

Influencia de la heterogeneidad del paisaje en la calidad escénica: El caso precordillerano andino de la cuenca de Santiago¹

GONZALO DE LA FUENTE DE VAL², JOSÉ ATAURI M.²
JOSÉ DE LUCIO F.², HERMANN MÜHLHAUSER S.³

RESUMEN

La transformación del paisaje de Chile Central, hace preciso el desarrollo de estudios que permitan cuantificar la calidad de los paisajes, teniendo en cuenta sus múltiples funciones tanto económicas como ecológicas, pero también escénicas. El presente artículo indaga sobre la relación de las preferencias paisajísticas con la organización espacial del paisaje. Para esto, un grupo de fotografías del paisaje precordillerano de Santiago han sido evaluadas por su belleza escénica y por el grado de complejidad y diversidad percibida, por un conjunto de estudiantes universitarios. Más tarde, se realizó un análisis digital de la estructura visual de cada fotografía y el estudio de la estructura espacial del paisaje en que fue tomada cada fotografía, a través del software Fragstats. Se han obtenido relaciones positivas entre los tres grupos descriptores del paisaje. Estas correspondencias sugieren implicaciones que pueden aportar nuevos elementos al debate actual en torno a la gestión del paisaje precordillerano Andino de la Cuenca de Santiago.

ABSTRACT

The landscape transformation in Central Chile shows the developments of studies that permit quantify the landscape quality, keeping in mind its multiple functions: economic, ecological and also aesthetics. This article explores the relation of the landscape preferences with the visual configuration of the perceived image and its spatial structure. For doing this, a group of photographs of the precordillerano Andean of Santiago landscape has been evaluated according to its Scenic Beauty, and the degree of Complexity and Diversity perceived by a group of university students. Later a digital analysis of the visual configuration of every image was carried out. In addition the study of the spatial structure of the territory where every photograph was taken was analysed through the software Fragstats. Positive and significant relations have been obtained, at the three levels of analyses of the landscape. This correspondence suggests implications that can add new elements to the present debate around the management of the precordillerano Andean of Santiago landscape.

1 Este estudio ha sido financiado por una beca predoctoral otorgada por la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) a Gonzalo de la Fuente de Val.

2 Departamento Interuniversitario de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Alcalá (28801-Madrid). SPAIN. E-mail: gonzalo.delafuente@uah.es

3 Escuela de Ecología y Paisaje. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Paisaje. Universidad Central. Santa Isabel 1186 4° Piso. Santiago, Chile.

Palabras claves: Preferencias paisajísticas, Heterogeneidad del paisaje, calidad visual

Key Words: Landscape preference, landscape heterogeneity, landscape visual quality

El mantenimiento de la calidad visual del paisaje comienza a plantearse como una prioridad, tanto en su dimensión ecológica como estética. El valor visual o escénico es uno de los aspectos del

paisaje que ha despertado siempre un gran interés en la ecología que se ocupa de él. Dicho valor depende, en parte, del patrón de organización de los usos y coberturas del suelo (Wiens, 1995); tales aspectos presentan una fuerte identidad visual que influye en las sensaciones sensoriales y percibidas del paisaje.

Hace tiempo que se ha aceptado que la calidad visual (que incluye los conceptos de preferencias paisajísticas, belleza escénica o calidad percibida del paisaje) puede ser definida como la excelencia estética de uno con respecto a otro, determinada por el número de observadores que lo prefiere en función de propiedades o características visuales del paisaje percibido (Daniel, 2001).

Dentro de las propiedades del paisaje con valor escénico destaca, la presencia de agua, la vegetación, el relieve o complejidad topográfica (Aoki, 1999). Pero también, son relevantes las propiedades relativas a la organización espacial del paisaje (Zube, 1987). Una de las propiedades emergentes de su organización es la heterogeneidad y complejidad espacial (Wiens, 1995). Los distintos componentes de la multiplicidad del paisaje podrían ser explicativos de las preferencias, por cuanto las reacciones estéticas aparecen asociadas positivamente con la riqueza y heterogeneidad visual de él (Nassauer, 1992; Scott, 2002).

En el marco de la ecología del paisaje presenta gran interés el análisis de estas relaciones para obtener criterios que faciliten la descripción, la interpretación o la medida de él, en términos de los valores humanos. No obstante, existen pocos trabajos centrados en la búsqueda de relaciones entre el paisaje contemplado por los sujetos y el descrito en términos de variables ecológicas.

Por ejemplo, Steinitz (1990) desarrolló un método para evaluar el paisaje del Parque Nacio-

nal de Acadia (USA), integrando preferencias paisajísticas de visitantes e integridad ecológica del parque. Se valoraron diferentes vistas del parque por medio de fotografías y mediante análisis de regresión se identificó un conjunto de variables del paisaje visual predictivas de las preferencias. Con estos datos se generó un mapa de predilección paisajística. La integridad ecológica fue determinada por entrevistas a gestores del parque y revisión bibliográfica del rol que juega la estructura y elementos del paisaje para el mantenimiento de la diversidad de hábitat de especies de aves. El resultado se recogió en un mapa de integridad ecológica de acuerdo a las categorías de ambiente. El corolario de este trabajo plantea congruencias y conflictos entre las preferencias y los valores ecológicos, proponiendo alternativas o escenarios de planificación para las áreas más críticas del parque.

Hunziker y Kienast (1999) utilizaron varios índices sintéticos para analizar la estructura y composición de un grupo de fotografías con distintos niveles de forestación. Sus resultados constataron la existencia de correlaciones significativas, superiores al 0.60, entre los índices de diversidad y de contagio y el valor escénico.

La posibilidad de relacionar descriptores territoriales simples (como relieve o ciertos tipos de cobertura) o índices sintéticos (diversidad, equitatividad, etc.) con la preferencia de ciertos paisajes tendría una indudable utilidad práctica (Giles y Trani, 1999). En un trabajo reciente, Franco *et al.* (2003) emplean un método similar al que se describe en este trabajo en la cuenca del lago Venecia (Italia) con objeto de determinar el impacto que tienen las medidas agroforestales en la percepción del paisaje, para contribuir al desarrollo de criterios de conservación del medio natural. Para ello, analizaron la percepción del paisaje en términos de belleza escénica sobre un grupo de 12 simulaciones fotorrealistas de escenarios agroforestales alternativos y su relación con

índices paisajísticos (densidad de setos, diversidad, conectividad, etc.) obtenidos con un SIG en cada punto en que se tomaron las fotografías, a escala local y general del territorio. Sus resultados muestran significativas relaciones entre los índices paisajísticos, como diversidad y conectividad, y la valoración efectuada por el público.

Entre todos los indicadores sintéticos del paisaje tal vez los asociados a su diversidad o heterogeneidad sean los más fáciles de relacionar con la percepción humana del ambiente. Por un lado es una hipótesis lógica que las fotografías tomadas por el paseante en un paisaje heterogéneo tendrán mayor probabilidad de tener un contenido más diverso que las tomadas en unos más uniformes. Éstos serán previsiblemente percibidos como más diversos por los sujetos, lo cual con seguridad influirá en sus preferencias estéticas. En el campo de la percepción ya se conocen desde hace mucho tiempo las relaciones entre la sensación de la diversidad y de la belleza. Una alta homogeneidad incrementa la coherencia, mientras la fragmentación la disminuye. Una alta relación está influida positivamente con la calidad visual (Kaplan y Kaplan, 1982; Palmer, 2004). De la misma forma, la dimensión fractal es una medida de la complejidad del paisaje, cualidad que influye en el valor escénico (Purcel *et al.*, 2001; Hagerhall *et al.*, 2004).

Incluso algunos ecólogos como Margalef (1991) han discutido las relaciones entre las sensaciones estéticas y el espectro de sensaciones entrante. Para este autor los espectros de diversidad diagonales son estéticamente más satisfactorios que los paralelos: "Corresponderían a una estructura jerárquica: los elementos mayores tienen sentido por sí mismos y se componen de estructuras menores que poseen también su significado. Un motivo repetitivo y simplificado que da un espectro plano se percibe como vulgar". Una discusión sobre estos aspectos de la relación entre diversidad paisajística y calidad percibida donde se proponen posibles vías de investigación está recogida en Lucio y Gómez-Limón (2002).

