

# IMPACTO AMBIENTAL DE LAS TORRES DE ALTA TENSIÓN EN EL PAISAJE URBANO DE SANTIAGO DE CHILE

M. SALINAS TORRES\* Y P. RUBIO ROMERO\*\*

Recibido: 15-10-08. Aceptado: 19-12-08. BIBLID [0210-5462 (2008-2); 42: 311-325].

**PALABRAS CLAVE:** Paisaje, Convención Europea del Paisaje, torres de alta tensión, impacto ambiental, áreas verdes de descontaminación, campo electromagnético, Santiago de Chile.  
**KEY WORDS:** Landscape, European Convention of the Landscape, towers of high tension, environmental impact, green areas of decontamination, electromagnetic field, Santiago of Chile.  
**MOTS-CLÉS:** Convention Européenne du Paysage, tours de haute tension, impact de l'environnement, des aires vertes de décontamination, champ électromagnétique, Santiago du Chili.

## RESUMEN

Algunos de los principios de la Convención Europea del Paisaje trascienden las fronteras de ésta a partir de iniciativas académicas que transfieren métodos, técnicas y actitudes por ejemplo a países Iberoamericanos. La investigación consiste en la valoración ambiental del impacto ambiental y visual que causan las torres de alta tensión en Santiago de Chile. Para ello se diseñan extensas matrices cuyos resultados mediante SIG se traducen en una cartografía específica y de síntesis. La propuesta final es reutilizar el territorio que ocupan las torres en la ciudad una vez soterradas las catenarias, de esta forma se generarían áreas verdes de alto valor ambiental.

## ABSTRACT

Some of the principles of the Convention European of the Landscape come out the borders of this one from academic initiatives that trasferen methods, technologies and attitudes for example to Latin-American countries. The research consists of the environmental valuation of the environmental and visual impact that there cause the towers of high tension in Santiago of Chile. For it there are designed extensive counterfoils which results by means of SIG are translated in a cartography specific and of synthesis. The final offer is to re-use the territory that the towers occupy in the city once buried the chains, of this form there would be generated green areas of high environmental value.

## RÉSUMÉ

Certains des principes de la Convention l'Européen du Paysage embaument les frontières de cela à partir des initiatives académiques que trasferen des méthodes, des techniques et des attitudes par exemple aux pays Latino-américains. La recherche consiste en évaluation de l'environnement de l'impact de l'environnement et visuel que les tours de haute tension causent à

\*. Universidad Tecnológica Metropolitana de Chile.

\*\*.. Universitat de Barcelona.

Santiago du Chili. Pour cela on dessine les matrices étendues dont les résultats au moyen de SIG se traduisent dans une cartographie spécifique et d'une synthèse. La proposition finale est de réutiliser le territoire que les tours occupent dans la ville quand les caténaires ont été enfouies, de cette forme on engendrerait des aires vertes de haute valeur de l'environnement.

