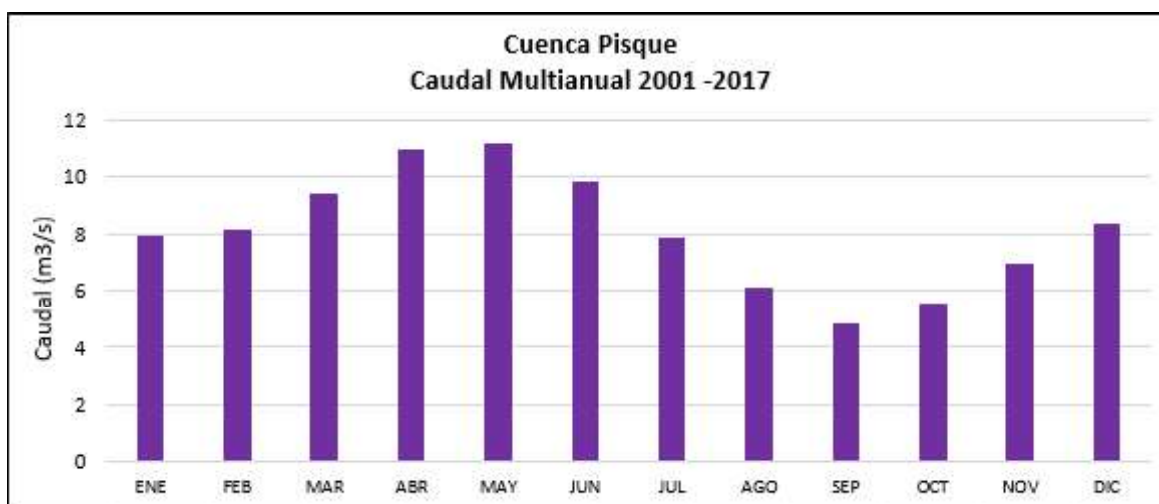


Figura 5.16: Caudal mensual multianual de 2001 a 2017 en la cuenca Pisque
Realizado por: Viviana Bravo

Anexo 21

Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Pita (Periodo 2001 - 2017)

Tabla 5.13: Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Pita (Periodo 2001 - 2017)

PITA													
REGISTRO MULTIANUAL MENSUAL DE CAUDAL SIMULADO (m3/s)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2001	2,6	3,7	7,1	6,1	6,2	6,1	4,9	4,2	3,5	2,9	5,5	9,9	5,2
2002	11,1	7,1	10,9	10,8	10,2	8,8	6,2	4,5	3,4	6,6	9,0	9,9	8,2
2003	8,5	7,2	8,4	8,3	8,0	7,8	6,7	5,3	4,5	5,4	6,9	6,8	7,0
2004	5,9	5,3	5,5	6,6	8,5	7,4	6,0	5,3	5,0	5,3	5,6	8,0	6,2
2005	6,6	10,0	10,0	10,2	9,0	7,8	6,9	5,4	4,7	5,2	7,8	8,8	7,7
2006	9,3	17,2	16,8	12,9	11,9	14,5	8,9	6,7	5,3	5,7	10,7	9,3	10,8
2007	7,9	7,9	11,9	12,3	10,9	9,9	8,2	7,0	6,1	7,0	8,6	10,0	9,0
2008	10,6	15,8	21,7	22,2	21,8	17,4	13,9	12,6	11,1	14,0	17,0	18,7	16,4
2009	23,1	18,6	21,1	15,6	13,6	12,1	9,8	7,7	6,1	5,4	6,7	8,9	12,4
2010	6,6	6,4	5,5	11,5	8,8	9,7	9,3	7,5	6,8	7,4	12,0	14,5	8,8
2011	12,0	20,2	16,6	24,0	13,9	12,8	10,9	10,0	8,3	11,4	10,0	13,1	13,6
2012	14,5	11,2	11,5	12,7	9,9	7,9	6,4	5,3	4,6	6,3	6,9	6,1	8,6
2013	6,0	10,3	7,8	9,0	9,4	7,5	6,4	5,6	4,9	7,5	7,0	7,9	7,4
2014	10,2	9,7	12,0	9,6	12,1	9,8	8,2	6,7	6,2	7,1	10,2	9,1	9,2
2015	7,9	8,0	12,4	9,0	8,0	7,8	7,2	6,3	5,1	5,8	8,5	5,8	7,6
2016	8,2	5,7	10,5	16,7	9,1	9,0	7,4	6,0	5,7	7,6	7,0	9,6	8,5
2017	12,5	12,0	19,7	15,4	16,8	13,9	10,1	8,7	8,0	9,9	10,1	14,1	12,6
Prom	9,6	10,4	12,3	12,5	11,1	10,0	8,1	6,8	5,8	7,1	8,8	10,0	

