

Actas del V Coloquio de Geografía Cuantitativa  
Universidad de Zaragoza  
1992, Zaragoza

## **CUANTIFICACION DE AREAS VERDES DE LA REGION METROPOLITANA DE SANTIAGO DE CHILE MEDIANTE TECNICAS DE PERCEPCION REMOTA Y SIG.**

**Roberto CASTRO  
Carlos PATTILLO**

*Programa de Percepción Remota  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
Casilla 306 Santiago 22 Chile*

### **RESUMEN**

Se presentan los resultados obtenidos en la cuantificación y evaluación de áreas verdes en la región metropolitana de Santiago de Chile, realizada en el año 1991, con técnicas de procesamiento digital de imágenes y sistemas de información geográficos.

El área de estudio corresponde a la totalidad de una escena SPOT, en base a la cual y mediante análisis espacial en SIG vectorial se obtienen índices de vigor y densidad de las cubiertas vegetales por comunas y por habitante, clasificándose las comunas de acuerdo a la deficiencia de vegetación que presentaban y comparando las superficies de vegetación por comuna y habitante de acuerdo a índices internacionales.

### **INTRODUCCION**

En los últimos años se ha venido expresando en forma creciente la idea de frenar la expansión de la capital Santiago hacia suelos de capacidad de uso agrícola o hacia los piedmont de los cerros aledaños, economizándose así, los altos costos de infraestructura que este fenómeno conlleva.

En parte, producto de lo anterior, se presiona por convertir las áreas verdes planificadas como tal, en suelo construible, lo que estaría configurando una gradual disminución de áreas recreacionales y alteraciones ambientales.

Desde el punto de vista cuantitativo la evaluación de las áreas verdes se ha centrado en el manejo de estándares. Estos espacios desde un concepto ambientalista de la ciudad, han sido considerados en relación a la población que ésta contiene, criterio ciertamente complejo y discutido (Gross, 1980), pero que representa una medida comparativa adecuada para establecer criterios de acción.

El objetivo de esta comunicación es entonces presentar los aspectos metodológicos y resultados obtenidos en la evaluación y cuantificación de las áreas verdes de la región metropolitana. Trabajo que forma parte del proyecto de "Diagnostico de la biomasa en la intercomuna de Santiago", impulsado por la Intendencia de la Región Metropolitana y desarrollado por el Programa de Percepción Remota de la P. Universidad Católica de Chile.

## **2. Area de Estudio.**

El área de estudio comprende la zona de 60 x 60 Km. que abarca la imagen de satélite SPOT órbita 672 fila 417-0.

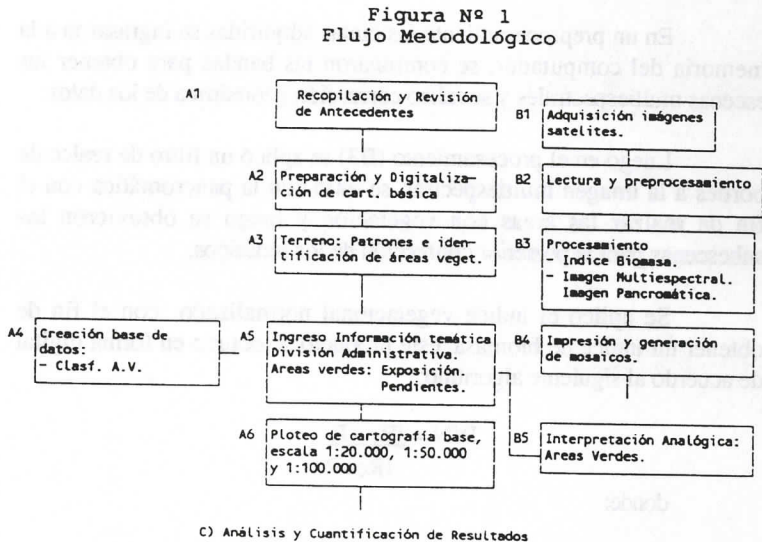
La ubicación geográfica se encuentra entre los 33°07' y 33°42' L.S; y entre los 70°27' y 71°09' L.O.

Se incluyen en estos límites las provincias de Chacabuco (\*), Santiago, Talagante, Cordillera y Maipo con las siguientes comunas: Santiago, La Florida, Las Condes, Providencia, Ñuñoa, Pudahuel(\*), San Bernardo, Puente Alto, Cerro Navia, Pedro Aguirre Cerda, Macul, La Reina, Peñalolén, Renca, San Miguel, San Joaquín, Conchalí, Estación Central, La Cisterna, La Granja, La Pintana, Lo Prado, Maipú, Quilicura, Quinta Normal, San Ramón, Independencia, Huechuraba, Recoleta, El Bosque, Lo Espejo, Cerrillos, Lo Barnechea.

### 3. Material y Método.

La metodología del proyecto consistió básicamente en la aplicación combinada de Percepción Remota Satelital y Sistemas de Información Geográficos, considerando una etapa de recopilación y revisión de antecedentes sobre la temática planteada y sobre el área de estudio e incluyendo las respectivas verificaciones y toma de datos de terreno.

El desarrollo metodológico secuencial se expresa en la Fig. N° 1, de una manera simplificada.



#### 3.1 Recopilación y manejo de la información en el Sistema de Información Geográfico.

Se recopiló la cartografía topográfica del Instituto Geográfico Militar (IGM), escala 1:25.000 y 1:50.000 cartografía del Instituto

Nacional de Estadísticas (INE) escala 1:5.000, actualizadas y los planos reguladores de las comunas del área metropolitana.(A1)

La creación de la base de datos en el SIG consistió en definir los atributos y formato de los Items que se manejarían en las tablas alfa numéricas (PAT) y AAT) de la base de datos relacional INFO.

Se consideraron los datos poblacionales por comuna y distrito y los atributos con que se clasificaron las áreas verdes (B5), todas las cuales fueron digitadas mediante terminales alfa-numéricos.(A5)

### 3.2 Percepción Remota.

En un preprocesamiento las cintas adquiridas se ingrasaron a la memoria del computador, se combinaron las bandas para obtener las escenas multiespectrales y se realizo corrección geométrica de los datos.

Luego en el procesamiento (B3) se aplicó un filtro de realce de bordes a la imagen multiespectral, se unió con la pancromática con el fin de realzar las áreas con vegetación y luego se obtuvieron las subescenas para la posterior confección de los mosaicos.

Se aplico el índice vegetacional normalizado con el fin de obtener un índice de biomasa, este producto se obtuvo en forma digital de acuerdo al siguiente algoritmo:

$$IVN = \frac{IRc - R}{IRc + R}$$

donde:

IVN = Índice Vegetacional Normalizado.

IRc = Banda espectral del infrarrojo cercano.

R = Banda espectral de rojo.

Se discriminaron tres categorías de biomasa. La primera corresponde a la expresada principalmente por vegetación arbórea, viñas y huertos frutales, toda vegetación con alto porcentaje de cobertura de copa (mayor a 75%) y con alto índice de vigor.