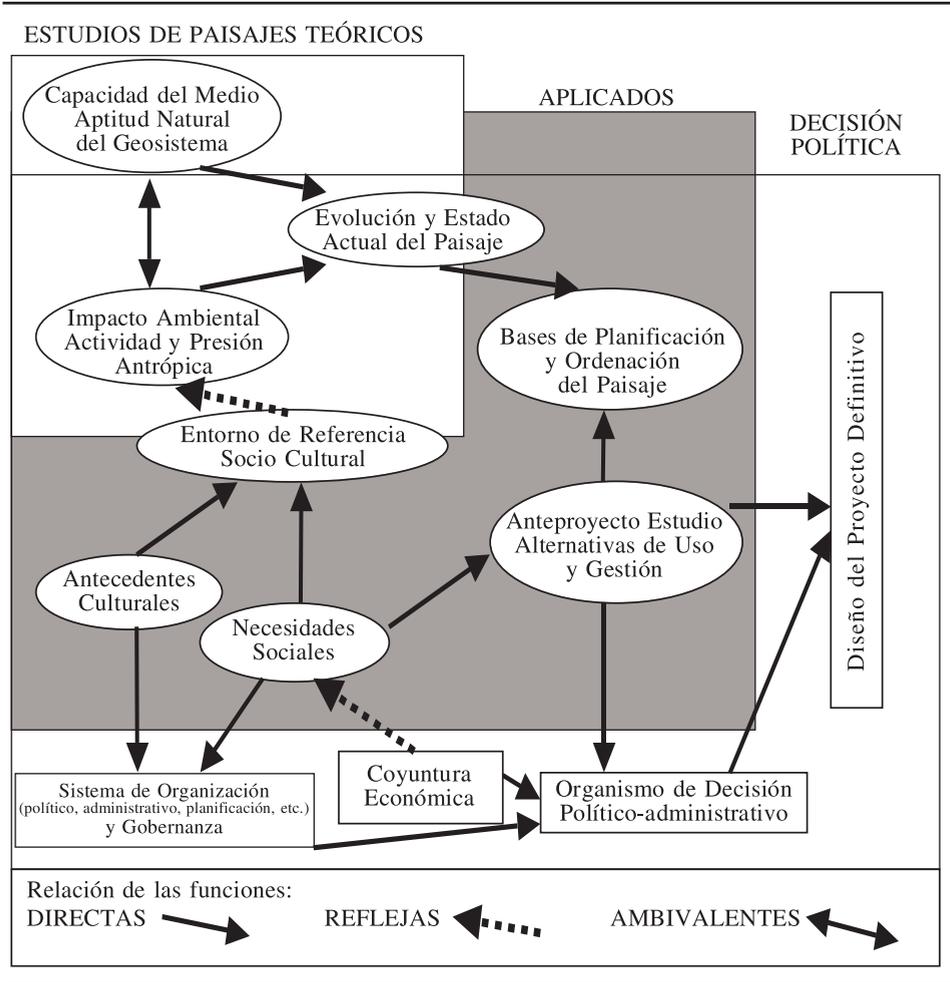
## 1. LA PROYECCIÓN EXTERIOR DE LA CONVENCIÓN EUROPEA SOBRE EL PAISAJE

Por lo general, las disciplinas de reciente definición en la universidad, como es el caso del paisaje, inician la transmisión de conocimientos científicos básicos aplicados hacia las áreas de aplicación pragmática directa, a partir de experiencias singulares o piloto que se plasman en tesis de doctorado, magíster y/o memorias de grado y/o de títulos profesionales y en otros casos a través de proyectos de colaboración asociados a las labores de investigación. La Ciencia del Paisaje desde la década de los años 80 del siglo pasado mediante la propuesta de novedosas soluciones profesionales, con una serie de estudios que hacen fuertes énfasis académicos en aspectos metodológicos (ya sea por la singularidad del estudio o porque es la primera vez que se aborda el tema en una determinada área de estudio) se ha ido difundiendo desde mucho antes de la promulgación de la Convención Europea del Paisaje por parte del Consejo de Europa el 1 de marzo de 2004 y de los aproximadamente 8 años previos de debate, difusión y aplicación de los principios, criterios y propuestas. De este modo, por ejemplo, en 1995 Rubio, P. ya nos muestra un claro esquema para clasificar parte de los diferentes y numerosos tipos de estudios de paisaje conocidos a la fecha.

A veces, esta transferencia de conocimientos desde las universidades en conjunto con la propuesta generada por el Consejo de Europa, de preocuparse del tema a nivel de administraciones territoriales regionales y locales, es dificultada o tiene un bajo nivel de impacto por el no entendimiento o diferente grado de sensibilidad ambiental entre quienes se preocupan, hacen y viven la ciencia y aquellos que reciben los conocimientos terminales prácticos y deben tomar las decisiones de aplicarlos. El no entendimiento del ideario de la Convención Europea del Paisaje, o confundir las propuestas de quienes hacen paisaje directamente desde la academia, por parte de los gestores públicos, a veces obedece a una formación básica no actualizada o porque el asumir estas nuevas aplicaciones comporta nuevas obligaciones en materia legislativa, de cambiar prioridades de actuación, reasignación de recursos, variar políticas públicas preconvenidas por prioridades políticas, revalorar el ambiente, asumir nuevas dimensiones del patrimonio, o tomar precauciones territoriales, o escasos recursos públicos, entre otras cuestiones.

Por otra parte las legislaciones sobre el paisaje, inspiradas en la Convención Europea del Paisaje, a veces se hacen poco precisas o se proyectan hacia sectores muy lejanos a la idea de conservar, mejorar o recuperar paisajes, ya que funden en un mismo concepto aplicado, valores y metas ambientales, patrimonio, calidad de vida, sostenibilidad, ordenación y gestión territorial y/o urbana. Esta acción de bajo nivel de puesta en práctica de los valores del paisaje, se hace más evidente en los países

Figura 1. Tipos de estudios de paisaje europeos entre los años 1970 a 1990



Fuente: Rubio, P., 1995.

y/o regiones europeas donde la legislación en materia ambiental es muy vulnerable y el territorio se valora más bien como un producto de valor monetario.

Algo de esto se corrige con las acciones que recomienda la Estrategia Territorial Europea (ETE, 1999) que intenta homologar o equilibrar a nivel territorial el peso específico de los divergentes sectores social, económico y ambiental, y para ello citan en sus propuestas como nodo integrador al paisaje. El paisaje para la ETE es un concepto dinámico, cultural, un recurso económico asociado a la identidad; cuyos principales objetivos son la conservación y gestión creativa del territorio. Para esto

proponen una sólida política para el paisaje a través de su conservación, desarrollo de paisajes culturales, integración y coordinación en estrategias y la recuperación de paisajes degradados.

En los emergentes países iberoamericanos el concepto de paisaje y sus aplicaciones prácticas aún no es considerado como un buen instrumento en materia territorial, para analizar, diagnosticar, pronosticar y sintetizar propuestas para ordenar sus amplios y ricos espacios territoriales sometidos a grandes y rápidos cambios productivos e importantes transformaciones territoriales y regular el complejo crecimiento de sus jóvenes aglomeraciones urbanas. Es más bien un concepto manejado sólo por algunas universidades o centros de estudios territoriales, con raras excepciones de organismos pertenecientes a la administración pública que intentan dimensionar y conocer este concepto.

Aun más, en donde se conoce la idea a nivel político y de administración pública, el concepto de paisaje se asocia a unas ideas fisionomistas aplicadas a morfologías y arquitecturas urbanas o a ideas de valoración y conservación de paisajes naturales de espectacular valor escénico, es más bien un hecho estético de evaluación de la piel del paisaje, podríamos decir que se practica el paisajismo de cara a la planificación de sectores asociados al turismo.

