



LA CUENCA HIDROGRAFICA COMO UNIDAD DE PLANIFICACION SOSTENIBLE

Karina Paola Forero Vargas y Jemay Mosquera Téllez

Resumen: El enfoque de la propuesta se centra en la modelación de eventos extremos, parte de la búsqueda de modelos que sean capaces de procesar los datos generados utilizando métodos de pronósticos meteorológicos con el fin de determinar áreas con riesgo de inundación, como información que puede ser utilizada para dar la alerta y llevar a cabo procedimientos de evacuación y prevención de desastres. Es por esto que el enfoque se centra en la modelación de eventos extremos.

Palabras clave: desastre natural, desarrollo sostenible, medición hidrológica, estudio hidrográfico

Abstrac

El enfoque de la propuesta se centra en la modelación de eventos extremos, parte de la búsqueda de modelos que sean capaces de procesar los datos generados utilizando métodos de pronósticos meteorológicos con el fin de determinar áreas con riesgo de inundación, como información que puede ser utilizada para dar la alerta y llevar a cabo procedimientos de evacuación y prevención de desastres. Es por esto que el enfoque se centra en la modelación de eventosextramos.

Key words: natural disasters, sustainable development, hydrological measurement, hydrographic surveying

INTRODUCCION

Cuando se abordan aspectos relacionados con la planificación, se pretende, por un lado, mantener o crear los satisfactores de la necesidad humana, sean biológica, sicológica o social, o bien, establecer aquella condición humana, sin importar la orientación ideológica en la que estas se sustenten, esto si se busca un territorio ordenado para subsistir, distribuir o acumular hechos planificados o presentar posibles soluciones a problemáticas generadas por acciones humanas o naturales que se oponen al cambio, permanencia o generación de los satisfactores. En términos espaciales, es necesario hacer distinción entre las áreas donde se localizan los problemas, aquellas donde se debe intervenir para solucionarlos y los ámbitos espaciales de responsabilidad, dando así una posible visión crítica y geográfica a la aplicación de la planificación territorial. (Buitrago Bermúdez, 2007)

1 El presente trabajo se enmarca en estudios previos del grupo de investigación Gestión Integral del Territorio – GIT de la Universidad de Pamplona y del desarrollo de la tesis de maestría en Ingeniería Ambiental: lineamientos para la prevención de desastres a partir de la aplicación de modelos hidrológicos. El caso de la cuenca del Rio Táchira, que adelanta actualmente la ingeniera Karina Forero.

2 Ingeniera civil, estudiante de maestría en ingeniería ambiental y miembro del grupo GIT

3 Arquitecto, doctor en arquitectura y director el grupo GIT



El enfoque moderno de la planificación de los usos de la tierra y el manejo de los recursos naturales, especialmente el manejo y gestión de las cuencas hidrográficas, desempeñan un papel fundamental en la reducción de los riesgos. Existe una variedad de medidas de tipo político y herramientas que se pueden utilizar con el fin de disminuir la vulnerabilidad. Las agencias públicas pueden hacer cumplir las medidas reguladoras, así como controlar los usos de la tierra. Otro enfoque, lo constituye la creación de incentivos económicos mediante los cuales se anima a los involucrados a invertir en procesos de gestión ambiental. Sin embargo, en concordancia con Saborío (2008:3-6) estas acciones requieren conocer espacialmente la amenaza del fenómeno, las zonas vulnerables y de ahí los niveles de riesgo.

DINÁMICAS E IMPACTOS DE LAS CATÁSTROFES HIDROLÓGICAS

“En los últimos años, el cambio climático global y el deterioro ambiental se manifiestan a nivel local en perturbaciones significativas en el régimen hidrológico a través de desastres naturales asociados al agua” (Kabat y Schik, 2003, citados por Arellano 2007:1). Al respecto, cabe destacar, que la población mundial depende directamente de las cuencas hidrográficas para obtener agua para producir alimentos, generar electricidad y, lo principal, para beber. Pero en los últimos años, las cuencas hidrográficas sufren por la degradación y las presiones, a las cuales han sido sometidas por la falta de conciencia de un manejo sostenible y sustentable.

El ritmo de los acontecimientos climáticos extremos se ha mantenido muy alto durante los años 2010 y 2011 y se representa en eventos y desastres socionaturales sin precedentes. Lo anterior responde, tanto a dinámicas naturales, como a la desestabilización del clima causada por las intervenciones negativas del ser humano en la naturaleza. Uno de los fenómenos meteorológicos extremos del año 2010 o 2011 podría haber ocurrido de forma natural en algún momento durante los últimos 1.000 años. Pero es muy poco probable que los eventos climáticos extremos de 2010 y 2011 ocurrieran todos en un período tan corto de tiempo sin una poderosa fuerza que altere el clima. (<http://www.aracelidominguez.org/es/cambiotierra/9-recientes/95-meteorologicos>, del 2011.06.27)