La teoría de la adaptación afectiva al ambiente (Appleton, 1975; Kaplan y Kaplan, 1982; Wilson, 1984; Bernáldez, 1985) propone un marco teórico para la búsqueda de relaciones entre

la heterogeneidad del paisaje y sus componentes percibidos. Frente a la idea de que las preferencias paisajísticas son cuestión de meras tradiciones estéticas, los estudios científicos apuntan a una fuerte determinación biológica y cultural de naturaleza adaptativa. Esta teoría postula que parte de nuestros resortes sensoriales, cognitivos y afectivos respecto al paisaje procederían de la historia biológica de nuestra especie, donde estos comportamientos electivos podrían encontrarse en la predisposición innata del hombre a seleccionar ciertos hábitats o ambientes que reúnen unos recursos y condiciones óptimas o ventajosas para su supervivencia (Bernáldez, 1985). La adaptación cultural al medio completa la tarea. Los estudios indican que resulta estéticamente agradable un paisaje con un nivel intermedio de diversidad; es decir, la experiencia de contemplación de éste, radica en la percepción inmediata de cierta dosis de diversidad, pero con posibilidades de interpretar y comprender fácilmente el contenido y condiciones del medio (Orians, 1986).

Los conceptos clásicos de la estética experimental de orden y complejidad o de unidad y variedad (Berlyne, 1960) están muy relacionadas con estas ideas (Lothian, 1999). Un paisaje con un alto grado de unidad es resultado de la integración armoniosa de diferentes elementos y componentes paisajísticos, que producen una imagen legible y coherente del lugar, mientras un paisaje con bajo contraste es resultado de elementos y componentes paisajísticos que tienen un alto grado de similaridad (por ejemplo, paisajes monótonos). Desde una perspectiva evolucionista, podría esperarse que este último tipo de paisaje fuese menos preferido; de hecho, esto ha sido confirmado en varios estudios de preferencias (Bernáldez, 1985; Hagerhall, 2001). En resumen, la estructura del paisaje, a través de cómo se interrelacionan sus componentes, juega un importante rol en la calidad visual percibida.

Este trabajo se desarrolla en un sector del paisaje precordillerano andino de la cuenca de Santiago, que reúne una riqueza paisajística, mayoritariamente en buen estado de conservación, donde la demanda de recursos materiales, recreativos y la necesidad de su sostenibilidad a largo plazo (biodiversidad, paisajes) presentan nuevos desafíos y patrones de explotación del territorio (Fuentes, 1994; Armesto *et al.*, 1996).

Esto lleva a la necesidad de entender cómo satisfacer las funciones ecológicas del paisaje en una dinámica que sea compatible con los valores percibidos por parte del público y las expectativas de usos.

Partiendo de estas premisas, el objetivo de este trabajo fue:

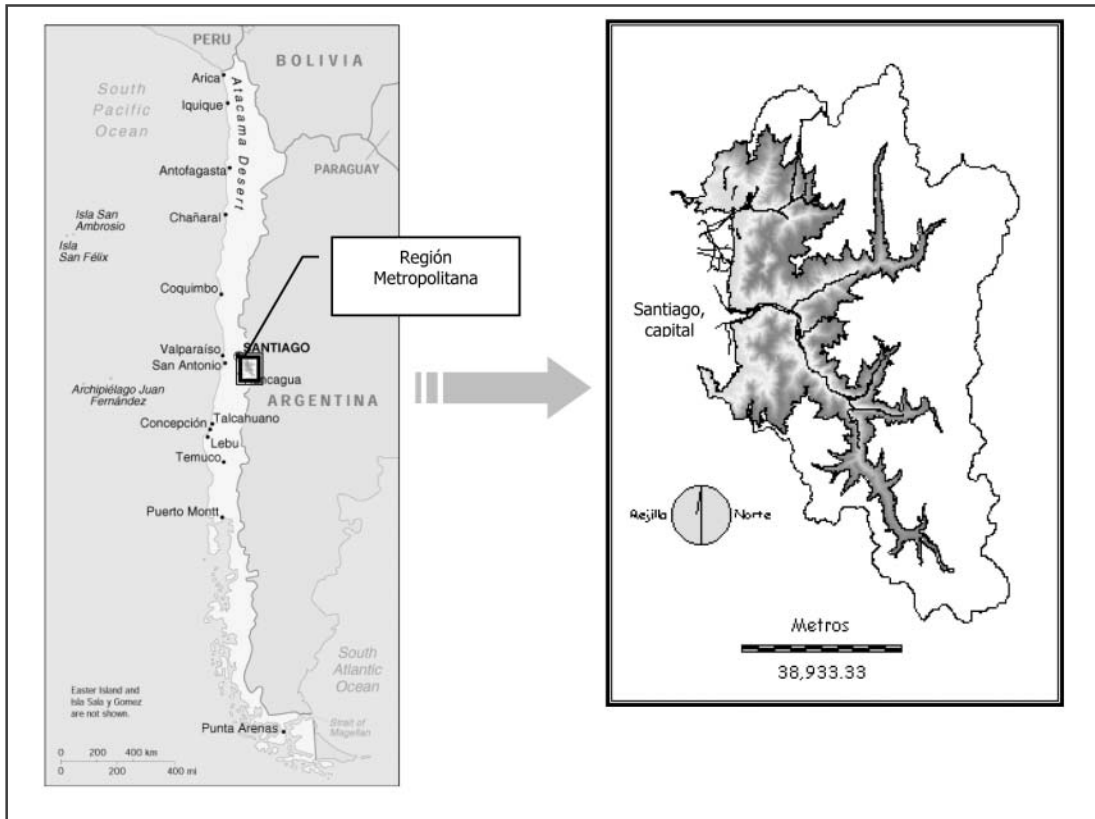
- Explorar la relación de las preferencias paisajísticas con la estructura espacial y visual del paisaje, estimada mediante el empleo de índices sintéticos.
- Evaluar los valores escénicos del paisaje precordillerano andino de la cuenca de Santiago mediante la aplicación de estos índices en un Sistema de Información Geográfico (SIG).

Materiales y Métodos

Área de estudio

El área de estudio (aprox. 223.237 ha) se corresponde con una sección longitudinal entre el río Mapocho por el norte (33° 00'S), el valle de Pirque por el sur (34° 00'S) y entre los 800 y 2500 m de altitud. Caracterizado por altas y escarpadas montañas con profundos barrancos. En el piedemonte, las vertientes y laderas medias se encuentran cubiertas por un matorral esclerófilo siempre verde. En las laderas de exposición norte, poseen una cubierta de matorral xerófito con plantas espinosas y cactáceas. Los fondos de barrancos y sectores de umbría tienden a conservar bosque esclerófilo. En la zona altoandina se caracteriza por una gran dispersión y escasa representatividad, principalmente de estepa andina (figura n° 1).

FIGURA N° 1.
 ÁREA GEOGRÁFICA DE ESTUDIO EN LA PRECORDILLERA ANDINA DE LA CUENCA DE SANTIAGO DE CHILE.

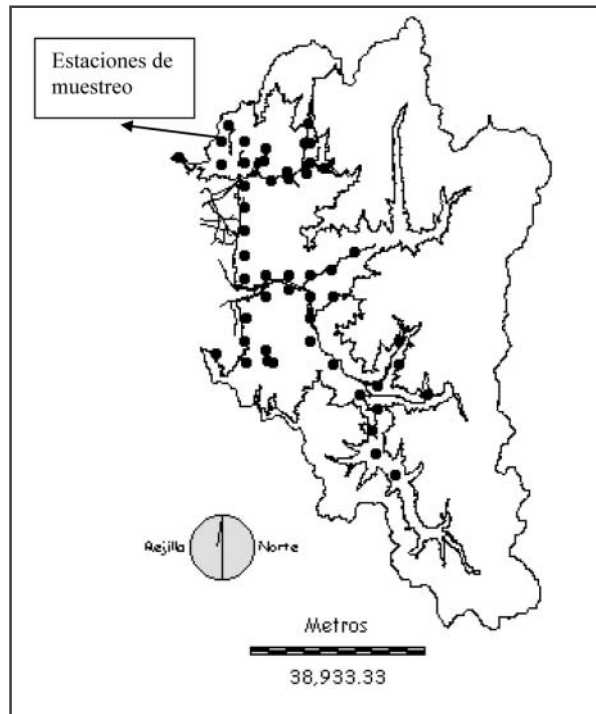


Método de muestreo

En la zona de estudio se dispuso una malla regular de puntos para facilitar una serie de experimentos de percepción del paisaje (de la Fuente, 1996). La distancia entre los puntos, 50 en total, fue de 5 km (figura nº 2). Esta rejilla fue diseñada para ser usado en varios experimentos diferentes, de ahí su tamaño. Cuatro fotografías del paisaje (al norte, el este, el oeste y el sur) fueron toma-

das en cada punto. Los puntos inaccesibles no fueron considerados. Para el propósito específico de este trabajo, ocho fotografías fueron seleccionadas aleatoriamente. Las escenas donde la vegetación en el primer plano entorpeció la vista fueron excluidas. El empleo de fotografías para evaluar la calidad visual ha sido validado en varios experimentos de paisaje (Steinitz, 1990; Stamps, 1997).