Tal vez falta mayor efectividad a nivel de tratados o transferencias más específicas de colaboración euro-americana, tanto para evaluar, conservar, recuperar o gestionar el valioso patrimonio americano que estructuran sus ricos y variados paisajes culturales y naturales. En esta línea de comenzar a valorar el paisaje en su más amplia expresión territorial mas allá de Europa, algunas universidades europeas en conjunto con universidades iberoamericanas han implementado programas de transferencia académica en temas de paisaje, medio ambiente y territorio, de este modo se empiezan a plasmar algunas de las propuestas del Consejo de Europa expresadas en el Artículo 7, sobre cooperación en Políticas y programas internacionales ... «Las Partes se comprometen a cooperar cuando se tenga en cuenta la dimensión paisajística en las políticas y programas internacionales, y a recomendar, en su caso, que las consideraciones que conciernen al paisaje sean incorporadas en ellos». (CONSEJO DE EUROPA, 2000).

Fruto de estas acciones de colaboración, para proyectar el concepto europeo de paisaje, por ejemplo en Brasil, México y/o Chile, se desarrollan desde hace bastante tiempo programas de investigación o de formación de doctores donde la temática central de las investigaciones es el paisaje asociado a la evaluación, gestión ambiental y la ordenación territorial. Este trabajo, es un ejemplo de lo anterior, ya que es una aplicación a una realidad de América del Sur donde se proyectan las propuestas teóricas europeas de quienes conocen y practican en Europa los principios de la convención del paisaje y de otras recomendaciones europeas en temas de precaución ambiental.

La investigación que se desarrolla en este artículo, producto de estas colaboraciones antes citadas, intenta mostrar cómo se puede corregir el impacto ambiental de las torres de alta tensión en un paisaje urbano, generando a la vez áreas de alto valor patrimonial ambiental en materia de descontaminación (SALINAS, M., 2006).

Recordemos finalmente en este punto, que muchos de los principios europeos sobre la protección y recuperación de los paisajes aun pasan por tomar ciertos compromisos más bien de tipo ético dada la debilidad de las legislaciones que tratan el tema, es decir, lo que están proyectando fuera de Europa especialmente las universidades, ade-

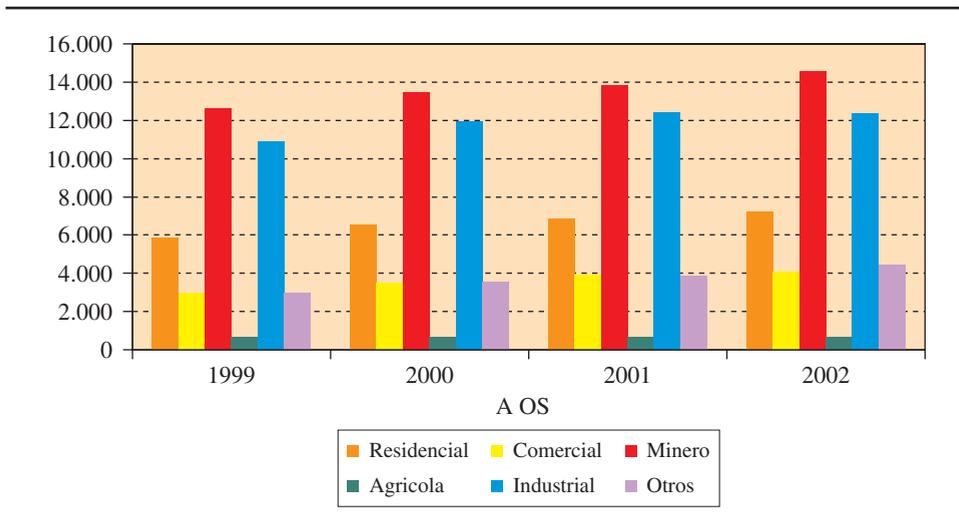
más de conocimientos, son las actitudes o los compromisos éticos de quienes analizan, investigan y proponen soluciones académicas desde el seno de las cátedras de paisaje, medio ambiente y ordenación y planificación territorial.

2. CÓMO IMPACTAN LAS TORRES ESPECIALMENTE AL PAISAJE URBANO

La primera forma de impacto que causa una torre de alta tensión sobre el medio, es el rompimiento de las visuales normales del paisaje, ya que siempre restan valor escénico a la expresión física del lugar donde se encuentran. Esta pérdida de valor de la calidad visual o escénica del paisaje se traduce para el observador, por lo general, en una percepción de alto impacto cuando la situación de la torre se encuentra en medios naturales o agrarios; es sensación de degradación o pobreza cuando ésta se encuentra emplazada en medios urbanos destinados a viviendas; o en sectores de trama urbana de tipo industrial su impacto toma una especie de valor neutro ya que existe una mayor aceptación al hecho de su localización asociada a la industria; incluso para determinados observadores en medios rurales es positiva su presencia porque la asocian a una equivocada señal de modernidad.

