

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN-Managua

Facultad de Ciencias e Ingenierías



**TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

“ESTUDIO HIDROLOGICO PARA LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA LOS
MANGOS EN EL RIO CHIQUITO PUNTO DE CONTROL “FINCA LOS MANGOS,
MUNICIPIO DEL LEÓN”.

Autor:

✿ Oswaldo Agenor Roa Flores.

Tutor:

Ing. WILBER JAVIER PEREZ FLORES

Carrera:

Ingeniería Civil

Managua, 01/10/2008

Agradecimiento

A Dios en primer lugar:

Par darme la vida y permitirme llegar a culminar mi carrera. Dios te agradezco infinitamente por darme fuerza de voluntad y motivación para seguir a delante en los momentos más difíciles, también te agradezco por todas las cosas maravillosas que me has dado en la vida.

Al Ing. Adrián Ordoña:

Por dedicarme parte de su valioso tiempo, le agradezco todo el apoyo que me brindo a lo largo de la realización de este trabajo, sin usted y todo el conocimiento que me transmitió no lo hubiera podido concluir.

Al Ing. Wilber López:

Gracias por su apoyo en la elaboración de este trabajo.

Al Ing. Carlos Collado:

Gracias por su valioso apoyo y confianza en el proceso investigativo de mi monografía.

A mis padres y familiares:

Por creer en mi, apoyarme en todo momento, comprenderme, motivarme, impulsarme siempre a seguir estudiando y ser la mayor fuente de inspiración y sembrar en mi el deseo de superación.

Dedicatoria

A Dios: por darme vida, sabiduría, paciencia, por darme las fuerzas para salir adelante en los momentos más difíciles.

A mis padres: por estar siempre a mi lado incondicionalmente, por darme el sustento espiritual y material, por sus consejos y todo lo que han sacrificado por hacer de mí una persona de bien.

A todos mis familiares por estar pendientes de mí en todo momento y apoyarme en mis decisiones.

A mis Hermanas por apoyarme en los momentos difíciles de mi vida y comprenderme en los que lo he necesitado.

A mis profesores por el gran empeño y esfuerzo en dedicarme el tiempo que les fue posible, para formarme como profesional.

A mis amigos y a todas las personas que me estiman y siempre han estado pendientes de mí y me han ayudado a salir adelante.

Oswaldo Agenor Roa Flores

Índice

1. Introducción	1
2. Antecedentes	3
2.1. Historia de la hidrología	3
2.2 Hidrología de Nicaragua	4
2.3 Desarrollo de la hidrología en Nicaragua	6
3. Justificación	7
4. Planteamiento del problema	8
5. Objetivos	9
6. Marco teórico	10
6.1 Definición y conceptos de hidrología	10
6.2 Aplicación de la hidrología	12
6.3 Ciclo hidrológico	13
6.4 Cuenca hidrológica	14
6.4.1 Definición	14
6.4.2 Características de una cuenca	15
6.5 Métodos de cálculo del caudal pico de una cuenca	21
6.5.1 Método Racional	21
6.5.2 Transito de avenidas	26
6.5.2.1 Método transito de avenida (Muskingun)	27
6.5.2.2 Parámetros de transito	28
6.5.2.2 Secuencia de aplicación del método	31
6.6 Método de cálculo de caudales medios y CDC	33

6.6.1 Método racional	34
6.6.2 Método de correlación de estaciones	34
6.6.3 Balance hídrico	36
6.6.3.1 Precipitación	38
6.6.3.2 Extensión de registros pluviométricos	40
6.6.3.3 Análisis de consistencia	42
6.6.3.4 Evapotranspiración	48
6.6.3.5 Escurrimiento	51
6.6.3.6 Aplicación de Balance hídrico	52
6.6.4 Curva de duración de caudales	56
7. Diseño metodológico	59
7.1 Caracterización de la cuenca	59
7.2 Metodología de cálculo del caudal máximo	61
7.2.1 Método racional	61
7.2.2 Transito de avenida	64
7.3 Metodología de cálculo del caudal medio	78
7.3.1 Correlación de estaciones	78
7.3.2 Método racional	89
7.3.3 Metodología de Balance hídrico	90
7.3.3.1 Parámetros de Balance	90
7.3.3.2 Balance hídrico	94
7.3.4 Análisis de influencia del sistema de drenaje de aguas residuales de la ciudad de León en el caudal medio	98