FIGURA N° 2.
MAPA QUE MUESTRA LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN EL PAISAJE PRECORDILLERANO ANDINO DE LA CUENCA DE SANTIAGO.



Atributos de preferencias

En cada una de estas fotografías de paisaje, la calidad visual fue evaluada considerando tres atributos: belleza escénica, complejidad y diversidad percibida. Estos atributos fueron seleccionados a partir de una revisión bibliográfica y por estar relacionados con el carácter informativo, cognitivo y emocional del paisaje percibido (Kaplan *et al.*, 1998; Hagerhall, 2001). En el cuadro nº 1, se muestra la escala de valoración de cada atributo, y que fueron revisados por un gru-

po de expertos, como prueba de validez del instrumento experimental (Bisquerra, 1989).

- Belleza escénica (o valor escénico) es una evaluación normativa del paisaje, usada aquí como una medida del agrado visual por el paisaje percibido.
- Complejidad y diversidad percibida, fueron seleccionadas por ser variables de información relacionadas con las preferencias paisajísticas propuestas por Kaplan y Kaplan

(1982) concernientes a la organización espacial del paisaje.

Noventa y ocho entrevistados puntuaron en una escala de 1 a 7 (en sentido creciente) estos atributos en cada una de las ocho fotografías de paisaje. Para reducir la variabilidad en las respuestas, los entrevistados fueron estudiantes universitarios de pregrado de ciencias ambientales y forestales de Santiago. Algunos autores sugieren que la valoración basada en estudiantes puede ser representativa de la población en general (Gobster y Chenoweth, 1989). Para reducir la posibilidad que otros factores pudieran influir en

los resultados del estudio, se tomaron algunas precauciones en la selección de los sujetos. Ninguno de los elegidos había recibido algún tipo de información del estudio y fueron balanceados con respecto al sexo, factores que pueden influir en las preferencias paisajísticas (Dearden, 1987).

Para tener tanto el máximo de independencia en la evaluación de las fotografías como para mantener la mayor capacidad de atención de los sujetos durante la presentación de las imágenes, los atributos fueron valorados separadamente; por ende, el total de las fotografías fueron examinadas, cada vez.

CUADRO N° 1.
DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE VALORACIÓN DE CADA ATRIBUTO UTILIZADO EN EL EXPERIMENTO

Atributos	Definición
Belleza Escénica	Indique qué valor le asignaría, en una escala de menos a más, a la imagen por su belleza escénica.
Diversidad	Indique si la imagen posee pocos o muchos objetos o partes bien diferenciables.
Complejidad	Indique si la imagen en su estructura y composición le parece simple o compleja.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de la estructura espacial del paisaje

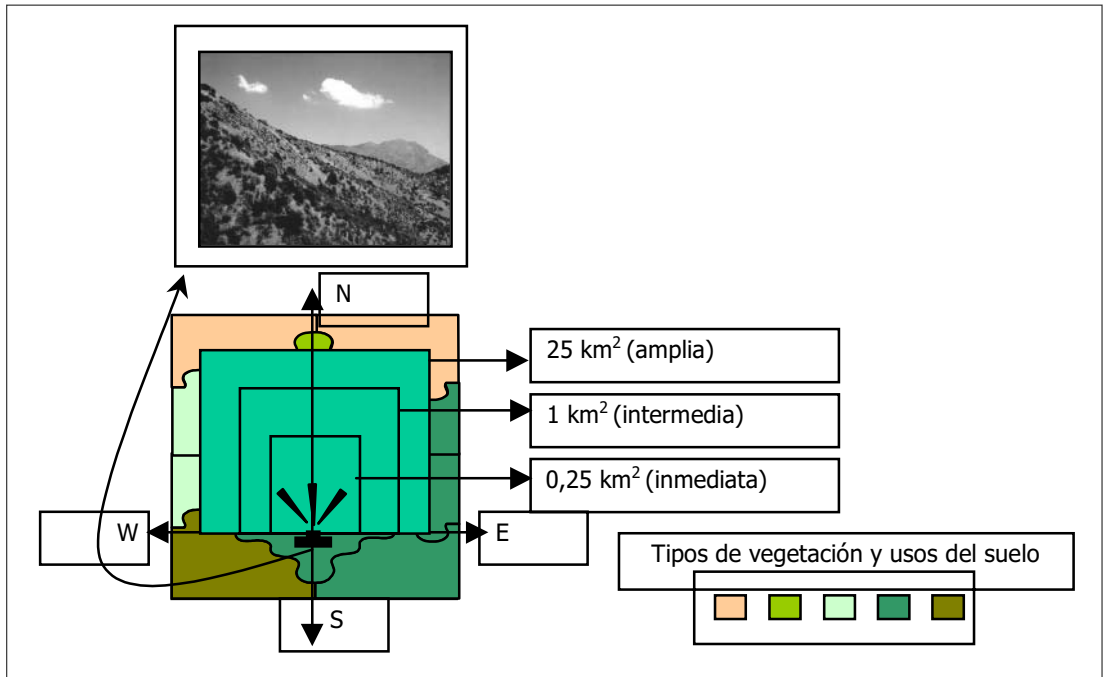
La estructura espacial del paisaje en que fue tomada cada fotografía, se analizó a partir de un mapa digital de vegetación y usos del suelo a escala 1:50.000 y a una resolución de 25 m. Esta resolución es inferior al tamaño mínimo de elementos (o teselas) en el paisaje; esto permite identificar todos los usos del suelo y tipos de vegetación, los cuales reflejan aquellos aspectos distinguibles por la percepción humana a escala de paisaje, que fue usada en el mapa (Palmer, 1997).

La percepción del paisaje disminuye con la distancia. A medida que los elementos se alejan del observador, sus propiedades (color, textura, contraste, etc.) dejan de percibirse hasta un momento en que desaparece por completo. Usual-

mente se utilizan rangos visuales, homogéneos en cuanto al detalle de percepción de los elementos, y que algunos autores identifican como: inmediata, intermedia o panorámica (Baldwin et al., 1996; Bishop, 1996). Sin embargo, diferentes autores asignan distintos tamaños dependiendo de las singularidades de cada paisaje. En nuestro trabajo, tres rangos de visibilidad fueron definidos en cada punto de muestreo, de acuerdo con Baldwin et al. (1996). Esta corresponde a un área inmediata a los observadores (primer plano; extensión = 0,25 km²), una intermedia que incluye la anterior, de 1 km², y una más extensa que comprende todo el paisaje percibido (25 km²) (figura n° 3).

Un grupo de seis índices de paisaje, fue seleccionado para describir cada rango de visibilidad. Estos índices fueron seleccionados por sin-

FIGURA N° 3.
ESQUEMA QUE ILUSTRAR LOS TRES RANGOS DE VISIBILIDAD DONDE SE CALCULARON
ÍNDICES DE PAISAJE PARA CADA PUNTO EN QUE SE TOMARON LAS FOTOGRAFÍAS EN LA
PRECORDILLERA ANDINA DE LA CUENCA DE SANTIAGO



tetizar dos aspectos básicos de la estructura del paisaje: su composición y configuración (Mcgarigal y Marks, 1995). Los índices de composición cuantifican la variedad y abundancia de elementos dentro del paisaje y los de configuración cuantifican la distribución y la complejidad (o rugosidad) de estos elementos dentro del mismo. Los índices de composición utilizados fueron: número de teselas, diversidad y equitatividad de usos del suelo. La configuración del paisaje fue estimada por medio de los índices de dispersión, contagio y dimensión fractal.

Análisis de la estructura de las fotografías

Para analizar la estructura de las fotografías de paisaje, fueron primero convertidas de su formato original en diapositivas a formato digital. Todas las imágenes poseen idéntico tamaño y resolución. Luego, cada fotografía fue transformada en dos vías usando Adobe Photoshop 4.0.

