

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1 Generalidades

La cuenca hidrográfica es el territorio geográfico delimitado por una divisoria de aguas, que está conformada por un sistema hidrológico cuyos cauces se vierten a un río principal, a un lago o al mar. El principal elemento que forma parte de esta área es sin duda alguna el agua, vital no solo para la vida, sino también básico para el desarrollo de las actividades humanas. Existen además, infraestructuras construidas por el hombre, para producir bienes y servicios generando efectos positivos y negativos para el bienestar humano. Por ello, es necesario conocer el comportamiento de esta área geográfica para poder optimizar sus recursos naturales, minimizar los riesgos y maximizar los efectos positivos.

El desarrollo de teorías sobre las relaciones entre la precipitación y la escorrentía en cuencas hidrográficas están en expansión. Actualmente, no es suficiente la observación y toma de datos de los diferentes parámetros hidrológicos, que muchas veces son mal tomados o se pierden por problemas cotidianos. Pero gracias al avance de la tecnología en el campo de la informática, actualmente se pueden desarrollar modelos matemáticos que simulan procesos hidrológicos con mayor detalle posible a la realidad.

Un modelo es la representación simplificada de un sistema, por lo cual debe necesariamente despreciar variables del sistema real en función del objetivo para el cual fue o será creado. Un modelo está compuesto por variables o elementos interrelacionados en un intervalo de tiempo, que actúan (procesos) sobre una entrada (materia, energía o información) de manera controlada bajo ciertas restricciones para producir una salida (materia, energía o información) (Gaspar *et al.*, 2009).

Un modelo hidrológico es una aproximación al sistema hidrológico real, sus entradas y salidas son variables hidrológicas mensurables y su estructura un conjunto de ecuaciones que conectan las entradas y salidas (Chow *et al.*, 1994). El procedimiento más utilizado con la aplicación de ordenadores en una cuenca hidrológica es la simulación, es decir, la representación en el computador del ciclo hidrológico por un modelo matemático, que pueda reproducir el comportamiento del agua en el suelo permitiendo simular condiciones futuras que afectarían a uno o varios de los procesos que integran dicho ciclo.

En la actualidad, el movimiento y la producción del agua en una cuenca son afectados por la acción antrópica como la deforestación, el manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas, la contaminación del recurso agua por mal manejo de desechos sólidos y líquidos, la sobre-explotación de los recursos naturales, la inadecuada construcción de obras de infraestructura sin previos estudios de factibilidad (CISP, 2005).

En Ecuador, la cuenca del Río Guayas presenta estas características en su parte alta y media, debido a que se ha alterado considerablemente la cobertura vegetal y provocando una alta producción de sedimentos, que está afectando la cuenca baja. Este hecho, se evidencia en la colmatación de los Ríos Babahoyo, Daule y Guayas, limitando la navegación del transporte fluvial por los centros poblados asentados en estos ríos. En la Foto 1, se observa el Nevado Chimborazo (naciente) desde la ciudad de Guayaquil (desembocadura) apreciando las dimensiones de la cuenca del Río Guayas.



Foto 1. Vista del Nevado Chimborazo desde la ciudad de Guayaquil.

1.2 Antecedentes.

La Cuenca del Río Guayas, constituye el sistema fluvial más importante de la costa suroeste de América del Sur. Está ubicada en la principal región agrícola y ganadera del Ecuador que acoge a la mayor concentración de la población nacional. Dependen nueve provincias y sesenta y un cantones. Está constituida por una amplia zona geográfica que capta el sistema fluvial que conforman los Ríos Daule, Babahoyo, Yaguachi y Vinces, su caudal promedio es de 230 m³/seg, mientras que durante la estación lluviosa sobrepasa los 1500 m³/s (ESPOL. 2000). En la Figura 1 se visualiza su ubicación geográfica.