La segunda comprende vegetación de menor cobertura de copa, con predominancia de cultivos agrícolas anuales, pastos naturales y artificiales y vegetación arbórea con una alta mezcla de construcciones y calles y la última categoría de escasa a nula vegetación.

La primera categoría (máxima biomasa) se le asignó el color verde, a la segunda el color amarillo y a la tercera el color morado.

La imagen resultante (escala 1:100.000), se interpretó analógicamente, clasificando áreas homogéneas de acuerdo a la siguiente clave:

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
1	Biomasa máxima, con 75 a 100% de cobertura, color verde homogéneo.
2	Alto valor de biomasa en combinación con valores medios en menor porcentaje. Cobertura vegetal de 75 a 100%. Color verde-amarillo.
3	Valor de biomasa medio en combinación con valores altos con 75 a 100% cobertura. Color amarillo-verde.
4	Valor de biomasa medio con 75 a 100% cobertura. Color amarillo.
5	Valor de biomasa medio con 50-75% de cobertura. Color amarillo y en menor proporción morado.
6	Valor de biomasa medio, con cobertura de 25 a 50%. Color amarillo con predominancia de morado.
7	Valor biomasa medio, con cobertura de 5 a 25%. Color amarillo y alta predominancia del morado.

8 Con escasa a nula biomasa. Color morado.

El mapa resultante fue ingresado al SIG (A5).

El paso siguiente fue realizar mosaicos (B4) de la totalidad del área de estudio a partir de subescenas obtenidas en pancromático y color infrarrojo convencional, las que fueron unidas, apoyándose en los rasgos comunes y en las marcas de control obtenidas en forma digital. Obteniéndose como resultados dos mosaicos para la totalidad del área a escala 1:50.000 y 1:25.000.

A escala 1:25.000 se separaron todos los polígonos con vegetación identificando la proporción sin cubierta, de esta forma se marcaron plazas, parques, bandejones, estadios, clubes, etc.

A nivel del casco urbano se identificaron cinco niveles de densidades de áreas vegetacionales según la siguiente clave:

Código	Descripción
1	Area con alta predominancia vegetacional (75 a 100%), color rojo predominante, en forma regular.
2	Areas con predominancia vegetacional, densidad entre 50 a 755. Color rojo y en menor proporción cyan.
4	Areas con coberturas baja 5 a 25% de densidad. Color rojo con predominancia (más del 60%) de color cyan.
5	Areas con escasa a nula cobertura de 0 a 5%. Color cyan predominante y escasa o nula presencia de color rojo.

Las clasificaciones resultantes fueron ingresadas al SIG (A5)

### 3.3. Análisis y cuantificación de resultados (C).

El primer mapa elaborado (Nº 1) muestra un índice de biomasa o vigor de la vegetación existente por comuna obtenido mediante la intersección en el SIG del mapa del índice vegetacional normalizado y el de división comunal, obteniéndose en forma ponderada el índice comunal

De igual forma se obtuvo un índice ponderado de densidad de cobertura vegetacional por comunas para confirmar el anterior y obtener el resultado final.

Con las subescenas realizadas, visitas de terreno e información auxiliar se confeccionaron las tablas de áreas verdes correspondientes a plazas, bandejones, parques y otras áreas significativas, cuantificando la superficie con vegetación y la disponibilidad de sitios eriazos o zonas no habilitadas, pero disponibles para los fines de área verde.

De esta forma se analizaron las comunas de acuerdo a los índices internacionales de área verde por habitantes.

## 4. Resultados y análisis

De acuerdo a lo señalado en la metodología el primer resultado, que indica el vigor vegetacional por comuna se expresa en las tablas Nº 1 y Nº 2.

El índice vegetacional normalizado resulto expresado e 8 categorías, siendo la 1 la que indica mayor presencia vegetacional.

El resultado por comuna se expresa en un índice ponderado (IP), según la siguiente expresión: ( ver mapa "INDICE DE BIOMASA O VIGOR PONDERADO POR COMUNAS")

$$IP = \frac{\text{Sup} \times \text{Fac}}{\text{Sup Com.}}$$

Donde: IP = Índice Ponderado.

Sup = Superficie del índice en hectárea.

Fac = Factor de Ponderación. Valor de 0 a 7, siendo el cero asignado al índice 8.

Sup Com = Superficie urbana total de la comuna

A partir de este resultado se ordenaron las comunas por orden de prioridad de necesidad de cobertura vegetal (IPV), según los siguientes rangos de IP.:

#### Categorías asignadas a comunas:

- 1) Comunas deficientes  $IP < 1,9$ .
- 2) Comunas con déficit regular  $2,5 > IP > 1,9$ .
- 3) Comunas sin déficit  $IP > 2,5$ .

De la tabla Nº 2 se desprende que en una categoría de deficiencia vegetal se encuentran las siguientes comunas (por orden de prioridad): L Espejo, San Ramón, Pedro Aguirre Cerda, Santiago, San Joaquín, Lo Prado, La Pintana, Estacion Central, Independencia, Cerro Navia, Renca, Recoleta, Quinta Normal Pudahuel, San Miguel, Cerrillos, La Cisterna, La Granja, El Bosque, Maipú, y Conchalí. En general todas se ubican en el sector centro y poniente del casco urbano del Gran Santiago

Las comunas de Cerro Navia y Renca poseen un índice similar, diferenciándose levemente la primera. Igual situación presentan las comunas de Recoleta y Quinta Normal, en cuyo caso reviste mayor gravedad Quinta Normal por ser de carácter "mediterráneo", lo que implica la posibilidad solo de mejorar al interior de la propia trama urbana, en igual situación se encuentran las siguientes comunas: San Ramón, Pedro Aguirre Cerda, Santiago, San Joaquín, Independencia Quinta Normal, San Miguel La Cisterna, y la granja.

