

## INDICE

• Titulo, resumen, palabras claves y titulo abreviado	7
• Titulo en inglés, abstract y key words	8
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCION</b>	
1.1. Generalidades	10
1.2. Antecedentes	11
1.3. Fundamentos de elección del tema	14
1.4. Compromiso institucional	15
1.5. Hipótesis de trabajo	15
1.6. Objetivos	15
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO</b>	
2.1. Cuenca Hidrográfica	17
2.2. Ciclo Hidrológico	18
2.3. Balance Hídrico	19
2.3.1. Métodos para el cálculo del balance hídrico	21
2.3.2. Cálculo de la evapotranspiración potencial	23
2.4. Estimación de Caudal Liquido	25
2.4.1. Generalidades	25
2.4.2. Factores que influyen en el escurrimiento	25
2.4.3. Variables que caracterizan el escurrimiento	26
2.5. Modelos Hidrológicos	26
2.5.1. Modelo hidrológico HEC-HMS ®	28
2.5.1.1. Generalidades	28
2.5.1.2. Funcionamiento del modelo	30
2.6. Estimación del Caudal Sólido. Erosión Hídrica Superficial	32
2.6.1. Factores físicos determinantes en la erosión hídrica	33
2.6.2. Formas de erosión	34
2.6.3. Métodos de estimación del caudal sólido	36
2.6.3.1. Modelo U.S.L.E	36
2.7. Integración de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en los Modelos Matemáticos (HEC-HMS ® y U.S.L.E)	45
2.7.1. Definición, componentes y funciones de los SIG	45

2.7.2.	Modelo de datos en un SIG	45
2.7.3.	Fuente de captura de datos y tipos de información espacial	47
2.7.4.	Modelación con los SIG	48
2.7.4.1.	Modelación en la hidrología	48
2.7.4.2.	Modelación en el uso y manejo del suelo agrícola	50
<b>CAPÍTULO 3: CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO GUAYAS</b>		
3.1.	Ubicación geográfica	51
3.2.	Hidrografía	52
3.3.	Clima	55
3.4.	Geología	56
3.5.	Relieve	57
3.6.	Vegetación y uso del suelo	59
3.7.	Suelos	61
<b>CAPÍTULO 4: MATERIALES Y MÉTODOS</b>		
4.1.	Recopilación de bibliografía y definición del área experimental	64
4.1.1.	Definición del área experimental	65
4.2.	Morfometría de la cuenca	65
4.2.1.	Parámetros de relieve	66
4.2.2.	Parámetros de forma	68
4.2.3.	Parámetros relativos de la red hidrográfica	70
4.2.4.	Parámetros automáticos con HEC-GeoHMS®	72
4.3.	Análisis y procesamiento de datos meteorológicos	73
4.3.1.	Precipitaciones	73
4.3.2.	Temperaturas	75
4.4.	Análisis y procesamiento de datos hidrológicos	76
4.4.1.	Caudales	77
4.5.	Análisis del Balance Hídrico	78
4.5.1.	Cálculo del balance hídrico	78
4.6.	Integración de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)	80
4.6.1.	Generación del Modelo Cartográfico	80
4.6.1.1.	Red de drenaje	81
4.6.1.2.	Delimitación de cuenca y subcuencas	81
4.6.1.3.	Mapa de orientación de laderas	81
4.6.1.4.	Mapa de iluminación	81