1) La imagen original fue convertida a 256 colores.

2) La imagen original fue simplificada en los elementos que pueden ser percibidos en el paisaje (o "manchas"). Para la transformación en manchas, los elementos de la imagen fueron primero identificados visualmente y luego delineados. Como la mayor parte de los elementos del paisaje pueden ser definidos por una cierta gama en color, este proceso fue hecho clasificando aquellos pixeles de una gama como perteneciendo a la misma mancha. Finalmente, cada imagen fue sometida a un filtrado de tipo moda para corregir los pixeles que pudieran haber quedado aislados durante la fase de generación de las manchas (Eastman, 1997).

Para cuantificar la estructura de las fotografías, se utilizaron los mismos índices usados en el análisis de la estructura espacial del paisaje, su utilidad con imágenes digitales ha sido ratificada por anteriores trabajos (Hunziker y Kienast, 1999; Franco *et al.*, 2003). Por lo tanto, para cada fotografía, seis índices fueron obtenidos para cada uno de los dos tipos de tratamiento de imagen (cuadro n° 2).

CUADRO N° 2.
 ÍNDICES DEL PROGRAMA FRAGSTATS UTILIZADOS PARA DESCRIBIR LA ESTRUCTURA
 ESPACIAL DEL PAISAJE Y DE LAS FOTOGRAFÍAS

Índices	Clave	Descripción
N° DE PARCHES	NP	Mide el número de parches en un mosaico. Cuanto más alto es el valor de NP, mayor heterogeneidad.
DIMENSIÓN FRACTAL	DFLD	Calcula la complejidad de la forma de las manchas en un mosaico. Cuando el valor de DFLD se aproxima a 2 las formas son enrevesadas o irregulares, mayor heterogeneidad.
DIVERSIDAD	SHDI	Indica la variedad y abundancia de categorías en un mosaico. Cuanto más alto es el valor de SHDI, mayor variedad en la distribución espacial de categorías en un mosaico.
EQUITATIVIDAD	SHEI	Mide la distribución espacial de las categorías en un mosaico. Cuando el valor de SHEI es cercano a 1, las categorías están homogéneamente distribuidas en un mosaico –alta heterogeneidad–.
DISPERSIÓN	IJI	Mide la fragmentación de un mosaico. Cuanto más alto es el valor de IJI, las categorías se distribuyen homogéneamente –mayor complejidad–.
CONTAGIO	CONT	Mide el grado de adyacencias entre categorías frente al máximo posible. Cuanto más alto es el valor de CONT, más grandes y contiguas son las manchas del mosaico –menor complejidad–.

Fuente: *Elaboración propia*

Modelo estadístico

Como valor de cada fotografía por atributo se tomó la puntuación media obtenida. El análisis de correlación entre atributos visuales, índices de la estructura espacial del paisaje e índices de la estructura de las fotografías de paisaje se realizó mediante la prueba de rangos de Spearman.

Aplicación: evaluación de la calidad visual del paisaje

Con el propósito, y únicamente a modo de ensayo metodológico, de ver las posibilidades de aplicación de los resultados de este trabajo a la cartografía de calidad visual del paisaje, con un SIG se evaluó el valor escénico de un sector del paisaje precordillerano andino de la Cuenca de Santiago, mediante un mapa clasificado en 16

categorías de usos del suelo, en donde se calculó la diversidad de usos (índice de Shannon). Se utilizó este índice por ser, como veremos más adelante, uno de los más relacionados con las preferencias paisajísticas.

En nuestro trabajo, se utilizó la aplicación de ventanas móviles para calcular la diversidad de usos de forma continua en todo el territorio. Habitualmente, en ecología del paisaje para medir cuantitativamente la estructura del territorio mediante índices se utiliza la aplicación SIG de ventanas móviles. A través de este método los índices son calculados a partir de una ventana (normalmente de 3 x 3, 5 x 5 ó 7 x 7 píxeles) no superpuesta, que se van desplazando iterativamente en todo el mapa digital, calculándose en cada paso, por ejemplo la diversidad o dimensión fractal local (Chuvienco, 1996; Palma, 1999).

Considerando que las preferencias paisajísticas están principalmente asociadas a un rango inmediato e intermedio de visibilidad se fijó un tamaño de ventana de 7x7 para un pixel de 150 m de lado, abarcando aproximadamente una superficie de 1 Km². En consecuencia, el valor de cada pixel del mapa digital resultante viene determinado por los pixeles adyacentes.

Resultados

Preferencias paisajísticas

De los primeros resultados, de forma general se desprende que el conjunto de los entrevistados tiende a valorar más las escenas en que predomina la vegetación en distintos planos y configuración espacial. El componente de fitofilia –aprecio por la vegetación– que aparece en esta muestra es una variable que se repite de forma reiterada en todos los estudios de actitudes hacia el paisaje (Bernáldez, 1985).

En general, al ordenar las imágenes según su valor de belleza escénica encontramos que en primer lugar se ubican los paisajes montañosos y de relieve escarpado con vegetación dispersa (Escena G, media: 5,29), seguido por imágenes que presentan una topografía agreste con vegetación semi-densa de porte medio (Escena E, media: 4,13); para dar paso, finalmente, a un paisaje de estepa de relieve suave, de vegetación rala, el caso de la imagen H (media: 2,48). Este comportamiento de las preferencias es coincidente con lo encontrado por Saldaña *et al.* (1986) y otros autores en paisajes montañosos (figura nº 4).

Conforme a lo observado por Gobster y Chenoweth (1989) y Hagerhall (2001), los paisajes con escasa presencia de vegetación y, en algunos casos, secos y áridos y en ciertos modos más homogéneos son recurrentemente poco valorados por la población, como ha quedado reflejado en la evaluación de la imagen H.

En lo que respecta a los otros atributos, los resultados muestran que las escenas más valoradas según el componente de diversidad y complejidad percibida son aquellos paisajes en los que aparece, a distintos planos visuales, vegetación semi-densa de porte medio, la textura del

suelo se manifiesta heterogénea, compleja y segmentada, producto de la variedad de elementos diferentes que presentan.

Relación entre atributos y estructura de las fotografías

Partiendo de la lectura del siguiente cuadro se observan relaciones entre atributos e índices de paisaje.

La belleza escénica no aparece relacionada con ninguno de los índices, para las imágenes traducidas a manchas (cuadro nº 3). Pero al considerar las fotografías a 256 colores, la belleza escénica aparece relacionada de modo negativo con la diversidad y equitatividad de colores. La mayor belleza escénica se otorga a fotografías con menor variedad de colores, que en el reparto de éstos no es equitativo, sino que domina alguno de ellos (figura nº 5a). Esto puede interpretarse en el sentido de que es necesaria una cierta legibilidad u orden en la imagen para ser comprendida, lo que estaría reflejado por la baja equitatividad. Una imagen con muchos colores en iguales proporciones posiblemente es demasiado ilegible para el observador.

