

Análisis de imágenes satelitales y aplicación de índices del paisaje en el estudio de espacios verdes de la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe.

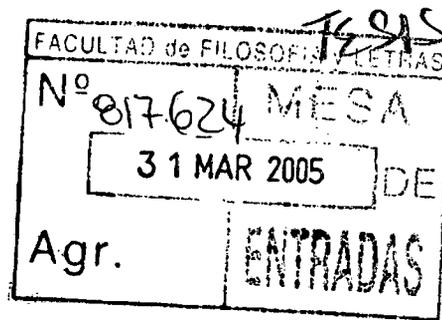
Autor:
Mendoza, Nora E.

Tutor:
Morello, Jorge H.

2005

Tesis presentada con el fin de cumplimentar con los requisitos finales para la obtención del título Licenciatura de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires en Geografía.

Grado



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
CARRERA DE GEOGRAFÍA

TESIS DE GRADO

ANÁLISIS DE IMÁGENES SATELITALES Y APLICACIÓN DE
ÍNDICES DEL PAISAJE EN EL ESTUDIO DE ESPACIOS VERDES DE
LA CIUDAD DE ROSARIO, PROVINCIA DE SANTA FE

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
Dirección de Bibliotecas

Tesista: NORA E. MENDOZA
Director: Dr. JORGE MORELLO

Buenos Aires, Marzo de 2005

1	INTRODUCCIÓN	4
2	ÁREA de ESTUDIO	9
3	OBJETIVOS.....	10
3.1	General:	10
3.2	Particulares:.....	10
4	HIPÓTESIS	11
5	METODOLOGÍA	12
5.1	Interpretación de imágenes satelitales	12
5.1.1	Análisis visual.....	18
5.1.2	Análisis digital	19
5.2	Obtención de índices del paisaje.....	21
5.2.1	Formulación de índices	21
5.3	Control de campo.....	22
6	MARCO TEÓRICO.....	24
6.1	Modelización y aplicación de métodos cuantitativos	24
6.2	La Ecología del Paisaje	29
6.3	Los servicios ambientales o funciones ecológicas.....	39
6.4	El área periurbana	41
7	LA CIUDAD de ROSARIO.....	43
7.1	El paisaje natural.....	43
7.1.1	Vegetación y fauna.....	47
7.1.1.1	Comunidades de exóticas.....	49
7.1.1.2	Riqueza faunística	50
7.2	Un poco de historia: estructuración económica, población y asentamientos.....	52
7.2.1	La planificación del territorio	59
7.2.2	Cambios recientes en los usos de la tierra.....	60
7.3	Estudios realizados desde la Ecología del Paisaje en el área de Rosario.....	62
8	RESULTADOS.....	63
8.1	Aplicación de métodos de análisis espacial	63
8.1.1	Análisis visual de imágenes satelitales.....	63
8.1.2	Análisis digital de imágenes satelitales.....	71
8.1.2.1	Clasificación automática no supervisada general de imágenes satelitales.....	71
8.1.3	Cálculo de índices de paisaje	74
8.2	Salida a Campo	79
8.2.1	Censo N° 1	84
8.2.2	Censo N° 2	85
8.2.3	Censo N° 3	86
8.2.4	Atributos de los elementos del paisaje	88
9	CONCLUSIONES	95
9.1	Nuestra propuesta.....	99
9.2	Grado de verificación de hipótesis.....	106
10	COMENTARIO PARA UN FUTURO CERCANO	107
11	BIBLIOGRAFÍA	109
12	ANEXO	117
12.1	Fotografías tomadas durante la recorrida a campo	118
12.2	Imagen satelital brindada por la CONAE.....	124
12.3	El sensor ETM+	125
12.4	Firmas espectrales.....	125

12.5	Combinaciones de bandas espectrales utilizadas como auxiliares	126
12.6	Clasificaciones automáticas descartadas	129
12.7	Planilla censal.....	132
12.8	Cartograma de distribución de espacios verdes públicos en el Municipio de Rosario	133
12.9	Modelo de la ciudad de América Latina (Griffin y Ford, 1980) aplicado sobre la ciudad de Rosario por M. L. Reñe (1994)	134

1 INTRODUCCIÓN

La ciudad de Rosario en la provincia de Santa Fe, es uno de los pocos casos de nuestro país en que la ciudad más importante en cuanto población y productividad, no coincide con el hecho de ser la capital provincial.

Los siguientes datos nos ayudarán a comprender la importancia de la ciudad que será tema de nuestro análisis:

Rosario cuenta con 908.875 habitantes (INDEC, 1991), concentrando la tercera parte del total de la provincia y el 84 % del total del departamento (Cofer, 2004). Desde el primer registro poblacional existente que se llevó a cabo en 1763 hasta el último relevamiento en 1991, se ha observado un crecimiento constante con fuertes variaciones según las etapas históricas: entre 1947 y 1960 la población creció un 44%; entre 1960 y 1970 un 4%; entre 1970 y 1980 un 14%, al igual que entre 1980 y 1991¹

En cuanto al producto bruto geográfico, Rosario participa con alrededor del 45% de la producción total de la provincia (www.rosario.gov.ar) y se ubica en el grupo selecto de ciudades latinoamericanas que exportan al mercado global productos tradicionales de la región como los alimentarios (complejo aceitero, industria láctea y frigorífica), los de la industria metalmecánica (auto-cosechadoras y tractores), productos y servicios de los agro-negocios de la soja, maíz y girasol (tres de los commodities más importantes del país) Las exportaciones de granos, aceites y subproductos oleaginosos del área Metropolitana de Rosario totalizaron 37.490.065 toneladas en 2001 (Cofer, 2004) También la industria de alta tecnología (software y servicios informáticos) constituye un incipiente negocio en la región. (CoFeR, 2004; Polo Tecnológico Rosario, 2004)

Esta situación sumada a las ventajas que brinda su posición geográfica, su infraestructura y una fuerte decisión política que atraviesa los tres niveles gubernamentales, brinda el marco adecuado para que Rosario se presente como ciudad de referencia para el MERCOSUR y para la conexión bi-oceánica Río Grande (Brasil)-Valparaíso (Chile) (Bolsa de Comercio de Rosario, 1999; Cofer, 2004, Polo

¹ Cálculo propio a partir de los datos obtenidos de la Dirección General de Estadística de la ciudad de Rosario.

Tecnologico Rosario, 2004, www.rosario.gov.ar) lo que seguramente redundará en un mayor crecimiento económico.

Una ciudad con alrededor de un millón de habitantes, que evidentemente cuenta con una excelente base para continuar desarrollando su capacidad productiva gracias a las ventajas naturales y a los recursos humanos, puede ser considerada como un excelente escenario para el desarrollo², pero al mismo tiempo, un crecimiento territorial no planificado puede resultar un riesgo para la calidad de vida de la población.

Las ventajas que brinda un ambiente biofísico sano frente a uno contaminado son evidentes y resulta indispensable que estas ventajas lleguen a todos y cada uno de los habitantes, lo que implica un refuerzo en el cuidado de aquellos espacios donde habita la mayoría de la población: las ciudades.

En ellas, los beneficios que brindan las áreas verdes comprende una amplia gama que se extiende desde los aspectos recreativos y educativos hasta procesos físicos, químicos y ecológicos que permiten la purificación del agua, la producción de oxígeno, la absorción y retención del dióxido de carbono, la generación de microclimas más adecuados para el confort humano, la amortiguación de la fuerza con que cae la lluvia, atenuando de este modo la erosión y asegurando la penetración del agua a capas inferiores del suelo y la recarga de acuíferos, etc.

La variedad e importancia para la salud de las personas de estos servicios ecológicos o funciones ambientales, nos señala la necesidad de preservar las áreas verdes cercanas e insertas en las ciudades.

La revalorización de la naturaleza como factor indispensable para la mejora de la calidad de vida de la población de ciudades, ha sido impulsada sobre todo en ámbitos intelectuales y por Organizaciones No Gubernamentales; pero también se han tomado algunas medidas desde el ámbito gubernamental y más recientemente algunos sectores del área industrial y de servicios ha tomado el tema como uno de los factores a considerar a la hora de tomar decisiones de instalación de casas matrices o filiales.

En toda Sudamérica se observa un impulso de crecimiento relativamente sustentable de las ciudades de tamaño intermedio provocado por inversiones que buscan entre otras

² Se trata del centro de servicios rurales más importante de la Pampa Húmeda. En las distintas épocas ha sido llamada "la capital del núcleo maicero", "zona ROSAFE" (por Rosario de Santa Fe) o capital de la "zona núcleo".

ventajas, las que brinda un conjunto de manchones o parches de vegetación que puedan brindar un ambiente saludable, en obvia oposición a las contaminadas y desequilibradas metrópolis. (Olave et al, 1993; Romero et al, 2002; <http://www.rosario.gov.ar/urbal/castellano/DocBasePrimera.html#7>).

La ciudad de Rosario no queda exenta de esta tendencia. En el año 2000 fue seleccionada por la Comisión Europea para llevar adelante durante tres años la coordinación de una red temática llamada "Gestión y Control de la Urbanización", donde los criterios de "sostenibilidad y de respeto al entorno" son tomados como indispensables para intervenir sobre lo urbano. También se considera la necesidad de preservar las áreas rurales del borde de la ciudad y limitar el crecimiento de ciertos usos urbanos para el mejor funcionamiento de la ciudad (<http://www.rosario.gov.ar/urbal/castellano/DocBasePrimera.html#7>)

Por su parte, el PER (Plan Estratégico Rosario) de 1996 es concebido como una herramienta de gestión de la ciudad para insertarla en el ámbito global sin descuidar la calidad de vida de los ciudadanos. En él se incluye un "Programa ambiental" que entre otras cuestiones, protege el arbolado urbano y los espacios verdes. (<http://www.rosario.gov.ar/per/elper.htm>)

Así mismo, es necesario recordar que la variable ambiental es parte fundamental del concepto de calidad de vida³ y es incorporada tanto en documentos de organismos internacionales (PNUMA, CEPAL) como en nuestra Constitución Nacional que en su artículo 41/1994 proclama el derecho de un ambiente sano para todos los ciudadanos. A ello adhiere la provincia de Santa Fe con las leyes 11.717/1999 y 12.159/2003, agregando los conceptos de ordenamiento y planificación del territorio.

Santa Fe, es también miembro del Pacto Federal Ambiental constituido el 5 de julio de 1993, destinado a ocuparse de la problemática ambiental desde la óptica nacional y regional. (reconoce al Consejo Federal de Medio Ambiente establecido el 31/8/90) El objetivo del Pacto es promover políticas de desarrollo ambientalmente adecuadas en todo el territorio nacional y se compromete a desarrollar una conciencia ambiental,

³ Acerca del concepto "Calidad de vida", tomamos la definición de Olave, D., et. al. (1993) "...involucra la satisfacción de necesidades del ser humano, sus satisfactores tienen una perspectiva espacial y ambiental, lo que significa que para alcanzar la satisfacción de estas se involucra el medio físico natural y humano en un tiempo dado."

implementar acciones en educación, investigación científico-tecnológica, etc. y reconoce que:

“...la preservación, conservación, mejoramiento y recuperación del ambiente, son objetivos de acciones inminentes que han adquirido dramática actualidad, desde el momento en que se ha tomado conciencia de que el desarrollo económico no puede estar desligado de la protección ambiental.”

http://www.medioambiente.gov.ar/mlegal/cofema/pacto_federal.htm

Con este escenario abordamos el fenómeno espacial que nos preocupa: el área periurbana de la ciudad de Rosario. Allí se manifiesta un deterioro creciente de las características naturales del paisaje, como la fragmentación y pérdida de ecosistemas, la decapitación de suelos, la modificación de las geoformas, el rediseño de la red de escurrimiento, la creación de suelos estériles (escombreras) o con sobrecarga orgánica (disposición de residuos domiciliarios), la deposición de compuestos tóxicos, la invasión de leñosas y herbáceas provenientes de jardines, etc.; allí también encontramos una sub-utilización de los recursos (terrenos baldíos sustraídos de la agroproducción por especulación inmobiliaria) y situaciones de riesgo para la vida y la salud de la población (tosqueras inundadas, basurales a cielo abierto, etc.)

Es preciso señalar que simultáneamente a que estos actos agresivos hacia el ambiente son llevados a cabo, el área periurbana recibe la demanda de bienes y servicios ambientales (agua en condiciones de ser potabilizada a precios razonables; renovación del aire; alimentos; espacios para el ocio; un entorno con un aspecto ordenado y limpio, etc.)

Sabemos que cuanto mayor es la población de una ciudad y mayor su complejidad en cuanto funciones urbanas, más presión ejerce sobre el ambiente biogeofísico que la rodea, perjudicando la calidad de vida de los habitantes; por ello resulta más que necesaria la planificación del espacio geográfico para establecer pautas de uso sustentable y un mejor aprovechamiento de recursos, así como también una gestión territorial que asegure la concreción de esas pautas.

Por ello sostenemos que las ciudades y su entorno deben ser analizadas como un conjunto de elementos en interacción; creemos que es necesario abordar el análisis del periurbano rosarino contemplando el estudio de la estructura espacial, es decir el patrón

de distribución de los componentes del paisaje, así como la cobertura y los usos del suelo, de manera de realizar un diagnóstico que contribuya a generar propuestas de planificación del espacio geográfico para establecer un ordenamiento territorial que favorezca la realización de los servicios ecológicos y mitigue los impactos negativos del metabolismo urbano.

Con ese objetivo hemos profundizado en el análisis de imágenes satelitales y en la aplicación de índices del paisaje como herramientas eficientes para el estudio de la distribución de espacios verdes en el área periurbana de la ciudad de Rosario.

2 *ÁREA de ESTUDIO*

Desde el punto de vista del fenómeno urbano y sus bordes, se analizará el periurbano de la ciudad de Rosario, es decir, aquella zona que aún no ha sido demarcada con la tradicional retícula ortogonal urbana (manzanas de 100m x 100m) y que se encuentra dentro de los límites municipales.

La ciudad de Rosario tiene una superficie que varía según la fuente consultada. El INDEC, la calcula en 199 km². en cambio para la Municipalidad de Rosario la superficie del municipio es de 178, 69 km². Sus puntos extremos son los paralelos 32° 52' 18" y 33° 02' 22" Sur y los meridianos 60° 36' 44" y 60° 47' 46" Oeste. Su altura sobre el nivel del mar varía entre los 22,5 y 24,6 metros.

En cuanto a los límites de la ciudad de Rosario, al Este, se ubica el río Paraná; al Norte, las localidades⁴ de Granadero Baigorria e Ibarlucea; al Oeste, las localidades de Funes, Pérez y un pequeño tramo del arroyo Ludueña; al Sur se encuentran las localidades de Soldini, Piñeiro, Villa Gobernador Gálvez y un tramo del arroyo Saladillo que también actúa como límite.

La ciudad de Rosario, en cuanto a su situación con respecto al Área Metropolitana del Gran Rosario, se encuentra en el centro de la región constituida por Rosario, Villa Gobernador Gálvez, San Lorenzo, Pérez, Capitán Bermúdez, Granadero Baigorria, Fray Luis Beltrán, Funes y Puerto General San Martín

(Programa de Descentralización y Modernización Municipal Secretaría General,
Municipalidad de Rosario,
http://www.rosario.gov.ar/sitio/caracteristicas/geografica1.jsp?nivel=Caract&ult=C_1)

⁴ La provincia se divide en departamentos y estos en distritos. Dentro de estos, los que tienen más de 10.000 habitantes, poseen categoría administrativa de municipio y aquellos con menos de 10.000 son Comunas o localidades. (Buzai y Baxendale, 2001)

3 OBJETIVOS

3.1 General:

Analizar el área periurbana de una ciudad de tamaño intermedio de la Pampa Ondulada con el fin de establecer el estado de la estructura del paisaje en los sectores sin amanzanamiento urbano. Para ello se utilizarán las herramientas que brinda la Geografía Cuantitativa y la Ecología del Paisaje.

3.2 Particulares:

El área periurbana puede ser estudiada como un mosaico de parches con diferentes coberturas (zonas totalmente edificada, zonas con vegetación, áreas cubiertas de agua, etc) (Collins, et al; 2000). A partir de la configuración del área periurbana de Rosario, perseguiremos los siguientes objetivos:

- Identificar los elementos del paisaje (matriz, corredor y parche) en el periurbano del municipio de Rosario, provincia de Santa Fe.
- Identificar las coberturas y los usos de la tierra en dicha área de estudio.
- Analizar y relacionar las coberturas y usos con los elementos del paisaje.
- Analizar el estado de fragmentación del paisaje periurbano de Rosario.
- Analizar la posibilidad de establecer un “corredor verde” en el área periurbana, teniendo en cuenta los resultados obtenidos al identificar coberturas, usos y tipos de elementos presentes en el área y la posibilidad de conectarlos con los existentes dentro de la trama urbana.
- Calcular la superficie de espacio verde por habitante.

