

Romero, H., Moscoso, C. y Smith, P. 2009. Lecciones y conclusiones sobre la falta de sustentabilidad ambiental del crecimiento espacial de las ciudades chilenas. En "Chile: del país urbano al país metropolitano", Hidalgo, R., De Mattos, C., Arenas, F. (Editores). Serie GEOlibros N°12 Colección EURE-Libros. Instituto de Geografía e Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile. 89-110p.

Coloquio Del País Urbano al País Metropolitano, 4 al 6 de Diciembre 2007

Lecciones y conclusiones sobre la falta de sustentabilidad ambiental del crecimiento espacial de las ciudades chilenas

Hugo Romero, Claudio Moscoso y Pamela Smith
Departamento de Geografía
Universidad de Chile
Casilla 3387
hromero@uchile.cl

TEMATICA

Como parte del desarrollo de un proyecto de investigación científica (Fondecyt 1050423), se ha desarrollado una sistemática evaluación ambiental de los efectos del crecimiento espacial de ciudades y metrópolis chilenas, el que permite concluir en el desmejoramiento de la calidad ambiental urbana en el transcurso del tiempo, debido tanto a la ausencia de instituciones y reglamentos específicos, como de conceptos, modelos e indicadores que acompañen la planificación, ejecución, monitoreo y fiscalización de las profundas transformaciones que provocan las ciudades sobre los medio ambientes naturales.

Los efectos ambientales del crecimiento espacial de las ciudades chilenas, representado por los estudios realizados en las metrópolis de Santiago, Valparaíso y Concepción, y en las ciudades intermedias de Chillán, Los Ángeles y Temuco, pueden ser sintetizados en:

Cambios en el clima urbano y pérdida de la calidad del aire como consecuencia de la incontrolada emisión de contaminantes, generación y fortalecimiento de islas de calor urbanas y desaparición y disminución de las islas frías (Peña y Romero, 2005; Romero y Sarricolea, 2006; Sarricolea y Romero, 2006)

Desaparición, reducción y deterioro de las cubiertas vegetales, incluyendo terrenos de cultivo, áreas naturales (ecosistemas valiosos como humedales), (Romero et al., 2006; Romero y López, 2007)

Pérdida de servicios ambientales y de calidad de los paisajes naturales al interior y alrededor de las ciudades (Vásquez y Romero, 2007; Romero y Vásquez, 2007)

Pérdida de biodiversidad y reducción y desaparición de hábitats, corredores y parches de vida silvestre (Vásquez y Romero, 2005a; Romero y López, 2007)

Generación y aumento de los índices de segregación socioambiental al interior de las ciudades (Vásquez y Romero, 2007)

Falta de justicia ambiental y concentración de los efectos adversos –incluyendo enfermedades relacionadas con el medio ambiente urbano- en forma discriminatoria sobre los sectores sociales más vulnerables (Romero y Molina, 2007, Vásquez y Romero, 2007)

Comodificación creciente de los territorios, los recursos naturales y los servicios ambientales, representando en los mercados sólo los usos consuntivos y sin considerar los costos ambientales y sociales. Especulación y privatización de bienes comunes (Romero y Vásquez, 2005b)

Creciente desacoplamiento y contradicciones entre las estructuras y dinámicas de la naturaleza y de los espacios construidos. Superación de la capacidad de carga y de resiliencia de los ecosistemas urbanos (Romero y Vásquez, 2007).

Ausencia de instituciones e instrumentos de planificación, evaluación y gestión ambiental de los espacios urbanos (Romero y Vásquez, 2007)

Necesidad de introducir la Evaluación Ambiental Estratégica de las políticas, planes y programas urbanos y de someter a efectivas evaluaciones ambientales a los proyectos de inversión pública y privada que perturban severamente el medio ambiente urbano (Romero y Vásquez, 2007)

Para ilustrar sobre los análisis y evaluaciones realizadas, se presentan en este trabajo los efectos del crecimiento espacial de las ciudades de Valparaíso y Concepción, con especial referencia al proceso de urbanización de cuencas. La cuenca es una estructura ambiental delimitada, integrada e interactiva que es empleada habitualmente como sistema territorial de gestión. Las cuencas urbanizadas perturban y alteran significativamente los balances de energía, materia e información de los sistemas naturales.

Valparaíso y Concepción han sido severamente afectadas por inundaciones, avalanchas, derrumbes y deslizamientos de sedimentos de laderas los últimos años, especialmente en el 2006. Se debiese esperar que los riesgos naturales se incrementen en el futuro como consecuencia de los cambios climáticos globales y urbanos y como resultado de intervenciones desaprensivas de sus sistemas territoriales.

En el caso de Valparaíso y Viña del Mar, se presentan los resultados obtenidos de evaluar la expansión urbana sobre sus cerros y quebradas, empleando como ejemplos los estudios de caso ejecutados en las cuencas urbanizadas de Miraflores Alto, Avenida Francia y Subida Yolanda. Se analizan y evalúan los cambios en las tasas de impermeabilización provocados por la urbanización como consecuencia de la sustitución de las cubiertas naturales y usos del suelo rurales. Se han considerado los incrementos persistentes de las áreas impermeabilizadas y su relación con el aumento de los coeficientes de escorrentía, así como las transformaciones de las áreas potenciales de recarga de los acuíferos en áreas de descarga de las aguas lluvia.

En Concepción, se presentan los cambios en las tasas de impermeabilización causados por la urbanización de las subcuencas de los ríos Andalién y Biobío, intentando relacionarlos con las áreas inundadas, anegadas y saturadas por agua en julio de 2006, que causaron grandes pérdidas de vidas humanas, viviendas e infraestructuras urbanas. También se analiza el impacto del proceso de urbanización sobre los humedales de la ciudad de Concepción, considerando las pérdidas sistemáticas de la calidad de los paisajes de los humedales de Rocuant, Lengua y Los Batros (San Pedro de la Paz).

OBJETIVOS

En forma general, se trata de presentar resultados de investigaciones científicas que permitan denunciar las limitaciones de las actuales instituciones e instrumentos que deben planificar y asegurar el desarrollo ambientalmente sustentable de las áreas urbanas del país, facilitando el debate académico sobre la ineficiencia de la Evaluación de Impacto Ambiental como único proceso de gestión de los espacios urbanos, llamando a someter el crecimiento y desarrollo de las ciudades a una Evaluación Ambiental Estratégica real de las políticas, planes y programas, que considere dentro de sus objetivos

los principios y estrategias del ecourbanismo, los conceptos y métodos del ordenamiento territorial, los instrumentos de la gestión integrada de cuencas urbanizadas, y a la planificación ecológica y ambiental de las ciudades como proceso *ad initium* de las proposiciones incluidas en los planes indicativos y normativos de asignación de usos y organización espacial de los territorios.

Dentro de los objetivos específicos se contempla introducir conceptos, métodos y elementos de análisis que contribuyan a informar y renovar el debate sobre los efectos ambientales del crecimiento de las ciudades chilenas; evaluar los efectos del crecimiento espacial de las ciudades sobre componentes claves del ciclo hidrológico: impermeabilización de suelos, escorrentía superficial y existencia de áreas de recarga y descarga de los acuíferos; evaluar los cambios de usos y coberturas de los suelos asociados al proceso de urbanización sobre las estructuras y funciones de los ecosistemas correspondientes a humedales, y proponer conceptos, métodos y variables que faciliten la evaluación ambiental de los planes de crecimiento de las ciudades y contribuyan a la sustentabilidad de los espacios urbanos

METODOLOGÍAS

Se trata del diseño, implementación y operacionalización de Sistemas de Información Geográfica. Estos valiosos sistemas de información con base espacial implican la captura e ingreso de datos e informaciones georreferenciados y por lo tanto, de planos, mapas, fotografías aéreas e imágenes satelitales. Para disponer de informaciones sobre indicadores ambientales relevantes se procesan digitalmente estas últimas, disponiendo de datos a la escala de *pixeles* (grilla regular de 30x30 m proporcionada por las imágenes LANDSAT TM) en siete bandas del espectro electromagnético, cuyas combinaciones permiten integrar e inferir diversos indicadores ambientales tales como temperaturas superficiales, productividad vegetal, humedad en el suelo y otros parámetros ecológicos del paisaje (forma y función de parches y corredores vegetales, por ejemplo) . Por otro lado, los procesamientos digitales de imágenes obtenidas en diferentes años permiten conocer las situaciones de cambio observados en los usos y coberturas de las tierras y relacionar con ellos, transformaciones ambientales fundamentales como son el aumento de las tasas de impermeabilización a escala de subcuenca y el aumento de los coeficientes de escorrentía provocados por la urbanización de llanuras, quebradas y laderas. Los coeficientes de escorrentía integran las tasas de impermeabilización, con las propiedades hídricas de los suelos y las pendientes de los relieves locales y corresponden al porcentaje de las lluvias máximas registradas en 24 hrs. que se precipitan aguas abajo de las cuencas. Las áreas de recarga y descarga de los acuíferos se han definido según su pendiente y capacidad de infiltrar las aguas lluvias, lo que depende a su vez de la naturaleza de los suelos y las coberturas vegetales. La simplificación de las redes de drenaje provocada por la urbanización consideró los cambios en la longitud y densidad de los drenes.

