Revista Geográfica Venezolana, Vol. 52(2) 2011, 101-122

El crecimiento urbano en las cuencas de la región Andes de Venezuela y su articulación con el recurso agua

Urban growth in the basins of the Andes region of Venezuela and its articulation with water resources

Pulido Nubis[1]

Recibido: febrero 2011 / Aceptado: agosto 2011

Resumen

Las dinámicas de desarrollo económico y territorial, los procesos tecnológicos y el ritmo de crecimiento demográfico, particularmente, el elevado crecimiento urbano, así como las graves consecuencias que representa el calentamiento global, permiten suponer una cada vez mayor presión para la sostenibilidad de los recursos hídricos y del medio ambiente, cuyo manejo inadecuado pudiera afectar el equilibrio ecológico, la calidad y disponibilidad del agua para futuras generaciones. En los Andes de Venezuela se evidencia un crecimiento urbano diferencial en las cuencas hidrográficas que integran la región, fundamentalmente debido a la dinámica particular de algunas de sus principales aglomeraciones. Conocer esta dinámica supone, en primer lugar, la evaluación precisa del proceso de crecimiento urbano y sus especificidades, en segundo lugar, su vinculación con la dinámica del agua en el sistema-paisaje que integra a las diferentes aglomeraciones, así como también la evaluación de los cambios en otros usos del suelo. Lo anterior permitiría la formulación de una propuesta de planes para el manejo del recurso agua que prevea la armonización en la relación disponibilidad-necesidad futura en las cuencas implicadas, bajo la noción de sustentabilidad en la gestión del recurso.

Palabras clave: Andes de Mérida; cuencas emergentes; dinámica y crecimiento urbano; sistema-paisaje; recurso agua.

Abstract

The dynamic of economic and territorial development, changes in technological processes, and the rhythm of demographic growth, in particular, heightened urban growth, with the changes that they cause in lifestyle and standards of production and consumption in the population, as well as the serious consequences that global warming implies, allow us to assume an increased load for maintaining water and ambient resources, whose mismanagement could affect the ecological balance, quality and availability of water for future generations. In the Venezuelan Andes, it is clear that the hydrographic basins that comprise the region show a differential urban growth, with good evidence that the reason for this is the particular dynamic of some of its most important population concentrations. To understand this dynamic assumes first the

1 Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales, Mérida-Venezuela. Correo electrónico: npulido@ula.ve

precise evaluation of the process of urban growth and its specific characteristics, and second the relationship with water dynamics in the landscape system that integrates the different population concentrations, as well as the evaluation of other uses of the land. The above will allow the formulation of a proposal to plan for water management that will foresee a coordination in the relationship between availability and need in the future for the basins, under the notion of maintenance in the management of resources.

Key words: Andes de Mérida; emergent basins; urban dynamics and growth; landscape-system; water resources.

1. Introducción

En las diferentes regiones del mundo, las dinámicas de desarrollo económico y territorial, los procesos tecnológicos y el ritmo de crecimiento demográfico, particularmente el crecimiento de la población asentada en ámbitos urbanos, ejercen una gran presión sobre los ecosistemas naturales, especialmente sobre el sistema hidrológico, planteando así graves retos frente al progresivo deterioro y agotamiento del recurso agua.

A lo anterior se agregan las graves consecuencias que derivan del calentamiento global. Hoy se admite que el cambio en el clima global es en buena parte resultado de la acción humana; así mismo se teme que su principal impacto signifique déficits en el suministro del recurso. En efecto, las estimaciones recientes le atribuyen una responsabilidad de alrededor del 20% en el incremento de la escasez global de agua (UNESCO-WWAP, 2003).

La relación entre el agua y las ciudades es capital para garantizar su funcionamiento, ya que éstas requieren de un enorme suministro en volúmenes crecientes. Esta situación, de por sí inquietante, es aún más alarmante cuando se piensa en el ritmo vertiginoso del crecimiento de la población urbana. Según algunos cálculos (The Population Reference Bureau, 2010), el 50% de la población mundial habita en ciudades y se estima que, en las siguientes dos décadas, esa cifra se incrementará a más de 60%; es decir, habrá más de 5.000 millones de personas habitando en ciudades como se releja en la figura 1.

Paralelo al crecimiento urbano, las transformaciones que acompañan el estilo de vida urbana reflejan las necesidades, los deseos y las actitudes de la población -en función de las pautas de producción y consumo actuales- influenciados por motores sociales, como la cultura y la educación, económicos e innovaciones tecnológicas. Según el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, el aumento del nivel de vida y los nuevos estilos o patrones de consumo generan una demanda de agua per cápita cada vez mayor, que amenaza la sostenibilidad de los recursos hídricos (UNESCO-WWAP, 2009).

Las ciudades producen, además, un impacto significativo sobre las fuentes de abastecimiento superficiales y subterráneas, al reducir la oferta de agua dulce por efectos de la contaminación. Estimaciones recientes sitúan alrededor de 2

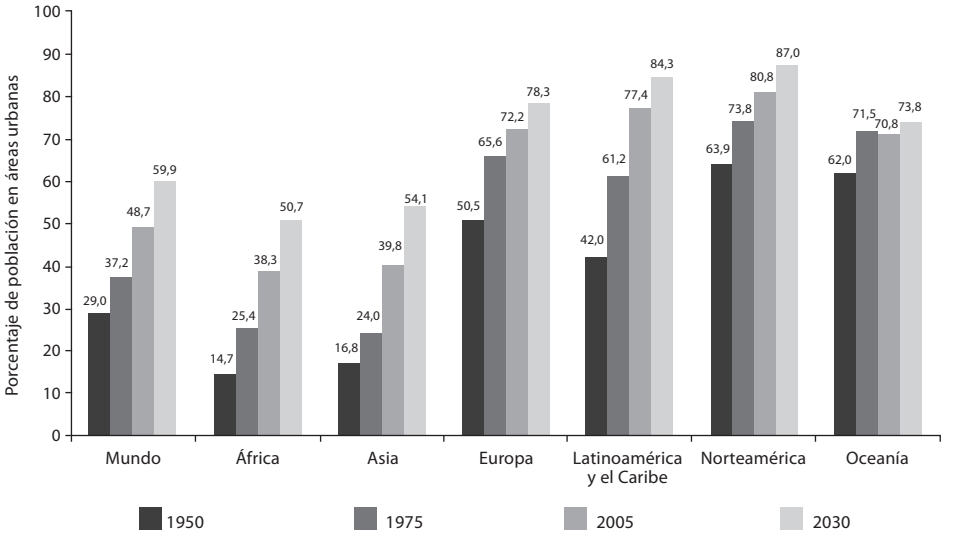

Figura 1. Población en áreas urbanas. Fuente: UNESCO-WWAP, 2009: 31

millones de toneladas los desechos arrojados diariamente en cuerpos de agua, y una producción global de aguas residuales de aproximadamente 1.500 km³. Asumiendo que un litro de aguas residuales contamine 8 litros de agua dulce, la carga mundial de contaminación puede ascender a 12.000 km³. Esta situación exige repensar los retos de la sociedad actual para lograr una gestión equitativa y sostenible del agua común (UNESCO-WWAP, 2003).

El Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo para el 2003, está utilizando un conjunto de criterios de seguimiento para controlar el progreso en el uso y la conservación del agua:

1. Cubrir las necesidades humanas básicas -asegurar el acceso al agua y a servicios de saneamiento en calidad y cantidad suficientes.
2. Asegurar el suministro de alimentos -sobre todo para las poblaciones pobres y vulnerables, mediante un uso más eficaz del agua.
3. Proteger los ecosistemas -asegurando su integridad a través de una gestión sostenible de los recursos hídricos.
4. Compartir los recursos hídricos -promoviendo la cooperación pacífica entre diferentes usos del agua y entre Estados, a través de enfoques tales como la gestión sostenible de las cuencas hidrológicas.
5. Administrar los riesgos -ofrecer seguridad ante una serie de riesgos relacionados con el agua.
6. Valorar el agua -identificar y evaluar los diferentes valores del agua (eco-

nómicos, sociales, ambientales y culturales) e intentar fijar su precio para recuperar los costos de suministro del servicio teniendo en cuenta la equidad y las necesidades de las poblaciones pobres y vulnerables.

7. Administrar el agua de manera responsable, implicando a todos los sectores de la sociedad en el proceso de decisión y atendiendo a los intereses de todas las partes.
8. El agua y la industria -promover una industria más limpia y respetuosa de la calidad del agua y de las necesidades de otros usuarios.
9. El agua y la energía -evaluar el papel fundamental del agua en la producción de energía para atender las crecientes demandas energéticas.
10. Mejorar los conocimientos básicos -de forma que la información y el conocimiento sobre el agua sean más accesibles para todos.
11. El agua y las ciudades -tener en cuenta las necesidades específicas de un mundo cada vez más urbanizado.

Lo anteriormente expuesto pone en evidencia las dimensiones del reto que hoy confronta la sociedad: la práctica de una buena gestión y manejo de los recursos hídricos como elemento fundamental para garantizar la supervivencia y bienestar de los individuos. El agua y los sistemas hídricos deben gestionarse bajo una orientación sustentable, a objeto de apoyar y alcanzar los objetivos de desarrollo social, económico y ambiental. Ello supone, entre otras, la necesidad de evaluar la disponibilidad y estado de las cuencas hidrográficas y la dinámica de los procesos que operan en ella, de allí la pertinencia de nuestro trabajo.

Si bien en la actualidad las consecuencias negativas de los procesos enunciados no se hacen sentir con gran intensidad en los Andes venezolanos, esta región no escapa a estas tendencias generales. Entre estos procesos podemos enumerar: el crecimiento de la población, la expansión de la frontera agrícola, la reducción de las áreas silvestres, en particular, la disminución acelerada de las áreas de bosques, fuentes productoras del recurso agua, como evidencian los resultados de la investigación del Grupo Andes de Mérida (Pulido, Rojas Molina, Mejía, y Goldstein, 2004, 2005, 2005a), la fragmentación de los hábitats naturales debido a la construcción de obras de equipamiento e infraestructura, la alteración de las fuentes de agua por efecto del agregado de insumos a la agricultura, la falta de tratamiento de las aguas urbanas residuales, así como la menguada eficacia de los procesos de gestión del recurso.

En este trabajo nos detendremos a evaluar, en especial, la dinámica del crecimiento urbano de la región Andes de Mérida, y su vinculación con el recurso agua, a fin de evidenciar las particularidades de esa relación y advertir sobre las posibles consecuencias y medidas que se debieran implementar para reducir o mitigar los efectos negativos. La selección de esta área obedece a que Los Andes de Mérida constituye la zona productora de agua más importante del occidente venezolano, recurso garante de los procesos socio-económicos más importantes de la

región (agricultura, abastecimiento urbano, energía hidroeléctrica, turismo y recreación); pero que al mismo tiempo, enfrenta una presión socio-ambiental particularmente compleja que pudiera comprometer sensiblemente el funcionamiento equilibrado del sistema regional.

2. Los Andes venezolanos como fuente de agua

Entendemos por región Andes de Venezuela, a la cordillera de Mérida, representada en figura 2, conformada por la franja montañosa alargada ubicada entre la depresión del Táchira y la depresión de Lara junto con sus franjas piedemontinas (Vivas, 1992).

El área, para efectos de este estudio, está dividida en once cuencas hidrográficas, las cuales corresponden a los principales ríos que atraviesan la región, tal como se observa en el cuadro 1 y la figura 3.

De manera general, las características geoecológicas de los Andes de Venezuela lo convierten en un verdadero sistema de recepción de agua. La red hidrográfica de su vertiente sur produce la mayor parte del agua que alimentan el rio Apure y, a través de éste, al río Orinoco. Por otro lado, la vertiente norte aporta el agua que alimenta los drenes que van a la depresión del lago de Maracaibo. La masividad de la cordillera de Mérida, las apreciables precipitaciones, la capacidad de retención de humedad, más los índices de

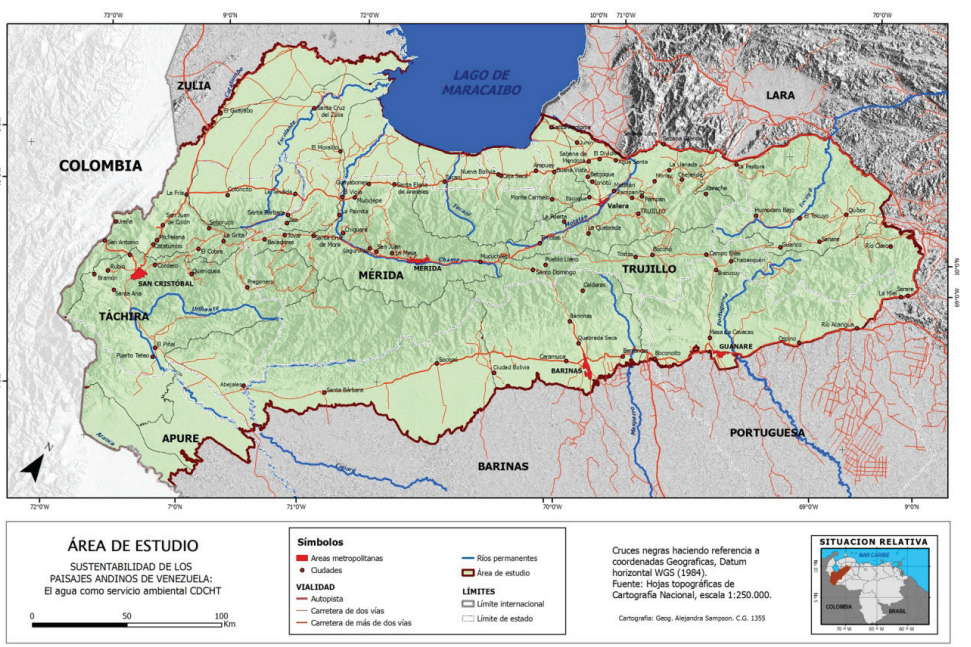

Figura 2. El área de estudio. Región Andes de Venezuela

Cuadro 1. Cuencas hidrográficas de la región Andes de Mérida

Cuencas	Área (Km2)
Río Arauca	1.028,7
Río Masparro	4.865,8
Río Caparo	10.732,6
Río Catatumbo	3.905,6
Río Tocuyo	4.188,9
Río Tucaní	3.819,4
Rió Uribante	6.443,4
Río Chama	5.757,8
Río Escalante	5.368,9
Río Motatán	4.202,0
Río Portuguesa	8.485,4
Total	**58.798,5**

Fuente: Cartografía Nacional

evaporación relativamente bajos, debido a la alta nubosidad y temperaturas moderadas, explican la abundancia del recurso agua, representado fundamentalmente por el escurrimiento superficial a través de su extensa red hidrográfica.