Es decir, por parte de los encuestados en los estudios de paisajismo visual, existe una determinada preconcepción o escala de valoración que encuentra «normal» desde la perspectiva visual paisajística que las torres interrumpen el paisaje. En general, podemos decir que «Las valoraciones preferenciales, por naturaleza subjetivas, gene-

Gráfico 1. *Santiago consume aproximadamente un tercio de la energía eléctrica de tipo residencial y más de la mitad de tipo industrial del país*



FUENTE: Instituto Nacional de Estadísticas, 2004.

ran gran incertidumbre, no ya sobre el acierto objetivo de la valoración, sino también sobre el grado de consenso social que puede esperarse de juicios de esta naturaleza». (OCAÑA, C., 2004).

Para restar subjetividad a estas valoraciones, al determinar el grado de impacto visual, otros autores proponen técnicas de valoración en las cuales no hay encuestados, pero sí un alto rigor tanto en la definición del concepto, como en la aplicación de sistemas de medidas y definición de valores a nivel unipersonal o de grupos de especialistas en medio ambiente o paisaje, bajo la idea de aplicar el criterio de «experto» que realmente sabe la dimensión y proyección ambiental del valor visual del paisaje.

De este modo el impacto visual de las torres de alta tensión de la aglomeración urbana de Santiago de Chile, se efectuó de acuerdo al criterio de valoración de experto, el cual realizó la siguiente propuesta metodológica:

Con respecto a la valoración visual se establecieron los parámetros de acuerdo a la distancia y al grado angular entre el punto de observación y la torre. Para ello se determinaron, dada la distancia, los puntos o hitos de medición. Esta variable se consideró porque fundamental es conocer la imagen que proyecta el paisaje con la presencia de la torre, conocer si se logra apreciar a una distancia determinada y desde diferentes puntos de observación radialmente opuestos entre sí. Los parámetros considerados permitieron a su vez determinar el nivel de impacto basado en la calidad visual así como en la fragilidad visual que sufre el paisaje con la presencia de las torres (SALINAS, M., 2006).

Estos cinco parámetros fueron los siguientes: Visual propia del autoportante eléctrico; Alteración visual en el entorno inmediato; Alteración visual en el fondo escénico; Valoración visual desde el pie de la torre a 100 metros a la redonda; y Valoración del horizonte racional del observador.

Pero el daño de las torres no es sólo aquel que se percibe con el ojo, sino también aquel derivado de la acción de los campos electromagnéticos derivado de las líneas que soportan, acción que reciben de modo directo a nivel físico los animales, plantas, suelos, aguas, aire y personas, hecho que se intenta regular a partir de normas de precaución que intentan prevenir el riesgo. Dentro de este hecho de prevención destacamos el dictamen del Comité científico relativo a los efectos sobre la salud, asociados a la exposición a campos electromagnéticos, hecho público el 30 de octubre de 2001, que ha confirmado la validez de los límites establecidos en la recomendación del consejo para las radio frecuencias y las microondas. Téngase en cuenta que esta opinión aparece igualmente reflejada en informes elaborados de forma independiente por diversos Estados miembros.

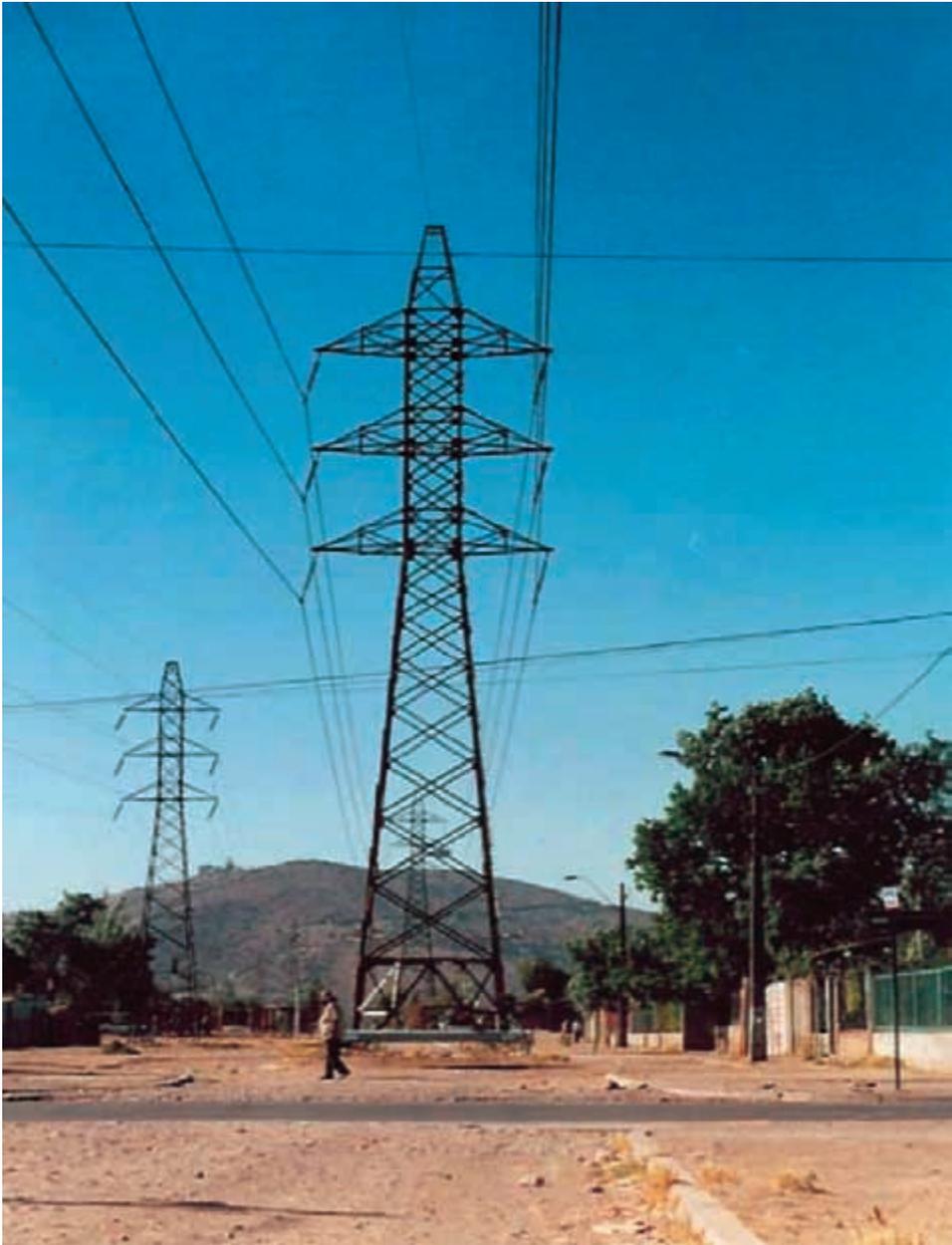
Este dictamen está directamente vinculado con la Recomendación 1999/519/CEE(1) del Consejo, del 12 de julio de 1999, (CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA, 1999) relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos, que es el resultado del proceso lanzado por la Comisión en forma de un proyecto de recomendación en julio de 1998. Este proyecto de recomendación fue sometido para consulta en el Parlamento Europeo, que aprobó a ese respecto el Informe Tamino en sesión plenaria el 10 de marzo de 1999. Dado que hay regiones europeas donde es mayor el nivel de certeza o de preocupación del daño provocado por los campos electromagnéticos se ...«autoriza a los Estados miembros a aplicar, de conformidad con el Tratado CE, un