- Teniendo en cuenta el modelo de estructura interna para ciudades latinoamericanas de Griffin y Ford (1980) que ha sido aplicado a la ciudad de Rosario (Reñé, 1994), se identificará la distribución de los espacios verdes con respecto a los anillos y sectores de dicho modelo.
- Producir la cartografía correspondiente a los objetivos precedentes.

4 HIPÓTESIS

La actual forma de desarrollo de las ciudades, que no es dependiente de la proximidad y continuidad espacial, provoca una fragmentación de los espacios verdes que dificulta la conservación de hábitats, flora y fauna, en detrimento de la calidad de vida de los habitantes de las urbes.

La falta de planificación teniendo en cuenta el funcionamiento y estructura de los ecosistemas locales y la falta de control sobre el uso de la tierra en el periurbano, provoca la degradación de ecosistemas naturales y seminaturales, consecuentemente, la cobertura predominante no es la adecuada para la realización de funciones ecológicas.

Debido a que el periurbano es tratado como tierra vacante para ser ocupada por usos urbanos, los espacios verdes del paisaje tienen bordes predominantemente rectos, característicos de la grilla hispano-romana de diseño de ciudades, lo que afecta el desarrollo de los procesos ecológicos, dado que los bordes de manchones de ecosistemas naturales son predominantemente festoneados o convolutos.

5 METODOLOGÍA

Nuestro trabajo se realizó mediante el análisis de fuentes de información primarias (imagen satelital digital, datos estadísticos, etc.), secundarias (cartas topográficas, planos, imágenes satelitales impresas, fuentes bibliográficas diversas, etc) y control de terreno con confección de censos sencillos para el relevamiento de la cobertura y uso de manchas de paisaje preseleccionadas del área de estudio.

5.1 Interpretación de imágenes satelitales

La imagen satelital utilizada, fue provista por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE). Sus características son: *lat -33.10-long -59.55 Landsat 7 ETM+ Path/Row 226/083, adquisición 13 de febrero de 2001, nivel de procesamiento 4XP (ver ANEXO)*

Dado que la superficie que abarca la imagen satelital original (ver ANEXO) es mucho mayor que la requerida para nuestro estudio, se identificó el área de interés y se realizaron los recortes pertinentes. Estos se realizaron sobre las bandas 1; 2 y 3 (correspondientes al espectro visible) y 4; 5 y 7 (correspondientes al infra-rojo cercano y medio) Estas bandas del espectro electromagnético son las que permiten realizar la mejor interpretación para el análisis de coberturas y usos de la tierra.

Esta tarea fue realizada con el programa "PCI". Luego, estos recortes se exportaron al programa "Idrisi 32" de procesamiento digital de imágenes y S.I.G para realizar la composiciones multiespectrales, clasificaciones automáticas, obtener índices, etc.

El primer paso dentro del procesamiento digital consistió en un "realce de imagen" mediante el mejoramiento del contraste ya que en su formato original las bandas presentan un contraste bajo que visualmente no permite apreciar las variaciones entre las diferentes cubiertas de la superficie terrestre. (ver figura 1)

Los histogramas de frecuencia de las bandas nos permiten observar como en el formato original, (ver figura 2) la mayoría de los píxeles están agrupados en valores medios de

gris, lo que provoca el escaso contraste entre coberturas de la tierra. A partir del aumento de contraste, los píxeles se encuentran distribuidos en una gama mucho más amplia de grises, permitiendo que los objetos y coberturas de la superficie terrestre se distingan claramente (ver figuras 3 y 4)

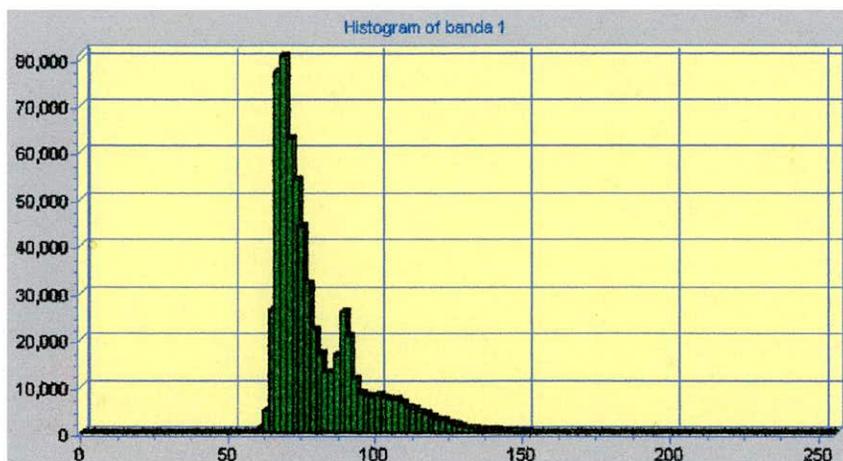
El eje horizontal del histograma representa los niveles de reflectancia de los píxeles de la imagen satelital según el tipo de cobertura del suelo y el eje vertical muestra la cantidad de píxeles para cada valor de gris. La gama se extiende desde 0 (negro) a 255 (blanco)⁵.

⁵ Este rango representa la radiación electromagnética de la superficie terrestre que capta el sensor satelital convirtiéndolo en un rango de valores numéricos enteros que habitualmente está comprendido entre 0 y 255 el (Idrisi 32; 1997)

Figura 1
ROSARIO Y ALREDEDORES.
BANDA 1 Original



Figura 2
HISTOGRAMA CORRESPONDIENTE A LA FIGURA 1

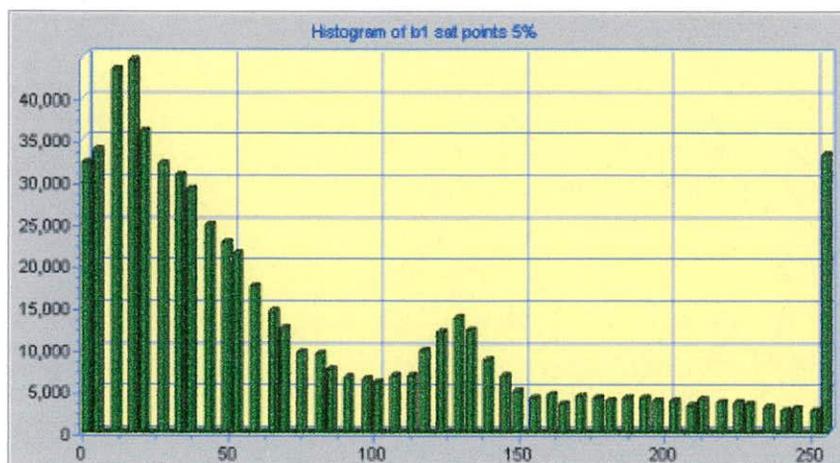


Para la imagen con realce de contraste (figura 3), realizamos un estiramiento lineal con 5% de saturación, lo que genera un nuevo mínimo y máximo obtenidos de los datos originales (este nuevo valor mínimo, es mayor que el original y el nuevo máximo es menor al original) Los valores que sean mayores al nuevo máximo se asignarán al último valor de la gama de grises (blanco) y todos los valores que estén por debajo del nuevo mínimo, se asignarán al primer valor de dicha gama (negro). Con el 5% de saturación se especifica el porcentaje de píxeles que se asignan a las “colas” de la escala.

Figura 3
ROSARIO Y ALREDEDORES.
BANDA I Estiramientos lineal con 5% de saturación



Figura 4
HISTOGRAMA CORRESPONDIENTE A LA FIGURA 3



El siguiente paso fue la “composición de imágenes” que consiste en la combinación de tres bandas espectrales, a las que también se les realiza un aumento de contraste.

La posibilidad de componer imágenes multispectrales es una de las ventajas que brinda este tipo de información, ya que al ubicar un filtro de color primario sobre cada banda, se destaca con mayor claridad los diferentes componentes de la superficie terrestre (vegetación, suelo desnudo, agua, etc.) según el tipo reflectancia de los mismos.

Para nuestro trabajo se realizaron diversas composiciones de bandas que nos permitieron comparar y determinar las coberturas y usos de la tierra.

Ellas son:

Composición *Natural* (ver *RESULTADOS*, Mapa N° 9), producto de la combinación de las bandas 1; 2; 3 sobre los filtros azul; verde; rojo⁶. Su ventaja radica en que la imagen resultante es de apariencia similar a lo que percibe nuestra vista debido a que estas bandas corresponden al sector visible del espectro electromagnético. Por ello la asociación color-tipo de cobertura se realiza rápidamente.

Composición *Falso Color Compuesto Estándar* o *FCCS* (ver *RESULTADOS*, Mapa N° 1). Su nombre se debe a que al incorporar los infra-rojos, que el ojo humano no percibe, se distorsionan los colores naturales. En este caso el orden de las bandas sobre los filtros de color es 2;3;4. se aprecian claramente los límites entre suelo y agua y las variaciones de vegetación gracias a la incorporación de la última banda correspondiente al infra-rojo cercano.

Composición *Falso Color Compuesto* o *FCC 3;4;5* (ver *ANEXO*) permite apreciar diferencias dentro de la cobertura vegetal, ya que la banda 5 (infra-rojo medio) capta la existencia de agua en la estructura interna de la hoja.

Composición *FCC 3;5;4* (ver *ANEXO*) y *4;5;3* (ver *ANEXO*) En estos casos se cambia el orden de las bandas con respecto a los filtros de color, permitiendo contrastar y terminar de definir los tipos de vegetación por su contenido de agua, así como también las áreas anegadizas.

⁶ El programa Idrisi 32 tiene establecido el orden de los filtros de colores primarios en AZUL-VERDE-ROJO, por consiguiente, las composiciones de bandas deben ser realizadas según esta sucesión.

5.1.1 Análisis visual

Se debe tener en cuenta que para lograr una adecuada interpretación visual es necesario realizar un ajuste de contraste que brinde un producto de máxima legibilidad; por ello a pesar de que en un primer momento realizamos un *estiramiento lineal* con 5% de saturación en todas las bandas para lograr una estandarización de la información, luego decidimos aplicar el aumento de contraste que mejor se adaptara a cada situación, a costa de perder (solo en el caso de la interpretación visual) la estandarización de la información.

En el caso de las composiciones *Natural* y las *FCC* se realizó una *ecualización de histograma*⁷; para la interpretación de imágenes de una banda, el criterio fue de aplicar una a las bandas 1, 2 y 4, un *estiramiento lineal* con puntos saturados que variaron entre el 1 y 5% y a las bandas 3, 5 y 7 una *ecualización de histograma*

De esta manera la diferenciación entre coberturas de la tierra se distinguen con mayor claridad.

Una vez procesadas las imágenes, se inició la interpretación mediante dos vías complementarias: por un lado el análisis visual que es una excelente herramienta para el análisis de coberturas y uso de la tierra en zonas de gran heterogeneidad, y por otro lado el análisis digital para trabajar con gran número de datos (Serafini, 2002), (por ejemplo para obtener los índices de fragmentación, riqueza relativa y diversidad de las coberturas). Asimismo, ambos resultan muy importantes para realizar el control mutuo de la interpretación y deducción de tipos de cobertura y usos de la tierra.

Se debe aclarar que para la interpretación visual se optó por realizar un recorte espacial que abarcó una superficie de mayor dimensión que la correspondiente al área de estudio, lo que permitió apreciar los grandes mosaicos de paisaje y el relieve del terreno en su totalidad, facilitando la interpretación por asociación. No obstante, con el fin de concentrar esfuerzos en el área de estudio, se superpuso el límite de nuestra área de estudio (previamente digitalizado) a este recorte.

⁷ La *ecualización del histograma* asigna el mismo número de píxeles a cada intervalo, con la restricción de que los píxeles originales que pertenecen a una misma categoría no pueden dividirse en más de una categoría en la imagen de salida (Eastman, 1999).

Para identificar las coberturas y usos de la tierra se utilizaron elementos de interpretación visual (color, forma, tamaño, ubicación, textura, patrón), firmas espectrales típicas de diferentes objetos de la superficie terrestre (ver *ANEXO*) cartografía a diferentes escalas y otros elementos no visuales que provienen del conocimiento de aspectos socioeconómicos, históricos y culturales de la región.

La interpretación visual se hizo al unísono con la digitalización en el programa Carta Linx, obteniendo cartografía de coberturas y usos de la tierra, así como también de las principales vías de comunicación y de los arroyos que atraviesan la ciudad.

Luego de haber exportado el mapa resultante de la digitalización desde CartaLinx al programa Idrisi 32, se ajustaron los parámetros de la imagen y se obtuvo la tabla respectiva, donde además del número identificador de cada polígono digitalizado, el programa calcula el valor de la superficie y el perímetro. El tipo de cobertura de cada polígono es interpretado por el usuario, quien asigna un número identificador, que también figura en la tabla.

Luego se realizó una reclasificación con el fin de obtener un mapa con los polígonos agrupados según las clases de coberturas determinadas (ver *RESULTADOS* Mapa N° 2)

5.1.2 Análisis digital

Para iniciar la *clasificación automática no supervisada*, fue necesario realizar un nuevo recorte (ver *RESULTADO* Mapa N° 5), exclusivo del área de estudio, de manera que al clasificar automáticamente con el programa no se consideraran zonas que no fueran objeto del análisis (fuera de los límites municipales), evitando así la sobre producción de categorías. Para ello se utilizó la función “Overlay” (Idrisi 32) que permitió superponer los límites municipales obtenidos mediante digitalización, a la imagen de la región. Como resultado se obtuvo un recorte preciso del área, manteniendo toda la información que provee la imagen satelital.

Este tipo de clasificación consiste en que el programa identifica patrones típicos de los datos de reflectancia, por lo que la imagen satelital queda convertida en otra imagen de

tamaño y características similares pero el nivel digital⁸ (ND) de cada píxel ya no tiene relación con la radianza detectada por el sensor y se asume que los píxeles se agrupan (conformación de “clusters”) según un comportamiento espectral homogéneo; así quedan definidas clases temáticas que posteriormente el usuario debe interpretar. (Idrisi 32, 1999; Chuvieco, 2002) Los requerimientos del programa exigen el uso de bandas en 8 bit.

Las clasificaciones automáticas pueden aplicarse sobre diferentes composiciones de bandas y el resultado varía de acuerdo a la reflectancia que los objetos presentan en dichas bandas (ver *ANEXO*). Queda a criterio del interprete cuál es la composición más adecuada a su objeto de análisis.

Todas las composiciones utilizadas en este paso fueron realizadas visualmente con un aumento de contraste de tipo *lineal con puntos saturados al 5%*; en este tipo de análisis (en oposición al visual) es conveniente la estandarización de la información.

Luego de un análisis exploratorio sobre diversas composiciones de bandas, se optó por la clasificación sobre una combinación FCCS.

Una vez hecha esta selección, se analizaron los resultados que brinda el programa según el producto sea una clasificación de grano “grueso” o de grano “fino”. En la primera, la clase contiene la frecuencia mayor de todos los vecinos no diagonales; como resultado se obtienen siete clases de coberturas. En la segunda, existe la posibilidad de que un vecino no diagonal tenga la mayor frecuencia; esto permite acomodar picos que de otra manera se perderían por la cercanía del pico de mayor magnitud que “enmascara” el valle entre esos picos (Idrisi 32, 1999); en este caso, resultan 22 clases de coberturas (ver *ANEXO*).

Finalmente, se eligió la *clasificación no supervisada general* que se ajusta mejor a nuestra escala de análisis, con siete clases de coberturas de la tierra. (ver *RESULTADOS*, Mapa N° 5)

Para determinar a qué cobertura corresponde cada clase, se utilizaron los resultados de la interpretación visual, información bibliográfica y finalmente, la información obtenida

⁸ El ND es un valor numérico que corresponde a la codificación de la radianza que realizó el sensor al captar la imagen y que en esta se traduce en un nivel de gris

en campo. Asimismo, se realizó un análisis comparativo entre clasificación automática y visual para controlar los límites y distribución de las diferentes coberturas.

5.2 Obtención de índices del paisaje

Una vez obtenida la *clasificación no supervisada general*, se realizó el cálculo de los índices de Fragmentación, de Riqueza Relativa de Componentes y de Diversidad de Componentes (ver *RESULTADOS*, Mapas N° 6; 7 y 8)

Estos índices se aplicaron mediante el uso de ventanas móviles de 7x7 que se desplazan por toda la imagen midiendo la variabilidad local en las clases. El tamaño de la ventana fue elegido para abarcar una superficie grande (49 píxeles) que permite una mejor percepción de la variación en la textura del paisaje. luego se interpretaron los valores de cada índice según la escala resultante de la fórmula matemática, generalizando en valores bajos, medios y altos.