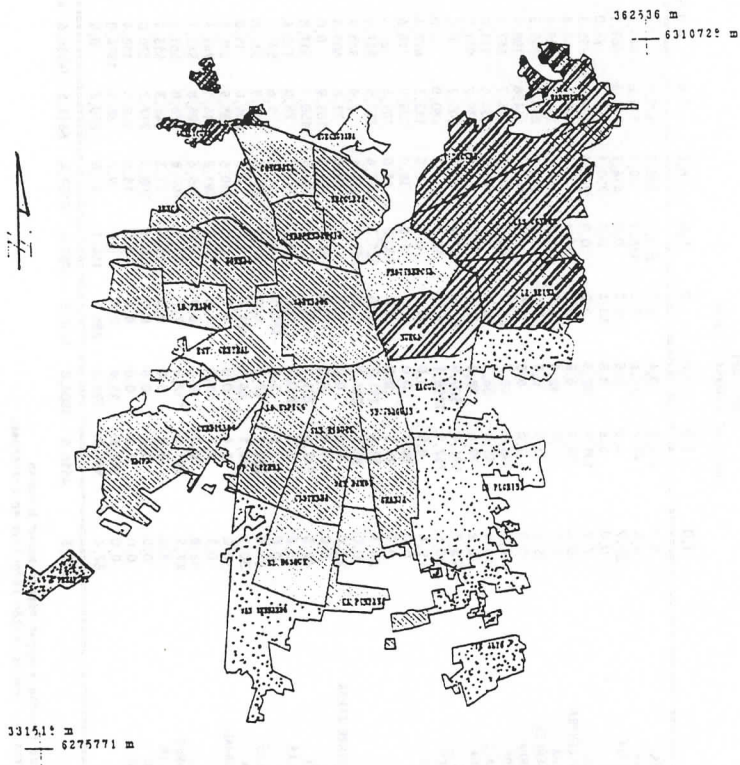


INDICE DE BIOMASA O VIGOR  
TABLA Nº1

COMUNAS	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0 SUP. COM.
BARNECHEA	3,7	612,2	0,4	0,0	276,1	106,7	129,1	0,0
CERRILLOS	8,4	41,2	61,6	0,0	118,1	330,5	515,8	1520,1
CERRO NAVIA	22,9	0,0	0,0	0,0	0,0	26,3	465,1	931,0
CONCHALI	0,0	0,6	0,0	30,4	0,0	790,1	193,7	74,0
EL BOSQUE	7,9	191,9	22,3	0,0	0,0	366,4	139,4	695,5
ESTACION CENTRAL	10,8	18,9	0,0	0,0	26,8	405,6	120,4	748,8
HUECHURABA	0,0	115,9	32,4	6,9	13,3	188,8	146,1	29,5
INDEPENDENCIA	15,4	23,5	0,0	0,0	0,0	112,1	230,2	345,2
LA CISTERNA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	664,0	144,6	198,4
LA FLORIDA	12,2	296,9	45,7	27,0	740,2	700,2	495,7	2985,7
LA GRANJA	56,6	45,5	26,3	0,0	0,0	163,4	351,1	351,0
LA PINTANA	20,2	79,6	78,0	0,5	0,0	3,8	39,2	981,5
LA REINA	373,7	526,9	509,9	27,4	67,9	89,7	205,7	0,0
LAS CONDES	80,5	757,1	1158,1	785,1	36,8	232,3	480,0	0,0
LO ESPEJO	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	182,5	0,0
LO PRADO	0,0	38,1	0,0	0,0	1,8	36,9	205,9	378,6
MACUL	0,0	29,5	0,0	0,0	700,8	18,0	305,8	224,5
MAPU	24,3	31,6	111,2	0,0	121,3	1027,6	357,5	517,1
NONOA	0,0	88,5	293,7	0,0	651,5	456,1	7,6	183,5
PEDRO AGUIRRE CERDA	22,8	0,0	0,0	0,0	51,5	46,1	71,6	605,3
PEÑALOR	0,0	119,0	0,0	0,0	88,8	63,3	163,6	415,0
PEÑALOÉN	46,3	147,6	201,1	0,1	72,0	360,5	150,7	417,8
PROVIDENCIA	73,8	8,3	569,7	0,0	148,5	234,4	78,0	138,4
PUENTE ALTO	0,0	17,5	3,6	181,1	1,2	0,0	1,6	506,0
PODANUEL	24,6	239,0	47,8	0,0	81,6	79,3	204,0	337,8
QUILLICURA	30,9	84,1	66,1	21,2	1,5	2,3	0,3	15,0
QUINTA NORMAL	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	630,6	83,5	475,3
RECOLETA	0,1	2,7	53,9	34,6	51,2	491,2	16,1	745,3
RENCA	12,8	0,0	8,6	0,0	0,0	565,6	26,8	542,1
SAN BERNARDO	47,5	291,4	112,0	7,7	35,1	707,8	478,0	581,3
SAN JOAQUIN	3,0	0,0	0,0	0,0	38,6	31,3	346,5	513,4
SAN MIGUEL	0,0	0,0	0,0	0,0	236,1	108,3	237,7	370,0
SAN RAMON	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,4	159,0	132,4
SANTIAGO	0,0	242,6	11,9	0,0	0,0	9,7	68,9	1974,0
VITACURA	67,4	564,0	396,6	288,4	144,1	41,8	250,2	0,0
TOTAL	975,3	4616,6	3806,0	1410,5	3765,6	10192,4	6613,5	14536,6

\* El índice expresa a mayor número menor biomasa  
\* Las cifras por comunas están referidas en hectáreas.

# INDICE DE BIOMASA O VIGOR PONDERADO POR COMUNAS







<p>LEYENDA</p>	<p>Escala 1 : 200.000</p>	<p>Nov 1991</p>
<p>  DEFICIENTE   REGULAR   ACEPTABLE                 </p>	<p>Fuente : Imagen Spot, Dic 1990 Terreno</p> <p>Programa de Percepcion Remota y Sistema de Informacion Geografico</p>	

TABLA Nº 2  
 ÍNDICE BIOMASA O VIGOR

COMUNAS	CALIDAD	I. P.
BARNECHEA	ACEPTABLE	4,30
CERRILLOS	DEFICIENTE	1,40
CERRO NAVIA	DEFICIENTE	1,70
CONCHALI	DEFICIENTE	1,70
EL BOSQUE	DEFICIENTE	1,50
ESTACION CENTRAL	DEFICIENTE	0,90
MUECHURABA	ACEPTABLE	2,70
INDEPENDENCIA	DEFICIENTE	1,00
LA CISTERNA	DEFICIENTE	1,50
LA FLORIDA	REGULAR	2,10
LA GRANJA	DEFICIENTE	1,50
LA PINTANA	DEFICIENTE	0,90
LA REINA	ACEPTABLE	5,00
LAS CONDES	ACEPTABLE	4,30
LO ESPEJO	DEFICIENTE	0,30
LO PRADO	DEFICIENTE	0,60
MACUL	REGULAR	2,10
MAIPU	DEFICIENTE	1,70
MONCA	ACEPTABLE	2,90
PEDRO AGUIRRE CERDA	DEFICIENTE	2,90
PENALOR	REGULAR	2,40
PENALOEN	REGULAR	3,50
PROVIDENCIA	ACEPTABLE	1,20
PUDAHUEL	DEFICIENTE	2,10
PUENTE ALTO	REGULAR	0,60
QUILICURA	ACEPTABLE	3,20
QUINTA NORMAL	DEFICIENTE	1,10
RECOLETA	DEFICIENTE	1,10
RENCA	DEFICIENTE	1,10
SAN BERNARDO	REGULAR	2,10
SAN JOAQUIN	DEFICIENTE	0,70
SAN MIGUEL	DEFICIENTE	1,20
SAN RAMON	DEFICIENTE	0,60
SANTIAGO	DEFICIENTE	0,70
VITACURA	ACEPTABLE	4,40

Clasificadas como regular, en orden de índice de menos deficiente a más, se obtuvieron las comunas de : Macul, San Bernardo, La florida, y Puente Ato.