3. Dinámica urbana en Venezuela y la cordillera de mérida

De manera general, en Venezuela, el mantenimiento de una política de desarrollo económico para impulsar la modernización del país, fundamentada en la explotación y exportación petrolera, ha tenido una clara repercusión en la distribución espacial de la población. Su

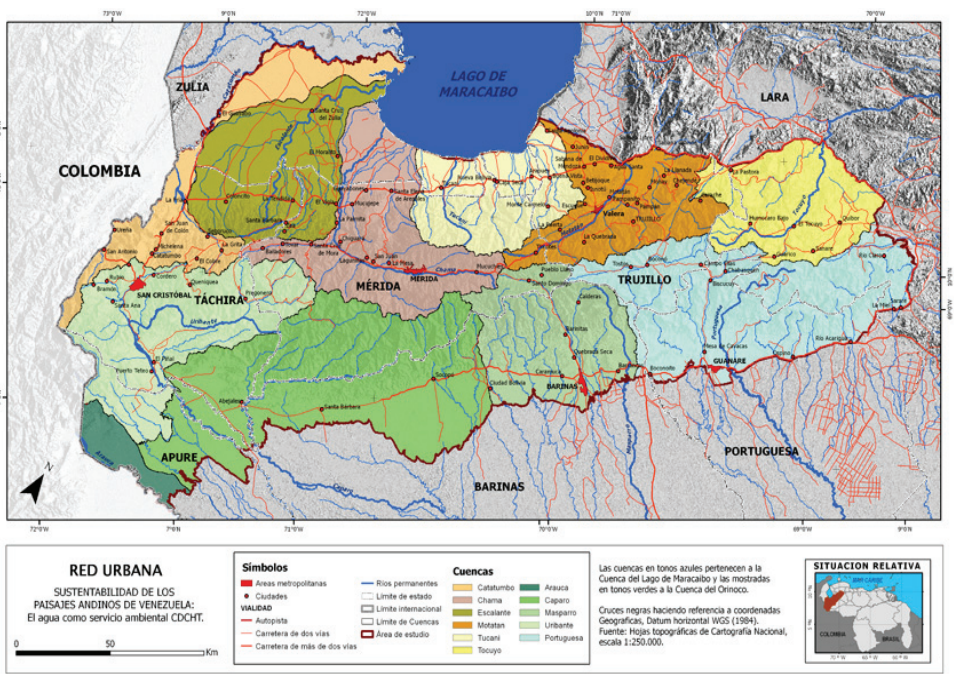

Figura 3. Región Andes de Venezuela. División por cuencas y principales centros urbanos

manifestación más evidente ha sido un acentuado proceso de urbanización, motivado en un primer momento por una generalizada migración interna, particularmente acelerada durante las décadas de los años cuarenta y cincuenta del pasado siglo (Ríos y Carballo, 2000). A partir de la década de los sesenta, el constante crecimiento y expansión física de las ciudades, se tradujo en lo que algunos autores denominan metropolización del espacio geográfico (Chaves, 1974; Estaba y Alvarado, 1985; Papail y Picouet, 1987; Pulido, 1999). Este proceso consiste en un crecimiento importante de ciertos núcleos urbanos tradicionales, de corte medio, en general capitales regionales, los cuales bajo un proceso de expansión y coalescencia, desbordan sus límites originales, arropando centros vecinos, para conformar unidades de mayores dimensiones territoriales y poblacionales, integradas tanto funcional como morfológicamente.

En este proceso de urbanización, la localización preferencial de las áreas urbanas ha sido el arco costero montañoso (cordillera andina, sierras y colinas centro-occidentales y cordillera de la costa), donde se concentra en la actualidad, aproximadamente, el 90% de la población urbana del país, particularmente en la región centro-norte-costera (Figura 4).

Si bien los Andes de Mérida sólo poseen el 10 % de la población urbana venezolana (Cuadro 2), las tendencias recientes la muestran como un área de crecimiento dinámico asociado a facto-

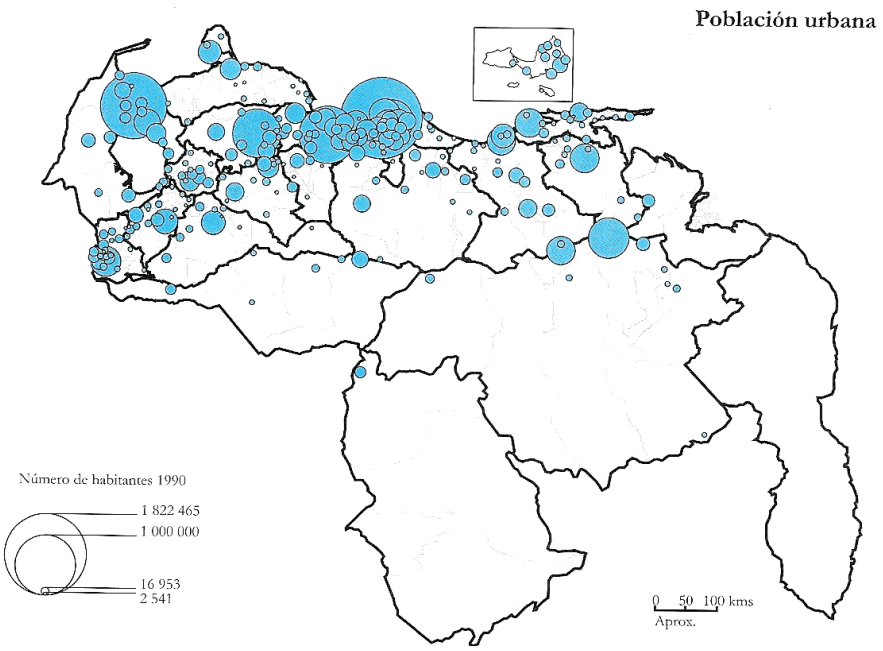

Figura 4. Distribución actual de las aglomeraciones urbanas en Venezuela. Fuente: Muñoz, *et al*., 2000

Cuadro 2. Población urbana y crecimiento anual medio (CAM). Venezuela y Región Andes de Venezuela, 1961-2001

	Número de habitantes				
	1961	**1971**	**1981**	**1990**	**2001**
Venezuela	4.673.536	7.808.650	11.655.332	15.227.740	20.374.949
Andes	480.188	812.857	1.322.466	1.783.143	2.451.240
	CAM (%)				
	61 - 71	**71 - 81**	**81 - 90**	**90 - 01**	**61 - 01**
Venezuela	5,89	6,83	3,39	2,83	**3,13**
Andes	5,15	4,77	3,30	2,87	**3,36**

Fuente: Oficina Central de Estadística e Informática (OCEI), 1993; Instituto Nacional de Estadística (INE), 2002

res diversos, dentro de los cuales podemos enunciar las distintas actividades económicas que hoy se desarrollan allí, los factores de localización dominantes -proximidad a líneas de frontera y a áreas de producción agrícola-, las ventajas climáticas y paisajísticas que brindan algunas de sus ciudades más importantes y los mayores niveles de calidad de vida, comparados con los que muestran las grandes ciudades del país.

4. Antecedentes históricos del poblamiento andino

En términos de poblamiento, se debe resaltar que los principales centros urbanos y áreas productivas de la montaña, ocupan actualmente los mismos espacios donde se asentaron las comunidades indígenas prehispánicas, esto es, las partes medias y altas de los valles longitudinales de los ríos: Torbes, la Grita, Mocotíes, Chama, Santo Domingo, Burate, Boconó, Tocuyo, Motatán, Castán y Carache. Desde el último cuarto del siglo XIX hasta la tercera década del siglo XX, la red de asentamientos andinos creció y se consolidó con el auge de la economía cafetalera, cuyos volúmenes de exportación estimularon la construcción de vías férreas hacia los puertos del sur del lago de Maracaibo (Rojas López, 1972; 1985).