5.2.1 Formulación de índices

Fragmentación: de cada localización (pixel) respecto del contexto: donde n es el número de clases en la ventana y c el número de celdas consideradas de acuerdo al tamaño de la ventana. Los resultados variaran entre $0 \leq F \leq 0,13$, siendo 1,125 la máxima fragmentación.

$$F = n - 1 / c - 1$$

F: fragmentación

n: número de diferentes clases presentes en la ventana = 7

c: número de celdas consideradas en la ventana = 49

$$F = (7 - 1) / (49 - 1)$$

$$F = 6 / 48$$

$$\bar{F} = 0,125$$

Riqueza Relativa: es el total de especies o componentes dentro de la ventana con respecto al total del área de estudio. Los resultados variaran entre

$$R = n / n_{\max} * 100$$

R: riqueza relativa

n: número de diferentes clases presentes en la ventana= 1 a 7

nmax: número máximo de diferentes clases en la imagen = 7

$R = 1/7 * 100 \quad 2/7 * 100...$

Diversidad: es la cantidad de especies o componentes y su importancia relativa

$D = - \sum (p * \ln(p))$

5.3 Control de campo

El control de campo se realizó a principios del mes de marzo, considerando la fecha de adquisición de la imagen satelital (febrero) de tal forma que los componentes vegetales del paisaje estuvieran en un estado fenológico similar al observado en las imágenes.

El objetivo de la salida a la ciudad de Rosario fue comparar y controlar lo interpretado en el gabinete con lo visto in situ. También obtener información con un grado de detalle mayor al que brinda un sensor de 30m de resolución, como el utilizado.

Previamente a la salida a campo se estableció un itinerario sobre un plano de la ciudad, marcando los sitios de interés surgidos de la interpretación de las imágenes y las principales vías para acceder a ellos (ver *RESULTADOS* Mapa N° 9)

Teniendo en cuenta que el trabajo se realizaría en una zona donde la mayoría de los terrenos son de propiedad privada, y por ende de acceso restringido, se planificaron observaciones desde un vehículo y circulando por una vía de comunicación que atraviesa la zona periurbana por el Sur, el Oeste y el Norte de la ciudad (Av. de Circunvalación) y otros accesos que permitieran obtener una caracterización adecuada de esta zona y de la ciudad en general.

Por otro lado, para aquellos lugares de libre acceso, se confeccionó una planilla censal (ver *ANEXO*) en la que se consignó la ubicación de cada sitio (en coordenadas geográficas y/o calles); el relieve; las características del suelo; el tipo de vegetación; el uso del suelo actual y el pasado; observaciones referidas a los usos del suelo vecino, acotaciones de informantes clave, toma de fotografías, etc.

En los recorridos se visitarían cada una de las áreas identificadas en el gabinete con el fin de resolver dudas acerca de algunos sectores que no habían sido definidos con un grado de certeza satisfactorio, para controlar los límites y coberturas determinados de las clases y para analizar con mayor detalle lugares de la ciudad que por su cobertura vegetal y dimensiones, resultaban de gran interés.

Los sitios seleccionados a partir de la interpretación de las imágenes satelitales fueron los siguientes:

- Una sección de la llanura de inundación del arroyo Ludueña, que a raíz de su anegabilidad permaneció libre de amanzanamiento urbano y donde predomina claramente la cobertura vegetal conteniendo la mayor parte . El gobierno municipal lo ha incluido dentro del “Sistema de paseos y de parques”. Esta ubicada al NO de la ciudad.
- La ribera norte del arroyo Saladillo que marca el límite sur del municipio. En casi toda su extensión se observa una cobertura vegetal de ancho variable. En la ribera sur de este arroyo (fuera del municipio) también domina ampliamente la cobertura es vegetal, lo que potenciaría el funcionamiento de ambas riberas como corredor biológico.
- El corredor de la costanera del río Paraná; con una cobertura mixta de edificación urbana y vegetal.
- El predio lindero al aeropuerto internacional de Rosario, ubicado al NO del municipio de apariencia agrícola.
- La zona agrícola en los bordes de la ciudad. Se encuentran al NO, centro-O y SO de la ciudad, declarados por el gobierno municipal como reserva de suelo rural.
- Zonas con una textura heterogénea a la que identificamos con alta variedad de usos de la tierra en una superficie pequeña.

6 MARCO TEÓRICO

En esta sección se presentan las principales corrientes de pensamiento que tratan las teorías y conceptos que servirán de fundamento al presente trabajo de investigación:

Modelización y aplicación de métodos cuantitativos, Ecología del Paisaje y área periurbana.

6.1 Modelización y aplicación de métodos cuantitativos

Una forma de acercamiento científico a la realidad, es aquella que se realiza mediante el uso de modelos. Un modelo se construye a partir de una imagen simplificada de la realidad que destaca los aspectos que tienen una importancia fundamental, dejando de lado aquellos que para el objetivo del estudio planteado no lo son. En este sentido, al determinar aspectos relevantes e irrelevantes se actúa con subjetividad ya que se analiza la realidad desde la posición teórica que toma el investigador, es decir su paradigma.

Un modelo puede ser una idea estructurada, una teoría o una hipótesis. “El modelo es el instrumento que formaliza la hipótesis para ser debidamente comprobada, incluyendo formulaciones cuantitativas, verificables y universalmente aplicables” (Christofoletti, 1985)

En la Geografía, la teoría de los modelos es utilizada por el paradigma cuantitativo. Esta corriente surge a principios de la década de 1960, con una concepción filosófica Neopositivista que retoma la idea de unidad de la ciencia con un lenguaje común, claro y riguroso que permita dar validez general a los resultados, es decir que se le da un papel fundamental a las teorías para interpretar los hechos, en tanto que el trabajo empírico servirá para comprobar la validez de las hipótesis relacionadas con la teoría; así la región, pasa a ser el “laboratorio” donde se comprueban las hipótesis incluidas en los modelos. (Capel y Urteaga, 1984; Christofoletti, 1985; Reñé, 1994; Buzai, 2003).

La Geografía cuantitativa busca establecer un cuerpo de leyes que expliquen la distribución de los objetos en la superficie terrestre en relación con los fenómenos sociales.

Esta forma de investigación implica un replanteo con respecto a la Geografía de tradición idiográfica que por considerar a cada región como única, desestima la posibilidad de producir leyes generales. (Capel y Urteaga, 1984; Buzai, 2003)

La Geografía Cuantitativa o Teórica considera que la estructura socio-espacial puede definirse a través de métodos matemáticos como el análisis multivariado. Su objetivo es descubrir las relaciones entre variables y unidades espaciales. De la generalización de resultados se pueden formular modelos que faciliten la identificación de leyes del comportamiento socio-espacial. A partir de ello se podrían predecir situaciones de cambio, planificar y gestionar el territorio. (Capel y Urteaga, 1984; Buzai, 2003)

Podemos rastrear los primeros modelos de estructura interna de ciudades en las décadas de 1920-30 en la ciudad de Chicago, en un momento en que el desarrollo industrial y el consecuente crecimiento de las ciudades acaparaban la atención por las nuevas formas de relación interpersonal, laboral, cultural y espacial que se estaban desarrollando.

En este escenario, algunos geógrafos relacionados con la sociología urbana y las teorías darwinianas que incluían el concepto de competencia o de lucha por la vida y supervivencia de los mejor dotados, explicaban la morfología, evolución y distribución de los fenómenos sociales en ciudades.

Ya dijimos que los modelos son simplificaciones que dejan de lado varios aspectos con el propósito de analizar las variables principales que describan y expliquen ciertas cuestiones planteadas, pero esto no implica que sean inmodificables. En los ejemplos que siguen, (extraídos de Buzai, 2003) podemos apreciar cómo son modificados, complejizados y enriquecidos por modelos sucesivos en busca de construir una representación de la realidad que permita comprender, explicar y gestionar el espacio geográfico con herramientas adecuadas a las concepciones y necesidades del momento (Chorley y Haggett, 1971)

Uno de los primeros y más famosos estudios sobre la estructura interna de la ciudad, fue el que realizó el sociólogo A. Burgess a partir de observaciones hechas sobre la ciudad de Chicago en 1925. El resultado fue un *Modelo de evolución urbana* que presentaba un

núcleo comercial o “CBD” (*Central Business District*), donde se encontraba la más alta densidad de comercios y servicios y con la mejor accesibilidad; a este núcleo lo rodeaban anillos con población y usos del suelo homogéneos.

El análisis realizado por Burgess se fundamentaba en conceptos de la biología como *sucesión; invasión; asimilación*, y mediante ellos explicaba que el desarrollo y crecimiento de cada anillo tendía a ocupar los exteriores, provocando cambios en las diferentes zonas según la evolución de la ciudad. Esta teoría tuvo muchas críticas por ser poco representativa y por abusar de la teoría biológica al aplicarla a fenómenos sociales. Sin embargo, tuvo el valor de haber promovido la discusión sobre el tema, dando lugar a que otros investigadores realizaran una serie de modelos perfeccionados y menos “biologisistas”.

Hoyt (1939) con su *Modelo de los sectores*, estudia veinticinco ciudades de Estados Unidos y concluye que el patrón de renta del suelo se distribuye en el espacio según las vías de comunicación más importantes ya que por ellas se reduce la fricción espacial en el traslado desde el centro a la periferia.

Es un modelo con un patrón lineal que se superpone a la estructura de anillos de Burgess, complejizándolo. Algunas de las variables que incorpora son los aspectos topográficos, paisajísticos y otras variables de tipo legal referidas a restricciones a la venta de suelo.

En 1945, Harris y Ullman proponen el *Modelo de los núcleos múltiples* con una carga mayor de pruebas empíricas y donde el CBD o distrito comercial sigue siendo el centro más importante, pero dentro de una jerarquía de varios centros de la ciudad. Básicamente expresa que cada ciudad es única, pero que se puede realizar un modelo según las funciones y los diversos patrones que de ellas derivan. Los autores parten de la combinación de tres procesos: las ciudades como puntos centrales generan configuraciones y áreas de influencia comunes; los transportes generan servicios que se distribuyen espacialmente de manera lineal; los servicios muy especializados se presentan en altas concentraciones que se asocian con áreas de influencia de gran magnitud. Finalmente, resultara una estructura distinta de ciudad según el peso de cada componente.

Dentro de la evolución del estudio de la estructura socio-espacial de ciudades, encontramos que Griffin y Ford (1980) toman ciertas pautas de aquellos modelos

creados para ciudades estadounidenses y les incorporan caracteres que responden a pautas culturales, económicas y sociales propias de Latinoamérica.

Según este modelo, en las ciudades latinoamericanas encontramos que el núcleo estructural colonial español persiste hasta 1930 y que a partir de esta fecha del CBD o centro comercial se extiende un eje comercial.

Por razones culturales y a diferencia de las características observadas en las ciudades norteamericanas, en Latinoamérica los CBD continúan ejerciendo un gran atractivo como área residencial de jerarquía que junto con actividades comerciales se prolonga en forma de columna hacia los suburbios, presentando una importante cantidad de espacios públicos para el esparcimiento.

Este núcleo y su desprendimiento axial está rodeado por anillos concéntricos de diferente jerarquía residencial que los autores describen de la siguiente manera:

- 1° anillo “zona de madurez” cuenta con las mejores residencias fuera del eje y con todos los servicios urbanos.
- 2° anillo “zona de acrecentamiento in situ”: es más modesta y presenta una degradación del uso residencial a medida que nos alejamos del área núcleo así como también, una gran heterogeneidad y una permanente construcción de nuevas viviendas.
- 3° anillo “zona de asentamientos periféricos”: lo que en oposición al modelo sajón, alberga al flujo reciente de inmigrantes, a la población más pobre y obviamente es el área más carenciada en servicios y calidad habitacional (Reñé, 1994; Buzai, 2003)

M. Reñé en 1994, luego de aplicar el modelo de Griffin y Ford, concluye que, con algunas modificaciones, este modelo es coincidente con la evolución de Rosario, ya que la ciudad presenta todos sus sectores y anillos. Es decir, la “zona residencial de elite” en lugar de ser un sector que acompaña al eje comercial hacia la periferia, es un anillo que envuelve al CBD lo que respondería a la alta demanda de centralidad, al histórico atractivo del río Paraná y del puerto, lo que también provoca la excentricidad del núcleo urbano;

Luego, el 1° anillo o “zona de madurez” está muy desarrollada arealmente, probablemente por la alta proporción de “clase media” de la ciudad; en esta zona se encuentran calles arboladas y a medida que nos alejamos del centro, parcelas vacantes.

El 2° anillo o “zona de acrecentamiento in situ” es residencial con un estilo arquitectónico heterogéneo y con una densidad que decrece en función de la distancia. El 3° anillo o “zona de asentamientos periféricos” es significativamente disperso debido a que fueron ocupados los intersticios de los terrenos fiscales de las diversas líneas de los ferrocarriles que confluyen a Rosario Dichas tierras son marginales y/o bajas, con algunos asentamientos de una o más manzanas, lo que se traduce en un paisaje caótico. Esta zona alberga el reciente flujo de inmigrantes y es la mas carenciada en servicios urbanos y calidad habitacional.

Por último, Reñe (1994) señala que el tradicional atractivo por el área central que manifiestan las ciudades latinoamericanas y la escasa construcción de nuevo suelo urbano en la periferia, determinan que Rosario siga siendo una ciudad monocéntrica.

En nuestro trabajo de investigación nos apoyaremos en el *modelo de la ciudad de América Latina* de Griffin y Ford y en la aplicación realizada por Reñe, ya que nos parece fundamental la incorporación de las particularidades latinoamericanas, nos sirve como referencia comparativa y a su vez podemos sumarle nuevos elementos referidos a la estructura espacial del periurbano rosarino.

6.2 *La Ecología del Paisaje*

Tal como sucede con la Geografía Cuantitativa, la Ecología del Paisaje posee aspectos racionalistas, es decir que crea su objeto de estudio -las regiones y dentro de ellas los mosaicos de usos del suelo y sus relaciones funcionales- por medio de procedimientos intelectuales

Muchas veces nos encontramos con que esta disciplina es definida por la simple, pero no siempre aclaratoria, unión de las definiciones de *ecología* y *paisaje* (Forman, 1997; Romero, 2002)

Preferimos considerarla como:

“...una rama de la ecología que estudia las relaciones entre el patrón espacial y los procesos. Llamamos patrón a la configuración, dentro de un territorio dado, de los diversos fragmentos de relativa homogeneidad interna en cuanto a funciones ecosistémicas o usos de la tierra. La organización espacial de estos fragmentos; esto es, tamaños relativos, tipo de distribución espacial; distancia y conectividad entre ellos, influyen en las tasas y los tipos de procesos biológicos y humanos en el territorio. Asimismo, los tipos y tasas de los procesos ecológicos y, especialmente, los sociales afectan la configuración espacial. (Matteucci, 2004)

La finalidad de esta disciplina es buscar “...cuál es el arreglo óptimo de los usos de la tierra en el paisaje para un propósito particular, con el fin de planificar su estructuración, de modo de mantener la diversidad de hábitats y las conexiones que aseguren la metaestabilidad⁹, compatibilizando efectivamente la integridad ecológica con las necesidades humanas básicas” (Matteucci, 1998) e intenta encontrar soluciones a cuestiones vinculadas con problemas de fragmentación, de diversidad biológica y

⁹ Metaestabilidad es un proceso de “...auto-refuerzo y auto-organización de las fluctuaciones, determinados por procesos de desviación amplificada de los circuitos de retroalimentación positivos.” También se dice que es la capacidad de un sistema de cambiar su punto de equilibrio, pero sin dejar de ser el mismo sistema. (Naveh y Lieberman; 2001)

física y de manejo de recursos. Es un concepto complejo que abarca "...entidades naturales y culturales heterogéneas y tangibles del espacio vivo total. Su salud e integridad son de crucial importancia para la supervivencia global." (Naveh et al , 2001).

Una manera más concreta de caracterizar el paisaje puede ser describiéndolo como "...el conjunto de ecosistemas o de tipos de uso de la tierra, que se organizan en un patrón recurrente." (Matteucci, 1998). Dajoz (2002) afirma que lo que más caracteriza a un paisaje es su heterogeneidad (estructura horizontal compleja) y la interacción que resulta de la interdependencia de diversos elementos y que esta heterogeneidad del paisaje puede ser de origen natural o deberse a usos establecidos por el hombre. Por ello el paisaje también suele recibir el nombre de "mosaico" en el sentido de conjunto de elementos diferentes.