Según el Ministerio de la protección Social (MPS), Durante los últimos 30 años, Colombia ha sido uno de los países más vulnerables a desastres naturales en América. Un informe presentado en septiembre de 2008 por la Dirección Nacional de Planeación (DNP) revela que en promedio cada año ocurren 597 desastres en Colombia, superando a Perú (585), México (241) y Argentina (213). (Colombia, MPS, 2011:11)

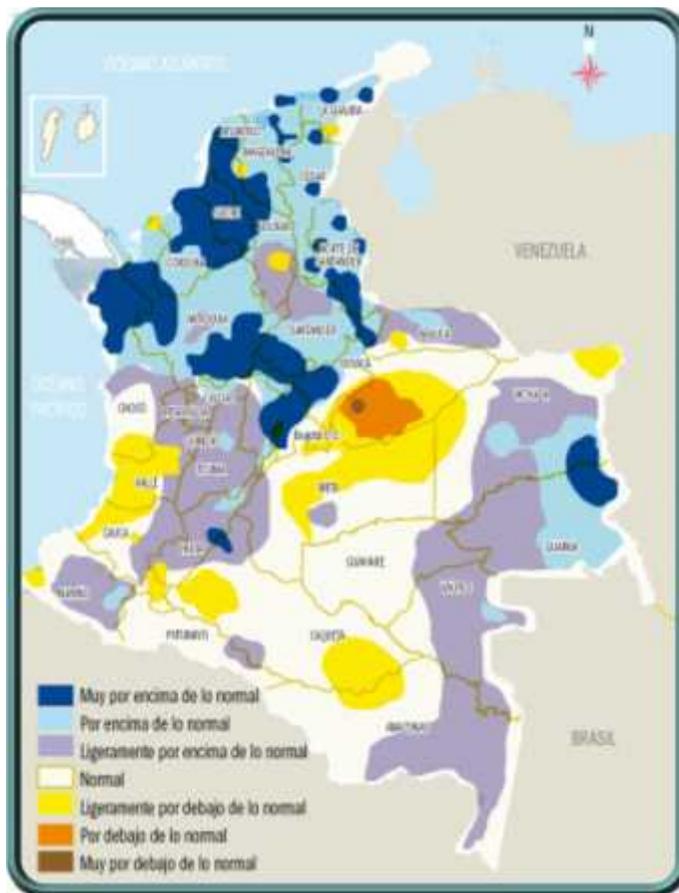
En Colombia, los efectos de desastres relacionados con el agua son lamentables. Según Dorado (2008, citado por Ruiz, 2012:19) “en las últimas tres últimas décadas, más de 15 millones y medio de colombianos se han visto afectados por los desastres de origen natural, más de 38.000 personas han muerto en el país a consecuencia de este tipo de eventos y en la actualidad, cerca de 15 millones de personas, el 35% de la población, está expuesta a un alto nivel de riesgo y otros 20 millones, el 47%, a un riesgo intermedio”. Las afectaciones de los de los últimos años se reconocen como las catástrofes más grandes del país y por lo tanto, el

el deterioro de las cuencas hidrográficas es un problema crítico representado, según Álvarez (2012:10) “en la disminución en la cantidad y calidad de agua en extensas zonas, y la pérdida de funciones ecológicas y servicios ambientales asociados. (...). Lo anterior aumenta la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas frente a eventos extremos como “La Niña” o “El Niño”.

Desde abril del 2010, Colombia comenzó a sentir los efectos de las lluvias, que se agravaron con la llegada del fenómeno de la Niña. La situación desbordó la capacidad de reacción de los organismos de emergencia, de los gobiernos nacional y departamental, así como de los ríos y suelos que no soportan el exceso de agua y el abuso de la mano del hombre. Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, “en la mayor parte de la región Caribe y en sectores del norte y centro de la región Andina y norte de la Pacífica se registraron lluvias con excesos entre moderados y altos. Se destacan excesos mayores al 70% por encima del promedio en amplios sectores de los departamentos de La Guajira, Córdoba, sur de Bolívar, norte de Cesar, Chocó, sur de Nariño, sur de Antioquia, sectores de Cundinamarca y sectores de los Santanderes”. (Colombia IDEAM B21, 2010:1)

Según reporte evidenciado pro la revista semana en abril de 2011, “de mil municipios se han visto afectados en 28 de los 32 departamentos del país. Los peores son Antioquia, Valle del Cauca, Cundinamarca, Boyacá y los Santanderes. Diez ríos alcanzaron la alerta máxima, poniendo en grave peligro a los habitantes de municipios aledaños, entre ellos, los ríos Magdalena y Cauca, que han alcanzado niveles históricos en este último año. Varios embalses de Antioquia, Tolima y Cundinamarca alcanzaron el tope máximo, a pesar de que se han hecho descargas regulares”. (<http://www.semana.com/nacion/llueve-sobre-mojado/155477-3.aspx>)