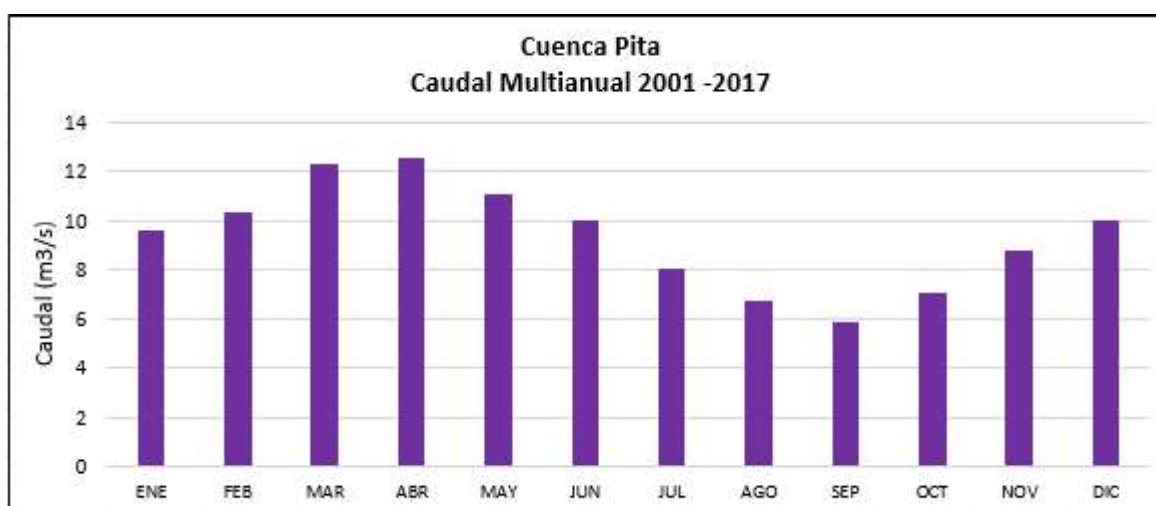


Figura 5.17: Caudal mensual multianual de 2001 a 2017 en la cuenca Pita
Realizado por: Viviana Bravo

Anexo 22

Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Quijos (Periodo 2001 - 2017)

Tabla 5.14: Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Quijos (Periodo 2001 - 2017)

QUIJOS													
REGISTRO MULTIANUAL MENSUAL DE CAUDAL SIMULADO (m3/s)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2001	1,6	1,7	4,3	4,5	2,7	4,7	3,5	4,7	2,5	0,8	1,7	5,1	3,1
2002	4,0	2,0	1,7	4,1	3,2	2,9	0,5	0,2	0,5	2,2	5,5	5,1	2,7
2003	2,7	2,1	3,6	2,9	5,4	3,6	4,1	2,8	2,3	3,7	2,5	2,9	3,2
2004	1,4	1,0	3,4	4,1	4,6	5,2	2,8	4,1	2,5	2,0	1,9	2,0	2,9
2005	0,9	2,2	2,9	6,2	3,9	4,2	4,3	1,9	1,8	3,2	3,2	4,2	3,3
2006	3,4	2,7	3,1	4,2	3,6	3,8	2,7	2,0	2,1	2,3	2,2	2,2	2,9
2007	1,1	1,0	2,3	4,0	2,9	6,5	3,4	3,7	3,0	2,2	3,7	3,1	3,1
2008	2,3	4,3	3,9	3,5	4,6	5,2	4,3	3,4	3,1	4,9	4,1	2,8	3,9
2009	3,0	2,9	1,7	2,6	2,9	3,4	3,4	2,3	1,2	1,4	0,9	0,8	2,2
2010	0,9	1,3	1,3	4,2	4,1	5,1	3,4	3,2	2,2	1,8	5,0	3,9	3,0
2011	2,2	2,4	2,3	3,0	3,2	3,4	4,5	2,9	2,9	2,4	2,8	3,9	3,0
2012	3,3	2,9	2,7	3,2	3,1	2,9	3,0	2,9	2,5	1,9	1,4	1,7	2,6
2013	2,9	3,7	3,7	2,4	3,4	3,1	3,4	2,7	2,9	3,0	2,8	1,8	3,0
2014	3,0	1,0	3,3	4,2	4,5	6,9	4,8	3,6	3,3	3,2	2,7	2,3	3,6
2015	2,9	2,6	3,1	3,6	4,7	7,2	6,4	4,5	2,4	2,6	3,0	1,9	3,7
2016	1,1	3,2	4,0	5,3	3,2	5,7	4,6	2,9	3,6	3,0	1,3	1,6	3,3
2017	2,8	2,5	3,1	4,0	4,5	4,9	3,8	3,2	3,2	2,5	2,4	2,3	3,3
Prom	2,3	2,3	3,0	3,9	3,8	4,6	3,7	3,0	2,5	2,5	2,8	2,8	