Remontándonos a sus orígenes, la palabra *paisaje* encerraba solo una connotación visual-estética, utilizándose en la literatura y la plástica. Más tarde, con un sentido similar fue incorporada por disciplinas tales como la planificación y el diseño. (Naveh et al, 2001)

A comienzos del siglo XIX, Alexander von Humboldt incorpora el concepto de paisaje a la ciencia, definiéndolo como "el carácter total de una región científica" (Naveh et al, 2001); mucho tiempo después, en 1971 el geógrafo Troll refuerza la connotación holística del concepto definiéndolo como "la entidad total espacial visual" que integra la geósfera, la biósfera y lo construido por el hombre y adopta el concepto de Ecología del Paisaje como clave para el análisis de usos del suelo mediante fotografías aéreas (Naveh et al, 2001)

Por otro lado, encontramos que durante la década de 1970, en la ecología también hay una irrupción de enfoques de tipo holístico (teoría de los sistemas, teoría del caos y la complejidad, etc.) que abren una percepción diferente del mundo. (Matteucci 1998)

Siguiendo estas teorías, las ciencias ambientales ponen en primer plano el estudio de los procesos más que los objetos. Así se deja de lado el concepto guía de "clímax climático"¹⁰ para adoptar el de dominios múltiples de equilibrio y de bifurcación. "...el

¹⁰ En la década del 30, bajo la influencia de F. Clements, se consolida la idea de que la sucesión vegetal sigue un único camino con etapas prefijadas e inevitables que llevan a un único destino final donde el ecosistema adquiere su máxima complejidad, sin variar mucho en el tiempo.

paisaje es un fenómeno multidimensional y multivariante y son metaestables. Es originado y evoluciona por la acción de un conjunto de variables y procesos físicos, bióticos y sociales que se interrelacionan; es decir, es un *sistema*.” (Matteucci, S. D. y G. Buzai, 1998) La teoría de las Jerarquías también contribuye de manera destacada y brinda el punto de partida para el análisis renovado de los ecosistemas, proveyendo de un marco para explicar la interrelación, que varía con la escala, de los componentes del mismo. Si se pretende comprender la estructura y función de un elemento se necesita información del nivel superior e inferior, es decir que para solucionar problemas de paisajes, se debe abarcar no solo la región donde este está inserto, sino también los componentes o elementos del paisaje.

Desde esta base integradora se conforma la Ecología del Paisaje, diseñando metodologías de estudio que procura reunir y analizar procesos ecosistémicos y sociales con el fin de evaluar y posteriormente planificar intervenciones que promuevan el mantenimiento o desarrollo de los patrones y procesos del paisaje en concordancia con las expectativas de la sociedad y dentro de los límites del potencial ecológico del paisaje. (Jensen et al, 1996; Dramstad et al, 1996; Naveh et al, 2001)

La Ecología del Paisaje realiza un estudio que al tener enfoque sistémico, incorpora una visión no estática de la realidad, un hecho puede producir diferentes consecuencias; estas consecuencias vuelven a repercutir sobre el estado de los componentes y del conjunto. Estos cambios se manifiestan en el espacio, que como parte componente del sistema, genera y recibe modificaciones. La Ecología del Paisaje “...reconoce la heterogeneidad espacial y temporal del espacio y la importancia del patrón en los procesos ecológicos verticales y horizontales...”. (Matteucci, 1998; Romero et al; 2002) Estos posibilitan funciones de complementariedad, de conectividad y de movimiento de flujos entre diferentes estructuras; los patrones espaciales son el resultado de identificar una mayor homogeneidad hacia el interior de los límites del patrón con respecto a lo que lo rodea.

Esta disciplina estudia áreas que pueden abarcar superficies en un rango de diez a cientos de kilómetros; como resultado de esta variación tenemos cambios de escala espacial que inciden en la determinación de los patrones: lo que es heterogéneo en determinada escala, puede pasar a ser homogéneo en una escala más chica.

Para llevar a cabo los estudios sobre funciones, relaciones y estructura del paisaje es necesario identificar en primer lugar, los elementos o componentes del mismo, luego sus dimensiones, forma y número y las interrelaciones que se establecen entre los elementos. A partir de esta sistematización se realiza una generalización que posibilita no solo el estudio del paisaje en cuestión, sino también la comparación con otros paisajes, lo que permitirá establecer principios generales, inferencias para la planificación, llegándose finalmente a la gestión o manejo del territorio. (Dramstad et al, 1996; Jensen et al, 1996; Forman, 1997; Matteucci y Buzai, 1998; Collins et al, 2000; Dajoz, 2002)

A continuación se definen los tres tipos de elementos que componen los paisajes:

- *Matriz*: es el ecosistema o tipo de uso de la tierra que por superficie ocupada, predomina en el mosaico y donde se establece la mayor conectividad.
- *Corredor*: es un espacio lineal con contenido biótico y uso del suelo similar a los parches que conecta; puede ser hábitat, refugio, conductor o barrera de organismos y materiales. Su aspecto lo diferencia de las tierras adyacentes
- *Parche*: es un área relativamente homogénea para ciertos atributos, inserta en la matriz pero diferenciada de sus alrededores.

A su vez, a cada uno de estos elementos se le asignan atributos como tamaño, forma, tipo de borde, composición específica, etc.

Finalmente, para obtener una idea del funcionamiento de los elementos en conjunto, es decir de la interrelación de los componentes que resulta en un paisaje en particular, se analizan la estructura, la función y el cambio.

- *La estructura* es el patrón u organización espacial de los elementos del paisaje y determina su funcionamiento: flujos de materiales abióticos y bióticos, energía y procesos entre los elementos. También determina los usos humanos y sobre todo los efectos de los usos, por ejemplo la fragmentación, la perforación, la coalescencia, etc.(Matteucci y Buzai, 1998). Algunas variables de los patrones del paisaje como

tamaño, forma y conectividad, son usadas como indicadores de procesos ecológicos y problemas ambientales (resiliencia¹¹ del paisaje, estrés, biodiversidad, etc.)

- *La función* incluye el flujo y movimiento de seres vivos, materia y energía a través de la estructura; los flujos, a su vez, son modificados por el tamaño y forma de los elementos y la distancia entre ellos.
- *El cambio*, da cuenta de la naturaleza dinámica de los patrones de un ecosistema, los sistemas ecológicos exhiben cambios temporales que pueden tomar variados cursos de desarrollo, que resultan en diferentes tipos de organización (luego de un disturbio, la sucesión puede tomar distintos caminos y detenerse antes de que el camino dado, llegue al punto final de la sucesión, lo que genera varios estados de madurez sucesional para el mismo sistema)

Una de las manifestaciones de la relación entre la estructura, función y cambio del paisaje es la fragmentación.

En palabras de Dajoz (2002) “La fragmentación de los ecosistemas y la reducción de los hábitats¹² que dan como resultado la reducción de la biodiversidad¹³ y del tamaño de las poblaciones, modifican la estructura de los ecosistemas y limitan o interrumpen los intercambios entre poblaciones.” A su vez, es la principal modificación provocada por el hombre en los paisajes actuales (Dramstad et al, 1996; Dajoz, 2002), lo que trae como consecuencia la división del elemento original en parches mas pequeños generando mayor heterogeneidad en el espacio y riesgo de aislamiento y desconexión de los ecosistemas.

La fragmentación es un proceso dinámico que consiste en la división o separación de un gran hábitat en parches más pequeños y dispersos. Podríamos decir que dentro de este fenómeno general se distingue una gama de procesos con consecuencias sobre el paisaje, según Dramstad, et al (1996) ellos son:

- **Diseción:** división del hábitat en dos parches separado por un corredor.

¹¹ Se denomina así al tiempo de restauración de la comunidad después de una perturbación. (Terradas, 2001)

¹² Hábitat: indica el lugar donde vive un organismo (Odum, 1997)

¹³ La biodiversidad es fruto de la evolución de la biosfera en la que los cambios, principalmente los climáticos y biogeoquímicos, han sido permanentes y un cierto número de catástrofes mayores han perturbado profundamente el curso de la evolución.

- Perforación: creación de agujeros en un hábitat esencialmente intacto.
- Achicamiento (shrinkage): la disminución en tamaño de un hábitat.
- Agotamiento (attrition): desaparición de uno o más parches.

La fragmentación del paisaje se produce por perturbaciones que se definen como eventos temporales que modifican el área ocupada por una población, un ecosistema o un paisaje; esta puede ser natural o provocada por el hombre. Su resultado es un espacio geográfico estructurado como un “mosaico de islas” o “archipiélago” donde el tamaño de cada fragmento disminuye y finalmente provoca el aislamiento de hábitats.

Si se trata de metapoblaciones¹⁴, la separación de los hábitats puede resultar una barrera infranqueable para algunas especies que deben desplazarse de un parche a otro. En cambio si la separación de los hábitats no llega a significar su aislamiento, la colonización de sitios compensará la desaparición local de determinadas especies. Queda así establecido que las metapoblaciones están íntimamente ligadas con la heterogeneidad del paisaje y la posibilidad de que las especies se dispersen de un parche a otro usando en general corredores.

Además del aislamiento de hábitats que puede provocar la fragmentación del paisaje, existe el “efecto borde”, es decir que si la zona de contacto con la matriz aumenta (la relación entre perímetro y superficie se incrementa) las influencias externas se hacen mucho más importantes que las provenientes del interior del parche. Las relaciones de especies y materiales del manchón o parche cambian, influyendo sobre la abundancia de especies, sus desplazamientos y los cambios de la diversidad. Se producen nuevas condiciones ambientales que determinan cambios en los tipos de especies que habitaban el parche. (Saunders, 1991; Terradas, 2001; Dajoz, 2002) El “efecto borde” es máximo en masas forestales lineales y mínimo en masas con forma compacta o relativamente circular (Dajoz, 2002).

Es muy importante tener en cuenta este efecto a la hora de determinar el uso de un parche en relación con su potencial; a menudo, en trabajos de conservación de taxones, se determinan distancias y superficies llamadas “áreas mínimas críticas” donde una

¹⁴ Son los “conjuntos de subpoblaciones interconectadas por individuos que se dispersan.” (Dajoz, 2002)

población o especie sería viable durante una centuria o más según sus requerimientos funcionales.

Por otra parte, el cambio de estructura espacial que implica la fragmentación del paisaje puede acelerar o retardar la propagación de una nueva perturbación, por ejemplo en caso de incendio, el cambio de medio biótico por el que se propaga el fuego puede actuar como freno o “guarda fuego” o como combustible de alta inflamabilidad y en regiones con monocultivo, la homogeneidad del paisaje favorece la proliferación de plagas. (Dajoz, 2002) Un ejemplo reciente es lo ocurrido con la dispersión de un hongo letal para la soja en enormes superficies de monocultivo en Paraguay y Brasil (The Economist, 2004)

El concepto de fragmentación se asocia al de conectividad, entendida como un mecanismo para solucionar los problemas de aislamiento de fragmentos y desaparición de especies, mediante la existencia de enlaces o corredores, siempre y cuando la disposición, el número y el contenido de los mismos sean los apropiados. (Dajoz, 2002). La conectividad es entendida como la interconexión funcional entre los integrantes de una comunidad (Terradas, 2001), es decir que no es necesario el contacto físico (a lo que Terradas llama *conectancia*) entre un corredor y otro elemento del paisaje para que exista conectividad, al menos para ciertas especies. Por otro lado, los corredores también pueden actuar como transbordadores de especies exóticas, de sedimentos, nutrientes y como barreras o filtros del movimiento de ciertas especies, según su tamaño y hábitos.

La similitud entre la estructura de la vegetación (es decir la organización horizontal y vertical de las plantas) y la flora del corredor y de un gran parche son atributos que facilitan el movimiento de las especies, aunque probablemente la similitud de estructura puede ser suficiente. En general, la conectividad es más eficiente cuanto más corredores existen. (Terradas, 2001) En cuanto a la disposición espacial, se debe prestar especial atención a ciertos corredores que por su ubicación son una pieza clave para el funcionamiento del paisaje, por ejemplo, los bosques de ribera, cortinas y cercos vivos, los bordes de áreas agrícolas, los terraplenes del ferrocarril, las banquetas de caminos, los bordes de los alambrados, las entradas a establecimientos de campo y hasta las avenidas con bosquetes o árboles alineados.

Las características mencionadas junto con el ancho y el tamaño, tendrá una influencia importante en la determinación del papel que pueda cumplir el corredor como hábitat, canal, filtro, fuente o sumidero. (Dramstad et al, 1996; Terradas, 2001).

Por ello se los puede distinguir en:

- Pasaderas (stepping stones): son los más pequeños y actúan como escalones que conectan parches mayores.
- Lineales (line corridors): son estrechos y habitados por “especies de borde”¹⁵ y solo permite la dispersión de estas especies en particular. Entran en esta categoría las ya mencionadas cortinas vivas o setos; caminos pavimentados, que a menudo son intransitables hasta por especies aladas debido al microclima térmico y resultan letales para algunos elementos de la fauna. Los de tierra no son tan perjudiciales; las banquetas o bordes de ruta con vegetación pueden aumentar la diversidad y abundancia de especies en regiones de agricultura intensiva y puede favorecer el traslado de algunas aves si esta zona es complementaria del paisaje y también pueden contribuir a evitar la erosión eólica del suelo. (Dramstad et al, 1996; Dajoz, 2002)¹⁶
- En faja o banda (strip corridors): son más largos y poseen especies del interior.¹⁷ (Dramstad et al, 1996)
- Riberas o bordes de cursos de agua (stream corridors): tienen un carácter excepcional en el paisaje; son bandas de vegetación que juegan un papel en el control de la erosión y de las inundaciones y que regulan el flujo de nutrientes y contaminantes desde el medio terrestre hacia el acuático; restauran la calidad de las aguas superficiales y se sabe que en climas templados-fríos es esencial una cubierta de copas de bosque de ribera continua para mantener el agua a una temperatura

¹⁵ Son aquellas que se ubican exclusiva o preferentemente en la periferia del elemento

¹⁶ Kravetz (1977) y Villafañe (1984) demostraron el valor de los corredores lineales en el control del roedor transmisor de la Fiebre hemorrágica en la zona maicera. El mantenimiento y la ampliación de los mismos estimulan el crecimiento poblacional de los roedores socialmente dominantes (*Akodon* y *Bolomys*) para reducir la población del portador del virus (*Calomys*), el que en cuanto a comportamiento, es subordinado y puede ser excluido por competencia con los dos dominantes. (Morello et al, 1991)

¹⁷ El “efecto de borde” que permite separar especies del interior de especies de borde, varía mucho y depende de la superficie y del perímetro del elemento. (Dajoz, 2002)

adecuada y con un contenido de oxígeno alto. Tal es el caso de cursos de agua donde pasan parte o toda su vida los salmónidos o donde se instalan criaderos. A partir de estas condiciones básicas, otros procesos fundamentales para los ecosistemas se desencadenan en el curso de agua. (Dramstad et al, 1996; Dajoz, 2002)

Terradas (2001) señala que los corredores son solo uno de los elementos del mosaico, por lo tanto no es posible conservar un paisaje sin la matriz y los parches.

Como ejemplo de estudio desde la perspectiva de la Ecología del Paisaje, Forman (1997) analizó la ciudad de Concord, Massachussets (USA), una localidad pequeña de 15.000 habitantes y 65 km², con áreas comerciales y residenciales rodeadas de bosques y algunos campos.

En Concord se ha producido en tres décadas, una duplicación del espacio ocupado por usos residenciales y concurrentemente se han fragmentado o perdido espacios abiertos perjudicando la conectividad para la circulación de flujos y organismos.

De este estudio surge una propuesta de proyectar un espacio abierto que posibilite un sistema integrado de recursos naturales y agua, respetando la idea de sustentabilidad, es decir, un balance entre el hombre y la naturaleza que perdure por generaciones con un uso racional de la tierra.

Para alcanzar los objetivos de sustentabilidad se determinan los principales componentes de la estructura de la ciudad: grandes parches y principales corredores con vegetación natural o plantada (parques, plazas), "sitios especiales", ya sean de origen natural o antrópico, determinados por su valor cultural y por el interés de la comunidad en preservarlos.

Se describe a los componentes según usos, valor, fisonomía y mediante una matriz se realizan operaciones que permiten contestar las preguntas fundamentales: ¿cómo se relacionan espacialmente los tres componentes? ¿Cuáles son los elementos más valiosos? ¿cuáles son las prioridades de protección?

Forman (1997) presenta cuatro reglas indispensables para mantener la conectividad del paisaje:

- Mantener algunos grandes parches de vegetación natural

- Mantener corredores anchos con vegetación a lo largo de los cursos de agua principales.
- Mantener la conectividad para el movimiento de las especies claves entre los grandes parches (mediante “stepping stones” o escalones) y de esta manera formar una cadena o malla de circulación.
- Mantener pequeños fragmentos heterogéneos de naturaleza mezclados con los usos de origen antrópico.