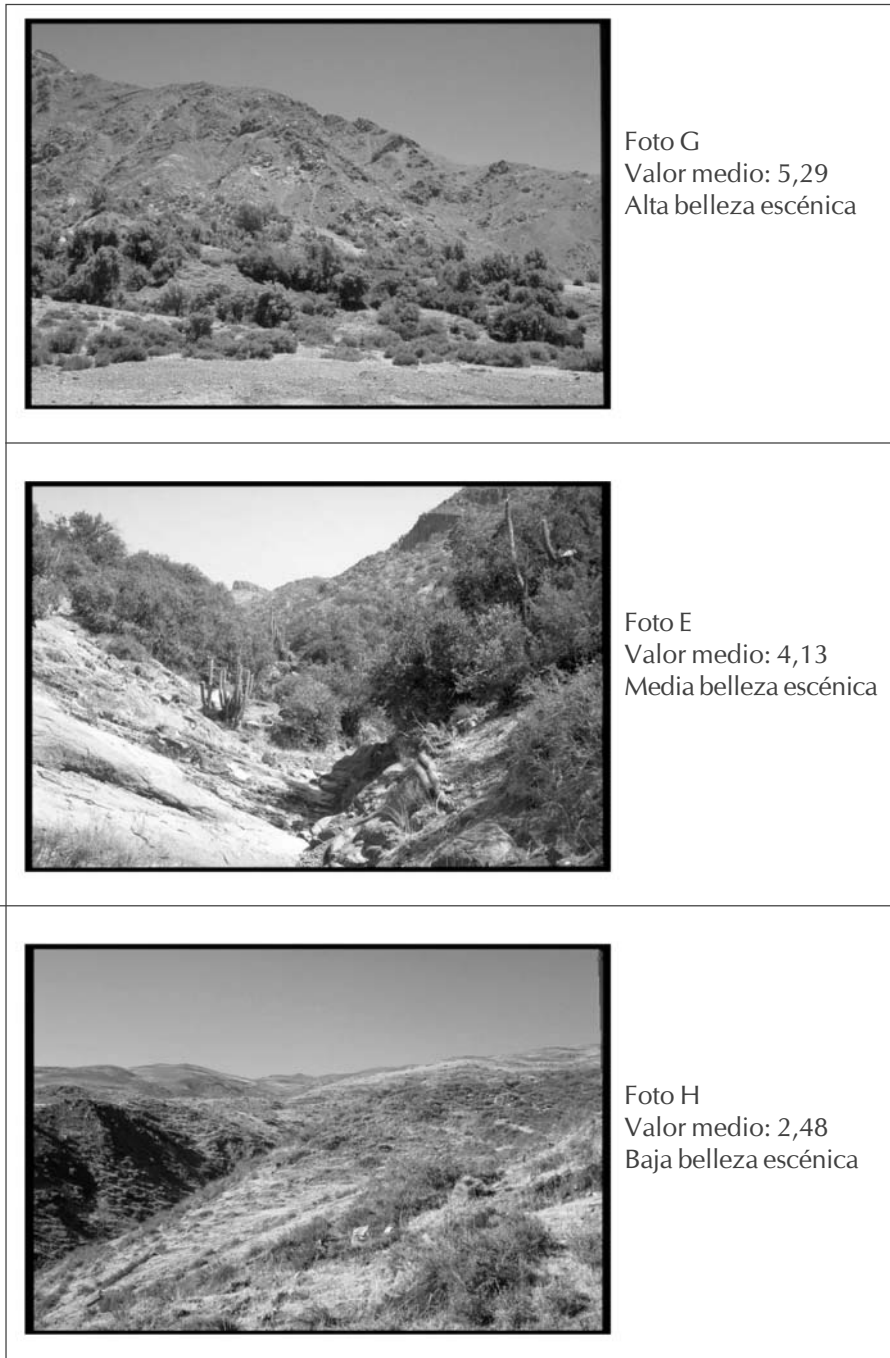
La diversidad y complejidad percibida no están correlacionados con los índices de las imágenes traducidas a 256 colores, pero sí con las fotografías simplificadas a manchas. La diversidad percibida está correlacionada fuertemente con la diversidad y dispersión de manchas (figura nº 6b). La mayor complejidad percibida está asociada con imágenes que tienen una alta diversidad de manchas.

Relación entre atributos y estructura espacial del paisaje

Al revisar el cuadro nº 4, encontramos relaciones significativas entre las preferencias e índices de paisaje.

La belleza escénica aparece fuertemente relacionada con la equitatividad de usos en una ventana de 1 km², sugiriendo que los paisajes más apreciados son aquellos en donde todos los usos están uniformemente distribuidos dentro del paisaje (figura nº 6a). Con respecto a la diversidad y

FIGURA N° 4.
 ILUSTRA LAS FOTOGRAFÍAS QUE HAN OBTENIDO UN ALTO, MEDIO Y BAJO VALOR DE BELLEZA ESCÉNICA SEGÚN LAS PUNTUACIONES MEDIAS DE LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS ENTREVISTADOS



complejidad percibida, aparecen correlacionadas significativamente con varios índices relacionados con la heterogeneidad del paisaje (número de usos, diversidad y riqueza de usos y

equitatividad de usos) tanto para una ventana de 0,25 km² como de 1 km² (excepto equitatividad) (figura n° 6b). La complejidad y diversidad percibida también aparece correlacionada con la dimensión fractal. Los paisajes más diversos y

CUADRO N° 3.
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN POR RANGOS DE SPEARMAN ENTRE LA PUNTUACIÓN MEDIA DE BELLEZA ESCÉNICA, DIVERSIDAD Y COMPLEJIDAD PERCIBIDA E ÍNDICES DE LA ESTRUCTURA DE LAS FOTOGRAFÍAS, SEGÚN MÉTODO DE TRANSFORMACIÓN. EN NEGRITA SE PRESENTAN LAS CORRELACIONES SIGNIFICATIVAS A $P < 0,05$.

	Clave	Índice	Belleza Escénica	Diversidad percibida	Complejidad percibida
Manchas	NP	N° parches	0,429	-0,048	0,262
	DFLD	Dimensión Fractal	-0,025	-0,125	0,225
	SHDI	Diversidad	0,337	0,699	0,723
	SHEI	Equitatividad	0,275	0,695	0,683
	IJI	Dispersión	0,333	0,905	0,643
	CONT	Contagio	0,143	-0,310	-0,667
256 Colores	NP	N° parches	-0,595	-0,143	0,190
	DFLD	Dimensión Fractal	-0,582	-0,085	-0,400
	SHDI	Diversidad	-0,903	-0,195	-0,317
	SHEI	Equitatividad	-0,752	-0,170	-0,315
	IJI	Dispersión	0,262	0,452	0,429
	CONT	Contagio	0,667	0,238	-0,024

Fuente: Elaboración propia

complejos son aquellos que son altamente heterogéneos, debido a un gran número de usos o de teselas con formas irregulares. A una extensión de 25 km² no aparecen relaciones significativas entre las preferencias e índices de paisaje.

Evaluación de la calidad visual del paisaje

Es clara la relación entre atributos de preferencia e índices del paisaje. Como ya hemos comentado, con un SIG se evaluó el valor escénico de un sector del paisaje precordillerano andino de la cuenca de Santiago. El mapa resultante muestra la distribución de áreas con alto valor de diversidad de vegetación y usos del suelo, que podrían corresponder a sitios de alto valor escénico.

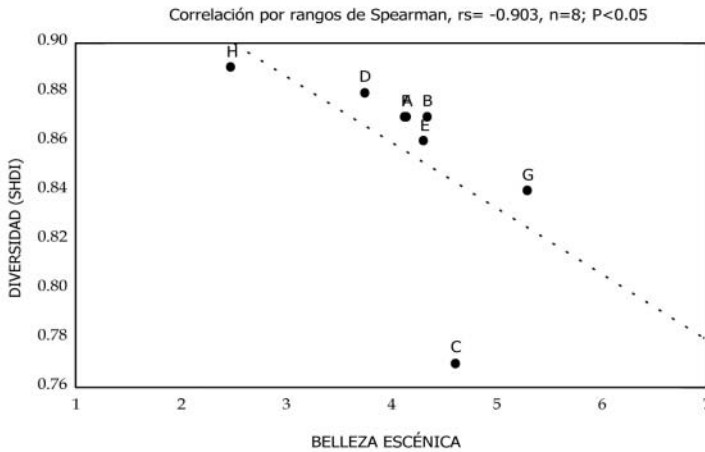
El mapa puede verse en la figura n° 7, donde se observa cómo los sitios que presentan altos valores escénicos en cuanto a su diversidad, es-

tán asociados a la cuenca del río Maipo y afluentes y en lugares específicos del piedemonte. Destacan los escenarios de paisaje encadenados junto al río Maipo como son los entornos naturales cercanos a los poblados de San José de Maipo, Cascada de las Ánimas, entre otros, caracterizados por una alta heterogeneidad asociada a vegetación autóctona de matorral arborescente esclerófilo, estepa andina y algunos sectores agrícolas. Como también, se aprecia otros escenarios en torno al río Colorado preferentemente de matorral arborescente esclerófilo y, en ciertos lugares, con usos agrícolas y estepas andinas, y en las partes altas de la cordillera como el área de El Caletón.