La definición de la calidad ambiental de los ecosistemas es un requisito para poder analizar y evaluar los efectos de la urbanización sobre sus estructuras y funciones. La calidad ambiental de los paisajes de humedales impactados por la urbanización del Gran Concepción se estableció combinando índices cuantitativos, como productividad vegetal en las diferentes zonas que los integran, con opiniones de expertos procesadas siguiendo los conceptos y métodos de la Evaluación Multicriterio.

1. RESULTADOS

1.1. Crecimiento espacial de las ciudades de Valparaíso y Concepción

El Gran Valparaíso ha experimentado un incremento acelerado y constante de la superficie urbana, triplicando su superficie construida entre 1975 y 2004 (figura 1). Este crecimiento urbano se reproduce esencialmente en forma de acreción de nuevas áreas sobre los bordes, sobretodo en las quebradas de los cerros de Valparaíso y a partir de los núcleos urbanos consolidados de Quilpué, Villa Alemana, Viña del Mar y Concón. En la figura 1 se aprecian además patrones espaciales de crecimiento del estilo “salto de rana” como es el caso de Placilla al sureste de Valparaíso. Es importante destacar que a comienzos de la década de los 90, se presenta un explosivo aumento de la tasa anual de crecimiento que supera claramente las 400 hás.

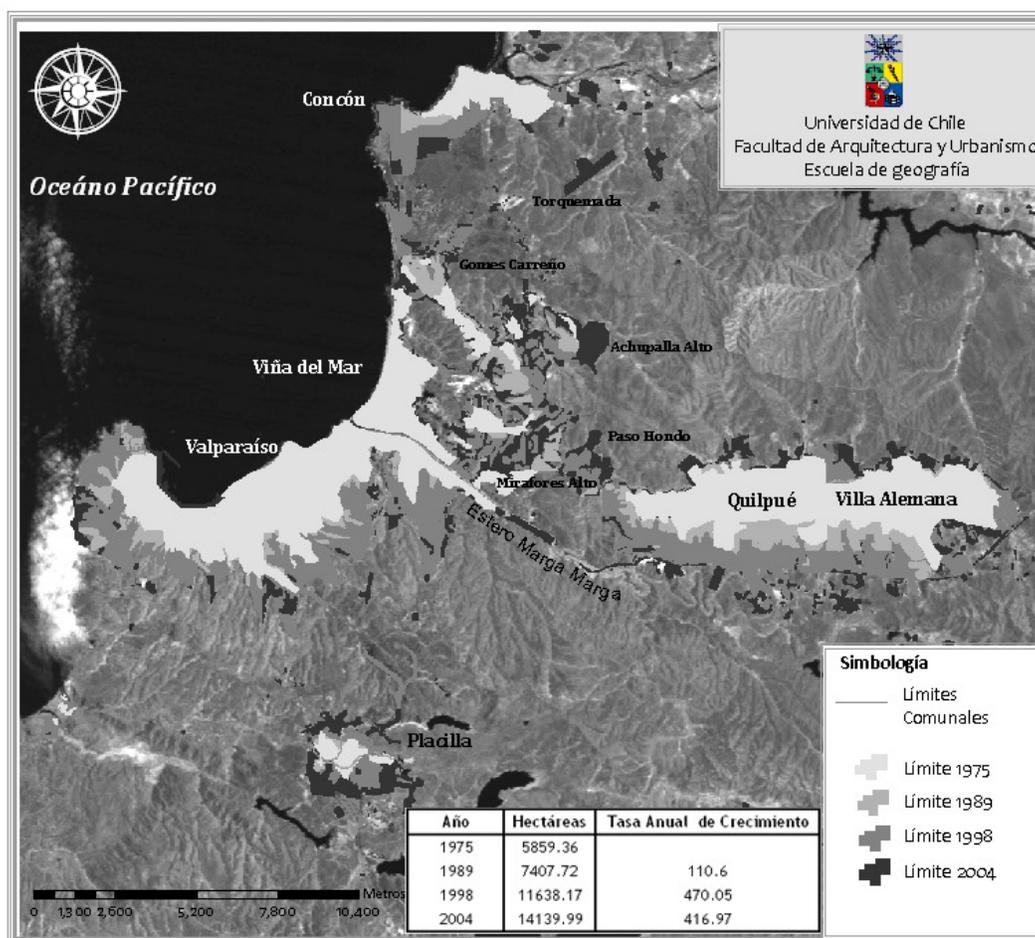


Figura nº 1. Evolución de la superficie urbana del Gran Valparaíso 1975-2004

Fuente: elaboración propia.

El Gran Concepción ha experimentado un proceso de crecimiento espacial similar al del Gran Valparaíso. En las tres décadas que abarcan el período de estudio, la superficie urbana de las ciudades que conforman ésta área metropolitana aumentó de 4.747 en 1975 a 9.661 hectáreas el año 2004, lo

que significa algo más que la duplicación de la superficie construida. Desde los primeros años el crecimiento se produjo fundamentalmente por acreción de nuevas áreas sobre los bordes de la ciudad, patrón que se mantiene, sumándosele posteriormente el crecimiento a través de las vías de comunicación y aquel que de manifiesta mediante el surgimiento de islas urbanas (figura 2).