La estructura y disposición de la red regional de asentamientos fue claramente impactada por la construcción de carreteras troncales durante el siglo XX, una vez que la economía petrolera reemplazó a la economía del café y se estableció un predominio de las actividades de comercio y servicios. El primer eje vial fue la carretera Trasandina (1926), cuyo trazado remonta la montaña y sigue longitudinalmente hasta la depresión del Táchira. El segundo eje es una troncal adosada al piedemonte lacustre construida entre 1952 y 1955. El tercero de los grandes ejes es la troncal del piedemonte llanero (1964-1966), que une la ciudad de Barinas con San Cristóbal. Las troncales piemontinas desataron un flujo migra-

torio, particularmente importante desde las zonas altas hacia las zonas bajas andinas, cuyos efectos fueron notables en la eliminación de las masas boscosas, la implantación de la ganadería extensiva, los cultivos de musáceas comestibles y el poblamiento anárquico de las planicies. Estas vías son las que integraron la región con el país, en particular con los mercados urbanos del centro-norte, principal destino de la producción agropecuaria.

A partir de la década de los años 70 del siglo pasado, se inicia un proceso de modernización agraria de los llamados valles altos con la introducción del riego por aspersión, fertilizantes y biocidas sintéticos, nuevas variedades de papa y la difusión del cultivo de hortalizas. Hoy, estos valles producen casi toda la hortaliza de 'piso alto' y una alta proporción de la papa, que se consume en los grandes centros urbanos del país (Rojas López 1970; 1972). Más recientemente han tomado importancia los cultivos intensivos de fresa y flores. Por sobre los 3.500 msnm, la densidad de uso es más baja y se restringe a pequeñas parcelas agrícolas en laderas abrigadas. Por otra parte, el turismo de montaña, también ha contribuido a la revitalización de las economías locales y al fortalecimiento de los poblados como centros de servicios rurales. Todo ello ha potenciado la demanda de agua para usos agrícolas y domésticos.

En los sectores medios, principalmente de las vertientes interiores, las viejas plantaciones de café están siendo substituidas por variedades heliófilas de mayor rendimiento y el bosque nublado retrocede a favor de la ganadería lechera de altura. No obstante, debido a las plagas y enfermedades y las recientes y periódicas crisis de los precios, la economía cafetalera cede cada vez más espacio a la ganadería, actividad en la que los productores han logrado recuperar tecnologías locales y disminuir los mayores costos de los insumos importados. En consecuencia, la franja de selva nublada ha disminuido apreciablemente desde los años 70 del siglo pasado, pese a su reconocido valor como protectora de vertientes contra la erosión y como reservorio de agua de la región.

En las tierras piemontinas se han consolidado los frentes de colonización que se abrieron en las décadas de los años 50 y 60 del siglo pasado. Los bosques submontanos casi han desaparecido frente al dinamismo agrario, más acentuado en la franja del piedemonte noroeste, que en la franja del suroeste. El crecimiento ha sido acelerado tanto en la agricultura y los servicios agropecuarios, como en las nuevas ciudades (El Vigía, Socopó, Caja Seca-Nueva Bolivia, Sabana de Mendoza, El Cantón). Los ejes viales y la colonización agraria de las tierras bajas de la periferia andina transformaron, de este modo, la estructura geoeconómica de la región.

A pesar de que ya al inicio de la década de los años 80 se señalaba que los Andes de Venezuela presentaban un aparente agotamiento de la frontera agrícola (Venturini, 1983), las tendencias descritas apuntan a considerar una notable ampliación del espacio agrícola.

En efecto, durante las últimas tres décadas, la horticultura incorporó tierras de matorrales altoandinos y páramo, la expansión de la ganadería de altura se sigue realizando a costa de la destrucción del bosque nublado, los frentes pioneros de las tierras piemontinas y aluviales se expandieron hacia los flancos inferiores con una ganadería extensiva que destruye el bosque premontano, y la sustitución del café tradicional por variedades heliófilas más productivas, avanza bajo una tala masiva de los arboles de sombra o la incorporación de las vertientes boscosas a la producción.

Si bien la densidad de la población regional es relativamente alta en comparación con la del resto del país, su actual repartición espacial es muy desigual como resultado de la historia del poblamiento y las recientes actuaciones territoriales del Estado y los mercados. En líneas generales, la distribución de la población adopta tres modelos espaciales: concentrado, disperso y axial. El primero corresponde fundamentalmente a las aglomeraciones metropolitanas de San Cristóbal, Mérida, Valera y Barinas. El segundo, corresponde al poblamiento rural de las vertientes internas y los flancos externos, y el tercero está representado por los ejes demográficos de los piedemontes. Por encima de los 3.500 msnm, se ubica un área de vacío demográfico, correspondiente a los páramos y cumbres rocosas, donde la altitud y las bajas temperaturas son las principales limitantes.

La combinación de los modelos de poblamiento y la intensidad de uso de la tierra, definida en este caso como la aplicación de diversas formas de capital por unidad de tierra, constituye una expresión sintética de las relaciones entre la diversidad del medio natural y la diversidad de las actuaciones sociales, que permite distinguir, en términos cualitativos y relativos, tres grandes tipos de paisaje: Uno de baja o muy baja intensidad de intervención, el 'paisaje silvestre', conformado por grandes extensiones de bosque nublado, los matorrales andinos, los bolsones semiáridos y los páramos. Otro de intensidad media, predominantemente rural, el 'paisaje mixto', caracterizado por la mezcla de áreas naturales, áreas de cultivos y ganadería, poblamiento disperso de vertientes y pequeños poblados de valles y piedemontes. Y, finalmente, el 'paisaje altamente intervenido', el cual abarca las aglomeraciones metropolitanas de la región o áreas de uso agrícola intensivo sin presencia de áreas silvestres.

5. El crecimiento urbano reciente y el agua

Evaluar el crecimiento urbano reciente de la región andina, en su vinculación con el recurso agua, supone evaluar esas formas de poblamiento referidas a las cuencas hidrográficas, como unidades territoriales de análisis. En su acepción más simple, la cuenca es un concepto geográfico e hidrológico que se define como el área de la superficie terrestre por donde el agua escurre y drena a través

de una red de corrientes que fluyen hacia una corriente principal y por ésta hacia un punto común de salida que puede ser un almacenamiento de agua interior, como un lago, una laguna o el embalse de una presa o el mar. Pero además, la cuenca hidrográfica es un ámbito geográfico específico donde se asienta una sociedad heterogénea y frecuentemente conflictiva (Adamo *et al*., 1989).

En el cuadro 3 se presenta una división de la región andina de acuerdo a las cuencas hidrográficas, definidas a efectos de este trabajo, y la distribución de la población urbana en cada una de ellas, en una serie estadística de más de 40 años.

De manera general, el análisis evolutivo de la población andina, a lo largo de la serie histórica aquí considerada (1961-2001), revela un crecimiento absoluto importante en el número de habitantes urbanos; en sólo 40 años, la región incrementó su población en cinco veces, desde menos de 500.000 a casi 2.500.000 habitantes urbanos. Esto permite suponer un incremento en las demandas y presiones sobre los recursos, particularmente del agua, vinculados al crecimiento continuo de las áreas urbanas en términos tanto físicos como demográficos. Ello ha implicado una expansión de la superficie ocupada y una mayor intensificación en el uso del suelo.

No obstante, las cifras permiten apreciar un crecimiento diferencial o heterogéneo de la población urbana en las diferentes cuencas, pudiéndose distinguir aquellas que poseen las mayores presiones poblacionales y, por tanto, las mayores demandas de recursos y que, en consecuencia, resultarían las cuencas de intervención o de manejo prioritario, a fines de asegurar los requerimientos futuros del recurso agua.