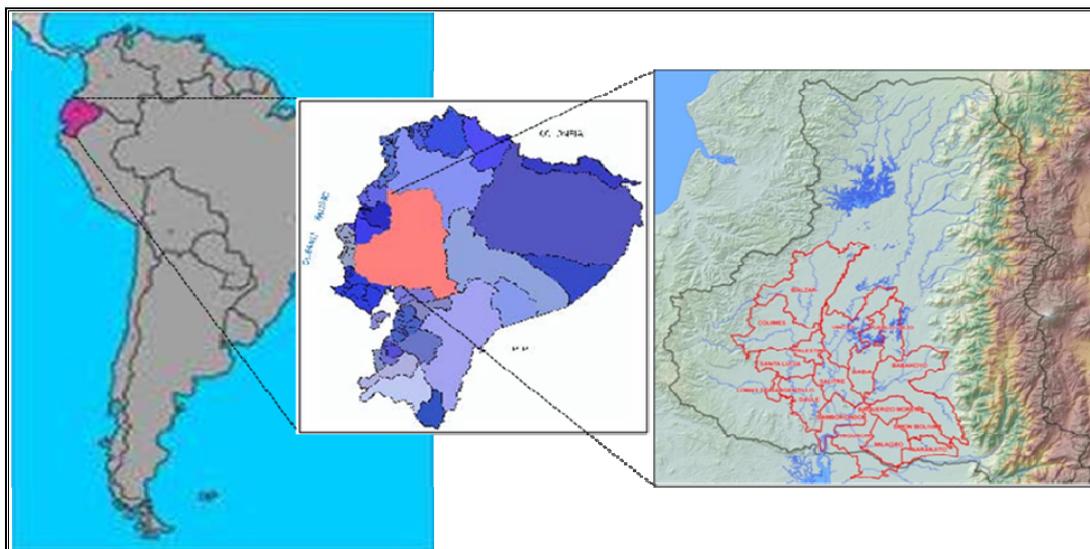


Figura 1. Ubicación de la Cuenca del Guayas. Ecuador.

Esta cuenca constituye el mayor centro de producción de bienes agropecuarios tanto para el consumo interno como para las exportaciones. La misma contribuye a la economía nacional con el 40% del Producto Interno Bruto y su producción exportable significa el 85% de las divisas generadas por el cacao, el 80% por el café, y el 40% por el banano. Con relación a los productos de consumo interno, aporta el 93% de la producción de arroz, el 99% de soya, el 74% de caña de azúcar, el 35% de maíz duro y el 15 % de palma africana. (CHL, 2009)

Históricamente la cuenca ha sufrido los embates de la naturaleza, debido predominantemente, a fenómenos físico y antropogénicos que actúan sobre los procesos geomorfológicos que durante todos los años se presenta en forma de inundaciones o sequías. Los inviernos de 1982 y 1997 (Fenómenos del Niño) destruyeron la red vial de la costa, destrozaron miles de hectáreas de tierras cultivables e inundaron cientos de poblaciones rurales y urbanas dejando decenas de víctimas mortales y millones de pérdidas económicas. Esta área se caracteriza por la importancia económica que representa para el erario nacional y por ser un problema frecuente causado por inundaciones periódicas.

Con el fin de solucionar estos problemas, el 2 de diciembre de 1965 se creó la Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas (CEDEGE) mediante Decreto Supremo No. 2672, cuya finalidad fue ejecutar las investigaciones necesarias para el desarrollo de la cuenca. Desde esa fecha se han realizado varios estudios para mitigar los daños que ocasionan las crecidas de los ríos, así podemos citar los “Estudios de Factibilidad y Diseño del Control de Inundaciones de la Cuenca Baja del Guayas”, realizado por HASKONING-CEDEGE (1990); “El Islote El Palmar, Resultado de una Evolución a Largo Plazo de la Distribución del Drenaje entre los Ríos Daule y Babahoyo en la Cuenca del Guayas”, realizado por Dumont *et al.*, (2007); “Proyecto de Caracterización Hidro-Oceanográfica y Ambientales del Margen Costero, realizado por INOCAR en convenio con la SENACYT (2010), entre muchos otros.

Así mismo, se han invertido grandes sumas de dinero para construir obras de ingeniería hidráulica, represas, canales, muros de aluviones, planes de inundación, como la represa “Daule-Peripa”, obra del Proyecto Múltiple “Jaime Roldós Aguilera” que permite el control de inundaciones mediante la regulación del caudal del Río Daule, provee de agua para riego a casi toda la cuenca del Guayas y Península de Santa Elena y sirve para generar energía mediante una central hidroeléctrica. Además está la construcción del Proyecto Múltiple “Baba” que complementa al proyecto Daule-Peripa alimentando de agua y sirviendo para el control de las inundaciones en la subcuenca del Río Vinces, a más de la construcción de una central hidroeléctrica y sistemas de riego para la cuenca.

El Consejo Nacional de Recurso Hídricos (CNRH) publicó el mapa de la División Hidrográfica Nacional, mostrando que el Ecuador tiene 31 sistemas hidrográficos que se dividen en 79 cuencas hidrográficas, de las cuales 72 pertenecen a la vertiente del Pacífico y 7 a la vertiente del Amazonas (PNUMA, 2008). La cuenca del Guayas pertenece a la vertiente del Pacífico y está a su vez está dividida en 7 subcuencas: Río Daule, Río Vinces, Río Babahoyo, Río Yaguachi, Río Jujan, Río Macul y Drenajes Menores, como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Subcuencas del Guayas.

1.3 Fundamentos de elección del tema

El ecosistema ofrece una gran diversidad de recursos socioambientales: agua, energía, variedad de ecosistemas en ladera, diversidad genética, recursos forestales y minerales, productos agropecuarios, ocio, y turismo, recursos paisajísticos, históricos y culturales, entre otros. De los diferentes flujos de recursos establecidos entre las áreas de montaña y las llanuras adyacentes, el hídrico es posiblemente uno de los que hace más notable la dependencia socioambiental respecto a los ecosistemas montañoso. En efecto, se ha estimado que más de la mitad de la humanidad depende de los recursos hídricos generados en las cuencas de montaña para satisfacer sus necesidades de agua potable, riego, uso industrial y navegación (Gaspari *et al.*, 2009).