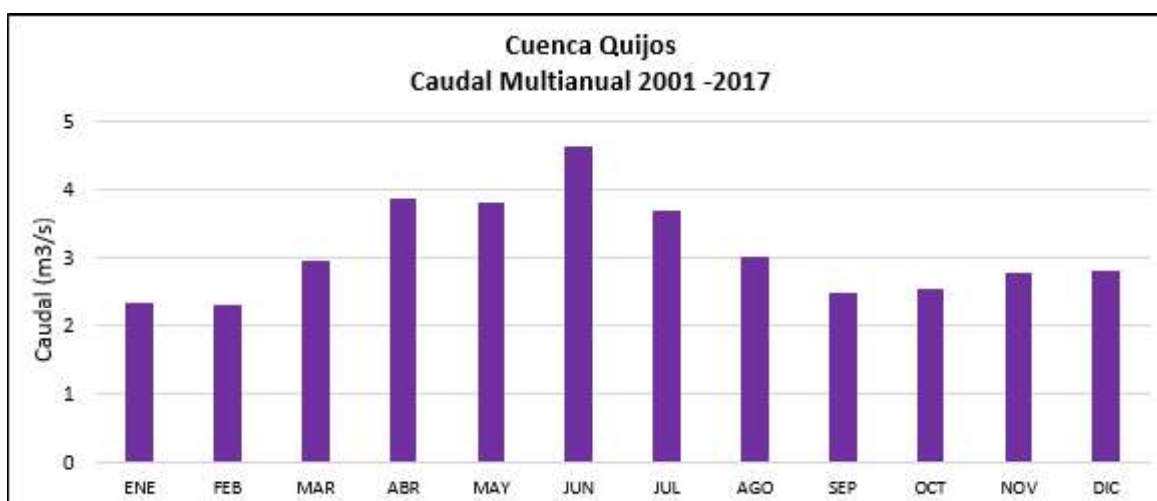


Figura 5.18: Caudal mensual multianual de 2001 a 2017 en la cuenca Quijos
Realizado por: Viviana Bravo

Anexo 23

Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Saloya (Periodo 2001 - 2017)

Tabla 5.15: Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Saloya (Periodo 2001 - 2017)