Cuadro 3. Población urbana por cuencas, región Andes de Venezuela 1961-2001

	Habitantes urbanos				
Cuencas	**1961**	**1971**	**1981**	**1990**	**2001**
Río Masparro	36.110	75.326	142.598	208.580	320.027
Río Caparo	2.099	6.155	27.939	41.442	63.535
Río Catatumbo	44.644	70.707	111.240	144.516	192.918
Río Tocuyo	28.858	44.381	63.301	84.233	118.953
Río Tucaní	3.164	10.994	25.872	48.780	75.929
Rió Uribante	137.367	214.786	307.647	380.815	521.064
Río Chama	78.149	137.545	269.871	372.557	478.790
Río Escalante	18.042	31.198	44.503	68.689	95.571
Río Motatán	98.408	157.808	203.533	260.086	331.758
Río Portuguesa	35.446	63.957	125.962	173.445	252.695
Total	**482.287**	**812.857**	**1.322.466**	**1.783.143**	**2.451.240**

Fuente: OCEI, 1993; INE, 2002

6. Identificación de 'cuencas emergentes'

El análisis de la sostenibilidad de los paisajes andinos amerita el desarrollo de algunos conceptos operativos, que sirvan de fundamento al estudio de la estructura y dinámica socio territorial de las áreas a ser evaluadas. En este sentido, en el grupo de investigación Andes de Mérida, hemos construido dos definiciones que nos permiten categorizar la relación entre los cambios de cobertura del suelo y de poblamiento urbano, con la demanda del recurso agua, a distintas escalas de análisis. Son los conceptos de áreas emergentes (AE) y sistema-paisaje de las áreas emergentes (SIPAER).

A escala regional se entiende por áreas emergentes, aquellas en las que se registran las mayores tasas de cambio. Más que de propiedades específicas de un cierto orden de organización sistémica, como es usual en la literatura ecológica, en el ámbito territorial, el concepto de emergencia lo referimos a las mayores tasas de cambio en cobertura y poblamiento en un área o territorio específico. En tal sentido, se pretende detectar las emergencias territoriales en la compleja geodiversidad montañosa de los Andes.

El sistema-paisaje de las áreas emergentes (SIPAER), está referido a la estructura de usos y coberturas de una unidad territorial dentro de la cuenca hidrográfica emergente. El sistema-paisaje constituye la estructura clave -o el complejo territorial más dinámico en las cuencas emergentes, para abordar el análisis espacial de las relaciones entre producción, disponibilidad, consumo y conflicto del recurso agua. Ante el reconocimiento de la heterogeneidad y dinamismo de la cuenca, el sistema-paisaje asigna nuevos roles a los 'parches' (así denominadas las unidades de paisajes) en el mosaico de la cuenca (Farina, 1998). En el caso que nos ocupa, la cuenca emergente está compuesta por unidades que actúan como fuentes productoras de agua y unidades que actúan como sumideros de este recurso. La composición funcional de estas unidades conforma lo que hemos denominado SIPAER, cuyo análisis nos da una visión más completa de la dinámica del paisaje y su vinculación con el recurso agua.

En gran medida, los SIPAER son equivalentes al concepto de geosistema de la geografía francesa (Bertrand, 1968), pero se diferencian respecto a la centralidad que adquieren los flujos de recursos, en este caso agua, en el análisis de los paisajes. Los SIPAER implican un cambio en la escala de análisis, es decir, una apreciación sub-regional o local de la intensidad de los cambios y de las relaciones entre uso de la tierra, población humana, biodiversidad y productividad económica. Ello es de mayor interés metodológico, porque la multiescala se revela en los estudios geoecológicos como una herramienta poderosa para estimar los flujos y transferencias entre distintos ámbitos territoriales, mediante las ventajas del procesamiento digital de imágenes satelitales y los sistemas de información geográfica (Frolova, 2006; Rojas y Gómez, 2010).

De manera específica, nuestras cuencas emergentes están entonces constituidas por aquellas cuencas hidrográficas en las que se evidencia una actuación más intensa de algunos factores movilizadores de cambio en el uso de la tierra, fundamentalmente asociados al crecimiento de la población urbana -con la creación de nuevos centros y expansión de los existentes, y consecuentemente, una alta presencia de externalidades ambientales negativas, en virtud de las mayores presiones que ejercen las actividades socioeconómicas que se desarrollan en los ámbitos urbanos -industria, comercio, servicios y consumo individual- sobre los recursos, particularmente, sobre el agua, y de la precaria existencia de gestión ambiental. Ellas son, en general, el asiento de las aglomeraciones urbanas más dinámicas en su crecimiento físico y poblacional del conjunto y en la polarización de las actividades económicas de la región.

La determinación operativa de las cuencas emergentes desde el punto de vista del crecimiento urbano, se realizó siguiendo una serie de pasos metodológicos y tomando algunas decisiones de tipo procedimental ampliamente expuestos en Pulido y Márquez (2008).

La evolución del crecimiento urbano fue evaluado a través del comportamiento del coeficiente anual de poblamiento urbano, debido a que este método considera el cambio poblacional vinculado a la dimensión espacial, dando por tanto una relación más real del vínculo población/recursos. El mismo se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$Pau = (((Pu2 - Pu1)/n)/A)*K$$

Pau = Coeficiente anual de poblamiento urbano
A = Área de la unidad espacial considerada
Pu2 = Población urbana al final del período
Pu1 = Población urbana al inicio del período
n = número de años de cada período
K = constante.

La selección de las cuencas sobresalientes en función de los resultados de este indicador, nos permitió determinar aquellas con mayor impacto o tasa de cambio en el uso urbano; es decir, las consideradas a nuestros efectos cuencas emergentes desde el punto de vista urbano. De acuerdo con sus resultados, las cuencas con un crecimiento urbano sostenido más elevado, dentro del conjunto y para toda la serie histórica, son respectivamente las de los ríos Chama, Uribante, Masparro y Motatán. Sin embargo, en el último período considerado (1990-2001), lapso coincidente con el del análisis global del proyecto Andes de Mérida, el orden se altera, sobresaliendo en los dos primeros lugares las cuencas de los ríos Masparro y Uribante. En ambas, principalmente las aglomeraciones de Barinas y San Cristóbal, intervienen respectivamente en el incremento de los valores obtenidos, así como otros centros urbanos menores ubicados en dichas cuencas.

Asimismo, habiéndose mantenido por encima del total para la región, los valores disminuyen en el último período para la cuenca del Chama, pasando a ocupar el tercer lugar con respecto al resto de las cuencas. En ésta, las áreas urbanas de

Mérida, Tovar y El Vigía, principalmente, constituyen los centros que le conceden mayor dinámica urbana. En cuarto lugar, la cuenca del Motatán se mantiene con valores altos a lo largo de la serie histórica; en ésta se localizan y contribuyen al crecimiento, las áreas que abarcan la conurbación Valera-Trujillo, fundamentalmente (Cuadro 4 y Figura 5).

De los resultados de este análisis fueron seleccionadas las cuencas con mayores valores en el indicador de poblamiento urbano, correspondiente al último periodo (1990-2001), ellas son en orden de importancia las cuencas del Masparro, Uribante, Chama y Motatán. Éstas, a su vez, son las cuencas hidrográficas en donde se emplazan las principales áreas metropolitanas de la región, entre las que cuentan: Barinas, San Cristóbal, Mérida y Valera-Trujillo, respectivamente. Más aún, y esto refuerza nuestro planteamiento, son estas las cuencas con mayor densidad de población urbana; es decir, aquellas con mayor presencia de población urbana por unidad de superficie, tal como se muestra en el cuadro 5.

En un paso subsiguiente, al vincular los datos hasta aquí obtenidos con aquellos que arrojara la investigación desarrollada paralelamente por el grupo Andes de Mérida, presentados en trabajos anteriores (Pulido *et al*., 2004, 2005, 2005a), obtenemos los siguientes resultados:

Los avances de esa investigación permitieron la identificación de las cuencas emergentes de la región Andes de Mérida, en función de los cambios en la cobertura vegetal y en los usos de la tierra: rural, silvestre, desde la perspectiva del análisis espacial a través de la interpretación de imágenes satelitales y los sistemas de información geográfica (SIG), fundamentalmente, a gran escala: 1:250.000.