6.3 Los servicios ambientales o funciones ecológicas

Se llama así a los procesos básicos que realiza un ecosistema y que contribuyen a la supervivencia de los seres vivos. Entre ellos podemos mencionar la captura y transformación de nutrientes, la formación de suelos; el ciclo del agua; la productividad y regulación biológica; los filtros biológicos que contribuyen al mantenimiento de la calidad del agua, aire y suelos; la generación de islas de menor temperatura y de brisas renovadoras de aire; la protección del suelo contra la erosión mediante la cobertura vegetal, la disminución del impacto y la velocidad de escurrimiento de las lluvias y el aumento de la capacidad de retención de agua de suelo (efecto esponja)

La ciudad y sus alrededores como paisaje recreado por el hombre, necesita de continuos subsidios para funcionar y persistir; como indica Romero et al (2002): “La urbanización consiste en la remoción de las estructuras, funciones y cambios controlados por la naturaleza a procesos desencadenados por la sociedad...”.

En este contexto, Morello (2000) plantea que el sistema periurbano se encuentra presionado por dos requerimientos opuestos, por un lado tiene que hacer frente a la deposición constante de los deshechos de la ciudad (humos, basura domiciliar, residuos industriales, efluentes contaminados, etc.), recepción del agua de lluvia no absorbida por el suelo que escurre rápidamente y por otro lado, tiene que soportar no solo la desaparición de ecosistemas naturales, sino también la disminución de la cobertura vegetal, el descenso de la biodiversidad, la desaparición de suelos, etc. Consecuentemente, los procesos ecosistémicos se realizan con dificultad o se anulan, complicando la producción de los servicios ambientales.

Una transformación desmedida de la estructura original, sin duda traerá problemas a la supervivencia del medio natural y a los núcleos de población humana que subsisten gracias a los recursos naturales y funciones ecológicas que brinda el ambiente.

En este sentido, Baxendale y Domnanovich (2002) destacan la interdependencia existente entre relictos del ambiente natural y la sociedad y el compromiso que debe tener esta con el medio para mantener una buena calidad de vida.

Dichos autores señalan que una adecuada conexión de los parches de vegetación no solo garantiza la continuidad de los servicios ecológicos, sino que también, es una excelente

oportunidad para incorporarlos como “reservas naturales educativas” con el fin de que la sociedad adquiera conocimientos referidos al funcionamiento de ecosistemas, reafirme su derecho a un ambiente sano y refuerce el sentido de pertenencia a su ciudad y a su entorno natural.

6.4 El área periurbana

Sobre este tema encontramos definiciones que provienen de diferentes enfoques, con diversos grados de abstracción y profundidad de análisis, que sin embargo, son coincidentes al destacar el carácter complejo de este fenómeno espacial. El hecho de que los autores analizados aborden el tema desde una perspectiva de ciencia social o natural, no implica que ignoren la importancia del análisis que ellos no contemplan, es decir, la configuración espacial de este sitio en particular, es entendida como producto de una fuerte y dinámica interrelación de los procesos sociales y naturales.

Bozzano (1990) entiende que el área periurbana puede ser considerada como un mosaico de muy diversas coberturas y usos de la tierra, con una dinámica notable de producción de áreas urbanas y pequeñas parcelas rurales. Se presenta como una franja que no está claramente delimitada debido a que son sectores intercalados donde se encuentran zonas para uso residencial formal con un diagrama clásico amanzanado, con servicios de infraestructura urbana (pavimento, desagües pluviales, luminaria pública, etc) y otras zonas residenciales informales (asentamientos y villas) donde se concentra la población socialmente más desprotegida, sin servicios básicos y que sufre el impacto de las actividades y de los residuos generados en la ciudad. (di Pace et al, 1992; Reñe, 1994).

Además de variados usos residenciales, se encuentran espacios públicos para la recreación, la conservación de relictos de ecosistemas semi-naturales, parcelas agrícolas, lotes de dimensiones urbanas sin infraestructura, basurales, grandes predios industriales,; todos ellos en cantidades y dimensiones variables; también se realiza extracción del horizonte orgánico del suelo para comercialización en viveros y para materia prima de ladrillos macizos, huecos o de máquina y la extracción de otros horizontes para alimento balanceado de aves (conchilla molida), producción de cerámica, etc.

Como consecuencia de esta remoción de horizontes del suelo y subsuelo, también se encuentran nuevos suelos por agregado de material (como residuos sólidos domiciliarios, chatarra y escombros) y nuevas formas del relieve que provocan cambios

en los patrones de escurrimiento de los excedentes hídricos. (Morello, www.gepama.com.ar)

Morello (2000) conceptualiza a esta área como una interfase donde disminuyen tanto los servicios que brinda el sistema urbano como las funciones ambientales que puede brindar el medio rural.

Con sus variadas coberturas y usos de la tierra, el área periurbana presenta una apariencia de dispersión y baja densidad, opuesta a la configuración compacta y homogénea del uso del suelo urbano.

Para dar cuenta del dinamismo del área periurbana como consecuencia del avance del aglomerado urbano, Benencia (1997) analiza la evolución de los usos de la tierra desde principios del siglo pasado en el área metropolitana de Buenos Aires y relata que a comienzos del siglo XX, existía actividad ganadera intensiva donde hoy ubicamos al cinturón verde hortícola y este se ubicaba en quintas, dentro de los límites de la ciudad capital.

La ciudad de Buenos Aires siguió creciendo y densificando su trama urbana, pero es a partir de 1945, con la política de sustitución de importaciones, que los cambios se hacen más evidentes y las zonas dedicadas a la horticultura se desplazan hacia zonas más alejadas para dejar lugar a la construcción de viviendas para la población que trabajaría en la industria. El cinturón verde se establece en un radio de unos 30-80 km de la ciudad y es potenciado en sus funciones por la masa de inmigrantes. A su vez, el área tampera se traslada a la actual Tercera Corona.

Contemporáneamente, el autor encuentra nuevos corrimientos del área hortícola sobre zonas ganaderas de los partidos de la Tercera Corona (Marcos Paz) o de los partidos externos al conurbano (Lobos, Cañuelas).

7 LA CIUDAD de ROSARIO

7.1 El paisaje natural

El análisis de los aspectos que formaron y siguen contribuyendo al modelado del paisaje natural nos permite conocer en qué ambiente se asienta nuestra área de interés y cuáles son, desde el punto de vista humano, los condicionamientos naturales que influyeron e influyen en la determinación de los usos de la tierra.

Los estudios geológicos y geomorfológicos nos permiten hacer un acercamiento sucesivo, desde la escala continental a la local y de esta forma comprender procesos que sobrepasan largamente nuestra área de estudio y que no por ello dejan de influenciarla.

Durante la época del Mioceno (periodo Neógeno) se produce un fenómeno regional fundamental: movimientos epirogénicos negativos, concomitantes al ascenso de los Andes, posibilitaron el ingreso del Mar Paranaense que ocupó desde el sur de la Provincia de Buenos Aires hasta el Paraguay, parte del Uruguay y del Este de Córdoba, incluyendo toda la provincia de Santa Fe. Con su ingesión, este mar enrasó toda la superficie ocupada, es decir que constituyó el origen de la llanura Chaco-Pampeana, que luego, durante el Plioceno (Neógeno-Cenozoico) recuperó la continentalidad al producirse el ascenso general del continente. Este hecho origina un rejuvenecimiento de la red fluvial pampeana generando con la erosión una acumulación de arenas que dio origen a la Formación Puelches, que aloja el acuífero Guaraní, el más importante de la región y uno de los cuerpos de agua subterránea más importante del mundo.

Los suelos de la Región Pampeana se originaron en un proceso cíclico de erosión y depositación que se desarrolló en la región andina, al SO del área que nos ocupa (periodo Cuaternario, era Cenozoica).

Durante el avance de los glaciares, como resultado de la erosión criogénica y eólica gran cantidad de sedimentos son transportados por los vientos del SO y depositados en la Región Pampeana. Luego, los cambios climáticos a condiciones más cálidas y húmedas, provocan un descenso en la capacidad de erosión de los glaciares y consecuentemente una disminución de los depósitos de sedimentos en Oriente, permitiendo el desarrollo de suelos. Así, con los avances y retrocesos de los glaciares, se conforma la cuenca Chaco-Pampeana.

Los sedimentos pampeanos tienen como componente principal al loess, material de origen eólico, depositado en aquel periodo. Es una capa que abarca toda la región, con un espesor medio de unos 40 a 50m, con sedimentos limosos y proporciones variables de arena y arcilla.

Sobre este depósito, a principios del Holoceno y gracias al aumento de la temperatura y la precipitación, se producen suelos de estepa, llamados Molisoles, característicos de la Pampa Ondulada. (Pasotti 1988; Nabel y Pereyra, 2002)

Durante el periodo Cuaternario, la cuenca Chaco-Pampeana fue escenario de movimientos de compresión y distensión. El relieve resultante permite dividir a la porción oriental de la cuenca en dos grandes sectores: Bajos Submeridionales y el sector Pampeano, más elevado. El eje de división lo conforma el valle del río Salado del Norte. Al sur de dicho río se produjeron levantamientos, que sobre el Paraná se traducen en una abrupta barranca de 10 a 20 m que se extiende desde Coronda hacia el sur, acompañando a la Pampa Ondulada. (Chiozza y Figueiras, 1981; Pasotti 1981). Aquí se ubica la ciudad de Rosario, emplazada en un bloque que descendió manteniendo su horizontalidad. Este descenso diferencial provoca que el agua de lluvia de los alrededores converja al bloque y se formen zonas anegadizas. A ello se suma que las aguas subterráneas se encuentran a poca profundidad y que la escasa pendiente dificulta el escurrimiento. De todas formas, este se realiza mediante una serie de fallas que conforman una trama radial por donde se encauzan las aguas formando los arroyos que desembocan con orientación SO-NE directamente en el río Paraná que también corre por una falla. (Chiozza y Figueiras, 1981; Moscón, F. et al, 1981; Pasotti, 1981; Pasotti 1982)

Las dificultades de escurrimiento se hacen notar en el área del arroyo San Lorenzo, fuera de los límites de la ciudad, pero conectado con ella mediante el canal Ibarlucea, que a su vez desagua en el arroyo Ludueña, límite norte de la ciudad de Rosario y que es otra de las zonas anegadizas. En el centro-sur del ejido urbano, una dislocación de la estructura geológica con una pendiente de 0,4% y desnivel de 12 m provoca que el barrio Carlos Casado sea fácilmente inundable; el barrio Nuevo Alberdi, (al NO de la ciudad) ocupa una hondonada que fue interpretada como primitivo cauce del arroyo Ludueña (Pasotti, 1982). Con características similares, el arroyo Saladillo que representa el límite Sur de la ciudad, es un área marginal para los usos urbanos por su

anegabilidad; en él se han realizado, en casi todo su trayecto, obras de canalización para revertir las características naturales de zona baja con gran cantidad de lagunitas que interfiere tanto en el uso urbano como en el agrícola, este último de gran desarrollo. (Biasatti, et al; 1998)

Como vemos, el control que ejerce la estructura geológica sobre la red hidrográfica es importante y se observa en los bruscos cambios de rumbo de los cursos de agua.

Haciendo un análisis de la red de drenaje donde está emplazada Rosario¹⁸, vemos que el relieve de la cuenca es descrito como ligeramente ondulado con arroyos que presentan en general dos fisonomías por efecto del movimiento de ascenso que caracteriza al labio santafesino de la falla del Paraná: el tramo superior del cauce no está bien definido y en cambio, el inferior está entallado entre las barrancas, formando pequeños saltos sobre la tosca del subsuelo. (Chiozza y Figueiras, 1981)

Los arroyos son alimentados por lluvias locales. El modelo de drenaje es flabeliforme, variedad del dendrítico, exclusivo de la provincia de Santa Fe. Esta red presenta de muchas cañadas¹⁹ rectas, paralelas y casi equidistantes, que atraviesan terrenos porosos. Sus aguas escurren subterráneas, de manera sub-superficial o superficial según el clima y las estaciones. Esta red se habría originado a fines del Pleistoceno y continúa siendo vía de desagüe con escurrimiento SO/ NE y OSO/ ENE. (Passoti 1981 y 1982).

A la región le corresponde un clima templado Pampeano; no tiene estaciones fuertemente diferenciadas y se caracteriza por la abundancia de precipitaciones, que disminuyen de E a O. En el Este de la provincia, donde se asienta Rosario, la media anual oscila entre 900 y 1000mm.

En general las isotermas coinciden con los paralelos. Para Rosario, la temperatura media anual es de 17°C, con un verano caluroso de noviembre a marzo (24°C media de enero) y un invierno con una media de 10°C (julio). La provincia registra heladas que se ven amortiguadas en frecuencia e intensidad por la influencia del río Paraná y sus afluentes;

¹⁸ Este sector está delimitado al Norte por el río Carcarañá, al Sur por el Arroyo del Medio, al Oeste el arroyo Tortugas y al Este por el río Paraná

¹⁹ En la República Argentina se denomina así a un terreno bajo entre dos lomas, cuchillas o sierras y bañada total o parcialmente por aguas someras. En Santa Fe y Córdoba se denomina erróneamente así a zonas alargadas, amplias y anegadizas, que en realidad son fosas tectónicas y que están cruzadas por muchos cauces. (Pasotti, 1981)

río y arroyos también incrementan la frecuencia de nieblas y el porcentaje de humedad (Chiozza y Figueiras, 1981; INTA Santa Fe, 1981).

La provincia de Santa Fe está inserta en el dominio de las “latitudes de Ross” (faja de altas presiones subtropicales que generan los Alisios) y en la zona marginal del ciclón estacional que en el verano se ubica sobre el Occidente chaqueño. La diferencia de presiones provoca un desplazamiento regular de masas de aire cálido (viento N) hacia el S y de masas de aire frío (Polar unas veces y Pampero otras) hacia el N, generando frentes de tormenta y olas de frío. El hecho de que la provincia posea un relieve llano facilita el desplazamiento de los vientos y le da un carácter de inestabilidad térmica, pero debido a que existe una amplia faja de transfiguración (desde los 29° a 31° de latitud) Rosario no se ve tan afectada por encontrarse al sur de esta faja. (Chiozza y Figueiras, 1981; Godagnone, et al 2000)

Desde el punto de vista de las grandes unidades de paisaje, Rosario es el centro del Núcleo Maicero, una de las áreas más fértiles del mundo con suelos de loess.

Incluye un territorio con porciones del Este de Córdoba (Dto. Marcos Juárez) del NO de Buenos Aires (quince partidos) y seis departamentos de Santa Fe. Esa región de 5.906.100 ha incluye seis unidades eco-regionales (Morello, 1991)

- a) La Pampa Ondulada: el relieve en lomas y pendientes se acerca al 2% y en valles puede ser mayor al 3%. Posee una densa red de ríos autóctonos que fluyen al Paraná. En esta unidad se ubica Rosario.
- b) Los Campos Tendidos al Norte y limitando con el río Paraná.
- c) Las Precañadas al Norte-y Noroeste.
- d) La llanura de escalones de Córdoba, hacia el Oeste.
- e) Los Cordones arenosos hacia el Sudoeste.
- f) La unidad llamada Pre-Salado, hacia el Sudeste.

Es importante recordar que gracias a la riqueza de estos suelos, Rosario es desde hace 120 años, centro de servicios rurales y líder en el control financiero de agro-negocios vinculados a los cereales y oleaginosas de un extenso hinterland de alta fertilidad.

7.1.1 Vegetación y fauna

Las condiciones climáticas y de suelo dan cuenta de la tradición agropecuaria de la región y la potencialidad de estas tierras para generar variedad y calidad de recursos y el hecho de que la actividad agrícola se halla establecido en la región en el siglo XVII, explica la gran modificación que sufrió la vegetación original y la dificultad para encontrar actualmente relictos de comunidades naturales, salvo en casos de suelos problemáticos para la explotación como bajos, terrazas de cauces mayores, terraplenes de vías férreas, o en campos abandonados hace muchos años. (Cabrera, 1976; Moscón, et al, 1981; INTA, 1988; Biasatti, et al, 1998)

La artificialización del paisaje se produjo por varias vías. Por un lado, la selección que realizaba el ganado vacuno y lanar de las especies vegetales más palatables, provocaba la disminución de la capacidad reproductiva de la planta; también por la introducción de especies exóticas como el cardo de castilla (*Cynara cardunculus*), trébol de carretilla (*Medicago arabiga*), quinoa (*Ehenopodium quinoa*), pasto miel (*Paspalum dilatatum*) y sorgo de alepo (*Sorghum halepense*); por los traslados del ganado del sur al norte llevando en sus crines y tracto digestivo semillas de malezas, provocando problemas de invasión de flora exótica oportunista. Posteriormente, la actividad agrícola implementó el cultivo de especies seleccionadas, que traían mezcladas consigo semillas de malezas. (Moscón, et al, 1981; INTA, 1988)

En la actualidad, la artificialización continúa, encontrándose el sector agrícola en un periodo de homogeneización de cultivo (particularmente concentrado en oleaginosas) con control químico de malezas en cultivos transgénicos resistentes a herbicidas totales y con nuevas formas de latifundio.