Fotografía 1. *El desconocimiento del efecto de los campos electromagnéticos sobre la salud humana hace que condominios de alta plusvalía se construyan con emplazamientos de torres en los recintos privados de uso exclusivo o personal*



FUENTE: Salinas, M., 2006.

Fotografía 2. *Es común encontrar en la trama urbana de Santiago zonas registradas como áreas verdes, que más bien corresponden a sectores de contaminación («áreas marrones»)*



FUENTE: Salinas, M., 2006.

*Cuadernos Geográficos*, 43 (2008-2), 311-325

nivel de protección superior al previsto e invita a la Comisión a supervisar los asuntos tratados en la presente Recomendación con vistas a su revisión y actualización, teniendo en cuenta también los posibles efectos, que están siendo actualmente estudiados, incluidos los aspectos pertinentes relativos a la precaución»... (SALINAS, M., 2006).

Por estas razones de precaución y recomendaciones, lo más recomendable desde el punto de vista práctico de la ordenación y planificación territorial urbana, es la disociación del emplazamiento de las torres y sus catenarias de los espacios destinados a uso residencial o de alta frecuentación, como lo son los edificios públicos o los espacios de ocio y recreación normalmente calificados como área verde.

Con respecto a las áreas verdes, en este trabajo se van a considerar todos aquellos espacios urbanos que la nomenclatura de levantamiento clásico considera como tal, a objeto de tener un inventario de zonas tal cual lo sistematiza el plan «La Región Metropolitana limpia sus aires con paisaje natural», que en realidad considera también una serie de zonas denominadas «áreas marrones». Estas áreas más bien son zonas de origen de contaminación por las partículas provenientes del suelo desnudo o eriazos, o porque la vegetación de ellas aporta casi nada a la descontaminación del aire, ya sea por su tipo, estacionalidad de funcionamiento o la no sostenibilidad en el caso de los céspedes o prados que demandan altas cantidades de la escasa agua urbana (MORALES, L., 2008). Según el Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile (1998), se establece como área verde, cualquier espacio urbano, o de periferia a éstos, predominantemente ocupados por árboles, arbustos o plantas, cumpliendo funciones de esparcimiento, de recreación, ecológicas, de ornamentación, de protección, de recuperación y rehabilitación del entorno o similares.

De este modo, desde la perspectiva de mejorar la calidad del paisaje urbano, además de disociar de las áreas verdes a las torres y catenarias, debemos reconsiderar la no asociación de las «áreas marrones» que más bien contaminan. Por estas razones, se expone en este trabajo como aplicación práctica de ordenación ambiental urbana, la idea de que una vez valorado el impacto ambiental de las torres, se aproveche la nueva disponibilidad de uso de suelo que por lógica deberían dar las zonas de alto y medio impacto desde donde se deberían erradicar las redes de alta tensión del paisaje urbano.

Se puede partir de la tesis que es bastante importante para una ciudad, de elevados índices de contaminación como es capital de Chile donde se concentra más de la tercera parte de la población del país, la cantidad de suelo que pueden dejar las actuales áreas verdes, sitios eriazos o superficies de fácil recalificación una vez soterradas las catenarias que cruzan todas estas zonas verdes de baja o muy mala calidad ambiental. Esta nueva fracción de suelo urbano serían potencialmente las nuevas áreas verdes ambientalmente sostenibles, que descontaminan, no representan riesgos para la población y aportan valor de natura al duro paisaje urbano.