Gráfico 1. Dinámica de lluvias de las precipitaciones en Colombia en el año 2010



Fuente: <http://www.semana.com/nacion/llueve-sobre-mojado/155477-3.aspx>



En el 2010, en Norte de Santander, la ola invernal afectó a 10.071 personas, causó 8 muertos, 29 heridos y 3 desaparecidos. Asimismo, afectó vías por deslizamientos, lo que a su vez generó dificultades de comunicación y acceso de ayuda humanitaria. Los municipios más afectados, según datos de SNPAD, fueron El Carmen, Hacarí, Cúcuta y Tibú. (Colombia OCHA, 2010:8)

De acuerdo con la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo, al mes de abril de 2012 se habían presentado 410 eventos naturales entre inundaciones, deslizamientos, vendavales, tormentas eléctricas, granizadas, crecientes súbitas y avalanchas. Las lluvias han cobrado la vida de 36 personas, ocasionado 7 desaparecidos y 34 heridos, afectado a 66.263 personas y generado 13.669 familias damnificadas. Las precipitaciones también dejan 12.505 viviendas averiadas y 124 con destrucción total, 229 vías, 44 centros educativos y 5 centros de salud afectados. La situación afectó a más de 17 mil usuarios de la zona fronteriza con Venezuela. (<http://www.semana.com/nacion/temporada-lluvias-deja-36-muertos-66263-afectados/176006-3.aspx> 2012.04.23)

GESTIÓN DEL RIESGO EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Como se ha mencionado en la primera parte, a raíz de las dinámicas relacionadas con el cambio climático y las malas prácticas vinculadas a las cuencas hidrográficas, en los últimos años, las catástrofes naturales, tales como, inundaciones, aluviones, crecidas y desbordamientos han ocasionados efectos negativos en los cuerpos de agua y su área de influencia. Lo anterior, resalta la necesidad de conceptualizar sobre la gestión del riesgo aplicada a la hidrografía, ha llevado a reconsiderar el abordaje y manejo de cuencas a redescubrir su valor como una unidad lógica de planificación, que obliga explícitamente a reconocer que el desarrollo territorial, depende de la interacción de las actividades que en ella tienen lugar.

Según Mosquera y Gómez (2010:58), la amenaza se refiere a un peligro latente o facto de riesgo externo de un sistema expresado en la probabilidad de ocurrencia de un suceso, en un sitio específico y durante un tiempo determinado, mientras que la vulnerabilidad se entiende como un factor de riesgo interno expresado en la factibilidad de que el sistema expuesto sea afectado por el fenómeno natural o antrópico que caracteriza la amenaza. De acuerdo con lo anterior, la amenaza y la vulnerabilidad no existen de manera independiente y se condicionan mutuamente en el riesgo, expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias sistémicas en un sitio y periodo de tiempo determinados (Cardona, 2001), el cual puede ser cuantificado a partir de factores de dependencia, fragilidad, confusión, inseguridad, gobernabilidad, propensión, incertidumbre y resiliencia.

Por su lado, Arellano (2007:3) considera que: “La vulnerabilidad es una construcción social que (...), se define en gran parte por el acceso diferenciado a los recursos económicos, sociales, organizacionales y de poder (...), se manifiesta como una función de respuesta de los niveles económicos, de bienestar social, de organización y educación de la población, (...)



varía con su ubicación territorial (parte alta, medio o baja de la cuenca) y el manejo de su entorno y recursos naturales, así como en su capacidad de recuperación de su estructura productiva e infraestructura después de un desastre (...) y de las adecuaciones de su entorno físico a las amenazas". Al respecto, cabe destacar, la resiliencia o "capacidad de un sistema, comunidad o sociedad potencialmente expuesta a desastres de adaptarse, al resistir o cambiar su comportamiento para lograr y mantener un nivel aceptable de funcionamiento y estructura. Este se define por el grado en el cual el sistema social es capaz de auto-organizarse para mejorar la capacidad de aprendizaje antes desastres pasados con el fin de lograr una protección mejor en el futuro y desarrollar medidas que reduzcan riesgos (ISDR, citado por Oswald y Hernández, 2005:41).

Lavell, citado por Álvarez, et al. (2006), manifiesta que la gestión de riesgos ante desastres se define, en forma genérica, como un complejo proceso social que se instrumenta con el fin de reducir o prevenir y controlar permanentemente el riesgo de desastre en una sociedad buscando siempre el desarrollo sostenible, humano, económico, ambiental y territorial. De esta forma, incorpora desde un principio, los diferentes niveles de coordinación e intervención que van desde lo global, integral, lo sectorial y lo macro territorial hasta lo local, lo comunitario y lo familiar. El proceso de gestión de riesgos comprende entonces diferentes fases que van desde la prevención de desastres, la preparación para desastres, la atención de la emergencia y la recuperación o reconstrucción.

La cuenca hidrográfica está constituida por el territorio que delimita el curso de un río y el espacio donde se colecta el agua que converge hacia un mismo cauce. La cuenca hidrográfica, sus recursos naturales y habitantes poseen condiciones físicas, biológicas, económicas, sociales y culturales que les confieren características particulares a cada una, importantes para considerarlas como Unidades de planificación.