La cuenca hidrográfica, es considerada como un sistema donde los procesos hidrológicos, geomorfológicos, edáficos y culturales, se hallan ligados y, además se generan, los peligros hidrometeorológicos, como erosión, remociones en masa, inundaciones y crecidas torrenciales. Por tanto, el mal uso de los recursos naturales en las cuencas altas y medias repercutirá y será una amenaza para la población, sistemas agroproductivos, agua potable, energéticos y de transporte situados aguas abajo (Gonzales *et al.*, 2008). Esta área física sufre el impacto de la contaminación sólida y líquida, la tala irracional de los bosques, la degradación de los suelos producto del uso excesivo de los fertilizantes y agroquímicos, sobreexplotación de los recursos naturales, entre otros problemas producidos por el hombre los cuales deben ser resueltos tomando a la cuenca hidrográfica como una unidad territorial. En ellas funciona la combinación del sistema hídrico que produce agua, simultáneamente con un subsistema económico y social, activado por el hombre, el capital, el trabajo y la tecnología. Sirven como marco práctico y objetivo para la planificación y gestión del desarrollo sostenible funcionando como sistema cuyos elementos se encuentran conectados e interactúa como una unidad.

Existen estudios sobre el manejo de cuencas hidrográficas elaborados siguiendo las formulaciones teóricas de los problemas, sin embargo la aplicación de estos ha tenido variados inconvenientes. Básicamente, los motivos del mal manejo, son la falta de una política definida que se materialice en una institución con planificación estatal, intereses de grandes empresas que tienen su área de producción en las cuencas altas y medias, intereses de poblaciones que solo identifican su fuente de ingreso sin importar el daño que causan a los recursos naturales, falta de apoyo de gobiernos seccionales para exigir al gobierno central ayuda en temas de planificación, entre otros.

A partir de estos antecedentes problemáticos, el objetivo personal e institucional es adquirir conocimientos teóricos y herramientas prácticas necesarias para realizar estudios a nivel de cuencas hidrográficas y emplear modelos matemáticos de simulación hidrológica para cuantificar los caudales líquidos y sólidos en microcuencas de la cuenca del Guayas.

1.4 Compromiso Institucional

El desarrollo de la presente tesis forma parte del pensum académico correspondiente a la Maestría en Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas, Carrera de Postgrado propuesta por la Universidad Nacional de La Plata, Argentina, y organizada por la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.

El trabajo de investigación fue realizado con el auspicio de la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Investigación (SENESCYT, ex SENACYT) y el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR).

El INOCAR es el organismo oficial del Estado que tiene bajo su responsabilidad el estudio hidrográfico de los ríos y mares territoriales, optimizando los procesos de operación, control y evaluación de las actividades Oceanográficas, Hidrográficas y de Ayudas a la Navegación para garantizar la seguridad de la navegación en el mar, canales y vías navegables del país.

El desarrollo del presente trabajo de investigación se encuadró en las tareas que desarrolla el Instituto Oceanográfico y en su misión de planificar, dirigir, coordinar y controlar las actividades técnicas relacionadas con la Seguridad Marítima. Los resultados obtenidos servirán para coordinar y colaborar con otras instituciones la elaboración, actualización y aplicación de planes de prevención y contingencia frente a emergencias naturales. La metodología desarrollada se aplicará para realizar estudios de navegabilidad del Río Guayas y de los principales ríos navegables del país contribuyendo de esta manera al desarrollo y bienestar de la sociedad.

1.5 Hipótesis de Trabajo

La modelización hidrológica en áreas experimentales determina la cuantificación de caudales y sedimentos permitiendo extrapolar su metodología a cuencas homólogas.

1.6 Objetivos

General

Modelar hidrológicamente una cuenca experimental para cuantificar la producción de caudales y sedimentos.

Objetivos Específicos

1. Definir un área experimental en la Cuenca del Río Guayas (*microcuenca*).
2. Calcular los índices morfométricos del relieve y red hidrográfica del área experimental y de las unidades hidrológicas.
3. Caracterizar los parámetros hidrometeorológicos del área experimental.
4. Cuantificar la entrada, salida y almacenamiento de agua en la microcuenca mediante el Balance Hídrico.
5. Crear una base de datos cartográfica georreferenciada utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el área experimental.
6. Determinar el caudal líquido en la cuenca experimental aplicando la simulación, calibración y validación del modelo HEC-HMS ®.
7. Determinar la tasa de erosión hídrica en la cuenca experimental utilizando los SIG mediante la implementación del modelo empírico U.S.L.E.