Cuadro 4. Coeficiente anual de poblamiento urbano por cuenca, región Andes de Mérida 1961-2001

	Coeficiente Anual Poblamiento Urbano (%)			
Cuencas	**61 - 71**	**71 - 81**	**81 - 90**	**90 - 01**
Río Masparro	80,60	138,25	150,67	208,22
Río Caparo	3,78	20,30	13,98	18,71
Río Catatumbo	66,73	103,78	94,67	112,66
Río Tocuyo	37,06	45,17	55,52	75,35
Río Tucaní	20,50	38,95	66,64	64,62
Rió Uribante	120,15	144,12	126,17	197,88
Río Chama	103,16	229,82	198,16	167,73
Río Escalante	24,50	24,78	50,05	45,52
Río Motatán	141,36	108,82	149,54	155,06
Río Portuguesa	33,60	73,07	62,18	84,91
Total	**57,22**	**88,21**	**88,60**	**105,13**

Fuente: OCEI, 1993; INE, 2002

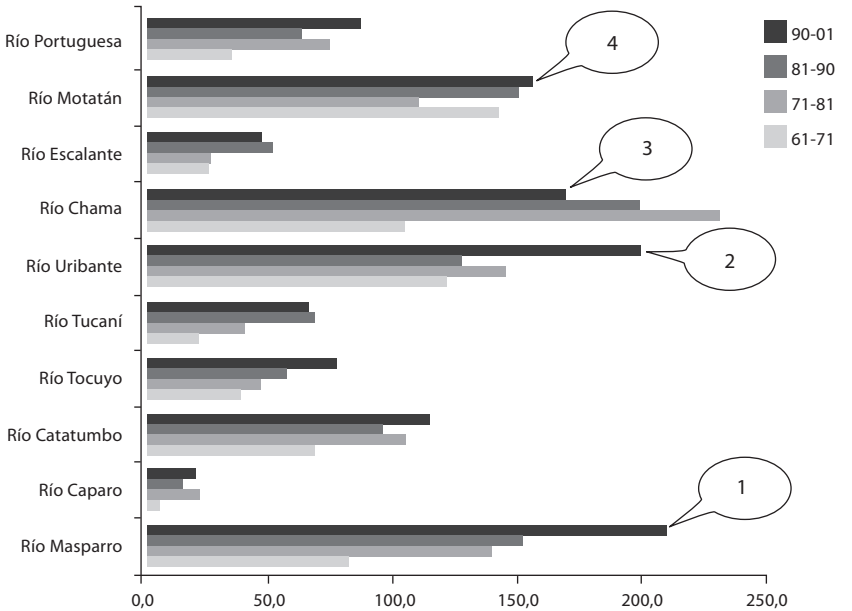

Figura 5. Coeficiente Anual de Poblamiento Urbano de las cuencas andinas (1961-2001)

Cuadro 5. Densidad de población por cuenca, región Andes de Venezuela

	DenPob (Hab/Km2)				
Cuencas	**1961**	**1971**	**1981**	**1990**	**2001**
Río Masparro	7,42	15,48	29,31	42,87	65,77
Río Caparo	0,20	0,57	2,60	3,86	5,92
Río Catatumbo	11,43	18,10	28,48	37,00	49,40
Río Tocuyo	6,89	10,59	15,11	20,11	28,40
Río Tucaní	0,83	2,88	6,77	12,77	19,88
Rió Uribante	21,32	33,33	47,75	59,10	80,87
Río Chama	13,57	23,89	46,87	64,70	83,16
Río Escalante	3,36	5,81	8,29	12,79	17,80
Río Motatán	23,42	37,56	48,44	61,90	78,95
Río Portuguesa	4,18	7,54	14,84	20,44	29,78
Total	**8,35**	**14,07**	**22,89**	**30,87**	**42,43**

Fuente: OCEI, 1993; INE, 2002

En este sentido, las tasas de cambio observadas en la región reflejaron que los usos de mayor cambio en la mayoría de las cuencas hidrográficas son el rural y el silvestre. Ese primer análisis puso de relieve que las cuencas de los ríos Motatán y Uribante constituyen los territorios con mayor tasa de cambio en los usos rurales y silvestres, tal como lo muestra el cuadro 6 (Pulido, *et al*., 2005a).

Es necesario aclarar que este análisis proviene de la interpretación y comparación de imágenes a escala 1:250.000; a esta escala, los usos urbanos sólo representan pequeñas manchas o puntos dentro de grandes extensiones de tierras, predominantemente vinculadas a la actividad agrícola y usos silvestres. En este sentido, los usos agrícolas estarían alterando el funcionamiento de los sistema-paisajes al cual pertenecen, concretamente de las cuencas emergentes Motatán y Uribante.

Sin embargo, a esta escala no es posible evaluar de manera precisa el crecimiento areal real de los usos urbanos. De allí la necesidad de considerar los cambios en esta categoría de uso bajo un análisis estadístico en función de indicadores descriptivos, como el que aquí desarrollamos.

Es interesante anotar que las dos cuencas seleccionadas como emergentes, bajo el análisis morfológico de macro escala son, también, dos de las definidas como emergentes, desde el punto de vista urbano. Esas dos cuencas requerirían entonces de un tratamiento prioritario, pues constituyen las unidades territoriales con las mayores tasas de cambio en

Cuadro 6. Tasas de cambio de los usos de la tierra por cuencas

Cuencas	Tasa de Cambio de los Usos (1988 - 2001)				
	Agua	Mixto	Rural	Silvestre	Urbano
Río Arauca	0,00	0,00	15,89	-15,89	0,00
Río Masparro	0,65	0,00	-6,71	5,68	0,38
Río Caparo	0,00	0,00	0,75	-0,82	0,08
Río Catatumbo	0,05	0,04	10,69	-11,13	0,35
Río Tocuyo	-0,05	0,00	-3,13	2,98	0,20
Río Tucaní	-0,01	0,00	3,72	-3,81	0,09
Rió Uribante	**-0,05**	**0,21**	**23,78**	**-24,34**	**0,40**
Río Chama	-0,09	0,00	-6,27	5,99	0,36
Río Escalante	-0,05	0,00	0,57	-0,71	0,19
Río Motatán	**0,24**	**0,00**	**31,76**	**-32,52**	**0,52**
Río Portuguesa	0,60	0,00	0,90	-1,70	0,21
Mediana	0,00	0,00	0,90	-1,70	0,21
Desviación Standart	0,27	0,06	12,57	12,62	0,16
M+1(1/2)DS	**0,40**	**0,09**	**19,75**	**17,23**	**0,45**
M-1(1/2)DS	**-0,40**	**-0,09**	**-17,96**	**-20,63**	**-0,03**

Fuente: Pulido, e .al., 2005a

todos los usos: rural, silvestre y urbano y, en consecuencia, las de mayor afectación de los recursos.

Una vez realizado el análisis de los cambios urbanos y determinadas las áreas o cuencas emergentes, es posible entonces analizar de manera individual el comportamiento de las aglomeraciones urbanas de mayor relevancia o tamaño dentro de las mismas. Para estos efectos, nos referiremos a las aglomeraciones o áreas metropolitanas, en lugar de áreas urbanas aisladas, tal como las define el Instituto Nacional de Estadística (INE), pues estas unidades espaciales dan cuenta de manera más real de la complejidad territorial que hoy les caracteriza.

Este análisis permite observar el incremento constante del tamaño de la población en cifras absolutas en las cuatro áreas metropolitanas ubicadas en las cuencas emergentes, destacando las ciudades de San Cristóbal y Mérida como las de mayor tamaño poblacional (Cuadro 7).