También se identifica, según Tapia (2003), que en grandes cuencas con descargas de agua importantes y con amplios valles relativamente planos, el eje de los ríos se constituye también en una zona de articulación entre sus habitantes, sobre todo por el uso del cauce del río para navegación, transporte y comunicación. Sin embargo, en muchos casos las divisiones de las cuencas no coinciden con las divisiones políticas y así la planificación de un área no se desarrolla armoniosamente. De acuerdo con lo anterior, algunos autores consideran que "Dios estableció las líneas del divorcio de las aguas como límites naturales de las cuencas hídricas. Los hombres, para sus menesteres políticos y administrativos han trazado otras, que generalmente se entrecruzan y no coinciden con aquellas (Cano y López, citado por Dourojeanni, 1994:4).

Dada su importancia, las cuencas son consideradas como unidades territoriales adecuadas para el ordenamiento territorial. Según Dourojeanni et. al (2002), en principio, se reconocen simplemente porque son las formas terrestres dentro del ciclo hidrológico que captan y ser ordenado, a partir del cual es posible reconocer interrelaciones e interdependencias de sistema natural con el sistema socio económico y cultural.



En sistemas naturales como las cuencas, y los ecosistemas, el riesgo de desastre de un fenómeno natural como las lluvias extremas, deslizamientos e inundaciones, es una función que depende tanto de la vulnerabilidad del sistema como de la magnitud del evento hidrometeorológico (intensidad, duración, frecuencia, extensión y cobertura geográfica de influencia entre otras variables). Entonces, los efectos de estos fenómenos están asociados tanto a la vulnerabilidad del sistema como a las características propias del evento.

En este sentido, debe tenerse en cuenta que las entidades territoriales tienen a su cargo la elaboración, aprobación y fiscalización de instrumentos relacionados con el ordenamiento territorial, delimitación de áreas de expansión urbana e industrial, el uso del suelo y otras decisiones que en su conjunto acarrearán una modificación del ciclo hidrológico dentro de una cuenca. Por lo tanto, evidentemente debe existir (aunque en muchos casos en la práctica no ocurre) una coordinación y articulación entre ellos y las autoridades ambientales. Como resultado, en muchos casos, la óptima unidad territorial para este tipo de coordinación, entre la autoridad ambiental, las entidades territoriales y los usuarios del recurso, resulta ser la cuenca, lo que explica el interés existente en crear instancias de concertación y coordinación a este nivel (Guía de cuencas, 2008:8)

El ordenamiento hidrográfico implica la definición de objetivos y finalidades, el replanteamiento de los factores y elementos que interactúan en la cuenca, el diagnóstico de la situación concreta, la planificación de acciones, el control y verificación de procedimientos, y la evaluación económica. Dado que la finalidad esencial es la de conocer los principales condicionantes para el desarrollo de la cuenca, una de las necesidades básicas para el abordaje de soluciones es la definición de sus conflictos latentes, a partir de los cuales es posible iniciar un análisis preliminar.

Según Cosgrove, citado por Burton (2003), el concepto de gestión integral de recursos hídricos, en contraste con el concepto tradicional fragmentado de manejo de agua (el cual tiene sólo énfasis en el manejo del agua para satisfacer su demanda), incorpora dos dimensiones fundamentales: i) el sistema natural, el cual representa una componente de importancia vital para la disponibilidad de la cantidad y calidad del recurso así como de una amplia gama de servicios ambientales que provee; ii) la dimensión humana, la cual fundamentalmente determina el uso del recurso, la contaminación y degradación del recurso y, determina cuáles deben ser las prioridades de desarrollo. La gestión integral ocurre en y entre estas dimensiones a lo largo de la variabilidad espacial y temporal propia del territorio de la cuenca.

NORMATIVIDAD EN COLOMBIA

En el año 1974, Colombia adquiere un nuevo marco jurídico en materia ambiental con la expedición del Código de Recursos Naturales y del Medio Ambiente (Decreto Ley 2811 de 1974), que constituye el derrotero de referencia normativo en cuanto al uso y manejo de aguas, suelo, flora y fauna. Entre sus disposiciones más importantes, en el Código se definen las Áreas de Manejo Especial con el fin de que “aseguren el desarrollo de la política ambiental y



de recursos naturales y dentro de las cuales se dará prioridad a la ejecución de programas en zonas que tengan graves problemas ambientales y de manejo de los recursos". Bajo esta categoría se constituyen las cuencas hidrográficas, posteriormente reglamentadas por el Decreto 2857 de 1981, en el que se precisan las finalidades de la ordenación de cuencas y los objetivos y alcances de sus planes de manejo.

