
HIDROLOGÍA BÁSICA Y APLICADA

Carlos Gutiérrez Caiza



Universidad Politécnica Salesiana

Hidrología básica y aplicada

Carlos Gutiérrez Caiza

Hidrología básica y aplicada



ABYA | UNIVERSIDAD
YALA | POLITÉCNICA
SALESIANA

2014

HIDROLOGÍA BÁSICA Y APLICADA

Carlos Gutiérrez Caiza

© Universidad Politécnica Salesiana
Av. Turuhuayco 3-69 y Calle Vieja
Casilla: 2074
P.B.X.: (+593 7) 2050000
Fax: (+593 7) 4088958
e-mail: rpublicas@ups.edu.ec
www.ups.edu.ec

Área de Ciencia y Tecnología
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

Diseño
diagramación,
e impresión:

Editorial Universitaria Abya-Yala
Quito Ecuador

ISBN UPS: 978-9978-10-169-8

Impreso en Quito-Ecuador, abril 2014

Publicación arbitrada de la Universidad Politécnica Salesiana

“El pesimista se queja del viento.
El optimista espera que cambie.
El realista ajusta las velas”.

George Ward

Educar es aprender dos veces

Contenido

Prefacio	11
CAPÍTULO 1	
Introducción a la hidrología	15
1.1 Definición	15
1.2 Distribución del agua en el planeta	16
1.3 Algunas definiciones hidrometeorológicas.....	18
1.4 La Hidrología en la Ingeniería	22
1.5 El ciclo hidrológico	25
1.6 Sistema hidrológico.....	29
1.7 Balance hidrológico	31
1.8 Sistema hidrológico.....	36
Bibliografía	42
Problemas.....	43
CAPÍTULO 2	
Cuencas hidrográficas o hidrológicas	45
2.1 Cuenca hidrográfica.....	45
2.2 Características físicas de una cuenca hidrográfica	48
2.3 Características topográficas de una cuenca hidrográfica.....	51
2.4 Drenaje de una cuenca hidrográfica	58
2.5 Suelos	60
2.6 Orientación.....	60
2.7 Tiempo de concentración (Tc)	61
Bibliografía	64
Problemas.....	65

CAPÍTULO 3

La hidrología y su relación con la meteorología y climatología	67
3.1 Introducción.....	67
3.2 Meteorología	68
3.3 Climatología	68
3.4 Principales parámetros meteorológicos que interesan a la Hidrología e instrumentos en que se miden	68
Bibliografía	83
Problemas.....	84

CAPÍTULO 4

Hidrometría 85

4.1 Introducción.....	85
4.2 Estaciones hidrométricas.....	85
4.3 Medición de caudal.....	88
4.4 Curvas de descarga o de gasto.....	114
4.5 Generación de caudales	125
Bibliografía	126
Problemas.....	127

CAPÍTULO V

La precipitación.....	129
5.1 Introducción.....	129
5.2 Origen de las precipitaciones	132
5.3 Análisis y relleno de datos	134
5.4 Análisis de consistencia de un registro pluviométrico y ajuste de la Estadística.....	150
5.5 Test de consistencia y contraste de hipótesis	161
5.6 Registros pluviométricos o fajas pluviográficas	162
5.7 Análisis de lluvias intensas	166
5.8 Variabilidad de la precipitación	177
5.9 Precipitación máxima probable	194
Bibliografía	195
Problemas.....	196

CAPÍTULO VI

Caudales de aprovechamiento.....	201
6.1 Introducción.....	201

6.2	Curva de duración o permanencia de caudales	201
6.3	Curva de masas	214
	Bibliografía	219
	Problemas	220

CAPÍTULO VII

	Estadística aplicada a la hidrología	223
7.1	Introducción.....	223
7.2	Análisis probabilístico de la información hidrológica.....	225
7.3	Funciones de probabilidad y frecuencia.....	231
7.4	Parámetros estadísticos.....	236
7.5	Ajuste de una distribución de probabilidades.....	241
7.6	Análisis de frecuencias hidrológicas	254
7.7	Distribuciones de probabilidad para variables continuas	260
	Bibliografía	290
	Problemas.....	291