### 3. MATRIZ DE VALORACIÓN INTEGRAL DE IMPACTO

Por las razones expresadas en el apartado anterior, se deben dejar de lado aquellas valoraciones que sólo consideren aspectos visuales del paisaje y efectuar evaluaciones ambientales del paisaje especialmente urbano a aquellos que consideren en primer

lugar la cercanía de las torres a las residencias o lugares habituales de las personas, si sólo pensamos en primera instancia, en cautelar daños ambientales por contaminación electromagnética a los humanos. De este modo, para la evaluación ambiental individual de cada una de las 822 torres se consideraron diferentes variables naturales y antrópicas, asociadas directamente al levantamiento y la posición de la estructura. También en el momento de la evaluación de cada torre se procedió a contrastar su posición real geomatemática a objeto de poder ser representada con exactitud en la base planimétrica que alimentó el SIG.

El objetivo propuesto apunta a determinar el valor del impacto ambiental que puede ocasionar la presencia de la torre, por ejemplo en zonas urbanas de Santiago, sobre diferentes elementos del paisaje considerando su cercanía a viviendas, edificaciones públicas, otras estructuras urbanas, áreas verdes o de ocio, zonas arbustivas, redes viales y otros. Toda la valoración de estos apartados a su vez fue construida sobre una clasificación de rango inferior inmediato, donde por ejemplo para el ítem segundo, las edificaciones públicas representan la sistemática localización a menos de 50 metros de las estructuras eléctricas de: hospitales, centros de asistencia primaria, colegios, institutos, comisarías, bomberos, hogares de ancianos y áreas deportivas.

De esta forma detectando y midiendo la presencia de los elementos antes citados, se pudo determinar la magnitud e impacto de parte del emplazamiento de cada una de las 822 torres valoradas, mediante la matriz de evaluación ambiental para zonas urbanas de Santiago. Recordemos en este punto que la matriz de valoración también consideró como un ítem más, el impacto visual a partir de la evaluación de la: visual propia de la torre; la alteración visual del entorno inmediato; alteración visual del fondo escénico; valoración visual desde el pie de la torre a 100 metros a la redonda; y la valoración del horizonte racional del observador.

Luego de la evaluación de cada uno de los componentes de los diferentes ítems, se determinó el valor o jerarquía final del impacto asociado, mediante unos constructos diseñados de tal modo que permiten la comparación entre todas las torres. Los constructos determinaron por separado el valor de impacto ambiental sobre el paisaje y el valor de impacto visual del paisaje de acuerdo a las categorías de: Alto, Medio, Bajo y Nulo.

La fase siguiente fue espacializar los geodatos procedentes de la información de cada torre, mediante un sistema de información geográfico que permitió elaborar una serie de mapas individuales a nivel de cada variable de ítem. Y luego se elaboró una cartografía de síntesis por ítem de evaluación.

Para lograr esta cartografía de síntesis, fue necesario considerar cada una de las variables contenidas en el ítem correspondiente y sumar los valores asociados a ellas, para luego obtener el valor total. Sin embargo, para establecer ese valor dentro de un rango determinado, hubo que considerar la creación de otros rangos generales del ítem, los que se obtuvieron de la sumatoria de los valores más altos de cada variable, es decir, se asignó como mayor valor a aquel que resultó de la sumatoria de los mayores valores de impacto en cada variable. Luego de conocer ese valor se determinaron cinco rangos de impacto: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto. (SALINAS, M., 2006).

#### 4. EL UNO POR CIENTO DE LAS TORRES TIENE UN EMPLAZAMIENTO DE IMPACTO AMBIENTAL BAJO

En general, al evaluar los seis mapas de la cartografía de síntesis, se detectó que no existen torres que generen un impacto escaso en el casco urbano de Santiago y que sólo un 1% de las torres de toda la zona urbana muestra un nivel de impacto bajo, como se observa en el sur de la industrial comuna de Cerrillos, ya que están posicionadas en zonas sin ningún tipo de construcción y/o uso, ya que son reservas de uso de suelo industrial.

El 34% de las torres produce un nivel de impacto medio en la ciudad, como consecuencia de su localización ligeramente racional con respecto fundamentalmente a la distancia de las viviendas y porque no afectan a zonas de áreas verdes.

El 58% de las 822 torres evaluadas mediante la matriz, genera un nivel de impacto ambiental alto en el paisaje, por su inmediata cercanía a viviendas, edificaciones públicas, o están situadas en zonas tipificadas como suelo duro o cercanas a viales.

Por otra parte, el 7% de las torres de Santiago provoca un muy alto impacto ambiental, como lo hacen las torres emplazadas a lo largo de la Av. Tobalaba, o en medio de la Av. Grecia donde las estructuras están emplazadas en medio de viales o junto a acueductos urbanos en cuyas márgenes existe edificación de viviendas regulares. También aquí se incluyen el 50% de las torres que conforman la faja de la subestación General Velásquez o al poniente de la faja de la comuna de Pudahuel, estas catenarias afectan a zonas declaradas áreas verdes de muy mala calidad ambiental o se encuentran inmediatamente a viviendas de escasos recursos.