Mediante la Ley 9 del 24 de enero de 1979, se estableció la creación del Comité Nacional de Emergencias, el cual redefinió el papel del Ministerio de Salud en la prevención de desastres mediante la primera reglamentación sobre su manejo. Más tarde, tres desastres continuos de gran magnitud: el tsunami de Tumaco en 1979, el terremoto de Popayán, en 1983, y la avalancha de Armero, en 1985, dieron las pautas para la creación del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres en 1988. Este sistema tiene el objetivo de servir de base para influir en la toma de decisiones que conduzcan a eliminar o reducir pérdidas de vidas y de bienes materiales y ambientales. Busca mitigar los factores generadores de riesgo, como las amenazas potenciales de origen natural y antrópico, y la vulnerabilidad de los asentamientos humanos y de los ecosistemas frágiles.

La ocurrencia de desastres ha generado cambios en la legislación para enfrentarlos de una mejor manera. Un buen ejemplo de ello fue la expedición de la ley 400 de 1984, Código Colombiano de Construcciones Sismo-resistentes, expedida después del sismo de Popayán de 1983. A partir de la concepción de la prevención de desastres como estrategia de desarrollo sostenible, estipulada en la Constitución Nacional de 1991, y de las disposiciones de la Ley 388 de Desarrollo Territorial, las entidades territoriales deben incluir una zonificación de amenazas y riesgos en sus planes de ordenamiento territorial y establecer e implementar planes, programas y proyectos para la prevención, mitigación y control de potenciales desastres y riesgos ambientales.

La Política para el Manejo Integral del Agua en Colombia, enfatiza en el manejo sostenible de la oferta de agua; responde a los requerimientos sociales y económicos; considera la cantidad, la calidad y la distribución espacial y temporal del recurso y señala la necesidad de adelantar actividades de ordenamiento y planificación de cuencas hidrográficas. En ella se determina que "La gestión ambiental del recurso hídrico, debe abordar el manejo y solución integral de los problemas ambientales relacionados con la disponibilidad y calidad del agua en una región determinada, mediante el uso selectivo y combinado de herramientas jurídicas, de planeación, técnicas, económicas, financieras y administrativas, orientadas por diversas estrategias de gestión que responden a una política ambiental nacional para el manejo integral del agua; y que garanticen la sostenibilidad del recurso para las generaciones futuras" (Minambiente, 1996).

En abril de 2012 fue promulgada la Ley 1523 "Por la cual se adopta la política nacional de Gestión de Riesgos de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres". Dicha ley, Asume la gestión del riesgo como un proceso integral que abarca la formulación, implementación seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas y proyectos tendentes a prevenir, atender y mitigar los impactos de los desastres



socionaturales, mejorar la calidad de vida de los colombianos y aportar al desarrollo sostenible. Una de sus estrategias está enfocada a la generación de información (pública y geográfica) sobre estados de alerta y manejo general de la respuesta, entre otros.

No obstante la existencia de normativa tendiente a minimizar los efectos eventos catastróficos de los desastres hidrológicos en Colombia, se observa la poca existencia y baja aplicación de herramientas de pronóstico de inundaciones que permita configurar adecuadamente un sistema de alarma, razón por lo cual no se puede alertar oportunamente a las autoridades para que estas puedan actuar a tiempo y, de esta manera, contribuir a reducir las pérdidas de vidas humanas y económicas productos de las catástrofes mencionadas. Lo anterior, hace que los desastres socio naturales ocasionen cada vez más pérdidas de vidas humanas, así como afectaciones a la infraestructura de servicios y a los cultivos de las áreas rurales.

Es necesaria entonces la gestión sostenible de cuencas para mejorar la capacidad de amortiguamiento de las relaciones precipitación escurrimiento y erosión sedimentación ante fenómenos hidrometeorológicos extremos a través del ordenamiento territorial participativo de la cuenca y la instrumentación de políticas públicas de desarrollo territorial, esquemas de incentivos por buenas prácticas y pago por servicios ambientales.

Con el fin de evitar afectaciones que puedan ser producidas por crecientes de ríos y quebradas, se percibe la necesidad de realizar estudios y mediciones hidrográficas, así como de definir e implementar modelos hidrológicos apoyados por software de aplicación, tales como, el Sistema de Modelado Hidrológico (HEC-HMS) y el modelo de gestión de aguas pluviales (SWMM), los cuales permiten simular este tipo de eventos a partir de las características geohidrográficas de cada cuenca específica.

APROXIMACIÓN AL CONTEXTO REGIONAL DEL RIO TÁCHIRA

El municipio de San José de Cúcuta se encuentra localizado en la Gran Cuenca del Río Catatumbo, cuenca mayor del Lago de Maracaibo (República de Venezuela). La superficie del territorio es irrigada por los Ríos Zulia, Pamplonita, Táchira y Guaramito, incluyendo todas sus quebradas y cursos menores. La red hídrica se describe de la siguiente manera (Ver tabla 1 y gráfico 2)

Tabla 1. Distribución superficial de las cuencas y sub-cuencas dentro del territorio municipal.