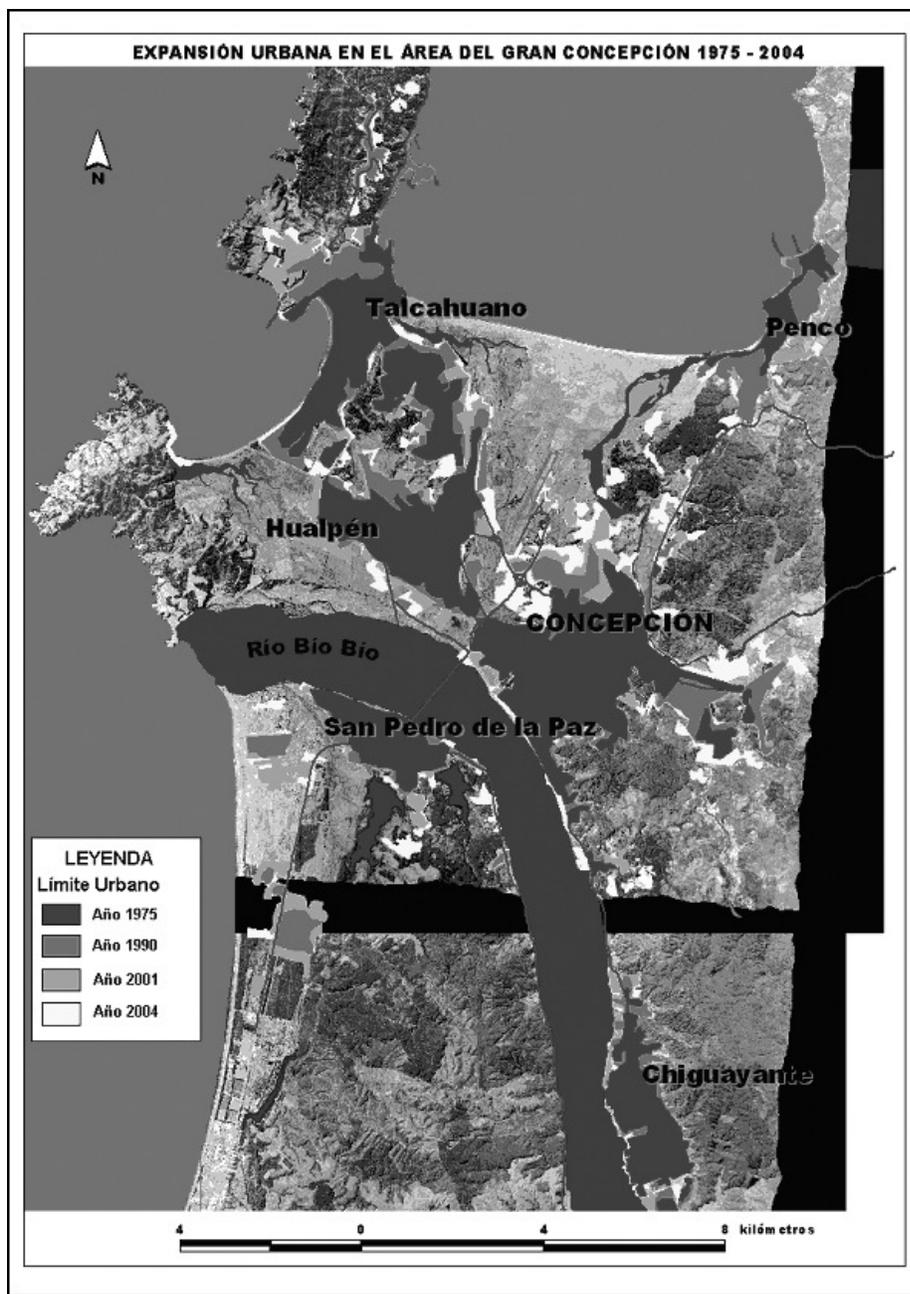


Figura nº 2. Evolución de la superficie urbana del Gran Concepción 1975-2004

Fuente: elaboración propia

1.2. Cambios en usos y coberturas de los suelos de las subcuencas del Gran Valparaíso

El incremento de la superficie urbanizada implica una serie de cambios en los usos y coberturas de suelo, superponiéndose, por lo general, usos urbanos residenciales sobre coberturas naturales, como es el caso de los remanentes de formaciones vegetacionales que cubren las laderas y quebradas de los cerros de Valparaíso y Viña del Mar. El proceso de urbanización ha sido analizado en 1.060 hás. que corresponden a las de Miraflores Alto en Viña del Mar, subida de Yolanda (Quebrada de la Cabritería) y Avda. Francia (Quebrada de Jaime) en Valparaíso.

La figura 3 muestra claramente como los usos urbanos, tales como las áreas residenciales de alta densidad, la red vial y el uso comercial instalado en las tres cuencas urbanizadas seleccionadas, avanzan especialmente produciendo una eliminación sistemática de las coberturas naturales de áreas verdes remanentes de coberturas densas y dispersas. Las formaciones vegetales de mayor densidad de coberturas, por ejemplo, disminuyen su superficie dramáticamente a más de la mitad, pasando desde 377 hás. en 1980 a 175 hás. en el 2005. Por el contrario, los usos residenciales de alta densidad aumentaron su superficie ocupada cuatro veces, variando de 49 hás. en 1980 a 213 Hás. en el 2005.

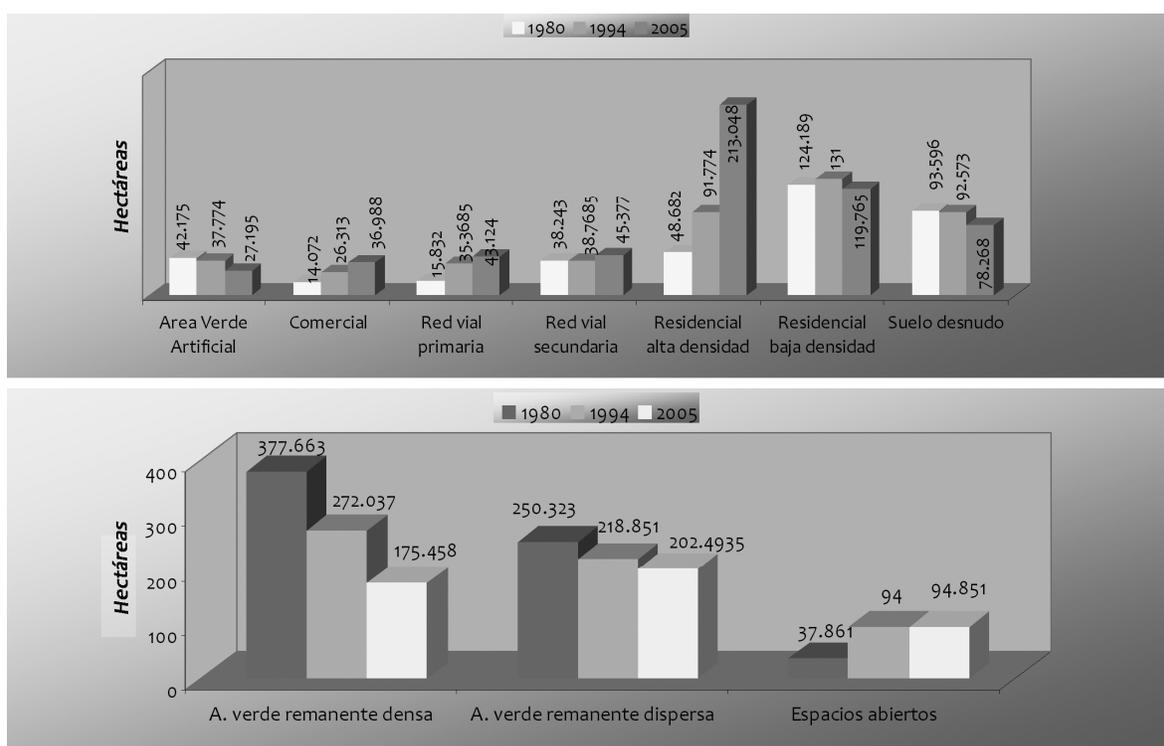


Figura n° 3. Superficie de los usos y coberturas de suelo de Miraflores Alto, Yolanda y Avda. Francia 1980-2005

Fuente: elaboración propia

El aumento de las superficies construidas ha causado la impermeabilización de las tierras de las cuencas. Los usos residenciales de alta y baja densidad poseen una tasa de impermeabilización que supera el 66% (Cuadro 1) y justamente son estos usos los que presentan un mayor aumento superficial; en cambio los terrenos que presentan remanentes de vegetación densa y dispersa no superan el 5% de impermeabilización. Esto indica un cambio importante en las condiciones ambientales de las cuencas,

ya que de un predominio espacial de los usos de suelos con tasas de impermeabilización bajas (Cuadro 1) se produce un aumento secuencial de las Áreas Totales Impermeabilizadas (ATIs), las que a su vez son un interesante indicador de la salud ambiental de las cuencas en general. Como consecuencia del proceso de urbanización, las cuencas de Miraflores Alto, subida de Yolanda y Avda. Francia han experimentado una degradación de su calidad ambiental.

Cuadro N°1.

Tasas de Impermeabilización según uso y cobertura de suelo

Uso de suelo	TI
Á. Verde Artificial	4.6
Á. Verde Rem. Densa	0.7
Á. Verde Rem. Dispersa	4.1
Comercial	81.1
Espacios Abiertos	17.1
Industrial	75.8
Red vial Primaria	99.2
Red vial Secundaria	85.6
Res. de Alta Densidad	89.2
Res. de Baja Densidad	66.4
Suelo Desnudo	19.8

Fuente: elaboración propia

1.3. Usos y coberturas de suelos reemplazados por la urbanización de cuencas y humedales del Gran Concepción

En el interior de las comunas que componen el área metropolitana de Concepción, también se suceden cambios en los usos y coberturas del suelo en beneficio de la urbanización, existiendo un proceso constante de disminución de la superficie ocupada por las coberturas naturales de vegetación dispersa y densa, así como de las superficies y paisajes de humedales, de acuerdo a lo señalado por Romero et al. (2001) y Romero et al. (2005). A ello se debe agregar el aumento de las coberturas semi naturales de plantaciones forestales. Los espacios de crecimiento de la ciudad son ocupados predominantemente por urbanización de alta densidad y sitios industriales, ubicándose posteriormente usos como la urbanización de baja densidad.

En las subcuencas de Andalién, Andalién Costa y Biobío Bajo, los usos urbanos del suelo han reemplazado el 60% de las áreas cubiertas anteriormente por vegetación dispersa. Los espacios con poca o nula vegetación que son ocupados por la ciudad, se encuentran en las tres áreas, pero en la subcuenca Biobío Bajo, este tipo de cobertura llega a alcanzar el 30% de la superficie total reemplazada. La expansión de las áreas urbanas ha afectado entre el 10 y 15% de las áreas ocupadas por humedales. A partir del año 1990, se advierte en las tres subcuencas un proceso de densificación de las áreas urbanas, que ha implicado sustituir áreas anteriormente ocupadas por áreas residenciales de baja densidad por aquella de alta densidad. En la cuenca del Andalién, la densificación afectó al 55% de la superficie ocupada por baja densidad residencial entre los años 2001 y 2004.

Los humedales constituyen ecosistemas de mucha importancia ecológica y de reconocido valor a escala global. Los humedales se definen como ecosistemas de transición entre la tierra y el agua, en los cuales el recurso hídrico juega un rol fundamental, determinando el medio y la vida, tanto vegetal como animal, que se desarrolla en su interior (ZEDLER *et al.*, 1998; GRAYSON *et al.*, 1999; RAMÍREZ *et al.*, 2002; RODRÍGUEZ *et al.*, 2005; PAUCHARD *et al.*, 2005; entre otros).