Y por último, también en la categoría de muy alto impacto ambiental están las estructuras próximas a la Central Termoeléctrica Nueva Renca. Estas torres que antes se encontraban situadas en la caja del río Mapocho, más tarde fueron trasladadas a sus riberas, porque parte del lecho fue ocupada por nuevas obras viales de alta velocidad. Hecho último que viene a denotar claramente que la localización de las torres sólo se efectúa siguiendo criterios de economía constructiva, ya que posteriormente a su nueva relocalización, realizada entre los años 2005-6, se diseñó una zona de área verde bajo las líneas conductoras de alta tensión de estas estructuras recientemente instaladas, dada la presión social de la zona por la carencia de estas superficies de ocio y recreación para la población aledaña.

#### 6. CORREDORES VERDES DE DESCONTAMINACIÓN

Dado el crecimiento acelerado en las últimas décadas de la población y de la explosiva expansión trama urbana de Santiago, la cual se intenta controlar con unos planos reguladores donde no se busca el equilibrio de calidad territorial o paisaje urbano sostenible, ya que priman en muchos municipios los criterios de recaudación de impuesto por unidad habitacional construida sobre la idea de mejorar y ampliar las áreas verdes que sólo «causan gasto» a los municipios y porque tampoco a nivel de los ministerios, que avalan los planos reguladores, no hay claros y precisas instrucciones

Fotografía 3. La gran demanda de suelo urbano para viviendas más la no regulación ambiental en la planificación oficial de los planos reguladores de Santiago, permite la edificación moderna junto a las torres de alta tensión preexistentes.



FUENTE: Salinas, M., 2006.

Cuadernos Geográficos, 43 (2008-2), 311-325

sobre cuotas territoriales verdes, habitacionales, industriales, se generó especialmente en las dos últimas décadas un grave desequilibrio entre las zonas de orientación natural y las urbanas duras, con un promedio de un poco más de tres y medio metros cuadrados verdes por habitante.

Por esta razón a nivel de gobierno regional metropolitano hace algunos años se ha iniciado la propuesta de un «Plan Verde» (La Región Metropolitana limpia sus aires con paisaje natural) orientado a generar nuevos espacios de ocio y recreación y bajar los elevados niveles de descontaminación de la capital de Chile.

Pero hechos los primeros balances o catastros territoriales de áreas verdes reales, se verificó, una muy baja relación entre la superficie de natura en el interior del casco urbano de Santiago, por lo cual se han empezado a considerar reservas naturales lejanas a la urbe como agentes naturales que ya participan en la descontaminación, aunque está por demostrar la efectividad de estas áreas periféricas en los procesos de mejora del aire de la ciudad ya que siempre han existido como tal, aunque no se hayan manejado con criterios geoecológicos.

De esta forma podemos entender por qué se plantea a nivel oficial que la meta de áreas verdes para la Región Metropolitana será de seis metros cuadrados de áreas verdes por habitante, para el año 2010, lo cual implica la construcción, mantenimiento y cuidado de más de 2.000 hectáreas adicionales de áreas verdes nuevas. Para ello, según la Secretaría Regional Ministerial Metropolitana del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, se efectuarán habilitaciones preferentemente de sitios eriazos y «áreas no consolidadas», priorizando la distribución de arborización equivalente en todos los barrios y configurando «Corredores Verdes», en los cuales la cobertura arbórea abarque al menos un 40% del área verde total. También se reconstruirá un arbolado preferentemente con especies nativas, con las protecciones y dimensiones que permitan su subsistencia y con un follaje tal que aporte desde su plantación a la descontaminación.

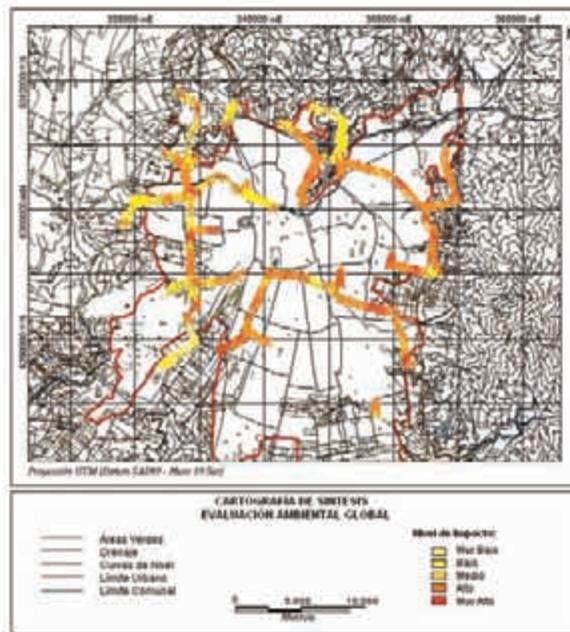
Pero como a todas luces este plan no logrará alcanzar sus metas y porque las recomendaciones a nivel mundial son de 8 m cuadrados (ONU), 9 m cuadrados (OMS) y 20 m cuadrados (UE), se deben buscar urgentemente dentro del casco urbano nuevas áreas verdes y mejorar al máximo la calidad de las áreas verdes preexistentes, ya que muchas de ellas están situadas en comunas de bajo nivel económico son en realidad «áreas marrones» de contaminación.