Nombre	Área Km ²	
Cuenca del Río Zulia	438.85	38.8
Sub Cuenca Río San Miguel	41.91	3.7
Sub Cuenca Río Guaramito	46.46	4.1
Cuenca del Río Pamplonita	322.34	28.5
Sub Cuenca Río Táchira	7.59	0.7
Microcuenca Quebrada la Floresta	273.89	24.2
Sub Cuenca Río Táchira	7.59	0.7
Microcuenca Quebrada la Floresta	273.89	24.2

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial (POT)



El río Táchira presenta las siguientes características generales. Nace a inmediaciones del páramo de Tamá, en el cerro de Las Banderas, a una altura de 3.368 metros sobre el nivel del mar; siguiendo su curso hacia el norte, marca límites entre las repúblicas de Colombia y Venezuela, a lo largo de los municipios de Herrán, Ragonvalia, Villa del Rosario y Cúcuta, pertenecientes a la primera; Delicias, San Antonio, Ureña de la segunda. Rinde sus aguas al Pamplonita antes mencionado, arriba de la quebrada de Piedras Negras, no muy lejos del caserío de El Escobal. Entre otras, al Táchira vierten sus aguas las quebradas de El Salado, La Margarita, El Naranjal, Palogordo, El Palito, Agua Sucia y la Horma.

El desarrollo geológico estructural de las cuencas de los ríos Zulia, Pamplonita y Táchira, está enmarcado dentro del origen y evolución de la Cordillera Oriental de Colombia. En términos generales, los diferentes tipos de rocas que afloran dentro de las cuencas están muy fracturados y fallados, como consecuencia del fuerte tectónismo a que han sido sometidas durante las diferentes orogenias ocurridas en la Cordillera Oriental, tanto en el Paleozoico como en el Terciario. Plan de Ordenamiento Territorial (POT)

Como resultado de esta tectónica compresiva, se desarrollaron los pliegues principales, con ejes en dirección aproximada NS a NE – SW. Los ejes de los pliegues no pueden seguirse regionalmente, sino que están interrumpidos y cortados por fallas en varias direcciones. Los pliegues se encuentran desarrollados principalmente sobre las rocas sedimentarias Cretáceas y Terciarias que afloran en las tres cuencas. Una característica de los anticlinales y sinclinales son sus ejes aproximadamente paralelos, relativamente cortos y muy estrechos, presentándose inversiones ocasionadas por fallas inversas de cabalgamiento, como ocurre en el Anticlinal Tasajero al Norte de Cúcuta. Como evidencia del fuerte tectónismo que afecto las formaciones geológicas presentes en el área, en especial las sedimentarias se refleja en el intenso grado de fracturamiento, las tendencias a formar escarpes, valles estrechos, interrupción de la estratificación, volcamiento de estratos y cambios en la expresión morfológica del terreno. Plan de Ordenamiento Territorial (POT)

En cuanto a los usos del suelo, en la parte alta de la subcuenca, el uso es eminentemente agropecuario, con alta deforestación y por ende altas tasas de erosión, lo que origina grandes volúmenes de sedimentos hacia el río. Aunado a los problemas ambientales que genera el uso agropecuario, se encuentra la descarga de aguas residuales domésticas provenientes de todos los cascos urbanos de los municipios mencionados. Sin embargo, debido a la alta pendiente que presenta el río en este sector, ayuda parcialmente a su autodepuración.

En el sector comprendido entre San Antonio (Venezuela) y la confluencia con el Río Pamplonita, la geomorfología del río varía de condiciones de alta pendiente a un amplio valle aluvial, el uso del suelo cambia radicalmente debido a la existencia de núcleos urbanos como Ureña y San Antonio (Venezuela), Villa del Rosario y San José de Cúcuta (Colombia). Estas poblaciones arrojan las aguas residuales domésticas e industriales sin tratamiento al Río Táchira. Así mismo sobre el área rural binacional, en el valle aluvial, el suelo es fuertemente intervenido con cultivos densos y limpios (Caña de Azúcar, Pasto de Corte, Frutales, Hortalizas, etc.). Allí se genera un conflicto debido al uso irracional del agua, ya que el río sufre fuertes sequías que hacen descender drásticamente e incluso solo fluyen las aguas residuales. Plan de Ordenamiento Territorial (POT)



Las características morfológicas de un sistema hidrográfico pueden representarse de manera cuantitativa, a través de parámetros tanto de la forma y relieve de la cuenca; como de la configuración de la red fluvial.

La configuración para la subcuenca del río Táchira, considerada en el presente estudio está relacionada con las propiedades de superficie de relieve (topografía), como de superficie (geométricas) y de la red fluvial (fluviales).

BALANCE HÍDRICO DE LA SUBCUENCA DEL RIO TACHIRA

La disponibilidad actual de [agua](#) en las varias posiciones que esta puede asumir, como por ejemplo: volumen de agua circulando en los [ríos](#), [arroyos](#) y [canales](#); volumen de agua almacenado en [lagos](#), naturales y artificiales; en [pantanos](#); humedad del [suelo](#); agua contenida en los tejidos de los seres vivos; todo lo cual puede definirse también como la [disponibilidad hídrica de la cuenca](#).