En términos relativos, sin embargo, lo cual permite establecer comparaciones, las diferentes áreas presentan una variación diferenciada (Cuadro 8 y Figura 5). El área metropolitana de Barinas, en prácticamente todos los períodos estudiados, incluyendo el último, presentó los más altos valores de variación, en el tamaño de su población. Le sigue, en orden de importancia, el área metropolitana de San Cristóbal, pese a haber disminuido en los últimos dos periodos.

Por otra parte, el área metropolitana de Mérida se mantuvo en tercer lugar, a

Cuadro 7. Principales áreas metropolitanas, región Andes de Venezuela. 196-2001

	Número de habitantes				
Áreas metropolitanas	**1961**	**1971**	**1981**	**1990**	**2001**
Barinas	32.956	65.973	125.690	174.410	260.515
San Cristóbal	113.156	180.983	246.866	304.914	420.712
Mérida	53.680	95.955	187.715	236.017	286.411
Valera - Trujillo	107.454	132.788	172.065	203.042	250.079

Fuente: OCEI, 1993; INE, 2002

Cuadro 8. Variación intercensal de la población en las principales áreas metropolitanas

	Variación Inter-Censal (%)			
Áreas metropolitanas	**61-71**	**71-81**	**81-90**	**90-2001**
Barinas	100,19	90,52	38,76	49,37
Mérida	59,94	36,40	23,51	37,98
San Cristóbal	78,75	95,63	25,73	21,35
Valera - Trujillo	23,58	29,58	18,00	23,17

Fuente: OCEI, 1993; INE, 2002

lo largo de toda la serie, colocándose en el segundo para el último período. En cuarto lugar, históricamente hablando, se ubica el área metropolitana de Valera-Trujillo, pese a superar a San Cristóbal en la variación que muestra en el último período considerado (Figuras 6, 7 y 8).

Por las razones expuestas, las áreas metropolitanas de Barinas, San Cristóbal, Mérida y Valera-Trujillo representan los lugares más dinámicos y, en consecuencia, los que ejercen la mayor presión sobre el recurso agua dentro de cada uno de los sistemas-paisaje en los cuales se insertan.

En definitiva, si tomamos en cuenta las dos vertientes dentro del estudio; es decir; por un lado, la información espa-

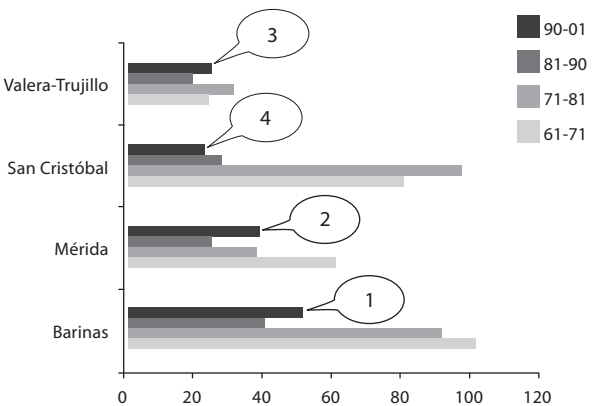

Figura 6. Variación intercensal de la población en las principales áreas metropolitanas andinas, 1961-2001

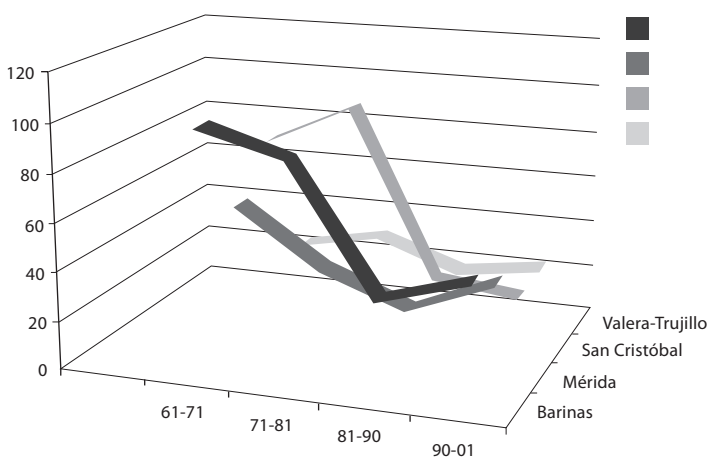

Figura 7. Variación intercensal de la población en las principales áreas metropolitanas andinas, 1990-2001

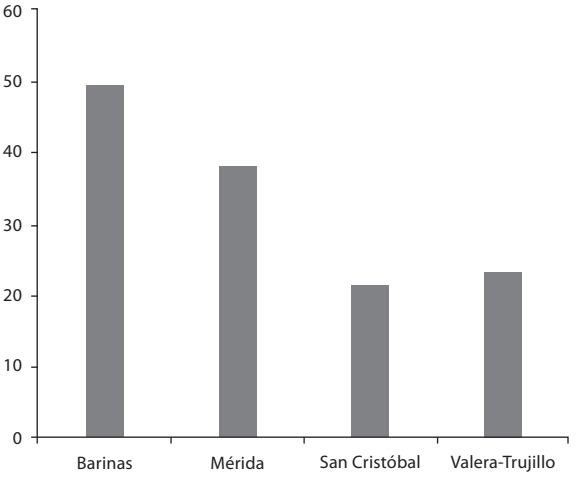

Figura 8. Variación intercensal de la población en las principales áreas metropolitanas andinas, 1961-2001

cial analizada a través de los cambios en los usos de la tierra (desarrollado por el grupo de Investigación Andes de Mérida) y, por el otro, la información estadística descriptiva referente a la población urbana que aquí analizamos, tendríamos dos cuencas emergentes de atención prioritaria, debido a los mayores niveles de cambio en todas las categorías de usos de la tierra, estas son las cuencas de Uribante y Motatán, y dos cuencas también emergentes, esta vez desde el punto de vista específico de los cambios en el uso urbano, se trata de las cuencas Masparro y Chama. En este último caso, y complementariamente, la cuenca de Masparro contiene la aglomeración de Barinas, la más dinámica, desde el punto de vista demográfico de toda la región, exigiendo por esa razón un tratamiento especial en términos de su ordenación territorial urbana. La distinción territorial lograda con este análisis, permitiría realizar, de manera más racional, la orientación de las políticas públicas y privadas de ordenación territorial y conservación de recursos hacia las cuencas con mayores prioridades desde el punto de vista ambiental.

Es necesario aclarar que los resultados finales de este proyecto de investigación, son una contribución para un proyecto más abarcante. Sus alcances se limitan a identificar las cuencas emergentes de los Andes venezolanos, desde el punto de vista de la dinámica de crecimiento y expansión urbana, a una escala de gran visión (1:250.000), las cuales servirán de marcos geográficos para el posterior análisis de los sistema-paisaje de las cuencas emergentes, SIPAER, a escala 1:100.000, en el que se contempla una evaluación de los otros factores de cambio, tales como la cobertura, bajo el esquema metodológico fuente-sumidero,

propuesto en nuestros trabajos anteriores (Pulido *et al.,* 2005a).