SALOYA													
REGISTRO MULTIANUAL MENSUAL DE CAUDAL SIMULADO (m3/s)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2001	0,30	0,84	1,55	2,10	2,27	2,29	1,94	1,44	1,10	0,90	1,21	2,10	1,50
2002	2,30	2,09	2,36	2,77	2,75	2,56	1,92	1,45	1,12	1,27	2,19	2,59	2,11
2003	2,54	2,32	2,32	2,58	2,62	2,55	2,17	1,60	1,25	1,32	1,65	1,99	2,08
2004	2,04	1,64	1,54	1,87	2,41	2,36	1,75	1,28	1,14	1,45	1,65	2,05	1,76
2005	1,79	1,94	2,39	2,64	2,69	2,22	1,81	1,35	1,05	1,32	1,45	1,42	1,84
2006	1,62	1,83	2,41	3,27	3,34	2,91	2,28	1,70	1,34	1,28	1,87	2,52	2,20
2007	2,64	2,52	2,47	3,29	3,59	3,21	2,62	2,17	1,71	1,85	2,35	2,44	2,57
2008	2,64	3,06	3,76	4,63	4,98	4,84	3,98	3,07	2,81	3,02	3,08	2,79	3,55
2009	2,67	2,95	3,12	3,14	3,00	2,59	2,07	1,52	1,13	1,01	0,96	1,21	2,11
2010	1,44	1,46	1,42	2,30	2,85	2,64	2,73	2,31	2,02	1,90	1,93	2,64	2,14
2011	2,96	2,97	3,19	3,78	3,71	3,03	2,47	2,20	1,93	2,02	1,78	1,67	2,64
2012	2,19	2,56	2,94	3,65	3,78	2,90	2,19	1,62	1,21	1,26	1,65	1,70	2,30
2013	1,55	1,97	2,11	2,19	2,80	2,69	2,12	1,58	1,34	1,55	1,75	1,68	1,94
2014	1,80	2,03	2,61	2,69	3,18	2,89	2,16	1,59	1,26	1,69	1,85	1,73	2,12
2015	1,47	1,64	2,06	2,54	2,40	1,98	1,63	1,34	0,99	0,97	1,47	1,60	1,67
2016	1,86	1,92	2,04	2,79	3,15	2,84	2,14	1,58	1,41	1,50	1,42	1,38	2,00
2017	1,82	2,18	3,06	4,01	4,60	4,19	3,46	2,59	2,06	2,08	1,95	1,86	2,82
Prom	1,98	2,11	2,43	2,95	3,18	2,86	2,32	1,79	1,46	1,55	1,78	1,96	

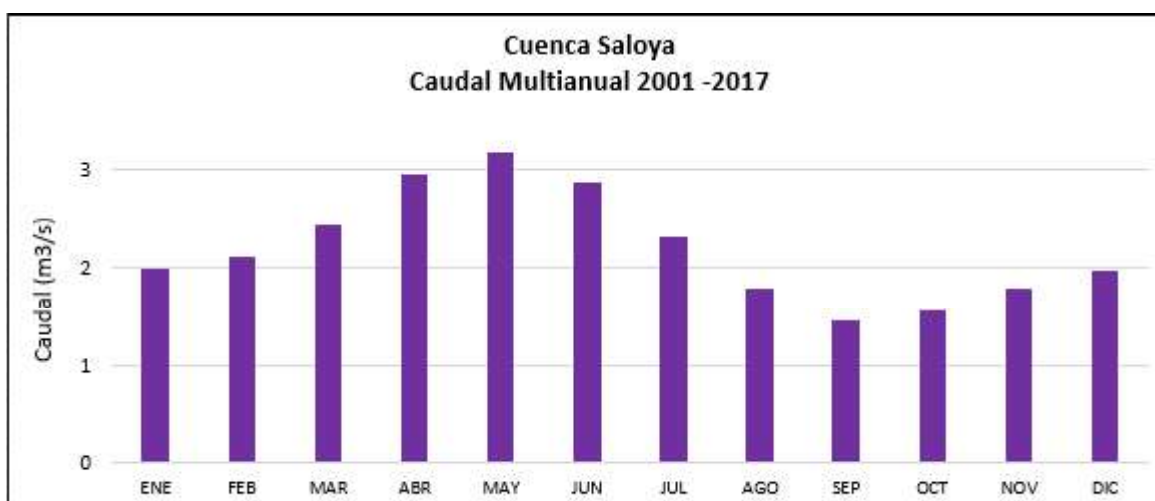


Figura 5.19: Caudal mensual multianual de 2001 a 2017 en la cuenca Quijos
Realizado por: Viviana Bravo

Anexo 24

Caudal simulado por HydroBID en la cuenca San Pedro (Periodo 2001 - 2017)

Tabla 5.16: Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca San Pedro (Periodo 2001 - 2017)