Estas comunas se ubican en el sector sur -oriente y a excepción de Macul son de carácter limítrofe, lo que las hace con mayor potencialidad de disponibilidad vegetal para la población.

En la categoría de aceptables, es decir sin déficit se tiene a Huechuraba, Ñuñoa, Peñafior, Quilicura, Providencia, Las Condes, Lo Barnechea, Vitacura, La Reina.

Este grupo se ubica en el sector nor-oriental, excepto Quilicura y Peñafior, concuerdan, con las mismas excepciones con los sectores sociales de mayor ingreso económico.

Para comprobar y ajustar los resultados presentados a partir del índice vegetal normalizado, se realizó a partir del mapa de áreas verdes obtenido por interpretación visual de la imagen satelital (ver punto N° 4.2), un nuevo índice por comuna denominado "Índice Ponderado de Densidad de Cobertura" (IPc), que corresponde a la siguiente expresión :

$$IPc = \frac{Sup * Fac}{Sup Com.}$$

donde:

Sup = Superficie del índice por hectárea

Fac = Factor de ponderación de 1 a 5, siendo el 1 de menor densidad.

Sup Com. = Superficie comunal urbana.



El índice se categorizó de acuerdo a los siguientes rangos:

IPc	Categoría
0 - 1.84	Deficiente
184 - 2.46	Regular
2.46 - 5.0	Aceptable

De acuerdo a lo anterior se obtuvo la clasificación de las comunas que se muestra en la Tabla N° 3 de la cual se desprende que para la categoría de deficiente se confirman las comunas obtenidas con el índice vegetacional normalizado, exceptuando la comuna de Maipú que obtiene la categoría de regular, esto se explica dado que se encontraba en el límite de ambas categorías y dada las características de la comuna se pasa a regular, situación similar pero inversa pasa con Conchalí, la cual queda como deficitaria.

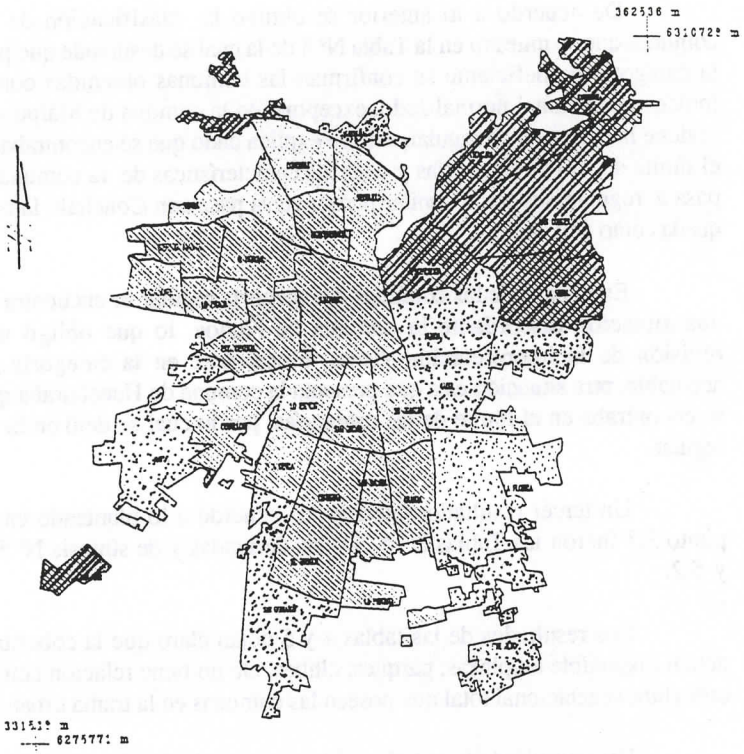
En el caso de las comunas de categoría regular se encuentra en una situación discordante la comuna de Ñuñoa, lo que obligó una revisión de la interpretación visual, ubicándose en la categoría de aceptable, otra situación es a que presenta la comuna de Huechuraba que se encontraba en el límite de las categorías, por lo cual se dejó en la de regular.

Un tercer resultado obtenido, de acuerdo a lo planteado en el punto 3.3 fueron las Tablas N° 4, 5 y las derivadas y de síntesis N° 5.1 y 5.2.

Los resultados de las tablas 4 y 5 dejan claro que la cobertura actual disponible en plazas, parques, clubes, etc no tiene relación con la cobertura vegetacional total que poseen las comunas en la trama urbana.

Un ejemplo de lo anterior es la comuna de Santiago que en el índice vegetacional se ubica en el rango de deficiente aparece en estas tablas con una alta superficie vegetacional, lo que indica a nuestro juicio una concentración significativa en los parques metropolitanos y plazas y una mala distribución de ella en toda la trama urbana.

# INDICE PONDERADO DE DENSIDAD DE COBERTURA POR COMUNAS







<p>LEYENDA</p>	<p>Escala 1 : 200.000</p>	<p>Nov 1991</p>
<p>  DEFICIENTE   REGULAR   ACEPTABLE                 </p>	<p>Fuente : Imagen Spot, Dic 1990 Terreno</p> <p>Programa de Percepcion Remota y Sistema de Informacion Geografico</p>	