4.6.1.5.	Mapa de pendientes	81
4.6.1.6.	Mapa de suelo	81
4.6.1.7.	Mapa de cobertura vegetal y uso de suelo	82
4.6.1.8.	Mapa de isoyetas	82
4.6.1.9.	Mapa de isotermas	82
4.6.1.10.	Mapa de zonas climáticas	82
4.7.	Cálculo del caudal líquido	83
4.7.1.	Método del S.C.S. para las abstracciones	83
4.7.1.1.	Obtención del Número de Curva (NC)	83
4.7.2.	Modelización matemática con HEC-HMS ®	85
4.7.2.1.	Selección de los métodos de cálculo en el programa HEC-HMS ®	86
4.7.2.2.	Selección de datos de lluvia	89
4.7.2.3.	Selección de datos de caudal observado	90
4.8.	Pruebas de calibración del modelo HEC-HMS ®	90
4.9.	Sensibilidad de los parámetros del modelo HEC-HMS ®	92
4.10.	Prueba de validación del modelo HEC-HMS ®	92
4.11.	Determinación de la pérdida de suelo	93
4.11.1.	Método de la ecuación universal de pérdida de suelo (U.S.L.E.)	93
4.11.1.1.	Factor de erosividad por la lluvia "R"	94
4.11.1.2.	Factor de erodabilidad del suelo "K"	98
4.11.1.3.	Factor topográfico "LS"	98
4.11.1.4.	Factor de cobertura del suelo "C"	99
4.11.1.5.	Estimación de la pérdida de suelo "A"	99

## **CAPÍTULO 5: RESULTADOS**

5.1.	Recopilación de bibliografía y definición del área experimental	102
5.1.1.	Definición del área experimental	102
5.2.	Morfometría de la cuenca	111
5.2.1.	Parámetros de relieve	111
5.2.2.	Parámetros de forma	112
5.2.3.	Parámetros relativos de la red hidrográfica	113
5.2.4.	Parámetros automáticos con HECGeo-HMS ®	114
5.3.	Análisis y procesamiento de datos meteorológicos	124
5.3.1.	Precipitaciones	124
5.3.2.	Temperaturas	143

5.4.	Análisis y procesamiento de datos hidrológicos	147
5.4.1.	Caudales	147
5.5.	Análisis del Balance Hídrico	151
5.5.1.	Cálculo del Balance Hídrico	151
5.6.	Integración de los Sistemas de Información Geográfica (SIG)	158
5.6.1.	Generación del Modelo Cartográfico	158
5.6.1.1.	Red de drenaje	160
5.6.1.2.	Delimitación de cuenca y subcuencas	161
5.6.1.3.	Mapa de orientación de laderas	161
5.6.1.4.	Mapa de iluminación	163
5.6.1.5.	Mapa de pendientes	164
5.6.1.6.	Mapa de suelo	165
5.6.1.7.	Mapa de cobertura vegetal y uso de suelo	167
5.6.1.8.	Mapa de isoyetas	170
5.6.1.9.	Mapa de isotermas	170
5.6.1.10.	Mapa de zonas climáticas	171
5.7.	Cálculo del caudal líquido	173
5.7.1.	Método del S.C.S. para las abstracciones	173
5.7.1.1.	Obtención del número de curva (NC)	173
5.7.2.	Modelización matemática con HEC-HMS ®	175
5.7.2.1.	Selección de los métodos de cálculo en el programa HEC-HMS ®	177
5.7.2.2.	Selección de datos de lluvia	180
5.7.2.3.	Selección de datos de caudal observado	180
5.8.	Pruebas de calibración del modelo HEC-HMS ®	181
5.8.1.	Primera prueba	181
5.8.2.	Segunda prueba	184
5.9.	Sensibilidad de los parámetros del modelo HEC-HMS ®	186
5.10.	Pruebas de validación del modelo HEC-HMS ®	188
5.11.	Determinación de la pérdida de suelo	190
5.11.1.	Método de la ecuación universal de pérdida de suelo (U.S.L.E.)	190
5.11.1.1.	Factor de erosividad por la lluvia "R"	191
5.11.1.2.	Factor de erodabilidad del suelo "K"	193
5.11.1.3.	Factor topográfico "LS"	194
5.11.1.4.	Factor de cobertura del suelo "C"	197
5.11.1.5.	Estimación de la pérdida de suelo "A"	199

**CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES**

Conclusiones	205
Agradecimientos	208
Bibliografía	210
Anexos	214