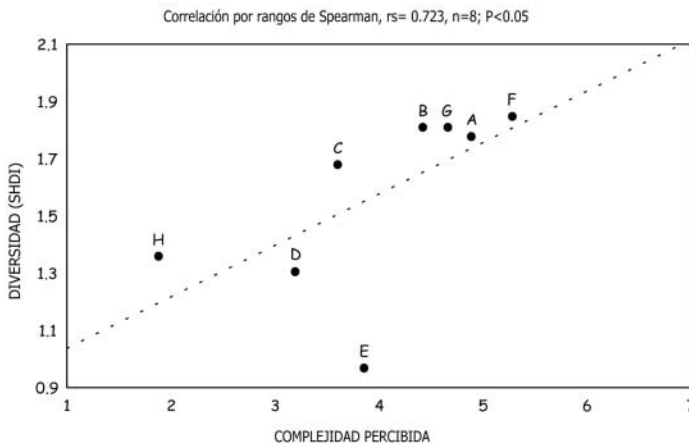
En el piedemonte se reconocen varios lugares asociados preferentemente a las áreas de quebradas. Tenemos lugares como Los Trapenses, caracterizados por una alta heterogeneidad de teselas de praderas anuales, matorrales arborescentes y renovales. De igual forma, en torno a la quebrada de Macul, entre otros, aparecen asociadas a

FIGURA N° 5
RELACIONES ENTRE ÍNDICES DE LA ESTRUCTURA DE LAS FOTOGRAFÍAS Y ATRIBUTOS.

(a) Índice de diversidad (SHDI) de las fotografías traducidas a 256 colores y valor medio de belleza escénica.



(b) Índice de diversidad (SHDI) de las fotografías traducidas a manchas y valor medio de complejidad percibida.



formaciones de matorral arborescente esclerófilo, renovales y algunos pequeños sectores intervenidos con plantaciones forestales.

En resumen, podemos constatar que a partir de un mapa de esta índole, es posible realizar una evaluación rápida de los valores escénicos y, a su vez, distinguir a una escala general un conjunto de lugares con potencialidad de preferencia escénica por su alta diversidad. Ciertamente este tipo de aproximación es congruente cuando es necesaria una evaluación a escala global de un territorio extenso. Los índices paisajísticos son

idóneos en esta primera fase, como en la etapa de más detalle, cuando una vez seleccionadas las áreas potencialmente designables como sitios valiosos, pase a evaluarse los paisajes preseleccionados de forma individualizada.

Discusión

De acuerdo con lo expuesto, cuando la estructura de las imágenes fue considerada, la belleza escénica no mostró ninguna correlación con las imágenes tratadas como manchas, pero sí con las imágenes a 256 colores. La belleza escénica

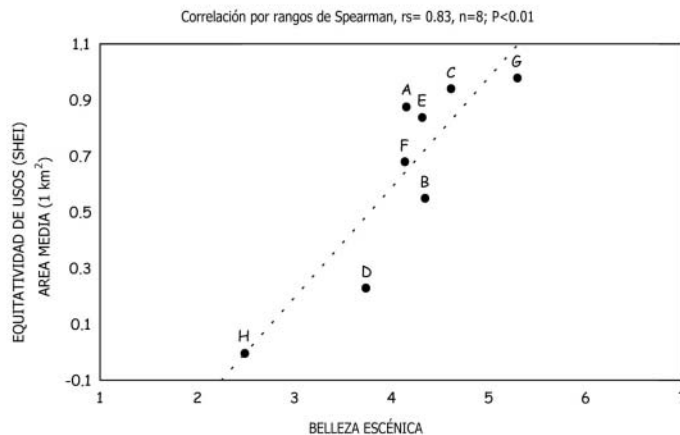
CUADRO N° 4.
COEFICIENTES DE CORRELACIÓN POR RANGOS DE SPEARMAN ENTRE LA PUNTUACIÓN MEDIA DE BELLEZA ESCÉNICA, DIVERSIDAD Y COMPLEJIDAD PERCIBIDA E ÍNDICES DE LA ESTRUCTURA ESPACIAL DEL PAISAJE SEGÚN RANGO DE VISIBILIDAD. EN NEGRITA SE PRESENTAN LAS CORRELACIONES SIGNIFICATIVAS A $P < 0,05$.

Rango de Visibilidad	Clave	Índice	Belleza Escénica	Diversidad percibida	Complejidad percibida
	NP	N° parches	0,300	0,701	0,776
	DFLD	Dimensión Fractal	0,415	0,708	0,708
0,25 Km ²	SHDI	Diversidad	0,293	0,708	0,805
	SHEI	Equitatividad	0,233	0,675	0,872
	IJI	Dispersión	0,094	0,546	0,405
	CONT	Contagio	0,512	0,268	0,537
	NP	N° parches	0,025	0,614	0,761
	DFLD	Dimensión fractal	0,357	0,762	0,738
1 Km ²	SHDI	Diversidad	0,595	0,786	0,762
	SHEI	Equitatividad	0,970	0,503	0,431
	IJI	Dispersión	0,551	0,503	0,431
	CONT	Contagio	0,048	0,143	0,190
	NP	N° parches	0,073	0,415	0,293
	DFLD	Dimensión Fractal	-0,108	0,216	0,383
25 Km ²	SHDI	Diversidad	-0,048	0,476	0,357
	SHEI	Equitatividad	0,238	0,143	0,095
	IJI	Dispersión	0,107	-0,321	-0,679
	CONT	Contagio	-0,095	-0,119	-0,095

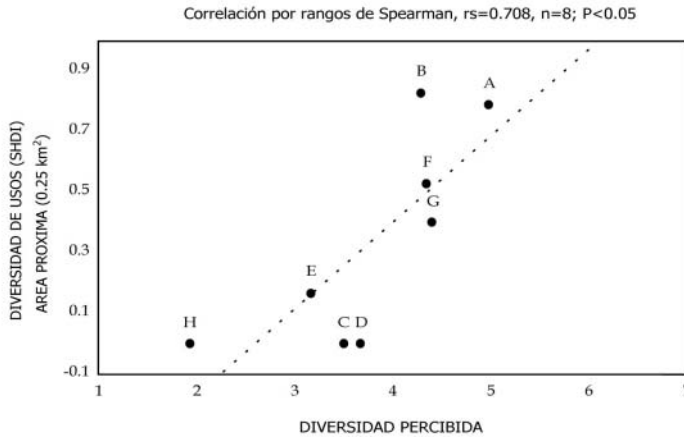
Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 6
RELACIONES ENTRE ÍNDICES DE LA ESTRUCTURA ESPACIAL DEL PAISAJE Y ATRIBUTOS

(a) Índice de equitatividad de usos (SHEI) en un área media (1 km²) y valor medio de belleza escénica.



(b) Índice de diversidad de usos (SHDI) en un área próxima (0.25 km²) y valor medio de diversidad percibida.



aparece correlacionada con una baja diversidad y equitatividad en colores, lo que sugiere que las imágenes con demasiados colores diferentes y no mostrando a ningún patrón evidente puedan causar valores bajos de belleza. Considerando la estructura del paisaje, la mayor belleza escénica fue observada en paisajes con una alta equitatividad espacial (paisajes con una mezcla de usos diferentes en un área aproximadamente igual, proporcionando así variedad). Esto coincide con Palmer (2004), quien ha documentado la contribución positiva de los usos dominantes en la preferencia de paisaje. Hunziker y Kienast (1999) también han encontrado que los índices de diversidad y equitatividad son convenientes para expresar la belleza escénica de un paisaje.

Los resultados presentes muestran que aunque la diversidad de paisaje tenga una influencia positiva sobre las preferencias (Francès, 1968; Palmer, 1994) esto no es una relación lineal. Para percibir un alto valor escénico, un cierto orden global tiene que ser descubierto; esto ha sido reconocido como un factor significativo en la evaluación de la belleza escénica del paisaje (Staats *et al.*, 1997).