CAPÍTULO VIII

	Estudio de crecientes o avenidas	293
8.1	Introducción.....	293
8.2	Métodos para la estimación de crecidas	294
8.3	Métodos hidrometeorológicos de estimación de crecidas o avenidas	294
8.4	Infiltración - hidrograma de una cuenca unitaria	304
8.5	Hidrogramas.....	318
8.6	Hidrograma unitario	329
8.7	Hidrogramas unitarios sintéticos.....	342
	Bibliografía	370
	Problemas.....	371

Prefacio

El conocimiento de la hidrología en el Ecuador es muy limitado debido a la insuficiente bibliografía que no alcanza a satisfacer las necesidades de quienes estudian este tema. La dificultad para aprender esta materia es alta, por lo que motivó escribir este compendio de “Hidrología básica y aplicada” basado en libros reconocidos en el país, así como en experiencias vividas por el autor en el campo y como docente en la Universidad Politécnica Salesiana.

En este contexto el tratado abarca desde conceptos elementales tales como introducción a la hidrología, elementos básicos del ciclo hidrológico, principios científicos que lo gobiernan, y hasta las técnicas más utilizadas en la práctica para la cuantificación de estos fenómenos aplicados a la solución de problemas en el campo de la Ingeniería civil.

La experiencia del autor en los campos de hidrología, hidráulica, y formulación de proyectos de ingeniería civil y los recursos hídricos, acompañado de una bibliografía adecuada, permite exponer de una forma equilibrada los componentes del ciclo hidrológico como un sistema, las características de las cuencas hidrográficas que sirven de base para la cuantificación de los diferentes parámetros hidrológicos, y la relación existente entre la

hidrología y la meteorología con los diferentes instrumentos y equipos utilizados para su medición en el campo.

Es importante conocer la manera cómo se genera la información hidrológica, es por eso que todo el capítulo 4 está dedicado a la hidrometría desde la instalación de las estaciones, diferentes métodos de medición de caudales, generación de curvas de descarga, hasta la obtención del dato hidrológico a ser utilizado.

En el capítulo 5 se desarrolla todo lo relacionado a la precipitación como un vector de entrada en el estudio del ciclo hidrológico, su origen, análisis, homogenización y completado de datos faltantes empleando técnicas estadísticas y test de validación, para luego determinar los valores promedio de la precipitación en una cuenca hidrográfica aplicando diferentes métodos de cálculo; también se hace un análisis de fajas pluviográficas para determinar las curvas de Intensidad-Duración –Frecuencia que sirven para la generación de caudales para obras de drenaje urbano y rural, y la determinación de los hidrogramas unitarios sintéticos a partir de datos de eventos de lluvias.

En el capítulo 6 se estudia la curva de duración general de caudales que es muy útil para determinar si una fuente es suficiente para suministrar la demanda o si hay necesidad de construir embalses de almacenamiento, pero siempre tomando en cuenta la demanda.

En el capítulo 7 se hace énfasis en el tratamiento estadístico de las series de precipitaciones y caudales, desde el análisis probabilístico de la información hidrológica, funciones de probabilidad y frecuencia, ajuste de una distribución de probabilidades, análisis de frecuencias hidrológicas hasta obtener datos de diseño

para obras de protección y/o control de inundaciones que se diseñan en la ingeniería civil.

En el capítulo 8 se hace un estudio relacionado a las crecidas y/o avenidas, métodos hidrometeorológicos para determinar datos de caudales, infiltración, hidrogramas y tipos, hidrograma unitario, hidrogramas unitarios sintéticos como el hidrograma unitario de Soil Conservation Service-SCS, y otros. Todo esto permite generar caudales de diseño en sitios donde no se tiene estaciones hidrométricas, basándose en información de precipitaciones de una cuenca hidrográfica.

El libro contiene ejercicios resueltos y propuestos por cada uno de los capítulos, con el fin de resolver y ejercitar la hidrología; el contenido del libro tiene un alcance hasta el estudio de crecidas lo que obliga al autor que en una segunda edición, más los comentarios recibidos en esta primera se amplíen a temas como tránsito de crecidas en cauces naturales y embalses, y producción de sedimentos en las cuencas hidrográficas.

Expreso mi gratitud a todas las personas que han colaborado en la edición de este libro. Agradezco especialmente a la Universidad Politécnica Salesiana por darme la oportunidad de publicarlo y espero que sea de gran utilidad para los que se dedican al estudio de la Hidrología.

Dedico este libro a mi esposa Carmen y a mis hijos Wilma, Carlitos y Danielito.