TABLA No 3  
INDICE DE DENSIDAD DE COBERTURA

COMUNAS/INDICES	1	2	3	4	5	Sup. Com	IPC	CALIDAD
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)		
BARNECHEA	0,00	442,70	0,00	665,50	0,00	11720,20	3,22	ACEPTABLE
CERREJILLOS	800,00	204,10	479,70	56,50	0,00	1570,10	1,84	DEFICIENTE
CERRO NAVIA	864,50	45,20	41,50	0,00	0,00	951,00	1,14	DEFICIENTE
CONCHALI	953,00	96,80	0,00	25,70	11,80	1086,80	1,20	DEFICIENTE
EL BOSQUE	1177,20	39,40	206,80	0,00	0,00	1423,40	1,52	DEFICIENTE
ESTACION CENTRAL	1100,10	218,50	0,20	4,50	8,00	1351,30	1,20	DEFICIENTE
MAJOMARABA	180,40	165,70	70,90	115,90	0,00	532,90	2,23	REGULAR
INDEPENDENCIA	405,70	120,70	0,00	0,00	0,00	726,40	1,17	DEFICIENTE
LA CISTERNA	920,50	76,90	2,50	0,00	0,00	1007,70	1,08	DEFICIENTE
LA FLORIDA	822,20	753,30	990,80	41,10	358,50	2965,70	2,46	REGULAR
LA GRANJA	668,70	77,80	205,90	14,10	32,50	994,00	1,66	DEFICIENTE
LA PIRAMIA	1017,90	5,00	0,00	180,00	0,00	1202,90	1,45	DEFICIENTE
LA REINA	226,40	919,00	4,10	565,00	86,80	1801,50	2,65	ACEPTABLE
LAS CONDES	275,50	692,90	1865,40	568,40	117,70	3549,90	2,89	ACEPTABLE
LO ESPEJO	769,70	79,80	0,00	0,00	0,00	869,50	1,09	DEFICIENTE
LO PRADO	426,50	147,50	86,70	0,80	0,00	661,50	1,49	DEFICIENTE
MAJUL	201,70	814,60	260,60	0,00	1,70	1278,60	2,05	REGULAR
MAJULU	637,10	494,90	1009,30	22,70	21,70	2196,70	2,22	REGULAR
NUMA	327,40	1011,60	0,00	340,80	1,10	1660,90	2,21	REGULAR
PEDRO AGUIAR (CERCA)	746,20	6,40	59,50	0,00	0,00	612,10	1,15	DEFICIENTE
PERALLOS	66,90	96,00	151,60	59,90	36,40	615,00	2,77	ACEPTABLE
PERRUCITA	476,50	505,90	114,80	281,90	17,20	1596,10	2,18	REGULAR
PROVIDENCIA	296,00	38,20	663,60	185,50	79,10	1522,20	2,72	ACEPTABLE
PUDANUEL	532,50	42,40	121,50	16,80	0,00	713,00	1,47	DEFICIENTE
PUEBLO ALTO	670,50	479,50	217,60	242,50	80,90	1690,40	2,16	REGULAR
QUILICURA	56,70	99,50	0,00	98,00	171,10	425,10	3,54	ACEPTABLE
QUINTA NORMAL	1113,50	76,50	0,00	0,00	0,00	1190,00	1,07	DEFICIENTE
RECOLETA	1175,20	160,60	55,20	2,20	0,00	1593,20	1,20	DEFICIENTE
RENCA	692,90	240,70	2,50	0,00	0,00	1155,90	1,22	DEFICIENTE
SAN BERNARDO	1064,10	150,10	774,00	194,60	98,00	2262,80	2,17	REGULAR
SAN JOAQUIN	406,10	518,80	67,80	0,00	0,00	992,70	1,66	DEFICIENTE
SAN RIGUEL	656,70	225,70	29,70	0,00	0,00	952,10	1,50	DEFICIENTE
SAN RAMON	172,20	155,60	0,00	0,00	0,00	507,80	1,44	DEFICIENTE
SANTIAGO	1864,20	265,90	43,40	0,00	113,60	2307,10	1,35	DEFICIENTE
VITACURA	2,00	152,50	815,60	716,50	66,50	1772,50	3,40	ACEPTABLE
TOTAL	22239,70	9563,90	8340,80	4417,60	1316,40	45916,40		

\* Los índices (1 a 5) expresan orden ascendente una mejor densidad vegetal.  
\* Las cifras por comuna están referidas a hectáreas.

IPC: Índice Ponderado de Cobertura

$$IPC = \frac{Sup. \times Fac}{Sup. \times Com}$$

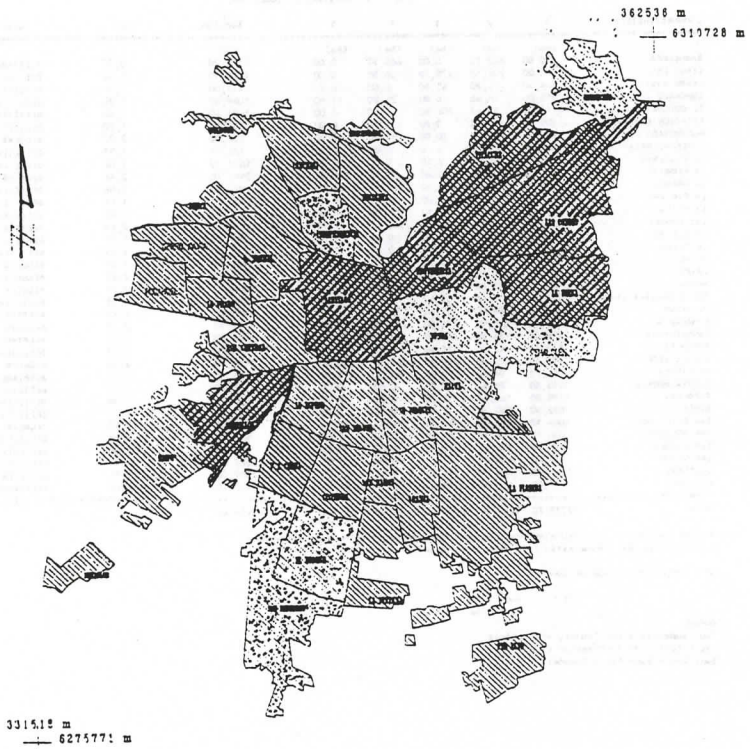
donde:

Sup.: Superficie por índice, en hectáreas.

Fac.: Factor de Ponderación (1 a 5)

Sup. Com.: Superficie Comunal.

# COEFICIENTE ACTUAL DE AREAS VERDES POR COMUNAS Y HABITANTES







LEYENDA	Escala 1 : 200.000	Nov 1991
<p>  DEFICIENTE   REGULAR   ACEPTABLE                 </p>	<p>                     Fuente : Imagen Spot, Dic 1990                      Terreno                      Programa de Percepcion Remota y                      Sistema de Informacion Grafico                 </p>	



TABLA # 4  
AREAS DE VEGETACION Y SITIOS ERIZAZOS

COMUNAS	SUP. (ha)	SUP. C.V (m2)	SUP. S.V (m2)	ZA. VERDES	XINCR. POT.
BARNECHEA	1128,20	143519,50	0,00	1,27	0,00
CERRILLOS	1520,10	677406,00	1232860,20	4,46	8,11
CERRO NAVIA	931,00	96107,70	0,00	1,03	0,00
CONCHALI	1088,80	68629,30	157475,00	0,63	1,45
EL BOSQUE	1423,40	1070546,30	251388,50	7,52	1,77
ESTACION CENTRAL	1331,30	276573,00	160033,00	2,08	1,20
FLORIDA	2985,70	742992,40	3308031,00	2,49	11,08
HUECHURABA	532,90	4261,80	0,00	0,08	0,00
INDEPENDENCIA	726,40	568620,00	7740,00	7,83	0,11
LA CISTERNA	1007,70	72618,80	119179,20	0,72	1,18
LA GRANJA	994,00	511606,80	148521,70	5,15	1,49
LA PINTANA	1202,90	33586,30	421185,30	0,28	3,50
LA REINA	1801,30	1920091,30	1143171,80	10,66	6,35
LAS CONDES	3549,90	2666606,30	1495577,20	7,58	4,21
LO ESPEJO	869,50	393222,50	233310,00	4,52	2,68
LO PRADO	661,30	91185,00	6620,00	1,38	0,10
MACUL	1278,60	365076,30	131309,30	2,86	1,03
MAIPU	2190,70	444127,60	235452,70	2,06	1,07
MUNOA	1680,90	853266,60	152217,40	5,08	0,91
PEDRO AGUIRRE CERDA	812,10	369016,70	217097,90	4,54	2,67
PENAFLOR	415,00	9562,50	7306,20	0,23	0,18
PENALOLEN	1396,10	1041475,80	212724,80	7,46	1,52
PROVINCIA	1262,20	1297029,70	8185,30	10,28	0,06
PUDAHUEL	713,00	52229,20	35673,00	0,73	0,50
PUENTE ALTO	1690,40	114379,70	103683,20	0,68	0,61
QUILICURA	425,10	17395,00	0,00	0,41	0,00
QUINTA NORMAL	1191,80	270244,00	126518,00	2,27	1,06
RECOLETA	1397,20	766147,20	18632,00	5,53	0,13
RENCA	1135,90	73546,00	80739,00	0,65	0,71
SAN BERNARDO	2260,80	621593,00	1157389,30	2,75	5,12
SAN JOAQUIN	992,70	72938,00	53808,40	0,73	0,54
SAN MIGUEL	952,10	259174,90	62658,00	2,72	0,66
SAN RAMON	307,80	32501,40	0,00	1,06	0,00
SANTIAGO	2307,10	2328925,00	275895,00	10,09	1,20
VITACURA	1752,50	1251793,50	903860,90	7,14	5,16
TOTAL	45916,40	19577995,10	12468243,30	4,26	2,72