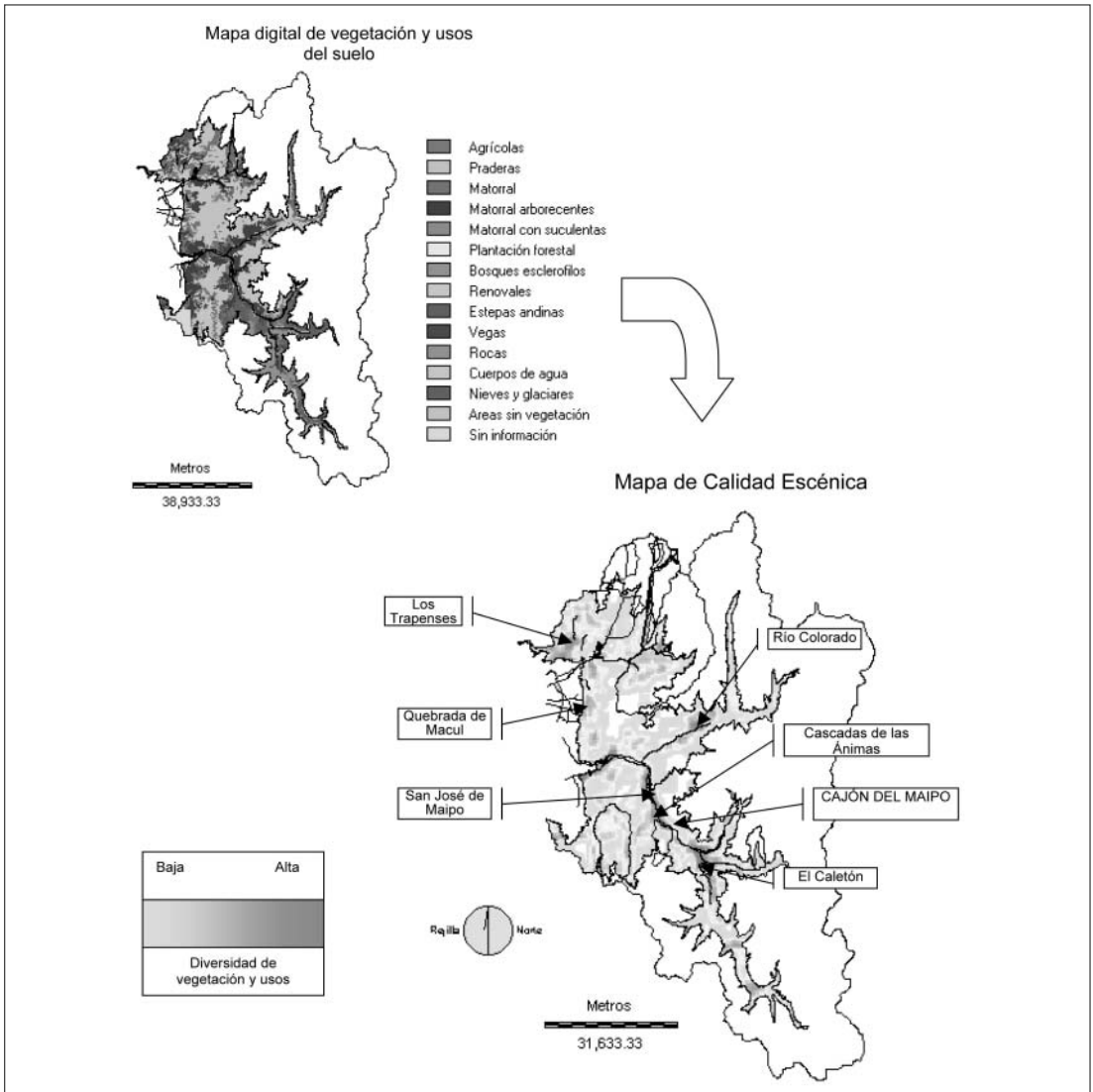
Un paisaje agradable requiere un número limitado de elementos o colores presentes (Peterson, 1974), y debe haber la posibilidad de reducir el contenido de la información del paisaje por la detección de redundancia y la presencia de regularidades latentes.

Las escenas en las cuales la diversidad y complejidad percibida fue más valorada eran aquellos paisajes más heterogéneos, tanto en términos de la estructura del paisaje como de la imagen. En lo que concierne a la estructura del paisaje, esta heterogeneidad es debida a un alto número de usos diferentes, de formas irregulares y uniformemente distribuidas. Estos paisajes estuvieron en correspondencia con imágenes con un alto número de elementos muy esparcidos visualmente.

Estos resultados sugieren que la diversidad y complejidad percibida comprende una inspección, identificación e interpretación del paisaje en una sola dimensión (Purcell y Lambs, 1998). Mientras tanto, la belleza escénica, comprende a una evaluación global o multidimensional de paisaje (Bernáldez, 1985). Por lo tanto, un paisaje es un sistema en el cual todos los componentes estructural y funcionalmente están relacionados. En consecuencia, el valor de un paisaje no es simplemente la suma de la apreciación de sus partes; también depende de su contexto. En cada lugar hay un conjunto de relaciones mutuas entre los aspectos biofísicos y su calidad percibida.

En resumen, la calidad escénica está relacionada fuertemente con la heterogeneidad visual y espacial del paisaje, pero con algunas salvedades. Una alta diversidad espacial y visual y la igualdad de elementos en el paisaje, requiere un cierto orden que permita que la escena pueda ser entendida. Una alta diversidad visual debe ser contrape-

FIGURA N° 7
EVALUACIÓN DE LOS VALORES ESCÉNICOS DE UN SECTOR DEL PAISAJE PRECORDILLERO
ANDINO DE LA CUENCA DE SANTIAGO DE CHILE¹.



sada con una alta diversidad y equitatividad cromática, no excediendo ciertos límites.

Otro importante resultado es que las relaciones entre los atributos de preferencias y la estructura del paisaje se dan en rangos inmediatos e intermedios (0,25 y 1km²). Los pixeles cerca del terreno probablemente tienen una influencia más alta sobre la vista que los pixeles del fondo. Esto

es debido probablemente al alto potencial para el observador de discriminar entre los usos diferentes en el primer plano, comparado con el fondo (Bishop *et al.*, 2001). Esto apoya la idea que la percepción del paisaje ocurre en el entorno inmediato al observador, debido a la necesidad de interpretar las características más sutiles del ambiente (Herzog y Shier, 2000).

¹ Mapa de vegetación y usos del suelo de 16 clases y mapa de calidad escénica obtenido con un SIG en función de la diversidad de usos (índice de Shannon): los lugares con alto valor de diversidad podrían corresponder con sitios de alto valor escénico. Máxima diversidad de vegetación y usos del suelo: 1.19.

Conclusiones

Los análisis ponen de manifiesto que las preferencias pueden ser interpretadas a través de índices de estructura paisajística, como son los índices de diversidad y de equitatividad.

En particular, los resultados muestran que la heterogeneidad es una propiedad emergente en el valor escénico, y se otorga a aquellos paisajes que son visualmente atractivos en cuanto a su diversidad y que a su vez, presentan una estructura con un cierto orden. Esto es coincidente con los resultados de la mayoría de investigaciones realizadas al respecto, donde un paisaje heterogéneo, sin pizca de armonía, nunca resulta agradable al observador (Lynch, 1960). Esto sugiere que en la calidad escénica (o visual) subyace la necesidad de los observadores de percibir cierta dosis de diversidad, de orden, de legibilidad por la eficacia funcional del paisaje.

La situación aquí descrita posee un cierto interés desde la perspectiva de la gestión del paisaje precordillerano. La creciente afluencia de visitantes, requiere criterios de gestión aplicados a recrear paisajes naturalizados acordes con las expectativas del público. Por ejemplo, se podría manipular los elementos, las formas, las dimensiones y el carácter de ciertas áreas con aptitud de uso recreativo, produciendo un paisaje abierto, pero con vegetación dispersa, para proporcionar un sentimiento de bienestar y una mayor estimulación de las cualidades sensibles del lugar en virtud de las necesidades requeridas por los usuarios. De esta forma, una organización coherente y legible de claves sensoriales precisas confiere al observador una fuerte sensación emotiva de agrado con el paisaje visitado (Lynch, 1960).

Por otro parte, el ensayo metodológico de producir un mapa de calidad visual del paisaje en SIG, supone un intento de avanzar para efectos de evaluación y diagnóstico rápido del territorio, que involucren propósitos de ordenación o de planificación del paisaje. La evaluación sistemática de un área del paisaje precordillerano andino de la cuenca de Santiago es un primer paso hacia la consideración de indicadores ecológicos de la dimensión visual del paisaje, y su visualización a gran escala. Así, destaca el

índice de diversidad de Shannon, de amplio uso en la ecología del paisaje, pero además, por la ventaja de su disponibilidad, su fácil comprensión y su carácter integrador.

Finalmente, por delante quedan futuros trabajos que permitan seguir profundizando en las relaciones entre la expresión perceptiva del paisaje y la estructura y funcionamiento subyacente. Algunos estudios sugieren relaciones entre calidad escénica y estado de conservación del paisaje (Bell, 2001). Reflexionando sobre lo anterior, cabe preguntarse cómo influye la modificación, transformación o alteración del paisaje precordillerano en la población, sean éstos negativos o positivos, y cabe prever, por tanto, un cambio en el aprecio o calidad escénica de los paisajes resultantes.