En sus orígenes el paisaje pampeano se componía de una matriz de pastizal con predominio de gramíneas del género *Stipa*, (el llamado “flechillar”), con algunos parches de sub-arbustos de poca altura (*Baccharis sp.*, *Eupatorium sp.*) (Cabrera, 1976). En zonas bajas, algunos parches con árboles (chañares *Geoffroea decorticans*) y también parches de comunidades controladas por el drenaje, el suelo y el microrelieve. Por ejemplo, en bañados y áreas bajas cercanas a los cursos de los arroyos se encuentran gramillares de pastos tiernos que ceden ante juncales (comunidades de *Juncus acutus* var. *leopoldii* o de *Scirpus californicus*, etc) cuando el sustrato esta permanentemente

inundado; en los albardones se encuentran bosques más desarrollados (llamados localmente “monte blanco”) y el valle del río Paraná aloja vegetación del Alto Paraná, donde el “monte blanco” de albardón de isla es el ecosistema estructural y florísticamente más complejo de la región.

Salvo por estos límites netos, el resto de las variaciones de vegetación son graduales y se debe tener en cuenta que la riqueza florística descende en relación inversa a la latitud (Chiozza y Figueiras, 1981; Lewis, 1981)

La mayor parte de los elementos de la flora de esta eco-región provienen del Dominio Chaqueño y secundariamente del Andino, es decir que el porcentaje de endemismos no es destacado. (Cabrera, 1976; Bertonatti y Corcuera, 2000)

En este pastizal, las especies más representativas forman matas que se secan durante la estación fría o la seca y sus detritos protegen los renuevos ubicados a ras del suelo. Si estas estaciones no son rigurosas, la renovación de los pastos se produce antes de que se sequen las matas del año anterior. (Cabrera, 1976)

La estructura del pastizal promueve a que la fauna se distribuya de manera horizontal, que los refugios se establezcan en lagunas y bañados donde la posibilidad de protegerse de los predadores es mayor y que se encuentren muchas especies de aves corredoras o caminadoras (ñandú, perdices, cachirlas, etc) mamíferos cavadores (vizcacha y tucos o cuices), cuatro especies de felinos, chanco de monte, corzuela, etc.(Bertonatti y Corcuera; 2000).

Un estudio reciente sobre la vegetación de la cuenca del arroyo Saladillo (Biasatti, et al, 1998), distingue los grupos de comunidades vegetales siguientes:

- El grupo dominante cubre más del 80 % de la superficie total de la cuenca, está integrado por cultivos y tierras bajo intenso laboreo agrícola, que ha llevado a la desagregación de la estructura del suelo, creando importantes problemas de planchado y erosión superficial. La comunidad vegetal es de poca altura, compuestas de malezas de ciclo corto, como *Cerastium cf. arvense*, *Anagallis arvense*, *Lamium amplexicaule*, etc. se trata de una típica comunidad “arvense” de anuales.
- Un segundo grupo abarca las comunidades que se encuentran sobre el arroyo propiamente dicho y en las cañadas que aportan aguas superficiales. Allí

encontramos comunidades naturales halohidromórficas, entre ellas, juncales de *Scirpus californicus*, con escaso o nulo estrato inferior; en la periferia hay comúnmente toda una serie de comunidades asociadas a pequeños gradientes de niveles de anegamiento o anaerobiosis, generalmente de pocas especies como *Echinochloa helodes*, y *Eleocharis sp.*; mas arriba encontramos praderas de suelos salobres de *Distichlis spicata*, que en las zonas más anegadas y menos salobres pueden estar complementadas o sustituidas por un estrato más bajo y denso de *Paspalum vaginatum*. Cuando el aporte se hace por algunas contadas cañadas dulces, las comunidades se ven enriquecidas en especies y sobreviven muy pocas matas grandes de *Paspalum quadrifarium* en algunas cunetas y cañadones. Esta gramínea es la de mayor porte y biomasa de la Pampa Ondulada.

Los autores describen la condición o estado de la vegetación de esta manera “La mayoría de las especies de grandes matas originales han sido desplazadas por el fuego, el pastoreo, algunas aradas antiguas, o la combinación de algunas o todas estas prácticas a lo largo de la historia del lugar; sólo quedan contados relictos de paja chuza de *Spartina argentinensis* y *S. Densiflora*, característica de suelos salino-alcalinos anegadizos y muy arcillosos. en los planos de desborde y anegamiento de algunas partes del arroyo.”

Reinterpretando los datos de Biasatti, et al (1998) las comunidades con estructura de pajonal, es decir con individuos en grandes matas, fueron dos: el pajonal de *Paspalum quadrifarium* de humedal no salobre, el de *Spartina argentinensis* y *S. densiflora* de humedal salobre.

Ambos están en proceso acelerado de desmantelamiento.

7.1.1.1 Comunidades de exóticas

- Constituidas por las perennes, generalmente son el producto de la siembra de pasturas permanentes o la degradación de las mismas; en muchos potreros se ha encontrado *Agropyron repens*, cuya estructura de matas compite exitosamente

con otras especies. En la mayoría de los otros casos encontramos gramillares con predominio de *Cynodon dactylon* (gramilla o gramón), en el que emergen algunas compuestas invernales como *Senecio grisebachii* o *Baccharis pingrea*.

- Las comunidades de malezas sobre todo sub-arbustivas y arbustivas son más ricas en las inmediaciones de los lugares habitados y se encuentran allí muchas especies exóticas asociadas a los depósitos recientes o antiguos de residuos, probablemente por la posibilidad de acceso de los propágulos, pero también por las alteraciones físico químicas del sustrato y el tipo de herbivoría.

7.1.1.2 Riqueza faunística

- En relación a la avifauna asociada al arroyo Saladillo, se encontraron 144 especies, las cuales representan el 50 % de las citadas para la región. De ellas, 108 especies (75 %) fueron registradas para la zona de nacientes y humedales asociados al arroyo; 98 especies (68 %) fueron registradas a lo largo del curso propiamente dicho, con excepción de la zona urbana de Rosario, y un total de 35 especies (24 %) fueron registradas en relación al curso del arroyo en el distrito Rosario.
- Fueron relevadas ocho especies de anfibios y seis de reptiles, aclarándose que debido a la mala época de observación, ambos grupos se encontraron escasamente representados.
- En relación a los mamíferos, fueron detectadas 27 especies, de las cuales la mayoría son poco conspicuas. Sus hábitos mayoritariamente terrestres los ligan demasiado a los cambios introducidos por prácticas agrícolas y asentamientos humanos.

Según los autores, la sustitución de los ambientes naturales, la erosión, los incendios no controlados y el avance de la urbanización, provoca en la fauna asociada a este paisaje un retroceso a zonas no pobladas o menos pobladas.

En cuanto a la contaminación de la cuenca del arroyo Saladillo, dentro de los límites de la ciudad, en zonas de uso agrícola que atraviesa el arroyo y que reciben una presión alta de uso del suelo, se encuentran agroquímicos y sedimentos provenientes de prácticas agrícolas inadecuadas; cuando el arroyo atraviesa la zona urbana, la contaminación proviene de efluentes cloacales de la red domiciliaria, filtraciones de numerosos basurales y desechos de industrias. Los problemas ambientales más graves se producen en las zonas bajas de la cuenca, donde se ubican asentamientos informales sin la infraestructura urbana mínima.

Debe recordarse que desde las primeras instalaciones de fábricas de productos químicos, petroquímicos y de papel (mediados del siglo XX), se liberaron al ambiente productos contaminantes sin ningún tratamiento que los neutralizara (polvos tóxicos, deshecho de hidrocarburos en el río Paraná, etc.) (del Frade, 1992; Biasatti, et al 1998)

Bertonatti y Corcuera (2000) llegan a la conclusión de que este ambiente tiene un alto nivel de degradación. A ello se suma la escasa superficie reservada a la protección, a pesar de su singularidad regional y de que dos tipos de pajonales de gran biomasa, el de *Paspalum quadrifarium* y el de *Spartina argentinensis* y *S. grandiflora* son restaurables eliminando el sobrepastoreo y sobrepisoteo.

7.2 Un poco de historia: estructuración económica, población y asentamientos.

Una manera de comprender el ordenamiento actual de un territorio es recurriendo a la conformación de su estructura económica, la historia de su poblamiento y los procesos políticos ocurridos en el lugar. Todos ellos dejan una compleja huella en el espacio, producto de la interrelaciones entre dichos procesos sociales y los caracteres naturales. A partir de este abordaje, la comprensión de las realidades locales actuales, aunque compleja, será más precisa.

Rosario, no tuvo una fecha precisa de fundación ni un fundador que haya quedado registrado en la historia. El origen de esta ciudad fue en realidad, un proceso que comienza en el siglo XVI con la llegada de los europeos a este sitio, que por su ubicación fluvio-terrestre tenía claras ventajas en el circuito de mercancía del Alto Perú y Paraguay. A partir del ganado vacuno y equino que los primeros inmigrantes trajeron consigo, nos encontramos con que en el siglo XVII la economía era fundamentalmente exportadora, sustentándose en el cuero, el sebo, tasajo, granos y harina.

El primer registro de población estable data de 1689 y el primer censo oficial es realizado en toda la provincia de Santa Fe en 1763; la "Capilla de Rosario" contaba con 250 habitantes. Uno de sus responsables señalaba que:

"no se hallaba casa formal sino la de la Santa Iglesia y la casa del maestro de campo don Pedro Acevedo, por estar todos los demás edificios puestos como quiera, sin regla ninguna, haciendo menosprecio de todos los vientos"
(<http://www.rosario.gov.ar/muni10e/muni1001.nsf/Paginas/Fram01>)

Precisamente en esta época, es cuando se instalan las primeras quintas, comienza la organización del espacio urbano y un siglo más tarde se instalarán los primeros molinos harineros. (Feliú, 1993)

A partir de ello comienza a conformarse una estructura agroganadera (con cierta especialización cerealera) origen de la que hasta la actualidad sigue siendo una de las actividades fundamentales para la región. (Feliú, 1993).

En épocas de la Organización Nacional, algunos sucesos históricos de carácter político y comercial que tuvieron como protagonista a Buenos Aires, dieron un fuerte impulso a Rosario, captando de esta manera algo del poder que detentaba Buenos Aires.

Durante el gobierno de Rosas y estando el puerto de Buenos Aires bloqueado por fuerzas francesas (1838), Rosario recibe algunas concesiones como la liberación de los derechos de exportación de las provincias de Cuyo (Basadonna, 2002), pasando a ser el puerto alternativo para el tráfico de ultramar.

Otra situación histórica que favorece a Rosario se produce con la batalla de Caseros (3 de febrero de 1852) época de la secesión de Buenos Aires de la Confederación, cuando la sede del gobierno se asienta en la ciudad de Paraná, Entre Ríos.

El hecho de que la ribera entrerriana, por sus características topográficas, dificultara la entrada de naves y la carga de productos, determinó que el puerto de Rosario pasara a ser el de mayor importancia. El 3 de agosto de 1852, Rosario fue declarada ciudad por ley provincial. (<http://www.rosario.gov.ar/muni10e/muni1001.nsf/Paginas/Fram01>)

Por otro lado, la salida por el puerto de Rosario resultaba la mejor opción para las provincias del Oeste, productoras de alimentos y manufacturas, afianzando la ventaja de este puerto, al tiempo que comenzaba el mejoramiento de las vías de comunicación con las provincias.

En el mismo sentido, las políticas tendientes a reforzar a la Confederación (recargas arancelarias para los productos provenientes de Montevideo y Buenos Aires) también promueven el crecimiento rosarino, con un movimiento comercial muy fluido, favoreciendo la instalación de las primeras industrias (fundiciones de hierro, bronce y saladeros), bancos y la bolsa de comercio en el periodo 1857-1859 (Feliú, 1993).

A pesar de esta incipiente industria, el sistema agro-exportador seguiría siendo eje del desarrollo de la región que como modelo monopólico se extendería hasta 1930. (Feliú, 1993)

En Rosario el ferrocarril, que junto al puerto fue factor clave del desarrollo del sistema agro-exportador, tejió una densa red de vías que confluían al puerto desde el área de influencia. En 1870 se inaugura el Ferrocarril Central Argentino que permitiría llevar desde Córdoba a Rosario un gran volumen de granos hacia el puerto y a su vez

introducir mercadería importada. Para 1910, Rosario tenía siete estaciones de diferentes ramales ferroviarios.

A fines del siglo XIX y principios del XX, el puerto de Rosario comerciaba 3.500.000 tn anuales de granos. (Basadonna, 2002) En 1910 salían por el puerto de Rosario el 25 % del trigo exportado por el país, el 28 % del lino y el 47% del maíz (Feliu, 1993; Basadonna, 2002). Hacia 1920, los principales productos de importación eran el combustible sólido, los materiales para la construcción y el equipamiento industrial.

Este fuerte sistema agro-exportador fue sostenido por una mano de obra inmigrante proveniente en su mayoría de Italia y España. En 1926 el 47% del total de la población eran extranjeros.

Hacia 1930, al frenarse el proceso expansivo agropecuario nacional, la población de Rosario se estabilizó en alrededor de 400.000 habitantes (Feliú, 1993)

Como hemos visto, la ciudad de Rosario, por su posición entre áreas productoras y de consumo, ofrecía buenas perspectivas laborales y por ello fue desde sus orígenes un centro urbano de atracción para las migraciones. A esto se agregaba que desde el estado nacional se promovían políticas para incrementar la instalación de los inmigrantes en las zonas rurales. Estas medidas podían variar de provincia a provincia.

Santa Fe, al contrario que Buenos Aires, promocionó la instalación del pequeño productor agrícola, es decir el chacarero o colono; una ley de 1876 -que rigió por más de 60 años- establecía la creación de colonias de 40.000 ha, con lotes de una superficie mínima de 50 ha. preferentemente para cultivar cereales. Esto implicó una importante expansión de la frontera agropecuaria.

A los productores se les brindaban vituallas y equipos que debían rembolsar a partir del cuarto año de la instalación. Esta modalidad alcanzó su ápice en 1880, acompañando el despegue de la economía agrícola. (Basadonna, 2002).

Para esta época, Rosario ya contaba con una red bancaria, comercio organizado, transporte y una organización política institucional establecida. (Feliu, 1993)

A pesar de que entre fines del siglo XIX y principios del XX comenzaban a lanzarse algunas políticas en pro del desarrollo industrial, este fue escaso; los establecimientos agroindustriales exportadores eran en su mayoría de capitales extranjeros y las industrias con capitales nacionales estaban dedicadas al mercado interno (talleres de reparaciones y algunos relacionados con la construcción)

Un hito histórico clave, la crisis económica de 1929, originada en los Estados Unidos pero con repercusiones mundiales, hace replantear a la dirigencia de nuestro país la conveniencia de fortalecer la estructura de la economía nacional.

Algunos de los efectos de la crisis mencionada fueron la suba de precios, la escasez de manufacturas que la Argentina importaba y la fuerte caída de los precios de commodities que exportaba. A raíz de ello, nuestro país, obligado a un cierto aislamiento económico, inició una política de desarrollo del mercado interno y refuerzo de industrialización básica.

La región de Rosario fue una de las primeras que dio cuenta de esta política; su economía comenzó a reducir la dependencia exclusiva sobre los commodities, reforzando la producción en tambos y construyendo una refinería de petróleo de capital estatal en la San Lorenzo. (Feliú, 1993)

La Segunda Guerra Mundial (1939-1945) mantiene el marco adecuado para continuar con el impulso a la industrialización del país.

Sin embargo, Rosario sufre cierta paralización al nacionalizarse el puerto y centralizarse la actividad portuaria en Buenos Aires. La reactivación se produce ocho años después gracias a la exportación de granos y subproductos. (Feliú, 1993)

A partir de 1946, con el gobierno peronista, la nación incrementa el fomento a la actividad industrial y con ello a las migraciones internas para satisfacer la demanda de mano de obra.

Consecuentemente, en Rosario se produce un fuerte crecimiento de los suburbios, con la realización de obras de infraestructura y loteos organizados por el estado y comercializados por particulares.