\* Los porcentajes de áreas verdes y de incremento potencial están referidos a la superficie comunal. (SUP), 1era. Columna.

INDICE DE AREA VEGETACIONAL POR HABITANTE  
TABLA # 5

COMUNAS	SUP. CV(m <sup>2</sup> )	SUP. SV(m <sup>2</sup> )	POB. URBANA (P HAB)	COEF. ACTUAL (m <sup>2</sup> /hab)	COEF. POTENCIAL (m <sup>2</sup> /hab)	POTENCIAL SUP. COMUNAL (ha)
BARNECHEA	143519,50	0,00	22681,00	6,33	0,00	1128,20
CERRILLOS	677406,00	1232860,20	67013,00	10,11	18,40	1520,10
CERRO NAVIA	96107,70	0,00	13777,00	0,70	0,00	931,00
CONCHALI	68629,30	157475,00	13784,00	0,75	1,00	1088,80
EL BOSQUE	1070546,30	251388,50	17918,00	7,45	1,75	1423,40
ESTACION CENTRAL	276573,00	160331,00	142918,00	1,87	1,08	1331,30
FLORIDA	742992,40	330803,00	19181,00	3,87	17,25	2985,70
HUICHURABA	4261,80	7740,00	86724,00	0,08	0,00	532,90
INDEPENDENCIA	566620,00	119179,20	95963,00	6,56	0,09	726,40
LA CISTERNA	72618,80	148521,70	109168,00	4,69	1,24	1007,70
LA GRAHJA	511686,30	421185,30	73575,00	0,66	1,36	994,00
LA PINTANA	33586,30	1163171,80	80452,00	23,87	5,72	1202,90
LA REINA	1920794,30	1496577,20	175355,00	15,17	8,51	1801,30
LAS CONDES	242464,30	233310,00	124462,00	3,16	1,87	869,50
LO ESPEJO	391185,00	6620,00	103575,00	0,88	0,06	661,30
LO PRADO	365076,30	131309,30	113100,00	3,23	1,16	1278,60
MAIPU	853266,60	152217,40	168919,00	5,05	2,20	2190,70
MONDA	369016,70	217097,90	145207,00	2,54	1,50	812,10
PEDRO A. CERDA	9562,50	7306,20	36497,00	0,26	0,20	415,00
PENAFLORES	1041675,80	212724,80	135043,00	7,71	1,58	1396,10
PENALLEN	1297029,70	8185,30	115449,00	11,23	0,07	1262,20
PIDUEHUECA	52229,20	35673,00	93582,00	0,56	0,38	713,00
PUENTE ALTO	114379,70	103683,20	110153,00	1,04	0,94	1690,40
QUILICUBA	17395,00	0,00	20229,00	0,86	0,00	625,10
QUINTA NORMAL	270244,00	126518,00	128989,00	2,10	0,98	1191,80
RECOLETA	766147,20	18632,00	164292,00	4,66	0,11	1397,20
RENKA	73546,00	80739,00	93393,00	0,79	0,66	1135,90
SAN BERNARDO	621593,00	1157389,30	117187,00	5,30	9,88	2260,50
SAN JOAQUIN	72936,00	53808,40	123904,00	0,59	0,43	692,70
SAN MIGUEL	259174,90	62658,00	88784,00	2,92	0,70	307,80
SAN RAMON	32501,40	0,00	99410,00	0,33	0,00	10,00
SANTIAGO	2328925,00	275895,00	236687,00	10,81	1,19	2307,10
SANTIAGO	1251793,50	903860,90	72038,00	17,38	12,55	1752,50
TOTAL	19577995,10	12468243,30	3938826,00	4,97	3,17	45916,40

- La población urbana corresponde al censo de 1982 (INE)

- Coefic. Actual es la división de SUP. CV/rob. Urbana, que es el área verde habitada.

- Coefic. Potencial es la división SUP. SV/rob. Urbana

- Los valores 4,97 y 3,17 son promedios obtenidos de la división de los totales.

TABLA # 5.1  
COEFICIENTE ACTUAL DE AREA VERDE  
POR HABITANTE

COMUNAS	COEFIC. ACTUAL (m <sup>2</sup> /hab)	CATEGORIA
EARNECHEA	6,33	REGULAR
CERRILLOS	10,11	ACEPTABLE
CERRO NAVIA	0,70	DEFICIENTE
CONCHALI	0,43	DEFICIENTE
EL BOSQUE	7,45	REGULAR
ESTACION CENTRAL	1,87	DEFICIENTE
FLORIDA	3,87	DEFICIENTE
HUCHURABA	0,08	DEFICIENTE
INDEPENDENCIA	6,56	REGULAR
LA CISTERNA	0,76	DEFICIENTE
LA GRANJA	4,69	DEFICIENTE
LA PINTANA	0,46	DEFICIENTE
LA REINA	23,87	ACEPTABLE
LAS CONDES	15,17	ACEPTABLE
LO ESPEJO	3,16	DEFICIENTE
LO PRADO	0,88	DEFICIENTE
MACUL	3,23	DEFICIENTE
MAIPU	4,15	DEFICIENTE
MUNOA	5,05	REGULAR
PEDRO A. CERDA	2,54	DEFICIENTE
PENAFLOR	0,26	DEFICIENTE
PENALOEN	7,71	REGULAR
PROVIDENCIA	11,23	ACEPTABLE
PUDAMUEL	0,56	DEFICIENTE
PUENTE ALTO	1,04	DEFICIENTE
QUILICURA	0,86	DEFICIENTE
QUINTA NORMAL	2,10	DEFICIENTE
RECOLETA	4,66	DEFICIENTE
RENCA	0,79	DEFICIENTE
SAN BERNARDO	5,30	REGULAR
SAN JOAQUIN	0,59	DEFICIENTE
SAN MIGUEL	2,92	DEFICIENTE
SAN RAMON	0,33	DEFICIENTE
SANTIAGO	10,01	ACEPTABLE
VITACURA	17,38	ACEPTABLE
PROMEDIO	6,97	