La superficie perdida por los humedales Rocuant – Andalién, Lengua y Los Batros, ha sido reemplazada por usos urbanos, coberturas naturales y semi naturales, proceso que ha seguido pautas diferentes en cada uno de estos ecosistemas. En términos generales (figura 4), la mayor parte del área de humedales fue reemplazada entre 1975 y 2004 por espacios abiertos con poca o nula vegetación, como también por terrenos cubiertos por vegetación dispersa, lo que explica la degradación ambiental de estos ecosistemas y la disminución de la humedad superficial, todo lo cual acentúa los intereses de urbanizarlos prontamente. Los principales usos urbanos que se han ubicado en los terrenos que eran previamente humedales han sido el industrial, la urbanización de alta densidad y los sitios eriazos (espacios urbanos abiertos).

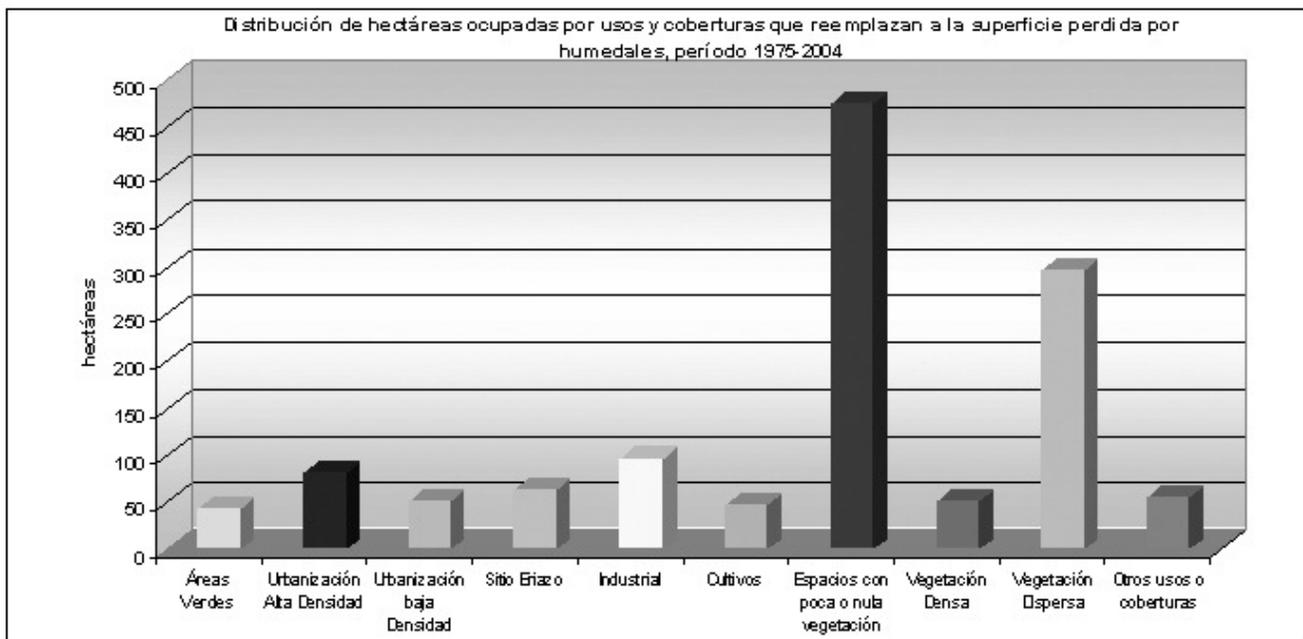


Figura nº 4. Usos y Coberturas que reemplazan la superficie perdida por los humedales del AMC entre 1975 y 2004.

Fuente: elaboración propia

1.4. Efectos de la urbanización sobre las Áreas Totales de Impermeabilización (ATIs) en Valparaíso y Concepción

Como consecuencia de la urbanización en las tres cuencas seleccionadas del Gran Valparaíso se aprecia señaladas un aumento constante de las ATIs entre 1980 y 2005 (figura 5). Las cuencas de Avda. Francia y de Yolanda, duplicaron sus ATIs en el periodo señalado, lo que implica una degradación importante de la salud ambiental de las cuencas, ya que como lo propone Arnold & Gibbons (1996) la primera habría alcanzando un estado Degradado con un 31.14% , mientras que Yolanda se encontraría en una condición de Inhóspita como producto de su 45.27% de ATI. Por otro lado, la cuenca de Miraflores Alto había alcanzado el nivel de degradada en 1980, llegando al estado de inhóspita, la peor condición ambiental, el año 2005.

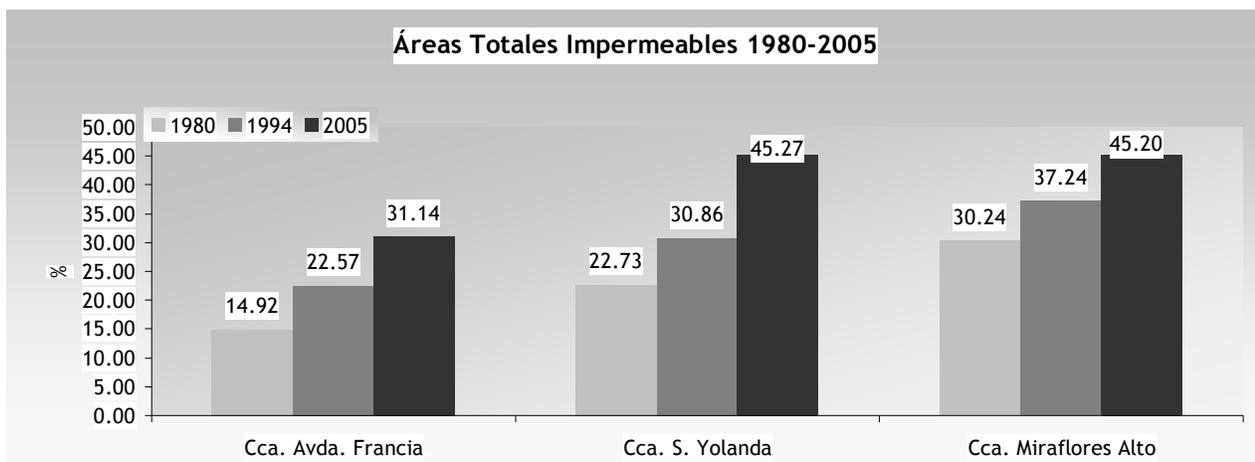


Figura nº 5. Áreas Totales Impermeabilizadas (ATIs) 1980-2005

Fuente: elaboración propia

El aumento sostenido de las ATIs genera efectos negativos sobre diversos componentes del ciclo hidrológico (Romero & Vásquez, 2005), como por ejemplo la escorrentía superficial de las aguas de lluvia, que aumentan su volumen y velocidad a medida que se urbanizan las ciudades (English et al, 2000). Las tres cuencas evaluadas han aumentado este coeficiente (figura 6).

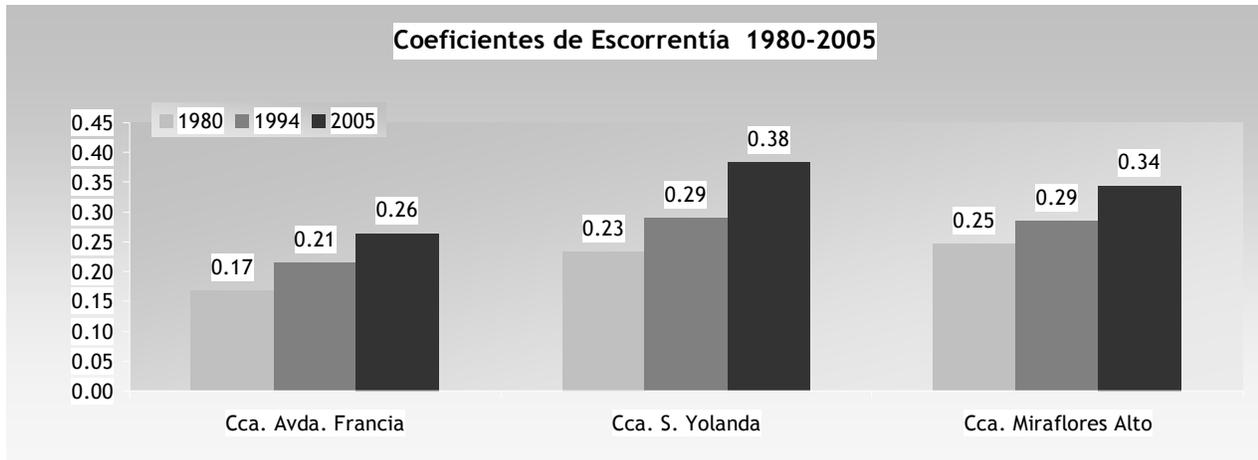


Figura nº 6. Coeficiente de Escorrentía (CE) 1980-2005

Fuente: elaboración propia.