7. Conclusiones

De los resultados de este análisis se desprende que las cuencas más dinámicas, desde el punto de vista del crecimiento urbano, de acuerdo con el indicador descriptivo que aquí implementáramos, son, de manera categórica, las cuencas del Masparro y Uribante y, de manera menos manifiesta, Chama y Motatán. Estas cuatro, a su vez, son las cuencas hidrográficas en donde se emplazan las principales áreas metropolitanas de la región Andes de Mérida, entre las que cuentan: Barinas, San Cristóbal, Mérida y Valera-Trujillo, respectivamente; son estas también las cuencas con mayor densidad de población urbana. Con respecto a la cuenca del Masparro, ella contiene una de las aglomeraciones (Barinas) más dinámicas desde el punto de vista del crecimiento poblacional de toda la región Andes de Mérida, exigiendo por esa razón un tratamiento en términos de su ordenación territorial urbana. Dos de las cuencas seleccionadas como emergentes bajo este análisis, Uribante y Motatán, también lo son de acuerdo con la metodología que evalúa los cambios en las grandes categorías de uso y cobertura, bajo un análisis morfológico en la macro escala (1:250.000), llevado a cabo por el Grupo Andes de Mérida (Pulido *et al*., 2005, 2005a). Consideramos entonces que esas dos cuencas requerirían de un tratamiento prioritario, pues constituyen las unidades territoriales con las mayores tasas de cambio en todos los usos: rural, silvestre y urbano, y, en consecuencia, las de mayor afectación del recurso agua.

A titulo conclusivo, y en función de las tendencias detectadas en este análisis, sería interesante intentar dar respuesta, al menos para la región Andes de Mérida, a los once desafíos que en esta materia se han planteado los organismos mundiales encargados de evaluar el tema del agua. Al respecto, creemos que, de manera contundente, transitamos en dirección contraria al camino sugerido, y, siendo pesimistas, de mantenerse estas tendencias, en un horizonte temporal que se aproximará en función de la intensificación de los procesos aquí descritos, en Los Andes venezolanos se confrontarán graves problemas de disponibilidad de agua en cantidad y calidad, asociados a las presiones que a tales fines suponen los cambios de uso -con la disminución de áreas boscosas, el crecimiento urbano -con su demanda creciente y el vertido de contaminantes a los cursos, la velocidad en el ritmo del cambio climático global y, en definitiva, la laxitud de los entes responsables ante esta situación y el retardo en la implementación de una gestión eficiente y eficaz del recurso agua.

Sin embargo, bajo un escenario optimista, consideramos que la distinción territorial lograda con este análisis, permitiría realizar, de manera más racional, la orientación de las políticas públicas y privadas de ordenación territorial y conservación de recursos, hacia las cuencas con mayores prioridades desde el punto de vista ambiental, en la búsqueda de los

objetivos de armonización en la relación disponibilidad-necesidad futura, bajo la noción de sustentabilidad.

Artículo revisado y corregido en julio, 2011. Mérida-Venezuela.

8. Agradecimiento

Este trabajo fue posible gracias al apoyo financiero del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes (código de proyecto: FO-559-04-09-B).

9. Referencias citadas

ADAMO, S.; CALVO, A.; MIRAGLIA, M.; NATENZON, C.; ROLDÁN, I.; SABASSI, F.; TISSERA, S. y A. VILLA. 1989. Cuenca hidrográfica. Una exploración sobre el concepto. [En línea] Disponible en Internet en: http://pirna.com.ar/system/files/PON-Natenzon-et+al-Cuenca+hidrografica.pdf [citado el 25/08/2008].

BERTRAND, G. 1968. *Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique*. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**. 3: 249-272.

CHAVES, L. 1974. *Proceso y patrón espacial de la urbanización en Venezuela durante el período 1961-1971*. IGCRN-ULA, Mérida-Venezuela.

ESTABA, R. e I. ALVARADO. 1985. **Geografía de los paisajes urbanos e industriales de Venezuela**. Ariel-Seix Barral venezolana. Colección Geografía de Venezuela Nueva. Caracas-Venezuela. 291 p.

FARINA, A. 1998. **Principles and methods in landscape ecology**. Chapman & Hall Ltd, Cambridge, 235 p.

FROLOVA, M. 2006. *Los paisajes del Cáucaso en la Geografía rusa: entre el modelo científico y la representación socio-cultural*. **Cuadernos geográficos**. 7: 7-29.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE). 2002. *XIII Censo Nacional de Población y Vivienda. Primeros resultados 2001*. Caracas-Venezuela.

MUÑOZ, C.; AMAYA, C y H. MZUREK. 2000. **Atlas socioeconómico de Venezuela 1990**. Talleres Gráficos Universitarios. Universidad de Los Andes-Institut de Recherche pour le Développement. Mérida-Venezuela.

OFICINA CENTRAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (OCEI). 1993. *El Censo 90 en Venezuela*. Caracas-Venezuela.

PAPAIL, J. y M. PICOUET. 1987. **Des villes et du pétrole. Aspects historiques et prospectives des populations urbaines au Venezuela**. Editions de l`Orstom, Francia.

PULIDO, N. 1999. *Les tendances récentes de l`urbanisation au Venezuela. Le rôle des villes intermédiaires*. Tesis doctoral de la Universidad de Toulouse-Le Mirail, Toulouse-Francia.

PULIDO, N. y L. MARQUEZ. 2008. *Dinámica de crecimiento urbano de la región Andes de Mérida y su vinculación con el agua. Una aproximación metodológica para su evaluación comparativa*. **Revista Geográfica Venezolana**. Vol. 49(2): 321-335.

PULIDO, N.; ROJAS LÓPEZ, J.; MOLINA, Z.; MEJÍA, J. e I. GOLDSTEIN. 2005. *Áreas emergentes: una herramienta metodológica en el estudio de los paisajes*. **Revista Geográfica Venezolana**. 46(2): 311-324.

PULIDO, N.; ROJAS LÓPEZ, J.; MOLINA, Z.; MEJÍA, J. e I. GOLDSTEIN. 2005a. Nuevas herramientas para evaluar la sustentabilidad de los paisajes: 'áreas emergentes', 'sistema-paisaje' y 'modelo fuente-sumidero'. Ponencia presentada en el *II Congreso Iberoamericano sobre Desarrollo y Medio Ambiente (CIDMA II)*. México.

PULIDO, N.; ROJAS LÓPEZ, J.; MOLINA, Z.; MEJÍA, J. e I. GOLDSTEIN. 2004. Aportes para el manejo sustentable del agua en los paisajes de los Andes de Mérida, *V Congreso Venezolano de Geografía*, Mérida-Venezuela.

RIOS, J. y G. CARVALLO. 2000. **Análisis histórico de la organización del espacio en Venezuela**. Universidad Central de Venezuela– Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas-Venezuela.

ROJAS LÓPEZ, J. 1970. *El paisaje semiárido de la cuenca media del río Chama (Andes venezolanos)*. Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales Renovables, Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela

ROJAS LÓPEZ, J. 1972. *Aspectos del uso de la tierra en las cuencas de los ríos Chama y Capazón*. Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales Renovables, Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela.

ROJAS LÓPEZ, 1985. *La modernización agraria de los valles altos andinos de Venezuela*. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela.

ROJAS LÓPEZ, J. y GOMEZ A., E. 2010. **Tiempos del pensamiento geográfico**. Arquidiócesis de Mérida. Archivo Arquidiocesano de Mérida. Serie: Estudios, 9. Mérida-Venezuela

THE POPULATION REFERENCE BUREAU. 2010. *2010 World Population. Data Sheet. Inform Empower Advance*. www.prb.org

UNESCO-WWAP. 2009. *The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World*. UNESCO, and London: Earthscan. Paris-France.

UNESCO-WWAP. 2003. *Agua para Todos, Agua para la Vida – Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo* (versión española del UN WWDR). [En línea] Disponible en internet en: http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf [citado el 22/08/2010].

VENTURINI, O. 1983. **Geografía de Los Andes venezolanos**. Colección Geografía de Venezuela nueva-7. Ariel Seix Barral , Caracas-Venezuela. 208 p.

VIVAS, L. 1992. **Los Andes venezolanos**. Academia Nacional de Historia. Caracas-Venezuela.