TABLA # 5.2  
SINTEISIS DE INDICES POR COMUNA

COMUNA	SUP. COM (ha)	POB.:RB.	I. P.	CALIDAD (IP)	IPc	CALIDAD (IPC)	COEF. ACTUAL (oz/hab)	CALIDAD (COEF. ACT.)	COEFIC. POT (oz/hab)
BARNECHA	1128,2	22681,00	4,30	ACEPTABLE	3,22	ACEPTABLE	6,33	REGULAR	0,90
CERRILLOS	1520,1	67013,00	1,40	DEFICIENTE	1,84	DEFICIENTE	10,11	DEFICIENTE	18,40
CERRO NAVIA	931,0	137777,00	1,10	DEFICIENTE	1,14	DEFICIENTE	0,13	DEFICIENTE	0,00
CONCHALI	1088,8	157884,00	1,70	DEFICIENTE	1,20	DEFICIENTE	7,45	DEFICIENTE	1,00
EL BOSQUE	1423,4	143717,00	1,50	DEFICIENTE	1,32	DEFICIENTE	1,87	REGULAR	1,75
ESTACION CENTRAL	1331,3	147918,00	0,90	DEFICIENTE	1,20	DEFICIENTE	3,87	DEFICIENTE	17,25
HUECHURABA	2985,7	191817,00	2,70	ACEPTABLE	2,23	DEFICIENTE	0,08	DEFICIENTE	0,00
INDEPENDENCIA	532,9	34652,00	1,00	DEFICIENTE	1,18	DEFICIENTE	6,56	REGULAR	0,09
LA CISTERNA	726,4	86724,00	1,50	DEFICIENTE	2,68	REGULAR	0,76	DEFICIENTE	1,24
LA FLORIDA	994,0	95863,00	2,10	REGULAR	2,66	REGULAR	4,69	DEFICIENTE	1,36
LA GRANJA	1007,7	109168,00	1,50	DEFICIENTE	1,65	DEFICIENTE	0,46	DEFICIENTE	5,72
LA PINTANA	1202,9	73575,00	0,90	DEFICIENTE	2,65	DEFICIENTE	23,87	ACEPTABLE	14,21
LA REINA	1801,3	80452,00	5,30	ACEPTABLE	2,89	ACEPTABLE	15,17	ACEPTABLE	8,51
LAS COMBES	3549,9	173725,00	4,30	ACEPTABLE	1,09	DEFICIENTE	3,16	DEFICIENTE	1,87
LAS COMBES	869,5	124422,00	0,30	DEFICIENTE	1,49	DEFICIENTE	0,88	DEFICIENTE	0,06
LO ESPEJO	661,3	131375,00	0,80	DEFICIENTE	1,99	DEFICIENTE	3,23	DEFICIENTE	1,16
LO PRADO	1310,0	131102,00	2,10	REGULAR	2,05	REGULAR	4,15	DEFICIENTE	2,20
MAULU	1278,9	104892,00	1,70	DEFICIENTE	2,22	REGULAR	5,05	REGULAR	0,90
MAIPU	2180,9	168919,00	2,90	ACEPTABLE	2,21	REGULAR	2,54	DEFICIENTE	1,50
MUNDA	1812,1	165207,00	2,90	DEFICIENTE	1,15	DEFICIENTE	0,26	DEFICIENTE	0,20
PENALCOL	415,0	36497,00	2,40	ACEPTABLE	2,77	REGULAR	7,71	REGULAR	1,38
PROVIDENCIA	1396,1	135043,00	3,50	REGULAR	2,18	REGULAR	11,23	ACEPTABLE	0,07
PUEBLO ALTO	1262,2	115449,00	1,20	DEFICIENTE	2,77	DEFICIENTE	1,04	DEFICIENTE	0,24
PERRO GUILTERRE CERDA	713,0	93582,00	2,10	DEFICIENTE	1,47	REGULAR	0,56	DEFICIENTE	0,80
PERRO GUILTERRE CERDA	1690,4	110153,00	0,60	REGULAR	2,16	ACEPTABLE	1,04	DEFICIENTE	0,20
QUINTA NORMAL	425,1	20229,00	3,20	ACEPTABLE	3,54	ACEPTABLE	0,86	DEFICIENTE	0,98
QUINTA NORMAL	1191,8	128989,00	1,10	DEFICIENTE	1,07	DEFICIENTE	2,10	DEFICIENTE	0,11
RECOLETA	1397,2	164292,00	1,10	DEFICIENTE	1,22	DEFICIENTE	4,66	DEFICIENTE	0,86
RECOLETA	1135,9	93393,00	1,10	DEFICIENTE	1,22	DEFICIENTE	0,79	DEFICIENTE	0,86
RECOLETA	2260,8	117187,00	2,10	REGULAR	2,17	REGULAR	3,50	REGULAR	9,88
SAN BERNARDO	992,7	123904,00	0,70	DEFICIENTE	1,66	DEFICIENTE	2,92	DEFICIENTE	0,43
SAN JOAQUIN	952,1	88764,00	1,20	DEFICIENTE	1,30	DEFICIENTE	0,33	DEFICIENTE	0,71
SAN MIGUEL	307,8	99410,00	0,60	DEFICIENTE	1,44	DEFICIENTE	10,01	DEFICIENTE	0,00
SAN RAMON	2337,1	232667,00	0,70	DEFICIENTE	1,35	DEFICIENTE	2,00	DEFICIENTE	1,19
SANTIAGO	1752,5	72038,00	4,40	ACEPTABLE	3,40	ACEPTABLE	2,00	ACEPTABLE	12,55
VITACURA									
TOTAL	45916,40	3938026,00					4,97		3,17



El rango de superficie vegetacional obtenido en la tabla N° 4, (4.261,8 m<sup>2</sup> a 2.666.603,3 m<sup>2</sup>) se separo proporcionalmente en tres, asignando al tercio menor (< 891.709,9 m<sup>2</sup>) la categoría de deficiente, al intermedio la categoría de regular y al mayor (> 1.779.158,2), se tiene que 28 de las 34 comunas se ubican en el rango deficiente, 4 en el regular y solo 3 en el aceptable.