Algo similar se observa en el Gran Concepción (figura 7). Las áreas totales impermeables (ATIs) de las tres subcuencas estudiadas aumentaron con el tiempo (figura 7), especialmente en el caso de la subcuenca de Andalién Costa (superior al 10%). Es interesante mencionar que esta subcuenca se encuentra ocupada en parte importante por las ciudades de Concepción y Talcahuano, que han crecido substancialmente los últimos años, así como que en su exutorio se localiza el humedal Rocuant – Andalién.

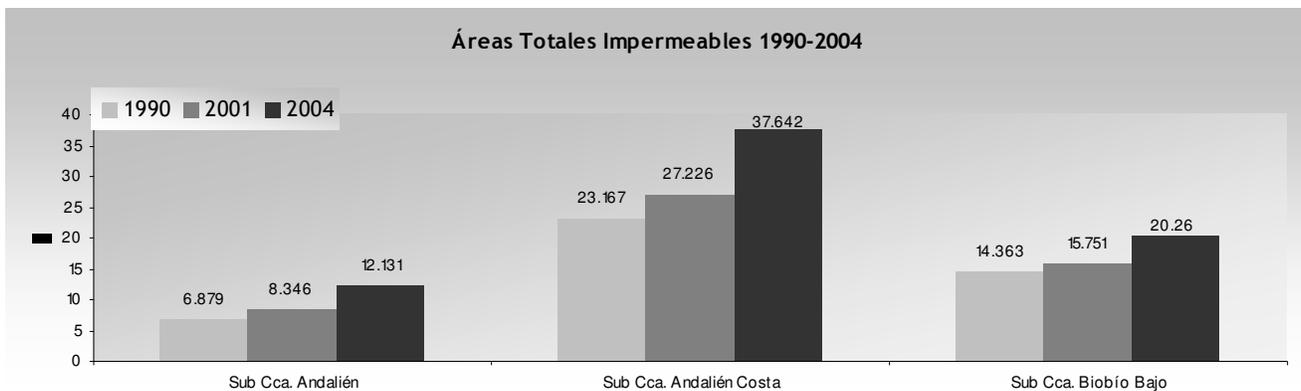


Figura nº 7: Evolución Áreas totales impermeables (ATIs) subcuencas AMC

Fuente: elaboración propia

1.5 Efectos de la urbanización sobre los coeficientes de escorrentía (CE) y las áreas de recarga y descarga en las cuencas de Valparaíso

Claramente el CE aumentó en todos los años de estudios, llegando hasta un 0.38 en la cuenca de la subida de Yolanda. Ello significa que un 38% del agua que precipita, finalmente se desliza por la superficie del suelo hacia los sectores bajos de la cuenca. La principal fuente del agua que escurre cuando llueve está constituida por las zonas residenciales de alta densidad, cuyas tasas de impermeabilización superan el 70%.

El aumento de los montos en la velocidad y cantidad de agua que escurre superficialmente se expresa en episodios como los ocurridos en julio del 2006 (Moscoso, 2007) donde las inundaciones y los anegamientos, además de los deslizamientos de laderas fueron fenómenos comunes en la Avda. Francia generando pérdidas humanas y materiales. Los efectos nefastos para el medio ambiente urbano y para las vidas humanas se refleja principalmente en sectores sociales de bajos recursos, como lo son los cerros de Valparaíso, indicando la desprotección que tienen respecto a eventos de precipitaciones intensas u de otro tipo.

La situación del CE en el año 2005 es dramática sobre todo en el sector oriente de Miraflores Alto, en la entubación de la quebrada de Jaime, entre el Cerro Monjas y el Cerro La Cruz en Avda. Francia y en las laderas y cabecera de la cuenca de la subida de Yolanda (Figura 8). Cabe destacar que a medida que aumenta el CE en los sectores altos de cabecera de las cuencas, se gatillan efectos negativos aguas abajo, como el colapso de los sumideros de subida Yolanda y Avda. Francia ante eventos de tormenta.

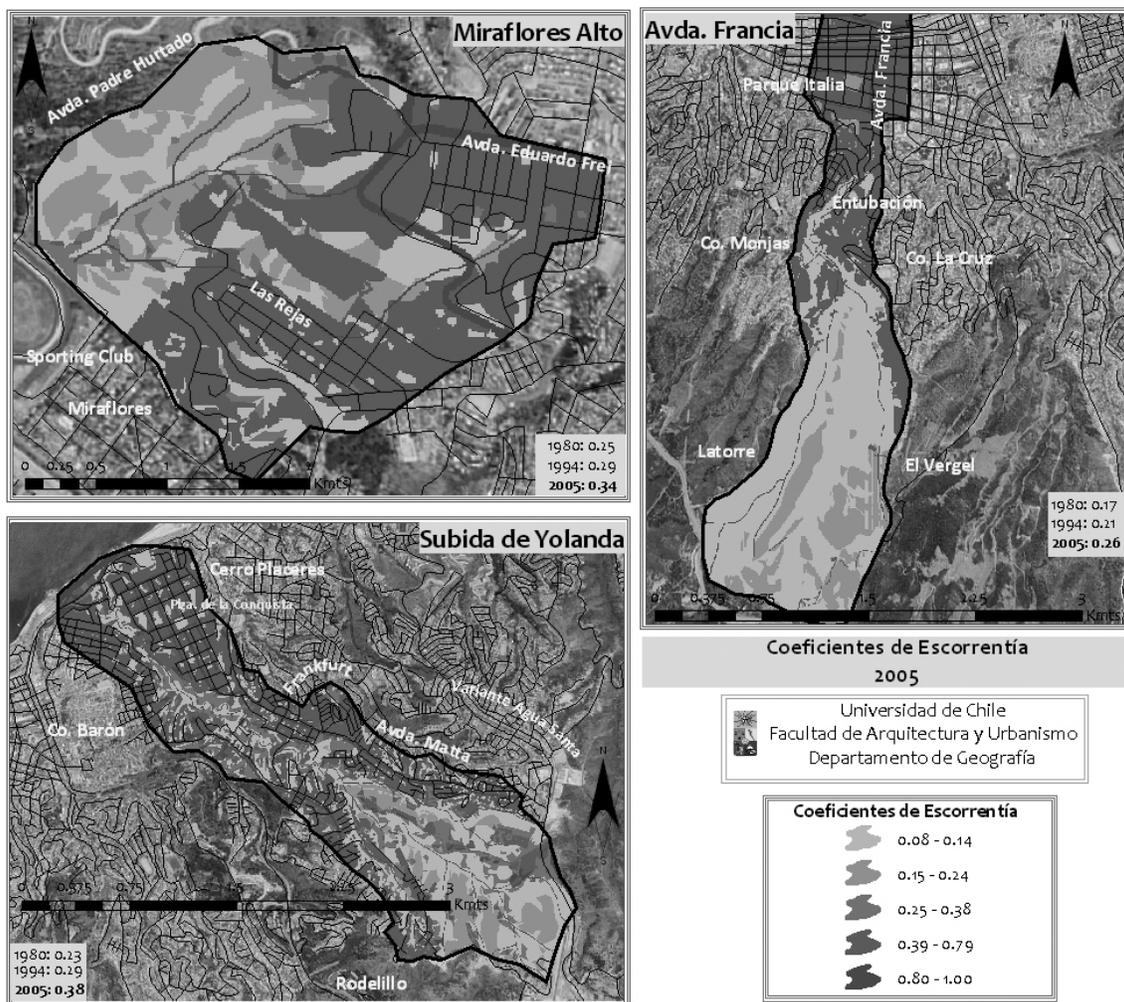


Figura nº 8. CE Miraflores Alto, Avda. Francia, Yolanda 2005.

Fuente: elaboración propia.

El aumento de la frecuencia e intensidad de las inundaciones está relacionado también con la modificación de las áreas de recarga (infiltración) y de descarga (escurrimiento superficial) de los acuíferos. Al aumentar las áreas impermeabilizadas, se sellan sectores donde el agua debería infiltrar provocando alteraciones importantes en el ciclo hidrológico. Las áreas de recarga de los acuíferos han dejado de ser predominantes en las cuencas urbanizadas de Valparaíso, siendo gradual y paulatinamente sustituidas por áreas de descarga (figura 9), localizadas especialmente donde residen los pobladores de más bajos ingresos.

El aumento de las ATIs, del CE y de las áreas de descarga potencial afectan esencialmente a los sectores de la población de la ciudad más vulnerables económica y socialmente, que son las áreas residenciales que ocupan de manera espontánea las quebradas y que sufren los efectos devastadores de las inundaciones, anegamientos, deslizamientos de laderas y de las enfermedades respiratorias que acontecen en consecuencia.