SAN PEDRO													
REGISTRO MULTIANUAL MENSUAL DE CAUDAL SIMULADO (m3/s)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2001	3,4	6,1	10,0	10,6	10,5	9,6	7,4	5,5	4,7	4,1	5,4	10,5	7,3
2002	12,1	9,8	13,8	16,0	15,2	14,2	10,5	7,7	5,7	7,8	12,4	14,7	11,7
2003	13,8	12,8	13,8	15,1	14,2	13,7	11,0	8,1	6,5	7,4	9,7	11,2	11,5
2004	10,7	9,0	8,3	9,3	11,2	9,8	7,5	5,7	5,0	6,3	7,9	11,9	8,5
2005	9,9	13,7	14,6	14,3	13,6	11,1	9,3	7,1	5,7	6,7	9,4	11,1	10,5
2006	12,6	18,0	19,7	18,3	16,7	16,8	11,6	8,5	6,5	6,9	12,8	14,0	13,5
2007	13,6	13,1	15,6	18,5	18,2	15,6	12,3	10,0	7,7	9,2	13,6	14,5	13,5
2008	16,3	20,7	25,9	27,6	28,2	24,2	19,6	16,2	14,3	17,6	19,3	20,4	20,9
2009	24,1	23,4	25,9	22,6	19,5	16,8	13,3	9,8	7,3	6,6	7,5	11,5	15,7
2010	10,3	10,3	9,8	15,8	15,7	14,6	14,4	11,9	10,1	9,9	13,7	19,0	13,0
2011	19,2	23,5	21,8	29,1	21,4	17,8	14,7	13,0	10,7	15,3	11,9	14,8	17,8
2012	18,5	18,4	19,3	21,0	17,6	13,3	9,8	7,2	5,4	7,5	9,9	9,0	13,1
2013	8,5	13,7	12,6	13,6	15,9	13,8	10,2	7,9	6,5	8,9	9,4	10,2	10,9
2014	12,2	13,2	16,8	14,8	17,5	14,8	11,7	8,9	7,7	9,2	10,9	10,9	12,4
2015	9,8	10,5	15,3	14,2	13,2	10,9	8,4	6,5	4,8	5,2	8,4	8,6	9,7
2016	10,2	8,9	13,2	18,7	15,9	13,9	10,4	7,6	6,7	8,8	8,4	10,3	11,1
2017	14,3	14,7	21,8	21,3	24,7	20,9	16,8	12,6	10,2	12,7	12,0	15,5	16,4
Prom	12,9	14,1	16,4	17,7	17,0	14,8	11,7	9,1	7,4	8,8	10,7	12,8	

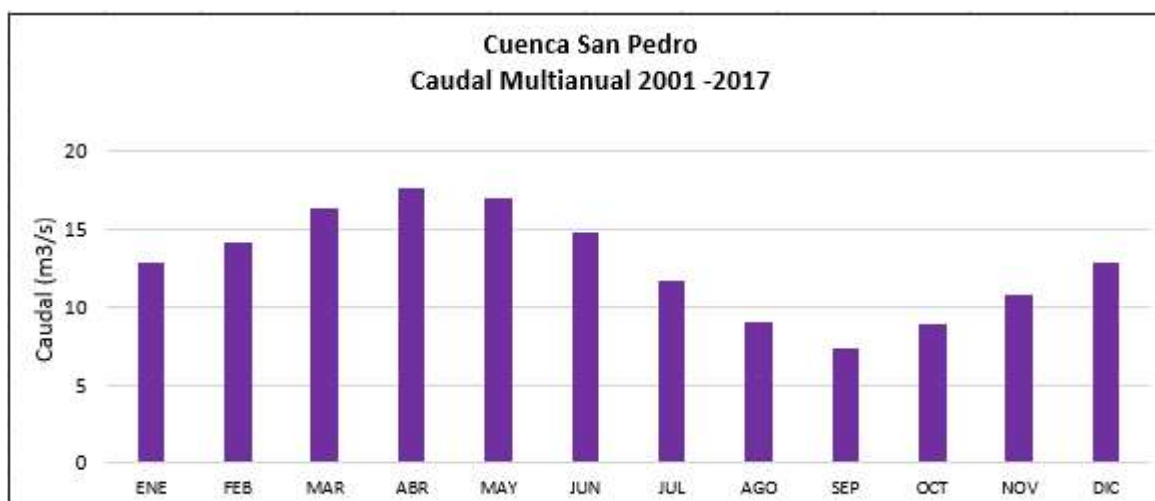


Figura 5.20: Caudal mensual multianual de 2001 a 2017 en la cuenca San Pedro
Realizado por: Viviana Bravo

Anexo 25

Caudal simulado por HydroBID en la cuenca Tamboyacu (Periodo 2001 - 2017)

Tabla 5.17: Registro multianual mensual de caudal simulado por HydroBID en la cuenca Tamboyacu (Periodo 2001 - 2017)