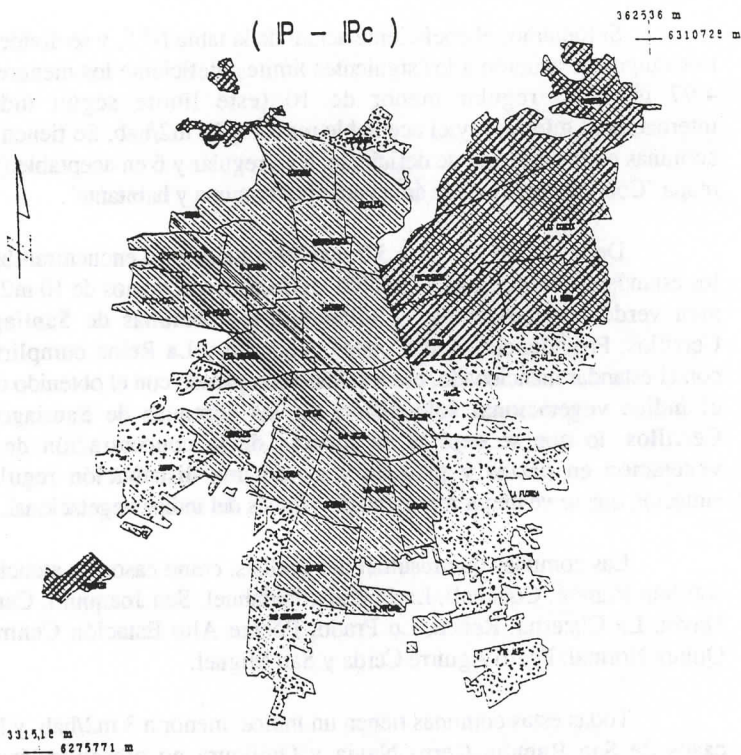
Si tomamos el coeficiente actual de la tabla N° 5, y se divide en tres rangos de acuerdo a los siguientes limites: deficiente los menores a 4,97 m<sup>2</sup>/hab., regular menor de 10 (este límite según índice internacional mínimo), y el aceptable mayor a 10 m<sup>2</sup>/hab. Se tienen 24 comunas en la categoría de deficiente, 5 en regular y 6 en aceptable.(ver mapa "Coeficiente actual de área verde por comuna y habitante").

De las tablas N° 5.1 y 5.2 que 29 comunas se encuentran bajo los estandares internacionales (ONU), es decir tienen menos de 10 m<sup>2</sup> de área verde por habitantes y solamente las comunas de Santiago, Cerrillos, Providencias, Las Condes, Vitacura y La Reina cumplirían con el estandar mencionado, ese resultado comparado con el obtenido con el índice vegetacional solo difiere en las comunas de Santiago y Cerrillos, lo que se explica en función de la concentración de la vegetación en plazas y parques y no en una distribución regular, situación que se ve mejor representada a través del índice vegetacional.

Las comunas que resultan del análisis, como casos de atención son San Ramón, Conchalí, La Pintana, Pudahuel, San Joaquín, Cerro Navia, La Cisterna, Renca, Lo Prado, Puente Alto Estación Central, Quinta Normal, Pedro Aguirre Cerda y San Miguel.

Todas estas comunas tienen un índice menor a 3 m<sup>2</sup>/hab. y los casos de San Ramón, Cerro Navia y Quilicura no presentan áreas potenciales posibles de incorporar, como tampoco las presentan las comunas de Huechuraba, Barnechea, Lo Prado, Independencia, Providencia y Recoleta.

# CATEGORIZACION RESULTANTE DE COBERTURA VEGETAL POR COMUNAS ( IP - IPc )



<b>LEYENDA</b> DEFICIENTE REGULAR ACEPTABLE	Escala 1 : 200.000 Fuente : Imagen Spot, Dic 1990 Terreno	Nov 1991 
	Programa de Percepción Remota y Sistema de Información Geográfica	

## 5. Conclusiones

De la aplicación de las metodologías de IVN obtenido mediante procesamiento digital de imágenes, análisis visual, y modelamiento espacial mediante SIG, con el fin de obtener una categorización de las comunas desde el punto de vista de deficit vegetacional, se concluye la siguiente clasificación de las comunas de la Región Metropolitana en estudio, ordenadas de mayor a menor deficit.

### **Categoría DEFICIENTE:**

Lo Espejo, San Ramón, Pedro Aguirre Cerda, Santiago, San Joaquín, Lo Prado, La Pintana, Estación Central, Independencia, Cerro Navia, Renca, Recoleta, Quinta Normal, Pudahuel, San Miguel, Cerrillos, La Cisterna, La Granja, El Bosque, Conchalí.

### **Categoría REGULAR:**

Maipú, Macul, San Bernardo, La Florida, Puente Alto, Peñalolén, Huechuraba.

### **Categoría ACEPTABLE.**

Ñuñoa, Peñaflo, Quilicura, Providencia, Las Condes, Bamechea, Vitacura, La Reina.

Considerando los resultados obtenidos en las tablas N° 4 , 5 y las de resumen 5.1 y 5.2 se concluye que 29 comunas se encuentran bajo los estandares internacionales de superficie vegetal por habitante, y solo 6 comunas cumplen con dichos índices.

Trece comunas de las treinta y cuatro analizadas se encuentran sobre la media (4,97 m<sup>2</sup>/hab) obtenida para todas las comunas en estudio.

Estos resultados confirman alas comunas de Providencia, Las Condes, Vitacura y La Reina en rango de aceptable y cumpliendo el estándar internacional.

Las comunas catalogadas como deficientes guardan relación con un bajo índice vegetacional por habitante (bajo 4,97 m<sup>2</sup>/hab), son excepción a este grupo las comunas de Santiago, Independencia, Cerrillos, La Granja y el Bosque, todas las cuales se explica por situaciones particulares de concentración de vegetación, lo que no invalida su clasificación final, dada en la primera parte de estas conclusiones.

Finalmente considerando la baja posibilidad de incremento potencial de superficie verde, revisten gravedad las comunas de San Ramón, Pudahuel, Peñaflo, San Joaquín, Renca, Lo Prado, Cerro Navia y San Miguel.



---

**REFERENCIAS**

- Ahumada A.** 1989. "Evaluación y planificación de Aeos Verdes en la comuna de Lo Prado". Memoria para optar al título de geógrafo. Instituto de Geografía. P. Universidad Católica de Chile.
- Benevolo L.** 1977. "Diseño de la ciudad". Ed. G. Gili, Barcelona.
- Pattillo C., Castro R.** 1991 "Texto Guía y Ejercicios En Sistemas de Información Geográficos". P. Universidad Católica de Chile. Programa de Percepción Remota. Santiago. Chile.
- Díaz T.** 1987. "Situación actual de las áreas verdes en el Gran Santiago y su relación con la distribución espacial de la población". P. Universidad Católica de Chile, Instituto de Geografía, Santiago.
- Gross P.** 1980 "Análisis de los componentes de un modelo de gestión ambiental para el área metropolitana de Santiago". CIDU-IPU, D.C. Nº 133. Santiago.
- SERPLAC METROPOLITANA.** 1984, "Datos de áreas verdes", secretaría de estudios y planificación de intendencia, Región Metropolitana.
- Tucker C. J. et al.** 1985. "African Land-Cover Clasification Using Satellite Data Science, N.Y. 227, 369.