7.4 Curva de duración de caudales	99
8. Análisis y discusión de resultados	104
9. Conclusiones	106
10. Recomendaciones	111
11. Bibliografía	112
12. Anexos	114

Índice de figuras

1. Ciclo hidrológico	13
2. Modelo de sistema hidrológico simple	14
3. Sección transversal de una cuenca hidrológica	16
4. Clasificación de corrientes	18
5. Sinuosidad de corrientes	19
6. Desarrollo de Hidrograma a través de un cause	27
7. Esquema de procesos del ciclo hidrológico	37
8. Análisis de doble masa estación vs. promedio	43
9. Análisis de doble masa estación vs. estación base	43
10. Capacidad de almacenamiento de agua del suelo	53
11. Curva de duración de caudales	57
12. Ubicación del punto de control hidrológico	59

Índice de gráficos

1. Curva IDF León	63
2. Hidrograma de la cuenca (método racional)	65
3. Hidrograma de la subcuenca SC1	65
4. Hidrograma de la subcuenca SC2	66
5. Hidrograma de la subcuenca SC3	66
6. Hidrograma de la subcuenca SC4	67
7. Hidrograma de la subcuenca SC5	67
8. Hidrograma de la subcuenca SC6	68
9. Hidrograma de la subcuenca SC7	68
10. Hidrograma de la subcuenca SC8	69
11. Hidrograma de la subcuenca SC9	69
12. Hidrograma de la subcuenca SC10	70
13. Transito de caudal de SC5 en $t= 40.37\text{min}$	79
14. Transito de caudal de SC5 en $t= 80.74\text{min}$	80
15. Hidrograma transitado de P5 a P6	75
16. Hidrograma suma en el punto P6	77
17. Hidrograma de la cuenca (Transito de avenidas)	
18. Diagrama de doble masa estaciones del Río Chiquito versus promedio	81
19. Diagrama de doble masa estación León versus estación base (León aeropuerto)	82
20. Curva de duración de caudales Río Atoya	99

21. Correlación caudales de Río Atoya vs. Caudales del Río Chiquito	100
22. Curva de duración de caudales Río Chiquito	102

Índice de Tablas

1. Coeficiente de escorrentía	23
2. Periodos de retorno	25
3. Cálculo del coeficiente de escorrentía	54
4. Parámetros físicos de las subcuencas	64
5. Cálculo de caudales de las subcuencas	65
6. Cálculo de parámetros del transito	72
7. Cálculo del transito del punto P5 al Punto P6	75
8. Cálculo del Hidrograma suma en el punto P6	76
9. Estaciones pluviométricas de las cuencas de estudio	78
10. Correlación entre las estaciones León y León aeropuerto	79
11. Cálculos de la media y la variación estándar de los periodos dudosas de la serie de datos pluviométricos de la estación León	83
12. Áreas de influencia de las estaciones pluviométricas de las cuencas de estudio	87
13. Precipitación media de las estaciones en estudio	87
14. Precipitación media de las cuencas de estudio	88

15. Caudales medios de las cuencas (método de correlación de estaciones)	90
16. Humedad relativa y temperatura de la cuenca	90
17. Radiación extraterrestre diaria	90
18. Evapotranspiración Potencia	91
19. Áreas de las series de suelo de en la cuenca de estudio	92
20. Coeficiente b	94
21. Cálculo de la humedad media	95
22. Evapotranspiración Real	96
23. Excedente de humedad	96
24. Escurrimiento	97
25. Caudales medios (Balance hídrico)	98
26. Caudales de salida de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de León	98
27. Caudales medios (Resultado final)	98
28. Calculo de la curva de duración de caudales	102
29. Caudales base y de diseño según CDC	103