Entre las posibles entradas de agua posible a la subcuenca del río Táchira pueden darse de las siguientes formas:

- * Precipitaciones: lluvia y condensaciones
- * Aporte de aguas subterráneas desde las cuencas hidrográficas colindantes.
- * Transvase de agua desde otras cuencas, estas pueden estar asociadas a descarga de aguas negras.

Las salidas de agua pueden darse de las siguientes formas:

- * Evapotranspiración: de bosques y áreas cultivadas con o sin riesgo;
- * Infiltraciones profundas que van a alimentar acuíferos;
- * Derivaciones para consumo humano y en la industria.

Para el cálculo del balance hídrico se tomará en cuenta los dos factores de mayor importancia las precipitaciones y la evotranspiración.

CURVAS DE INTENSIDAD DURACIÓN PERIODO DE RETORNO

El estudio las precipitaciones que afectan a la subcuenca del río Táchira y el reconocimiento de su distribución temporal se ha convertido en motivo de interés para diversos fines, tanto meteorológicos como hidrológicos, por medio de los cuales se pueden identificar índices para realizar estudios de crecidas o permitir la alimentación de modelos precipitación-escorrentía que contribuyan a mejorar la información disponible y necesaria para un adecuado diseño y dimensionamiento de obras de mitigación que beneficien al municipio de Cúcuta. Para lograr lo anterior, es fundamental conocer las intensidades de precipitación en distintos períodos de retorno.

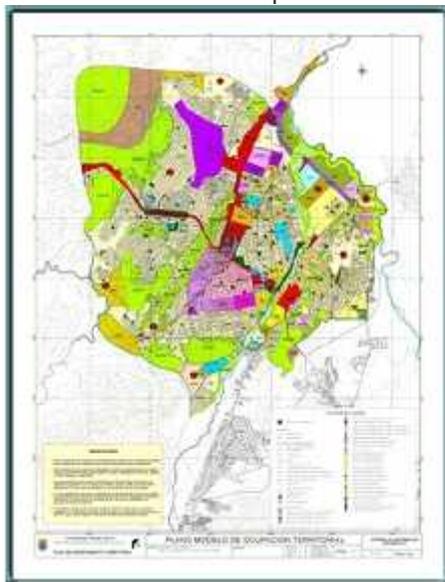
Invasión de la ronda del río. Según el acuerdo 083 de 2001 o Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Cúcuta, esta situación se presenta en la Comuna 4, desde la urbanización Santillana en construcción hasta la Urbanización Nuevo Escobal. Allí se encuentran además el Viejo Escobal y la Isla de la Fantasía, este último asentamiento ha sido severamente afectado por las inundaciones del Río e incluso recientemente fue devastado por una crecida, pero los habitantes de la misma no ha sido posible que se retiren del lugar. Debido a la invasión de la ronda del río los puntos de estudios críticos por inundación escogidos debido a que han sido afectados por inundación serán la Parada (Villa del Rosario) y el Escobal (Cúcuta).

Gráfico 2. Cartografía base



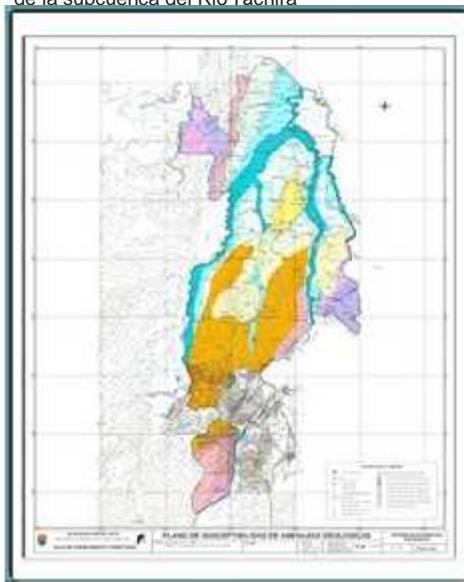
Fuente. IGAC-DANE

Gráfico 3. Modelo de ocupación territorial



Fuente. IGAC-DANE

Gráfico 4. Análisis de las variables físico-hidrológicas de la subcuenca del Río Táchira



Fuente. IGAC-DANE



Si bien, la disponibilidad de datos de caudal es imprescindible para el diseño y planificación de actividades físicas, No obstante, de manera regular, no se dispone de registros de caudales, o éstos no tienen la suficiente duración como para hacer los análisis de frecuencia requeridos y, por lo tanto, debe usarse la información pluviométrica para estimar crecidas de cierta frecuencia. Es por esta razón, que muchas veces se hace necesario presentar la información pluviométrica correspondiente a una tormenta o lluvia en forma de intensidades, a partir de los registros de las estaciones pluviográficas que se encuentre en el área de estudio o muy próxima a ellas.