Como contrapartida del crecimiento de la actividad industrial, descende la exportación agrícola por la dificultad mundial para colocar los productos en el exterior. Ello hace que la actividad del puerto caiga y que paulatinamente, se trasladen los capitales desde el sector agro-exportador y comercial a la industria.

La estrategia de desarrollo del país será la de estimular el crecimiento del mercado interno. (Feliú, 1993)

Inicialmente, la industria en Rosario fue del tipo “liviana” y se apoyó sobre todo, en talleres medianos y pequeños (alimento, textil, metalurgia, fabricación de tractores con una incipiente integración vertical con las fundidoras de hierro y acero). (Feliú, 1993) En esta primera etapa de desarrollo industrial la dependencia de los mercados externos seguía siendo grande, ya que, a pesar de que se había desarrollado la producción de medios de consumo, no existía una fuerte industria de medios de producción que la sustentara; por consiguiente estos insumos de base debían obtenerse en el exterior.

Hasta fines de 1950 el escaso desarrollo de la tecnología demandaba una alta participación de mano de obra. La gran cantidad de gente requerida para las fábricas implicaba la construcción de viviendas e infraestructura urbana básica incrementando el área de amanzamiento urbano, lo que provocó un cambio fisonómico en los alrededores de Rosario. (Feliú, 1993; Buzai, G. y C. Baxendale; 2001)

En la década del '50 se aprecia una diversificación de la actividad económica que es fomentada con el ingreso de capitales extranjeros, dirigidos a la generación de medios de producción, con el fin de solucionar el cuello de botella que representaba este rubro. Las nuevas industrias (rama de la química, petroquímica, papel y maquinaria pesada para agricultura) se ubicaron en la zona norte de la ciudad, donde la buena accesibilidad las favorecían. En general, las industrias eludían la ribera sur de la ciudad por sus características topográficas (Feliú, 1993)

A partir de la segunda mitad de la década de 1970 Rosario, dentro de un marco nacional similar, se desindustrializa. El gobierno dictatorial que irrumpió en 1976, instaló un modelo económico neoliberal que comenzó a socavar la base productiva del sector industrial, fomentando la dependencia del sector Terciario que contiene de manera marginal a los expulsados del sector industrial y agrícola. (Plan Regulador 1987; Toutoundjian, 1988;)

En 1974 más del 43%²⁰ del personal empleado lo era en industrias y cerca del 38% de los establecimientos estaban dedicados a la industria. En 1985 cerca del 39% del personal se desempeñaba en la industria y alrededor del 37% de los establecimientos correspondían al sector industrial. Dentro de la provincia, el departamento de Rosario,

²⁰ Según Toutoundjian (1988) estas cifras corresponden al total provincial pero se debe tener en cuenta que Rosario, por su participación destacada en el producto bruto industrial, es quien marca la tendencia en la provincia.

es el que más sufrió el descenso del número de establecimientos y personal dedicado a la industria.

Frente a la crisis del sector industrial la oferta laboral se dirigió hacia Comercio y Servicios, incluyendo al trabajo por cuenta propia, que momentáneamente fue capaz de compensarlo. Luego, en las estadísticas de la década del '80 comienza a notarse un descenso en la ocupación en el sector Terciario y un aumento en la desocupación visible: en Rosario en 1970 era del 5%; en 1980 del 6% y en 1985 del 10% (Toutoundjian, 1988).

A pesar de la precariedad de los empleos brindados por el sector Terciario, característico de los centros urbanos, los datos obtenidos muestran para la década de 1990 que dentro de la aglomeración, las zonas que poseen los valores de NBI más bajos en relación con la media del aglomerado son la zona central (la ciudad de Rosario) y sus desprendimientos en forma de ejes hacia el Norte y Oeste (Morano, 1998)

Retrocediendo hasta la década del '60, en un marco de deterioro de las economías regionales, una nueva oleada de migraciones internas procedentes fundamentalmente de los obrajes y chacras algodoneras de Chaco y Formosa, se suma a la región rosarina.

Aunque la conformación del sistema industrial contemplaba planes de vivienda para los nuevos habitantes, no siempre eran suficientes o exitosos. En las cercanías de las fábricas, en zonas inundables donde los terrenos no eran aptos para la construcción, donde no existían medios de transporte o junto a los barrios obreros construidos por el estado, comenzaron a crecer anárquicamente las viviendas marginales sin ningún servicio básico de infraestructura urbana, lo que los expertos de CEPAL-PNUMA llaman urbanización descapitalizada.

Entre 1960 y 70 la población de la ciudad de Rosario aumentó alrededor del 19% y las viviendas alrededor de un 40%; en el periodo 1964-69 los habitantes de villas rosarinas aumentaron un 400 %; la superficie ocupada por estos barrios precarios aumentó un 54% y el perímetro un 50% (Feliu, 1993). Para el periodo 1970-80, comienza a notarse una desaceleración en el ritmo de crecimiento de la población de la ciudad de Rosario (Dirección General del Plan Director; 1987), tendencia que persiste en el periodo 1980-91 para el Gran Rosario. (Morano, 1998)

Desde el decenio 1960-70 la ocupación y distribución de la población dentro de la ciudad de Rosario tuvo una disminución porcentual en las áreas centrales; una estabilización o crecimiento leve en las intermedias y un aumento notable en los márgenes, con preferencias hacia el SO y NO;

En el decenio de 1970-80 el área central del ejido urbano tendió a estabilizarse, las áreas intermedias bajaron el número de habitantes y aumentó la población en áreas periféricas, con una tendencia a la construcción de urbanizaciones de manera discontinua. (Plan Regulador 1987; Bracalenti, et al, 1998; Buzai, G. y C. Baxendale; 2001). Reñé (1994) coincide con esta última descripción del proceso, dándole inicio en 1960.

7.2.1 La planificación del territorio

Un aglomerado urbano sin un plan que regule el uso del espacio trae aparejado problemas que los habitantes sufren y notan claramente en el uso diario de la ciudad y otros que quizás no sean tan evidentes, como el uso de los recursos naturales por debajo de su potencial y la pérdida de servicios ambientales.

Es interesante observar que la fragmentación del espacio y la escasez de espacios verdes públicos, entre otros problemas de planificación que actualmente tiene la ciudad de Rosario, son en gran parte coincidentes con los que se desprendían de la evaluación de un plan regulador y de extensión de hace más de cincuenta años. (Della Paolera, C., A. Farengo y A. Guido, 1935) A pesar de la existencia de este plan, aparentemente nunca fue implementado, ya que según la Municipalidad, es “una ciudad que fue creciendo en forma espontánea, es decir sin previa planificación urbana, hasta llegar a ser lo que es en la actualidad.” (<http://www.rosario.gov.ar/muni10e/muni1001.nsf/Paginas/Fram01>)

Según el mencionado plan, hacia la primera mitad del siglo XX, los tres grandes problemas de desarrollo espacial que tenía la ciudad eran una complicada red del sistema ferro-portuario que imposibilitaba la fluidez de comunicaciones dentro del espacio municipal; la necesidad de aumentar la cantidad de espacios verdes para lograr una mejora en la calidad de vida de la población y la construcción de vivienda obrera, en vistas al desarrollo industrial que se avizoraba en la ciudad. (Della Paolera, C., A. Farengo y A. Guido, 1935) Recientemente, se han realizado diagnósticos y planes de reestructuración para el puerto y para solucionar el problema de la densa red ferroviaria que actúa como barrera para la comunicación en la ciudad. (Municipalidad de Rosario, Secretaría de Planeamiento. Plan Regulador 1987; Caballero, Woelflin, 1992-93)

Así como en el diagnóstico y plan de 1935 se planteaba la necesidad de re-diseñar el tendido de vías del ferrocarril para revertir la configuración de la ciudad a espaldas al río, el plan regulador de 1987 tuvo en cuenta esta situación que desaprovecha una gran superficie de la ciudad y planteó debates para encontrar la mejor solución posible tanto para el funcionamiento del ferrocarril como para optimizar el uso del espacio, destinando una mayor área para el esparcimiento de la población; también propone tomar medidas para impedir la ocupación de zonas anegadizas aún libres de asentamientos para darle un destino concreto y así evitar que se transforme en un

territorio indefinido donde se acepta cualquier tipo de uso de la tierra y se destaca la importancia de las zonas donde se realiza producción rural intensiva para abastecimiento de la ciudad. (Municipalidad de Rosario, Secretaría de Planeamiento. Plan Regulador 1987)

En cuanto a los espacios verdes, el primer plan zonificaba el territorio para los diferentes usos del suelo, incluyendo parques y plazas. El borde exterior se reservaba para quintas hortícolas y granjas que abastecerían a la población y contribuirían a una mejora de la calidad de vida gracias al mantenimiento de las funciones ecológicas. (Della Paolera, C., A. Farengo y A. Guido, 1935); actualmente hay un proyecto en curso para espacios poco antropizados que a pesar de ser pequeños cumplirían funciones ecológicas gracias a la interconexión de espacios de mayor complejidad estructural que permitiría el intercambio de especies de la flora y la fauna local. Se incluyen espacios abiertos públicos o privados, con distinto uso y tipo de vegetación, desde jardines hasta reservas naturales. (Di Bernardo, 1998)

7.2.2 Cambios recientes en los usos de la tierra

Tradicionalmente la periferia de Rosario fue un espacio con pequeños núcleos urbanos generalmente funcional y estéticamente desvalorizados y con una comunicación vial deficitaria, exceptuando los viejos caminos pavimentados que la unían con San Nicolás (Buenos Aires), Santa Fe y Villa María (Córdoba).

En la actualidad esta descripción sigue siendo válida para la zona Sur y Sudoeste, donde se encuentran barrios originados en loteos particulares, grandes operaciones de vivienda pública (FONAVI, etc.), villas, asentamientos irregulares; fábricas y depósitos.

En cambio, en el Noroeste y Oeste de la periferia urbana, la fisonomía y la calidad de accesos ha sido mejorada y es allí donde se encuentran los barrios cerrados, centros comerciales y recreativos.

Esta zona comenzó a distinguirse del resto de la periferia a partir de la década del '50 con la construcción del Barrio Fisherton que contaba con una infraestructura urbana completa, densidad alta de arbolado y excelente calidad ambiental. En concordancia con

el status social de sus habitantes, durante cincuenta años ha sido sede recreativa y deportiva del Jockey Club de Rosario (llamado localmente el *Country del Jockey*).

Fuera del núcleo urbano, Barrio Fisherton ha sido un caso pionero de área residencial de jerarquía y ha funcionado como polo de atracción para nuevos emprendimientos de categoría similar, que al completar los intersticios entre el núcleo urbano y dicho barrio, fue incorporado físicamente a la aglomeración y en la actualidad, es el área privilegiada para la instalación de barrios cerrados (el primero se construyó a fines de la década del '70 y la gran mayoría en la década del '90) centros comerciales y usos recreativos.

Esta situación se ve favorecida por la realización de obras hidráulicas y de saneamiento en el arroyo Ludueña, que revirtieron la condición anegadiza de la zona, provocaron una revalorización de la tierra, el consiguiente desalojo de los habitantes de bajos recursos y una reestructuración del espacio. (Bragos et al, 2002)

Entre los nuevos desarrollos residenciales, los más exitosos son los de "alta calidad ambiental" es decir los que poseen mayores superficies destinadas a "espacios verdes".

Estas nuevas formas de urbanización (countries, clubes de campo, condominios, etc) se sostienen con importantes inversiones privadas y aportes del Estado, en la construcción de vías de comunicación.

Sin embargo, en Rosario el desarrollo de barrios residenciales presenta dos particularidades: el fenómeno ha comenzado más tarde en esta ciudad que en otras del país y existe cierto desajuste entre el volumen de la oferta de estos nuevos estilos residenciales y la demanda, que no responde a las expectativas de los agentes inmobiliarios.

A raíz de ello, la transformación del territorio aún no es significativa, pero marca una tendencia que podría profundizarse al actuar los barrios cerrados como "barreras arquitectónicas" y que provocarían una ciudad fragmentada desde el punto de vista social y espacial. (Bragos et al, 2002)

7.3 Estudios realizados desde la Ecología del Paisaje en el área de Rosario.

Recientemente han aparecido los primeros trabajos que podemos considerar encuadrados en el enfoque de la Ecología del Paisaje. Ejemplo de ellos son los de Biasatti et al (1998) y Bracalenti et al (1998). Estos autores plantean que es fundamental comprender que ciudad y entorno natural interactúan y no pueden tomarse medidas sobre uno de ellos sin que las consecuencias repercutan en el otro.

El trabajo de Biasatti et al (1998) que se trató en el acápite "El paisaje natural" contiene información relacionada al relieve y a las comunidades vegetales y animales del arroyo Saladillo y una descripción del estado o condición de deterioro de la cuenca.

En el se concluye que los ecosistemas se encuentran empobrecidos por presión antrópica naturales, lo que provoca "la reducción de los recursos básicos para la supervivencia de las especies" pero a pesar de estos síntomas de deterioro, "El arroyo Saladillo constituye un cuerpo de agua cuyo estado ambiental no sufre un deterioro extremo" y que "... los elementos que degradan este medio no alcanzan a alterar su calidad de manera irreversible." conservando su capacidad auto-depuradora. (Biasatti et al, 1998)

El trabajo de Bracalenti et al (1998) redefine el uso y la cobertura vegetal de un tramo de la ribera paranaense rosarina, teniendo en cuenta que este sector cumple un papel muy importante en la estructura del paisaje como corredor ecológico y como espacio donde la sociedad pueda relacionarse con la naturaleza. Se estima el porcentaje del espacio de la ribera que funciona como "escenario público de participación y protagonismo social en el manejo del ambiente", que es el 42%, mientras que el 58% no esta disponible para el uso público ni para la planificación y gestión ambiental. Se destaca como situación positiva que en una superficie que representa el 17% del área total y donde existen proyectos de transformación, se mantiene en las obras a realizar la concepción del río Paraná como recurso vital y la recuperación de la ribera para el uso público.

8 RESULTADOS

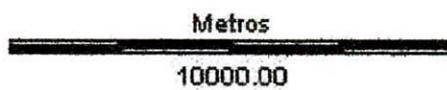
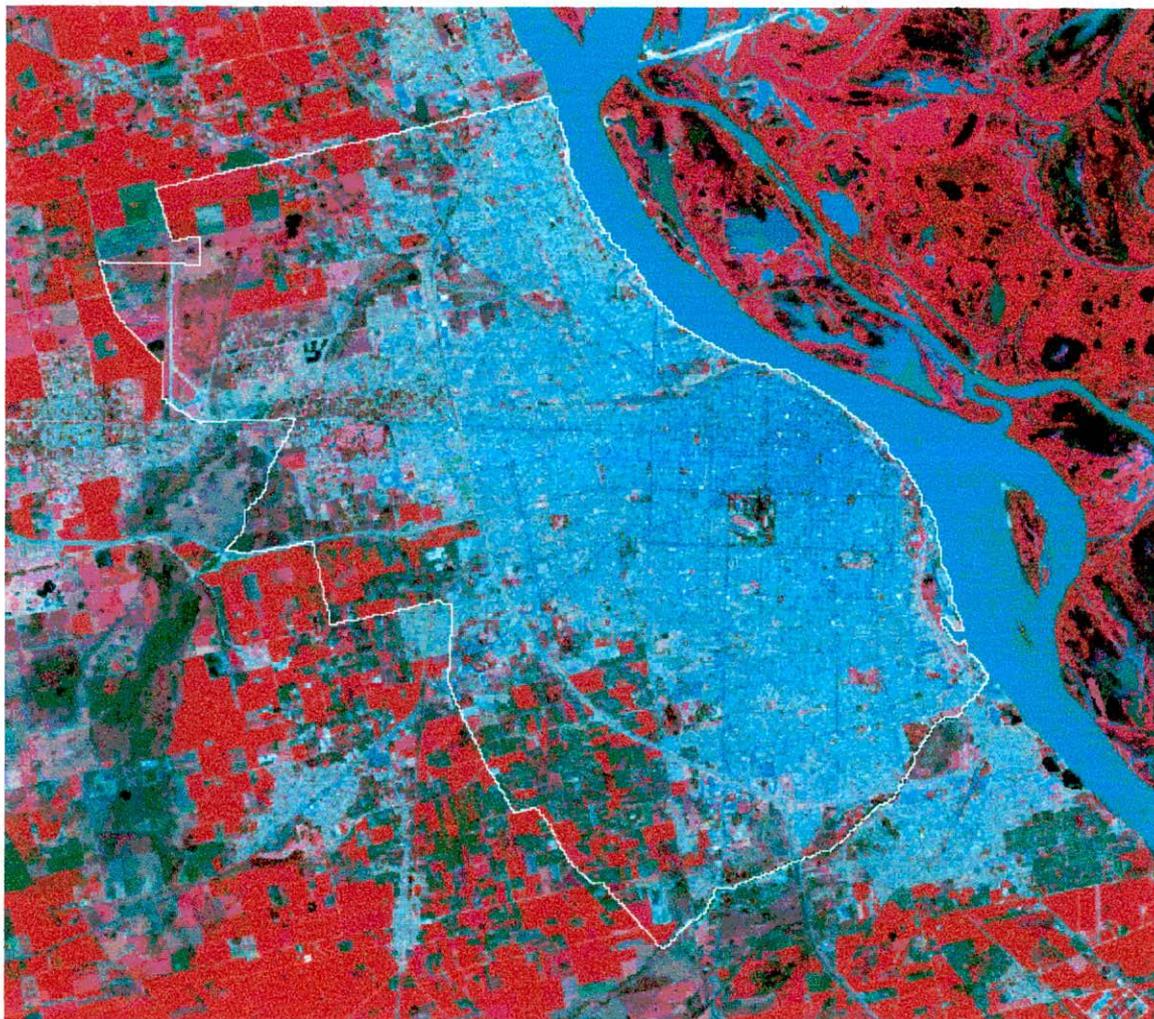
8.1 Aplicación de métodos de análisis espacial

8.1.1 Análisis visual de imágenes satelitales

A continuación se presenta la información resultante de la interpretación de elementos visuales complejos como color, textura, forma y emplazamiento de objetos que por cumplir una función en el presente, son identificados de manera relativamente directa, así como los que han quedado dis-funcionales, pero que debido a la interrelación entre procesos sociales y espaciales dejan su huella en el territorio y pueden ser reconocidos con la ayuda de fuentes de información secundaria.