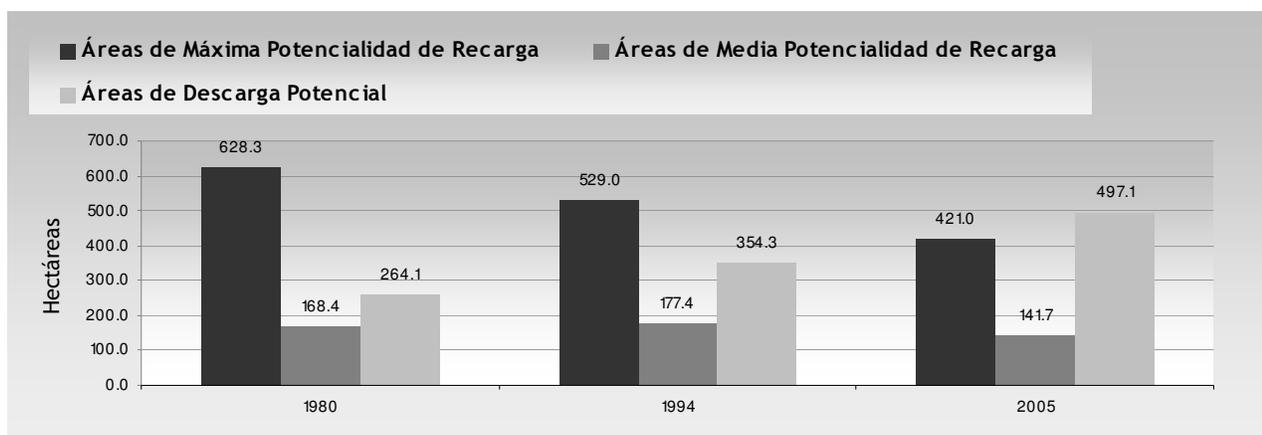


Figura nº 9. Áreas Potenciales de recarga y descarga 1980-2005

Fuente: elaboración propia.

1.6 Efectos de la urbanización sobre las inundaciones de las cuencas de Concepción.

La urbanización, al aumentar las superficies impermeables, disminuye el porcentaje de precipitación que se infiltra y por lo tanto aumenta la cantidad de agua que finalmente escurre superficialmente. La figura 10 muestra el comportamiento de los coeficientes de escorrentía en cada una de las cuencas analizadas. Los cambios experimentados por los coeficientes de escorrentía son distintos en cada cuenca, destacando la subcuenca Andalién, dónde aumenta en primera instancia de 0.14 a 0.18, para experimentar un significativo crecimiento entre los años 2001 y 2004, llegando a un monto de superior al 50%.

La figura 11 sintetiza algunos de los cambios más significativos en el área metropolitana de Concepción. Si bien constituye una transecta practicada en el Humedal Rocuant – Andalién, representa bastante adecuadamente la situación experimentada en términos generales en las tres subcuencas estudiadas. La secuencia de cambios de los usos y cobertura de los suelos se inicia con el reemplazo de coberturas naturales por usos urbanos, siendo aquellos más significativos el industrial y la

urbanización de baja densidad. Debido a un proceso de densificación, esta última es luego reemplazada por urbanización de alta densidad.

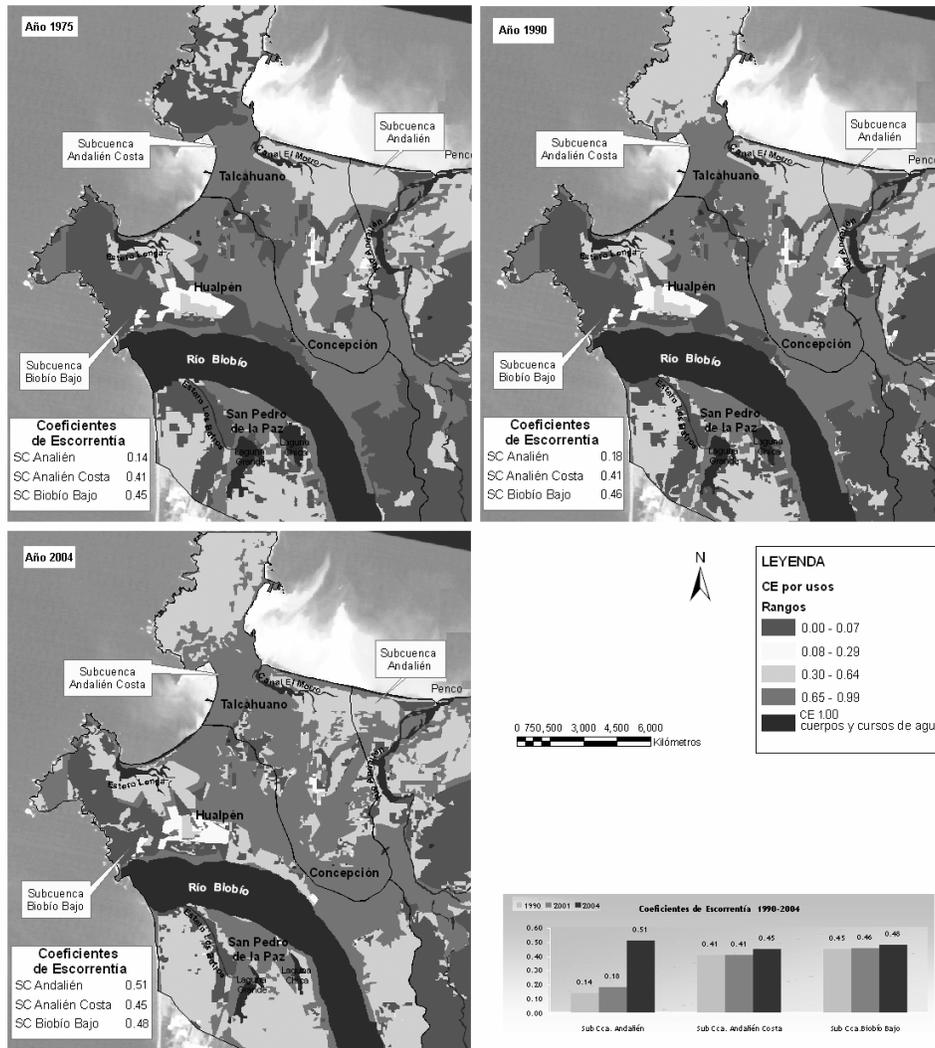


Figura n° 10: Evolución Coeficientes de escorrentía (CE) subcuencas AMC

Fuente: Elaboración propia.

La figura muestra por otra parte los coeficientes de escorrentía de cada uso y cobertura de suelos, según el grupo hidrológico del suelo. Con respecto al porcentaje de precipitación que escurre superficialmente, la cifra sufre modificaciones como consecuencia de la secuencia de cambio de los usos y coberturas, aumentando en la medida que se intensifican.

Los efectos del crecimiento urbano se evidencian frente, por ejemplo, a eventos de precipitación abundante, como el ocurrido en Julio del año 2006. En dicha ocasión, una precipitación ubicada en el tramo superior de la frecuencia observada en la ciudad, causó varios focos de anegamientos e inundaciones en la zona, lo que generó, como se observa en la figura 12, importantes daños para la población.