SAN PEDRO													
REGISTRO MULTIANUAL MENSUAL DE CAUDAL SIMULADO (m3/s)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2001	0,97	0,86	2,46	1,14	0,28	2,13	1,56	1,68	1,57	0,75	3,56	5,30	1,86
2002	5,45	2,55	4,70	6,47	4,33	2,76	0,37	0,12	0,61	4,73	6,25	5,89	3,68
2003	2,56	2,82	4,35	3,63	4,58	3,87	4,18	2,07	2,47	4,72	3,22	3,87	3,53
2004	1,68	1,71	3,08	5,20	5,07	5,00	3,89	2,84	2,74	2,42	2,11	2,85	3,21
2005	1,34	3,18	3,93	6,75	3,69	5,62	3,49	2,19	1,98	2,58	3,53	7,00	3,77
2006	3,31	4,45	4,34	5,74	4,61	5,31	2,68	2,18	2,82	2,50	3,82	3,85	3,80
2007	2,02	1,63	3,16	5,78	3,49	8,22	2,09	4,76	3,39	2,82	4,21	3,01	3,71
2008	2,59	4,21	4,06	3,62	6,02	5,39	4,81	3,41	4,11	5,76	4,88	4,49	4,45
2009	4,18	3,36	3,01	4,14	4,36	5,39	4,52	2,98	1,81	2,55	1,48	2,63	3,37
2010	1,69	1,94	1,52	6,30	3,84	6,04	4,97	5,43	3,87	2,82	6,88	4,60	4,16
2011	3,14	5,80	4,30	7,86	6,05	5,27	6,98	3,49	4,32	3,95	4,13	6,23	5,13
2012	5,06	4,18	3,85	4,58	3,69	4,08	4,34	4,05	3,50	3,24	3,61	2,34	3,88
2013	3,41	6,51	4,49	3,34	5,11	3,93	5,86	3,35	3,93	4,53	4,21	2,83	4,29
2014	4,46	1,99	4,65	4,74	5,85	8,08	5,66	4,66	4,66	5,07	4,71	3,25	4,82
2015	3,77	3,24	4,44	4,29	4,16	9,93	7,52	3,98	2,20	3,25	4,42	1,79	4,42
2016	2,40	3,68	5,34	7,89	3,44	8,47	5,08	2,76	5,54	3,76	3,16	3,77	4,61
2017	4,33	4,42	9,97	5,87	6,74	5,96	5,74	5,67	4,31	4,09	5,11	3,59	5,48
Prom	3,08	3,33	4,21	5,14	4,43	5,61	4,34	3,27	3,17	3,50	4,08	3,96	

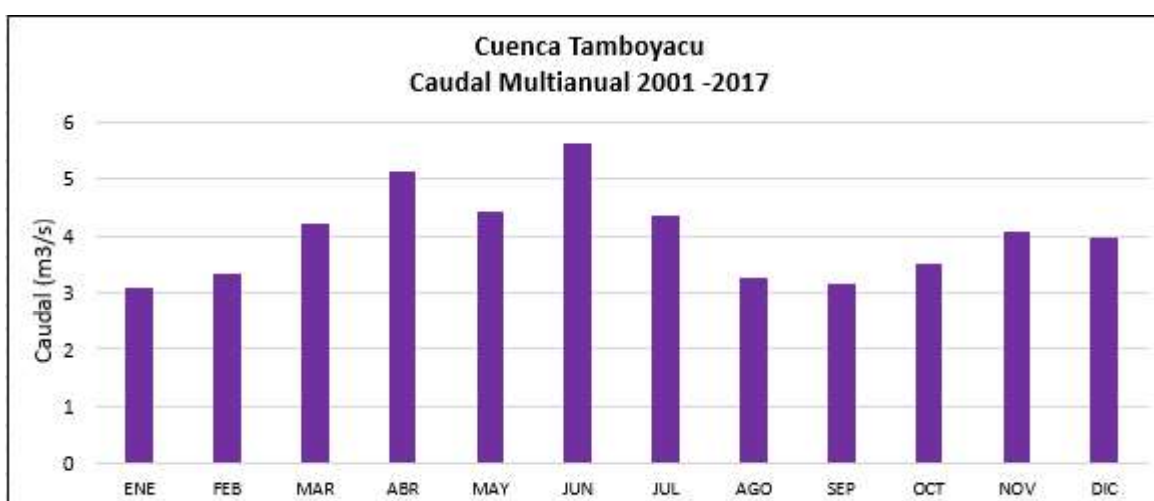


Figura 5.21: Caudal mensual multianual de 2001 a 2017 en la cuenca Tamboyacu
Realizado por: Viviana Bravo