## 7. CONCLUSIÓN, ÁREAS VERDES DE ALTA CALIDAD AMBIENTAL

La propuesta final de la investigación es reutilizar todo el territorio que ocupan las torres en el espacio urbano de Santiago para áreas verdes de alta calidad ambiental, ya que una vez evaluadas por el método precedente sólo el 1% de las torres se situó en la categoría de bajo impacto ambiental, y porque una ciudad moderna como Santiago debe cumplir las normas de prevención sobre como aislar la población de los campos electromagnéticos.

Las 822 torres que se encuentran en el sector urbano de la provincia de Santiago autoportan un tendido eléctrico de 160 kilómetros de longitud y afectan una super-

Figura 2. Cartografía de síntesis de los niveles de impacto de las torres de alta tensión en el área urbana de Santiago de Chile



FUENTE: Salinas, M., 2006.

ficie con un promedio de ancho de unos 26 metros (6 metros ancho de la base de cada torre más los 10 metros de seguridad que exige la norma a ambos lados), lo cual nos representa una superficie total afectada de unas 416 hectáreas.

De este modo se generarían para la efectividad de descontaminación más de 400 hectáreas de áreas verdes de alto valor ambiental; las cuales se necesitan con urgencia para los planes de descontaminación de la saturada atmósfera urbana de la ciudad de Santiago, alejar a la población de los campos electromagnéticos y eliminar la «contaminación visual por autoportantes eléctricos» del paisaje urbano.

Esta propuesta, considerados los beneficios ambientales y sociales inmediatos no es tan costosa, porque el costo de soterramiento es aproximadamente cuatro veces el valor del tendido aéreo, y este tipo de estructuras aéreas transmisoras de energía tienen unos periodos de reposición más frecuentes que los soterrados.

Un área verde de alta calidad ambiental construida como un corredor verde de gran nivel de arborización (60% de especies arbóreas) desde la perspectiva ambiental, social y económica para la ciudad de Santiago, dadas sus características de localización geográfica, población actual y futura y roles funcionales territoriales será una zona que cumpla para el extenso paisaje urbano de Santiago de Chile los siguientes roles y/o funciones:

- Área de descontaminación efectiva del aire urbano de acuerdo a su ecodiseño.
- Superficie de escasa demanda de recursos hídricos.
- Espacio de ocio y esparcimiento de alta calidad paisajística.
- Zona libre de la acción de amenazas tecnológicas, como las electromagnéticas.
- Territorio que mejora el valor escénico del paisaje urbano.
- Zona de efectiva relación hombre-natura.
- Foresta de un territorio de reserva y acogida a la fauna que se adapta a las urbes.
- Barrera de vegetación que contribuye a la disipación del ruido urbano.
- Área de conservación de índices adecuados de humedad.
- Reserva que acoge parte de la biodiversidad y calidad del suelo de la región.
- Sumidero de aguas de lluvia dada la «asfaltización» de las zonas adyacentes.
- Área que integre de modo armónico en la ciudad los cauces naturales y artificiales.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- BUREL, F. y BAUDRY, J. (2002): *Ecología del Paisaje. Conceptos Métodos y aplicaciones*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2000): «Comunicación de la Comisión sobre el recurso al Principio de Precaución». Bruselas, Bélgica.
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2001): «Opinión sobre los posibles efectos de los campos electromagnéticos (EMF), Campos de Radio Frecuencia (RF) y Radiación de Microondas sobre la salud humana». Bruselas, Bélgica.
- CONAMA RMS (2002): «Áreas verdes en el Gran Santiago», Área Ordenamiento Territorial y Recursos Naturales. Santiago, Chile.
- CONAMA RMS (2005): «Plan Verde», actualización del texto «Áreas Verdes en el Gran Santiago», versión 3. Santiago, Chile.
- CONSEJO DE EUROPA (2000): «Convención Europea del Paisaje». Congress of Local and Regional Authorities of Europe.
- CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. (1999): «Recomendación del Consejo relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz)». Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 1999/519/CE.
- ETE (1999): «Estrategia Territorial Europea». Reunión extraordinaria del Consejo de ministros responsables del territorio. Comisión europea. Postdam.
- MORALES OYARZÚN, L. (2008): «Propuesta metodológica para evaluar áreas verdes en el Diagnóstico Local». Universidad Tecnológica Metropolitana. Santiago, Chile.
- OCAÑA OCAÑA, et al. (2004): *Las vistas como recurso territorial. Ensayo de la evaluación del paisaje visual mediante un SIG*. Departamento de Geografía. Universidad de Málaga.
- OÑATE, J. et al. (2002): *Evaluación Ambiental Estratégica. La evaluación ambiental de Políticas, Planes y Programas*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- RUBIO ROMERO, P. (1995): «Los estudios del paisaje y la teoría general de sistemas». XIV Congreso Nacional de Geografía. AGE. Salamanca.
- , (1996-1997): «Tipos de modelos en geografía del paisaje». Revista de geografía Vol. XXX-XXXI. Departaments de Geografia de la Universitat de Barcelona.
- SALINAS TORRES, M. (2006): «Las torres de alta tensión y su impacto ambiental en Santiago». Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.
- ZOIDO NARANJO, F. (2005): «Desarrollo y aplicaciones de la convención europea del paisaje». Revista El País. España.