En caso de que no se cuente con tablas de alturas de precipitaciones para la estación de interés, es necesario recurrir a los registros del pluviógrafo y, para cada año de registro, escoger la máxima altura de precipitación registrada para cada duración seleccionada. Normalmente, estas alturas máximas de precipitación corresponden a sólo una o dos de las tormentas máximas del año y siempre es conveniente manejar estaciones que cuenten con registros de más de 25 años, (30 años en el caso del río Táchira) para que el análisis sea confiable.

CONCLUSIONES

La aplicación de este tipo de estudio al contexto del río Táchira permite la simulación de eventos extremos en el ámbito local y los resultados esperados serán usados para la formulación de lineamientos tendientes a fortalecer la prevención de desastres y diseñar obras de mitigación en dicha cuenca.

BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, Milena (2012) El ordenamiento del agua. En Revista Técnica del IDEAM, ISSN 2256-3512. Bogotá, pp. 8-16
- Arellano Monterrosas José Luis (2007). La Gestión Integral de Recursos Hídricos en Cuencas: una estrategia para reducir la Vulnerabilidad ante Inundaciones en la Sierra Madre de Chiapas. Programa de Doctorado en Ciencias del Agua, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)
- Arellano Monterrosas José Luis y Parra Vásquez Manuel Roberto (2005). Gestión de recursos hídricos en cuenca superior del río Custepec, Chapas. Revista de geografía agrícola ISSN 0186-4394, N° 35, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México, pp. 105-133
- Bermúdez Óscar (2007). Planificación de cuencas hidrográficas. Algunos principios básicos, departamento de geografía, Universidad del Valle.
- Cardona O (2001) Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. 301 p.
- Colombia IDEAM (2010). Boletín N° 21 sobre el monitoreo del Fenómeno de "La Niña". Bogotá. 7p.
- Colombia OCHA (2010). Temporada de lluvias 2010, fenómeno de la niña, 10 p
- Dourojeanni Axel. (1994). "Políticas públicas para el desarrollo sustentable: La gestión integrada de cuencas"

- Dourojeanni et. al (2002), “La gestión del agua a nivel de cuencas: Teoría y práctica”.
- Kabat Pevell and Schik an Henk (2003). Climate Changes the Water Rules: How wáter managers can cope with today´s climate and tomorrow´s climate change. Dialogue on Water and Climate. Liverpool, Gran Bretaña. 106 pp.
- Minambiente. (1996). Política para el Manejo Integral del Agua.
- Mosquera Jemay y Gómez Elkin (2011). La gestión del riesgo - de la incertidumbre a la adaptabilidad. Revista Bistua, Vol9(1). ISSN 0120-4211. Universidad de Pamplona, Colombia, pp. 55-62.
- Oswald Spring Úrsulay y Hernández Rodríguez Ma. de Lourdes (2005). El valor del agua: una visión socioeconómica de un conflicto ambiental. El Colegio de Tlaxcala, A.C. Gobierno del estado de Tlaxcala. Fondo Mixto de CONACYT, Tlaxcala. Secretaría de Fomento Agropecuario. 382 pp.
- Rodríguez, B. Manuel y Espinoza, G. (2002). Gestión Ambiental en América Latina y el Caribe: Evolución, Tendencias y Principales Prácticas. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Rodríguez, B. Manuel (1998). “Historia de la Gestión Ambiental en Colombia”, en Álvaro Tirado Mejía (Ed) Nueva Historia de Colombia, Vol., 9 Ecología y Cultura, Bogotá, Editorial Planeta, Págs. 9-50.
- Ruiz, José Franklin (2012). Escenarios de cambio climático en Colombia. En Revista Técnica del IDEAM, ISSN 2256-3512. Bogotá, pp. 18-30
- Saborío J., González A. (2008). Análisis de Riesgo e Impacto de Eventos
- Generadores de Desastres en las Cuencas Hidrográficas, CATIE - BID (1147/OC-GU) –MAGA. Guatemala.
- Tapia Mario (1997). Manejo Integral de Microcuencas, Lima. Peru.
- (<http://www.aracelidominiguez.org/es/cambiositierra/9-recientes/95-meteorologicos>, consulta del 2012.05.20) Araceli Domínguez 27 de Junio de 2011
- <http://www.semana.com/nacion/llueve-sobre-mojado/155477-3.aspx> del 2011.04.23 (consulta en línea del 2011.04.25)
- <http://www.semana.com/nacion/temporada-lluvias-deja-36-muertos-66263-afectados/176006-3.aspx> del 2012.04.23 (consulta en línea del 2012.04.27)

Plan de acción para la atención de la emergencia y la mitigación de sus efectos (2011). Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Bogotá, 182 p.

Colombia, MPS (2011). Plan de contingencia del sector salud ante la temporada invernal en Colombia. Ministerio de la Protección Social (MPS), Instituto Nacional de Salud (INS) e Instituto