Es un hecho que hoy en día una correcta planificación del paisaje pasa por una evaluación participativa que recoja las necesidades y aspiraciones del conjunto de la sociedad (Luz, 2000). El conocimiento del agrado que despierta el paisaje ofrece muchas oportunidades a la gestión para mejorar los criterios de actuación en los espacios naturales. Como se ve, comprender las relaciones entre la calidad percibida y el funcionamiento del paisaje, podrían permitir crear nuevas formas o modelos de conservación basados en el entendimiento del valor como recurso de los espacios visuales y ecológicos que conforman el paisaje precordillerano andino de la cuenca de Santiago.

Bibliografía

AOKI, Y. Review article: trends in the study of the psychological evaluation of landscape. *Landscape Research*, 1999, n° 4(1), p. 85-94.

APPLETON, J. *The experience of landscape*. Londres: John Wiley and Sons, 1975.

ARMESTO, J.; VILLAGRÁN, C. y KALIN, M. *Ecología de los Bosques Nativos de Chile*. Editorial Universitaria, 1996.

BALDWIN, J.; FISHER, P.; WOOD, J. and LANGFORD, M. Modelling environmental cognition of the view with GIS. In *Proceedings, Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modelling*.

Santa Fe, NM, January 21-26, 1996. Santa Barbara, CA: National Center for Geographic Information and Analysis. CD.

BELL, S. Landscape pattern, perception and visualisation in the visual management of forests. *Landscape and Urban Planning*, 2001, nº 54, p. 201-211.

BERLYNE, D. *Conflict, arousal and curiosity*. Nueva York: McGraw-Hill, 1960.

BERNÁLDEZ, F. *Invitación a la Ecología Humana. La adaptación afectiva al entorno*. Madrid: Tecnos, 1985.

BISHOP, I.; WHERRETT, J. and MILLER, D. Assessment of patch choices on a country walk using a virtual environment. *Landscape and Urban Planning*, 2001, nº 52, p. 225-237.

BISHOP, I. Comparing regression and neural net based approaches to modelling of scenic beauty. *Landscape and Urban Planning*, 1996, nº 30, p. 59-70.

BISQUERRA, R. *Métodos de investigación educativa. Guía práctica*. Barcelona: CEAC, 1989.

DE LA FUENTE, G. *Análisis de Escenarios Paisajísticos y Medidas de Calidad Escénica. Estudio de Casos: La sierra de Guadarrama (Madrid, España) y La precordillera andina (Santiago, Chile)*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid, 2002.

CHUVIECO, E. Empleo de imágenes de satélite para medir la estructura del paisaje: análisis cuantitativo y representación cartográfica. *Serie Geográfica*, 1996, nº 6, p. 131-147.

DANIEL, T. Wither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century. *Landscape and Urban Planning*, 2001, nº 56, p. 267-281.

DE LUCIO, J.V. y GÓMEZ-LIMÓN, J. Percepción de la Diversidad Paisajística. En PINEDA, F., DE MIGUEL, J.; CASADO, M. y MONTALVO, F. *La Diversidad Biológica de España*. Madrid: Pearson Educación S.A, 2002, p. 101-110.

DEARDEN, P. Consensus and a theoretical framework for landscape evaluation. *Journal Environmental Management*, 1987, nº 34, p. 267-278.

EASTMAN, R. *IDRISI: A GRID Based Geographic Analysis System*. Worcester: Clark University, 1997.

FRANCES, R. *Psychologie de l'art et de l'esthétique*. Paris: Presses Universitaires de France, 1968.

FRANCO, D.; DE FRANCO, D.; MANNINO, I. and ZANETTO, G. The impact of agroforestry networks on scenic beauty estimation: The role of a landscape ecological network on a socio-cultural process. *Landscape and Urban Planning*, 2003, nº 62, p. 119-138.

FUENTES, E. *¿Qué futuro tienen nuestros bosques? Hacia la gestión sustentable del paisaje del centro y sur de Chile*. 1º Ed. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile, 1994.

GILES, J. and TRANI, M. Key elements of landscape pattern measures. *Environmental Management*, 1999, nº 23(4), p. 477-481.

GOSBTER, P. and CHENOWETH, R. The dimensions of aesthetic preference: a quantitative analysis. *Journal Environment Management*, 1989, nº 29, p. 47-72.

HAGERHALL, C.; PURCELL, T. and TAYLOR, R. Fractal dimension of landscape silhouette outlines as a predictor of landscape preference. *Journal of Environmental Psychology*, 2004, nº 24, p. 247-255.

HAGERHALL, C. Consensus in landscape preference judgements. *Journal of Environmental Psychology*, 2001, nº 21, p. 83-92.

HERZOG, F. and SHIER, R. Complexity, age and building preference. *Environment Behaviour*, 2000, nº 32 (4), p. 557-575.

HUNZIKER, M. and KIENAST, F. Impacts of changing agricultural activities on scenic beauty – a prototype of an automated rapid assessment

technique. *Landscape Ecology*, 1999, nº 14, p. 161-176.

KAPLAN, R., KAPLAN, S. and RYAN, R. *With people in mind: design and management of everyday nature*. Washington: Island Press, 1998.

KAPLAN S. and KAPLAN R. *Cognition and environment: functioning in an uncertain world*. Nueva York: Praeger, 1982.

LOTHIAN, A. Landscape and the philosophy of aesthetics: is landscape quality inherent in the landscape or in the eye of the beholder? *Landscape and Urban Planning*, 1999, nº 44, p. 177-198.

LUZ, F. Participatory landscape ecology: A basis for acceptance and implementation. *Landscape and Urban Planning*, 2000, nº 50, p. 157-166.

LYNCH, K. *The Image of the City*. Cambridge: MIT Press, 1960.

MARGALEF, R. *Teoría de los sistemas ecológicos*. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona, 1991.

MCGARIGAL, K. and MARKS, B.J. FRAGSTATS. *Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. General Technical Report PNW-GTR-351, USDA Forest Service, 1995.

NASSAUER, J. The appearance of ecological systems as a matter of policy. *Landscape Ecology*, 1992, nº 6(4), p. 239-250.

ORIAN, G. An ecological and evolutionary approach to landscape aesthetics. In Penning-Rowsell, E. y Lowenthal, D. *Landscape meanings and values*. Londres: Allen and Unwin, 1986, p. 3-5.

PALMA, H. Medición en fotografías aéreas usando fractales. *Quebracho*, 1999, nº 7, p. 61-66.

PETERSON, G. Evaluating the quality of the wilderness environment. *Environment Behaviour*, 1974, nº 6, p. 169 - 193.

PALMER, J. Using spatial metrics to predict scenic perception in a changing landscape: Dennis, Massachusetts. *Landscape and Urban Planning*, 2004, nº 69, p. 201-218.

PALMER, J. Stability of landscape perceptions in the face of landscape change. *Landscape and Urban Planning*, 1997, nº 37, p. 109-113.

PURCELL, T.; PERON, E. and BERTO, R. Why do preference differ between scene types? *Environment Behaviour*, 2001, nº 33 (1), p. 93-106.

PURCELL, T. and LAMB, R. Preference and naturalness: An ecological approach. *Landscape Urban Planning*, 1998, nº 42, p. 57-66.

SALDAÑA, J.; PUERTO, A. y GARCÍA, J. *El paisaje. Un estudio ecológico de su diversidad en ecosistemas salmantinos*. Salamanca: Diputación de Salamanca, 1986.

SCOTT, A. Assessing public perception of landscape: The LANDMAP experience. *Landscape Research*, 2002, nº 27(3), p. 271-295.

STAATS, H.; GATERSLEBEN, B. and HARTIG, T. Change in mood as a function of environmental design arousal and pleasure on a simulated forest hike. *Journal Environmental Psychology*, 1997, nº 17, p. 283-300.

STAMPS, A. A paradigm for distinguishing significant from nosignificant visual impacts: theory implementation, case histories. *Environmental Impact Assessment Rev*, 1997, nº 17, p. 249-293.

STEINITZ, C. Toward a sustainable landscape with high visual preference and high ecological integrity: the Loop road in Acadia National Park, U.S.A. *Landscape and Urban Planning*, 1990, nº 19, p. 213-250.

WIENS, J. Landscape mosaics and ecological theory. En HANSSON, L.; FAHRIG, L. and MERRIAM, G. *Mosaics Landscape and Ecological Processes*. Londres: Chapman and Hall, 1995, p. 110-126.

WILSON, E. *Biophilia*. Harvard: Harvard University Press, 1984.

ZUBE, E. Perceived land use patterns and landscape values. *Landscape Ecology*, 1987, nº 1(1), p. 37-45.