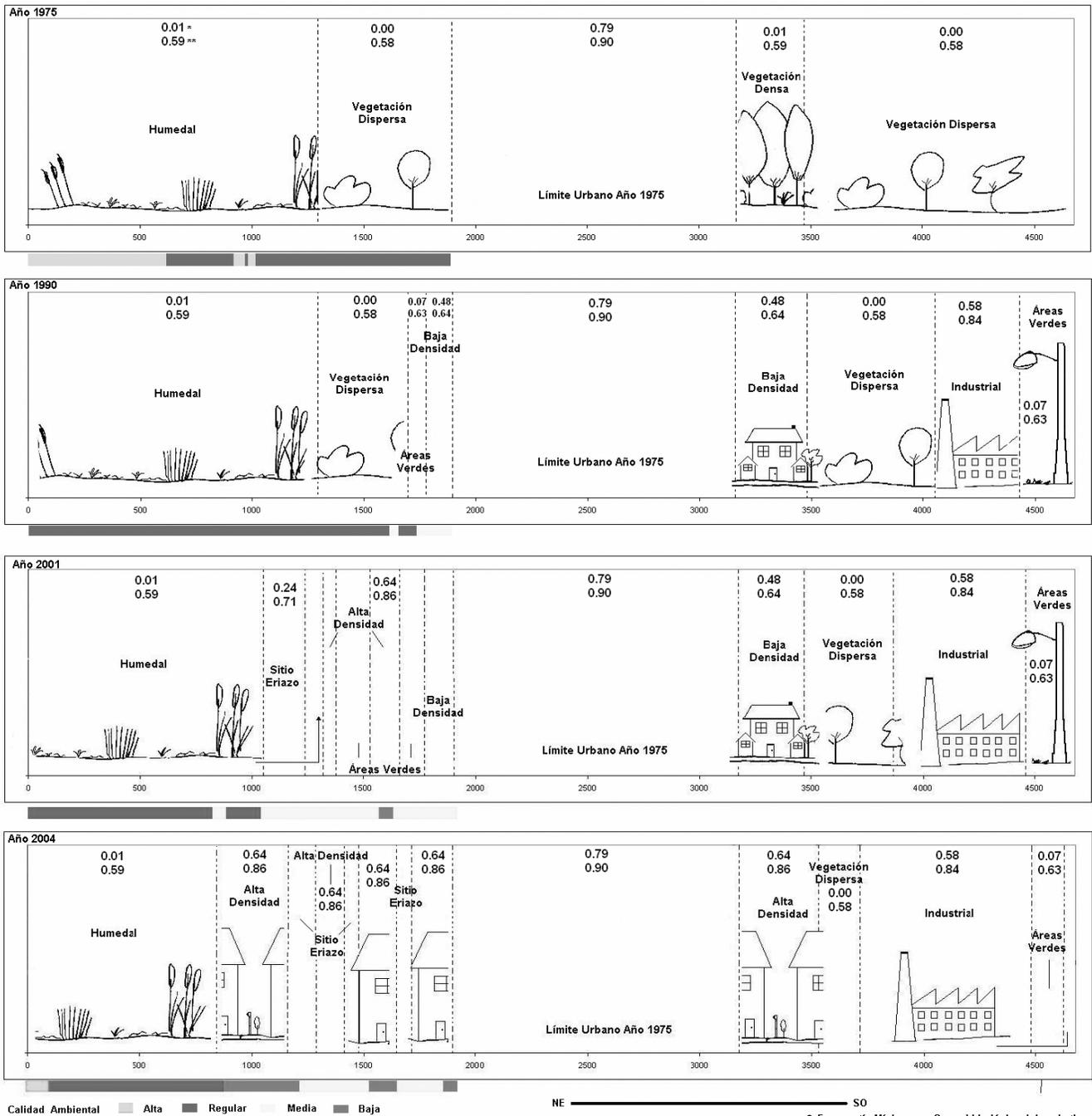


Figura nº 11. Transecta Usos y Cobertura, cambios en los coeficientes de escorrentía y evolución calidad ambiental Humedal Rocuant – Andalién.

Fuente: Elaboración propia.



Figura n° 12. Fotografía 6 de Julio de 2006.

1.7 Cambios en la calidad ambiental de los humedales

A pesar de la reconocida importancia y gran valor que poseen los humedales, actualmente son los ambientes más amenazados por la intervención humana, que los drena, rellena, deseca, destruye su vegetación y contamina sus aguas y sedimentos (VON PLESSING, 1982; MÜLLER, 1995; ambos citados en RAMÍREZ *et al.*, 2002). Así lo demuestran las cifras entregadas por la Convención RAMSAR, que señala que en el último siglo más de la mitad de la superficie de humedales en el mundo ha desaparecido, quedando en la actualidad alrededor de 600 a 900 mill. de háts, de las cuales sólo 60 ó 70 mill. (menos del 10%) se encuentran protegidas.

De esta manera, los humedales urbanos o bien, aquellos cercanos a entidades que poseen dicha condición, tales como los humedales presentes en el Gran Concepción, están continuamente sujetos a disturbios antrópicos, como la contaminación (ZEDLER, 1992), fragmentación del hábitat (ZEDLER 1996) y uso recreacional (ANDERSON, 1995).

La pérdida de superficie en los humedales del Gran Concepción, como producto de la expansión urbana incontrolada, está estrechamente ligada a la disminución de la calidad ambiental de sus paisajes ecológicos (figura 11: ej. Humedal Rocuant – Andalién). La evolución espacial del sistema urbano, ha generado una problemática ambiental y territorial, donde los sectores palustres han sido alterados por el progresivo cambio en los usos y coberturas del suelo. La impermeabilización ha disminuido constantemente la capacidad de infiltración de las aguas lluvias por parte de los suelos, aumentando el escurrimiento superficial de los flujos rápidos de tormenta y las inundaciones, reduciendo con ello los flujos de base que mantienen los cuerpos de agua. A ello se suma la creciente contaminación de los cursos de agua y de los flujos de escorrentía, provocados por la producción y almacenamiento de combustibles, grasas, aceites y restos de carrocerías, pinturas neumáticos, sobre las áreas urbanizadas y vías de transporte. Los ecosistemas anegados de Rocuant - Andalién, Lengua y Los Batros, pertenecientes al macro sistema de humedales de la Región del Biobío, se han fragmentado por la expansión urbana del AMC, reduciéndose los sectores cubiertos por vegetación de tipo hidromórfica, encargada de entregar oxígeno al cuerpo de agua.

Si bien el proceso sufrido por las áreas de alta calidad ambiental (ACAs) ha sido similar en las tres unidades estudiadas, ya que en todos ellos existe un decaimiento de su superficie, además de una pérdida completa de ésta en los terrenos que han sido reemplazados por la ciudad, las intensidades con que se ha dado este proceso ha sido diferente (figura 13). Así, el humedal que menos cambios ha experimentado es el de Los Batros, que para el 2004 poseía una superficie más homogénea en su interior, en la que predominaban las Áreas de Alta Calidad Ambiental. Los humedales Lengua y Rocuant – Andalién han sufrido de forma más intensa la pérdida y el reemplazo de las ACAs, por lo que ambos presentan una realidad espacial muy fragmentada, dejando a las áreas en cuestión relegadas a numerosos parches para el caso del Humedal Lengua, y a una proporción mínima, en el caso del Humedal Rocuant – Andalién.

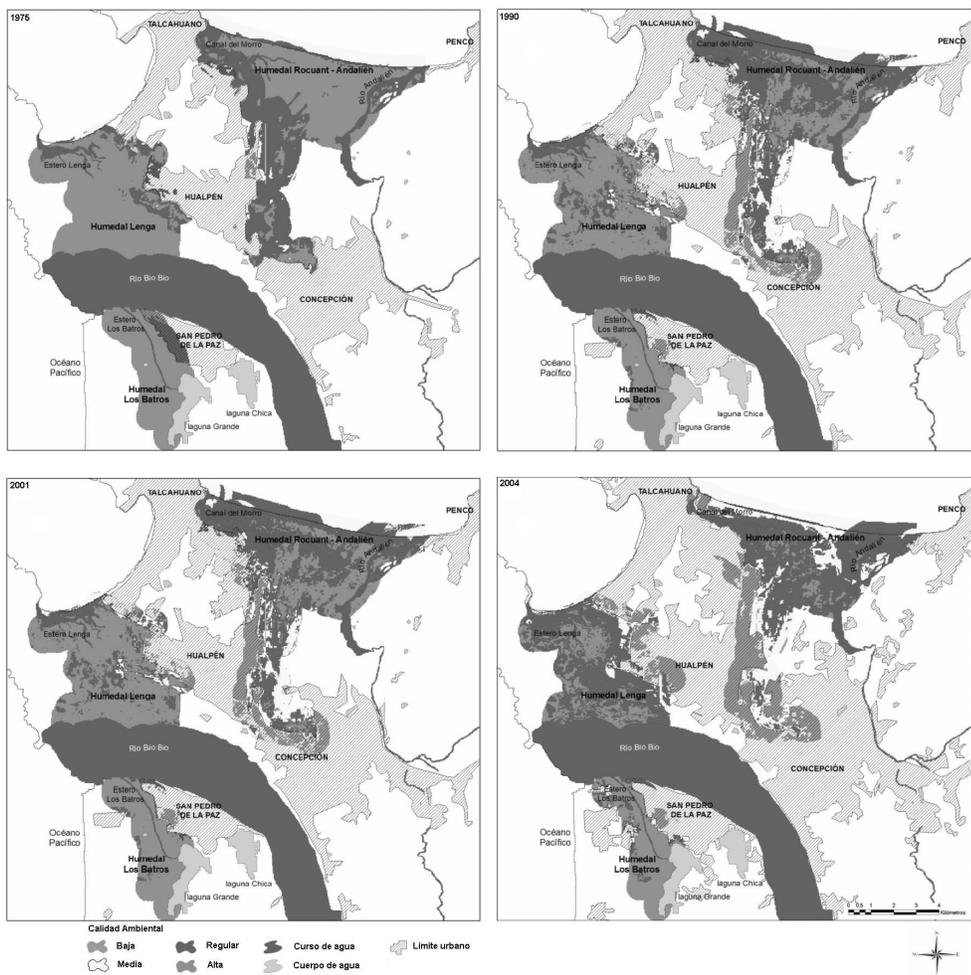


Figura nº 13: Evolución calidad ambiental Humedales AMC.
Fuente: Elaboración propia

La fragmentación espacial de los parches de alta calidad ambiental es el resultado del proceso evolutivo que han tenido estas unidades territoriales, en función del crecimiento de la ciudad, con lo cual la distancia entre ellos aumenta, afectando su interrelación espacial. Si bien, con el transcurso de los años, la distancia entre los humedales, y por ende, entre los parches de alta calidad, ha variado. La distancia promedio también disminuyó, debido a la presencia de parches en los sectores periféricos, que distorsionan los resultados y que han desaparecido.

Conclusiones.

Los análisis y evaluaciones del comportamiento de las cuencas urbanizadas de las ciudades de Valparaíso y Concepción demuestran que los cambios de usos y coberturas de suelos provocados por la urbanización rápida y extensa ha afectado negativamente la salud ambiental de los ecosistemas, aumentando los riesgos naturales en términos de frecuencia e intensidad de la ocurrencia de inundaciones, anegamientos y aluviones. Estos riesgos deberían aumentar hacia el futuro en la medida que las lluvias se tornen más intensas y concentradas como consecuencia de los cambios climáticos globales y que la urbanización desaprensiva de las cuencas fluviales continúe. No se advierte la manera en que los instrumentos de planificación y gestión ambiental de las ciudades y sus territorios, estarían internalizando la dinámica e incertidumbre causada por la perturbación social de los ecosistemas naturales.

Las perturbaciones consisten básicamente en modificaciones al comportamiento de los componentes del ciclo hidrológico, especialmente en lo que respecta a la infiltración y escurrimiento superficial de las aguas de lluvia. Todas las cuencas analizadas han aumentado sus tasas de impermeabilización, sus coeficientes de escorrentía, sustituido áreas de recarga de los acuíferos por áreas de descarga y modificado la geometría de los sistemas de drenaje, facilitando la evacuación rápida y masiva de las aguas de tormenta.

Por otro lado, se han intervenido las cuencas fluviales sin que se advierta una real preocupación por la conservación y adecuada gestión de los procesos interactivos e interrelacionados entre los sectores de cabecera, transporte y depositación de las aguas y los sedimentos al interior de estas unidades territoriales y ambientales. De especial gravedad es la eliminación o reducción de las áreas y deterioro de los paisajes ecológicos de los humedales en la ciudad de Concepción y en otras ciudades del país. Los humedales actúan como válvulas claves en la articulación y funcionamiento de los sistemas de drenaje gfluvial, además de constituirse en centros de protección de la biodiversidad y hábitats de especies silvestres, como también en centros de recreación y turismo de las poblaciones locales.

Como en todos los aspectos analizados en este proyecto, el comportamiento de las cuencas fluviales denota que las acciones negativas y adversas causadas por la inadecuada planificación y gestión de los usos del suelo, aumenta los riesgos que afectan a los sectores más vulnerables de la población, especialmente a los pobladores espontáneos que ocupan lechos de quebradas, esteros y ríos, planos de inundación y laderas inclinadas y carentes de vegetación y estabilidad. Los problemas del medio ambiente urbano forman parte de la construcción social y como tal denotan los juegos de relaciones, poder y exclusiones dentro de la ciudad.

Como sucede con todos los componentes ambientales en Chile, se está a la espera de la comprensión de sus dinámicas y de la incorporación de sus particularidades en las políticas, planes y programas de las instituciones, las comunidades y los actores sociales, así como en los instrumentos de gestión de los espacios urbanos, destacando las mitigaciones, compensaciones y otras acciones de justicia ambiental.

Bibliografía

- ARNOLD & GIBBONS, 1996. Impervious surface coverage: The emergence of a key environmental indicator. Elsevier, Journal of the American Planning Association N°62, pp. 241-258
- ENGLISH, W., WILSON, T. & PINKERTON, B. 2000. Urbanization impacts aquatic resources. College of Agriculture Forestry and Life Sciences, Cleamson University, Clemson, USA.
- GRAYSON, J.E; CHAPMAN, M.G & UNDERWOOD, A.J. 1999. The assessment of restoration of habitat in urban wetlands. Landscape and Urban Planning Número 43, pp 227 – 236.
- GONZÁLEZ, L. 2004. Planificación ecológica del humedal Los Batros, orientada a proteger, reparar y desarrollar las funciones ecológicas o ambientales del territorio. Seminario de Título presentado a la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción para optar al título de Biólogo Mención bases y gestión para el medio ambiente.
- MOSCOSO, C. 2007: Memoria para optar al Título Profesional de Geógrafo Cambios en los usos y coberturas de suelo y sus efectos sobre el escurrimiento urbano. Valparaíso y Viña del Mar, Período 1980-2005, Universidad de Chile.
- PAUCHARD, A; AGUAYO, M; Peña E y URRUTIA, R. 2005. Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: The case of a fast-growing metropolitan area (Concepción, Chile). Biological Conservation 127: pp. 272 - 281.
- PAUCHARD, A., M. AGUAYO & P. ALABACK. 2006. Cuantificando la fragmentación del paisaje: las métricas y sus significados ecológicos. En: (A. Grez, J. Simonetti & R.O. Bustamante), “Biodiversidad en ambientes fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas”.
- PEÑA, M y ROMERO, H. 2005. “Relación espacial y estadística entre las islas de calor de superficie, coberturas vegetales, reflectividad y contenido de humedad del suelo, en la ciudad de Santiago y su entorno rural. Anales de la Sociedad chilena de ciencias geográficas 2005. pp. 107-118.
- RAMÍREZ, C; SAN MARTÍN, CM y RUBILAR, H. 2002. Una propuesta para la clasificación de humedales chilenos. Revista Geográfica de Valparaíso N° 32 – 33 pp. 265 – 273.
- RAMSAR, Convención sobre los humedales. 2006, Guía para la Conservación de los humedales, en sitio web: http://www.ramsar.org/lib/lib_manual2006s.htm.
- ROMERO, H. 2001. Ecología urbana y gestión ambiental sustentable de las ciudades intermedias chilenas. Ambiente y Desarrollo, Dic. 2001, vol XVII, no 44, pp. 45-51
- ROMERO, H. y VÁSQUEZ, A. 2005a. Evaluación Ambiental del Proceso de Urbanización de las Cuencas del Piedemonte Andino de Santiago de Chile. Revista EURE de Estudios Urbanos Regionales, Pontificia Universidad Católica de Chile, Vol.XXXI, N°94, Diciembre 2005: 97-118 pp.
- ROMERO, H. y VÁSQUEZ, A. 2005b. La Comodificación de los espacios urbanizables y la degradación ambiental en Chile. Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona, Vol. IX, Núm 194, 1 agosto 2005.

ROMERO, H; MOLINA, M; MOSCOSO, C y SMITH, P. 2006. Cambios de usos y coberturas de los suelos asociados a la urbanización de las metrópolis chilenas. Anales de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas 2006. pp.194-198.

ROMERO, H. y SARRICOLEA, P. 2006. Patrones y factores de crecimiento espacial de la ciudad de Santiago de Chile y sus efectos en la generación de islas de calor urbanas de superficie. En *Clima, Sociedad y Medio Ambiente*: Editado por J.M. Cuadrat, M.A. Saz, S.M. Vicente, S. Lanjeri, M. de Luis Arraigada y J.C. González-Hidalgo. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología. Serie A N°5 pp. 827-837.

ROMERO, H y MOLINA, M. 2007. Relación espacial entre tipos de usos y coberturas de suelos e islas de calor en Santiago de Chile. *Anales de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas* 2007. (En prensa).

ROMERO, H y VÁSQUEZ, A. 2007. The Chilean free market and the lack of governance of urban green areas. II International Congress on Environmental Planning and Management, Berlín, 5-10 de Agosto 2007.

ROMERO, H. y LÓPEZ, C. 2007. Variaciones de la funcionalidad ambiental del mosaico de paisaje vegetal del Gran Santiago entre 1975 y 2007. Presentación al Coloquio Internacional Construyendo Resiliencia de los Territorios. Instituto de Geografía, Universidad Católica de Valparaíso, 17-19 de octubre de 2007.

SARRICOLEA, P y ROMERO, H. 2006. Cambios de usos y coberturas del suelo entre 1998 y 2004 y sus efectos sobre la configuración de la isla de calor urbana de superficie de Santiago. *Anales de la Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas* 2006. pp. 207-210.

VÁSQUEZ, A. y ROMERO, H. 2007. El libremercado de las áreas urbanas y la falta de justicia ambiental en la disponibilidad de áreas verdes en Santiago de Chile. *Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, Universidad de Barcelona, (En Prensa).

ZEDLER, J.B & LEACH, M.K. 1998. Managing urban wetlands for multiple uses: research, restoration, and recreation. *Urban Ecosystems* Volumen 2 número 4. pp. 189 – 204