En las imágenes Falso Color Compuesto Estándar, el color rojo y sus diversas tonalidades, son indicadores de tipo de vegetación, diferentes estados de madurez, estado sanitario, estado fenológico (follaje amarillento, follaje activo, etc.)

MAPA N° 1
REGIÓN ROSARIO
IMAGEN SATELITAL FALSO COLOR COMPUESTO ESTÁNDAR



Los tonos más brillantes se asocian a vegetación vigorosa, fotosintetizando activamente. Si a ello le sumamos la información sobre ubicación, distancia al ejido urbano, tamaño, época del año y forma del objeto, concluimos que corresponden a parcelas agrícolas y hortícolas. Los predios de mayor tamaño probablemente sean cultivos de soja. Por otro lado, con los mismos tonos pero insertos en la trama urbana, con un tamaño mucho menor y con formas en general irregulares, se identifican áreas con vegetación vigorosa que corresponderían a parques, paseos, etc.

- Los rojos más oscuros en parcelas de tamaño, ubicación y forma similar que las de uso agrícola, responderían a diferente estadio de maduración o tipo de cultivo.
- Los rosados claros corresponden a áreas con vegetación poco densa; sus formas regulares y ubicación nos remiten a parcelas agrícolas con cultivo en desarrollo y aquellas parcelas vecinas a las zonas urbanas a casas quintas o de fines de semana y a barrios privados; aquellos con formas irregulares y ubicados cerca de los arroyos (en la planicie de inundación) los asociamos con pastizales y pajonales semi-naturales.

El color celeste, sumado a la textura y al patrón en cuadrícula, se identifica con un uso del suelo urbano. Las variaciones de intensidad de tono permite distinguir el grado de densidad de edificación (el más claro y con la cuadrícula mejor definida corresponde al núcleo urbano). También en este color aparecen los suelos desnudos, que por ser escasos y de poca superficie no fueron considerados.

El color verde lo encontramos en la periferia en parcelas regulares, ya sea en zona agrícola u hortícola y cercanas a los arroyos, pero en este caso sus límites esta poco definidos. Se trata de parcelas aradas o suelos sin cobertura vegetal viva pero con mayor cantidad de humedad que los de color celeste. Este color también se encuentra en finas fajas de tierra de límites difusos, que acompañan gran parte del recorrido de los cursos de agua.

El cyan corresponde a cuerpos de agua con partículas en suspensión, que se aprecia claramente en el río Paraná y las lagunas de las islas del delta entrerriano, vecinas al área de estudio.

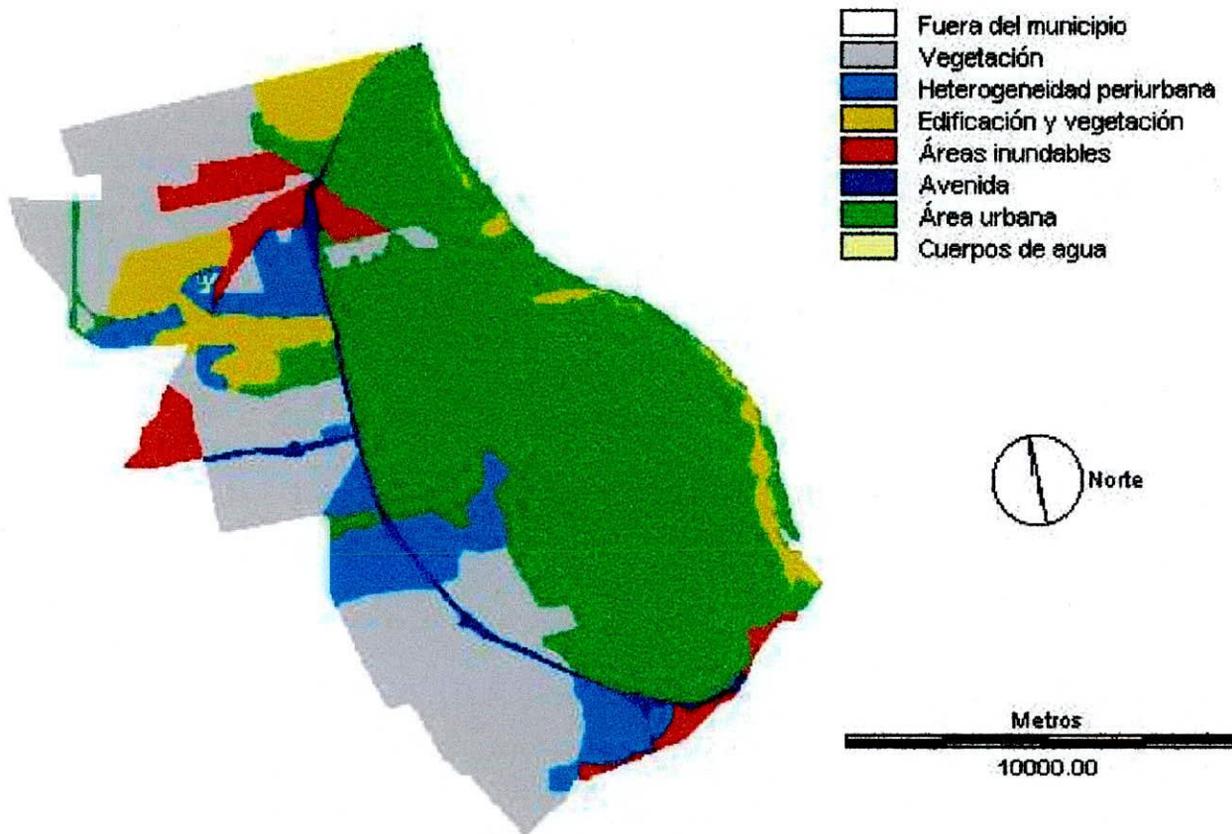
El color negro (poco presente en la imagen) representa cuerpos de agua, probablemente con exceso de materia orgánica, es decir eutroficados.

El resultado de la interpretación visual puede apreciarse en el Mapa N° 2.

MAPA N° 2

ROSARIO

MAPA de COBERTURAS de la TIERRA

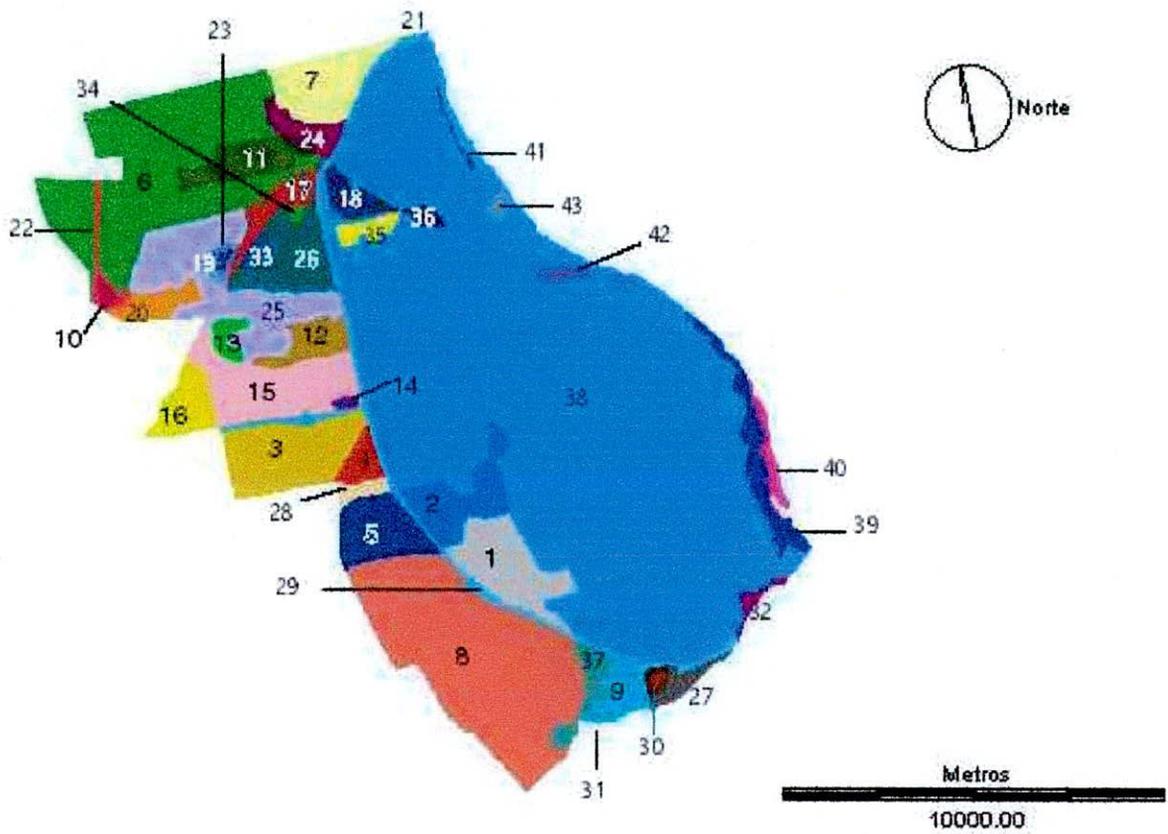


Referencias del Mapa N° 2.

1. Vegetación. Uso del suelo agrícola; los límites de los predios son rectos.
2. Heterogeneidad periurbana pixelado un poco más grande que el urbano con reflectancias variadas con formas irregulares (en general no se observa la cuadrícula ortogonal) y disposición discontinua. Uso: villa; asentamiento; residencial común; vacante; cementerio; planta industrial de residuos, etc. presentan una densidad de edificación baja; la vegetación cobra mayor preponderancia en superficie y tiene una estructura de mosaico; también existen suelos desnudos y anegadizos
3. Edificado y vegetación. Uso residencial con mucha vegetación en la periferia de la ciudad y recreativo en franja costera sobre el río Paraná.
4. Áreas bajas-inundables (humedales) con suelos pesado de difícil drenaje; su vegetación es de tipo pastizal o pajonal. Uso: residencial informal y ganadería
5. Av. De Circunvalación, nudos y accesos con sus amplios terraplenes vegetados. Uso: vía de comunicación.
6. Área urbana
7. Cuerpos de agua posiblemente eutroficados (su reflectancia en el negro podría indicar contaminación orgánica)

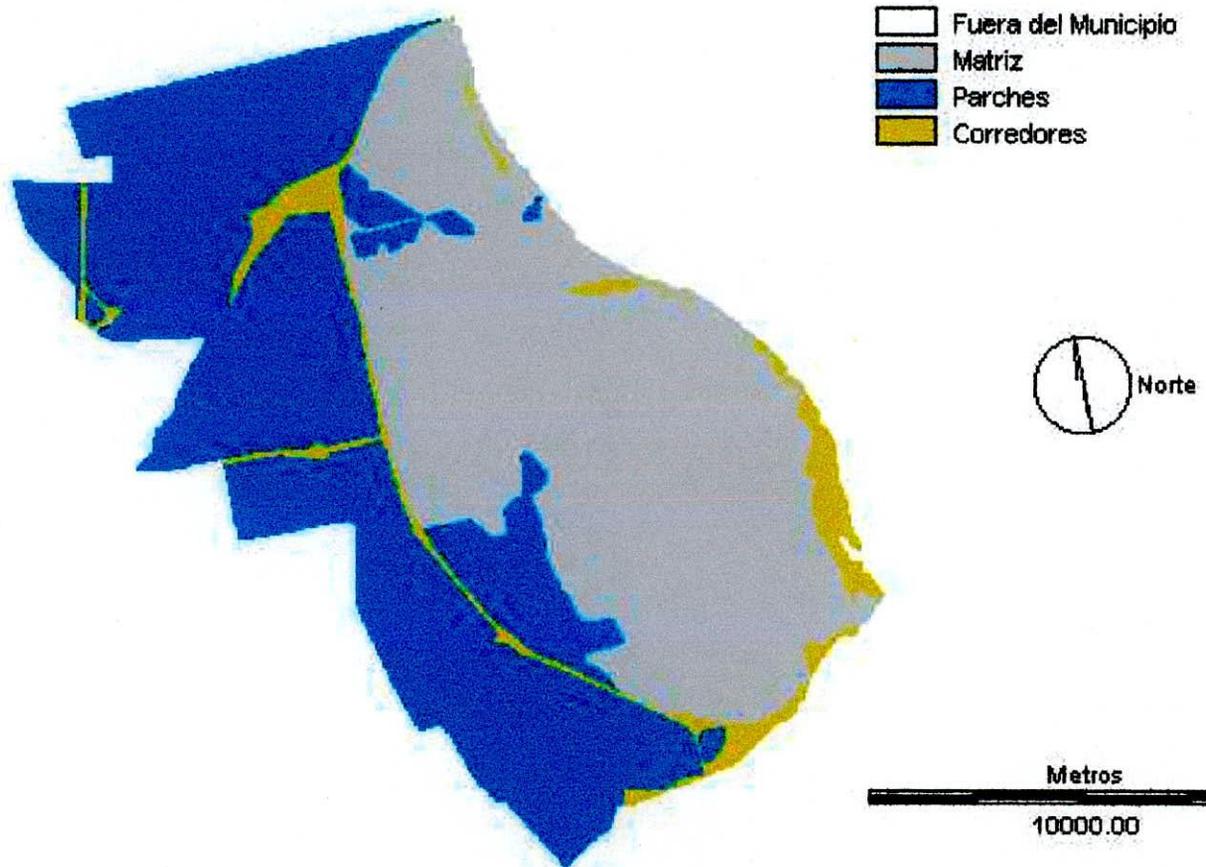
Con respecto a la identificación de los elementos del paisaje, se realizó según la forma, extensión y conectividad de cada uno de los cuarenta y tres polígonos digitalizados, pero al considerar que visualmente este resultado era confuso (Mapa N° 3), se reclasificó la imagen para obtener otro mapa según los componentes de la estructura del paisaje: matriz, parche y corredor. (Mapa N° 4).

MAPA N° 3
ROSARIO
MAPA de ELEMENTOS del PAISAJE
(43 Polígonos)



	Fuera del Municipio		Parche		Corredor
	Parche		Corredor		Parche
	Parche		Parche		Parche
	Parche		Parche		Parche
	Parche		Parche		Parche
	Parche		Parche		Parche
	Parche		Corredor		Matriz
	Parche		Parche		Corredor
	Parche		Parche		Corredor
	Parche		Parche		Corredor
	Parche		Parche		Corredor
	Parche		Corredor		Parche
	Parche		Parche		
	Parche		Corredor		
	Parche		Parche		
	Parche		Corredor		
	Parche				
	Parche				

MAPA N° 4
ROSARIO
MAPA SÍNTEIS de ELEMENTOS del PAISAJE



8.1.2 Análisis digital de imágenes satelitales

8.1.2.1 Clasificación automática no supervisada general de imágenes satelitales

Como explicamos en el capítulo sobre metodología, mediante este procedimiento se obtienen clases que el programa de procesamiento de imágenes define según los niveles de reflectancia de los diferentes objetos que cubren la superficie de la tierra.

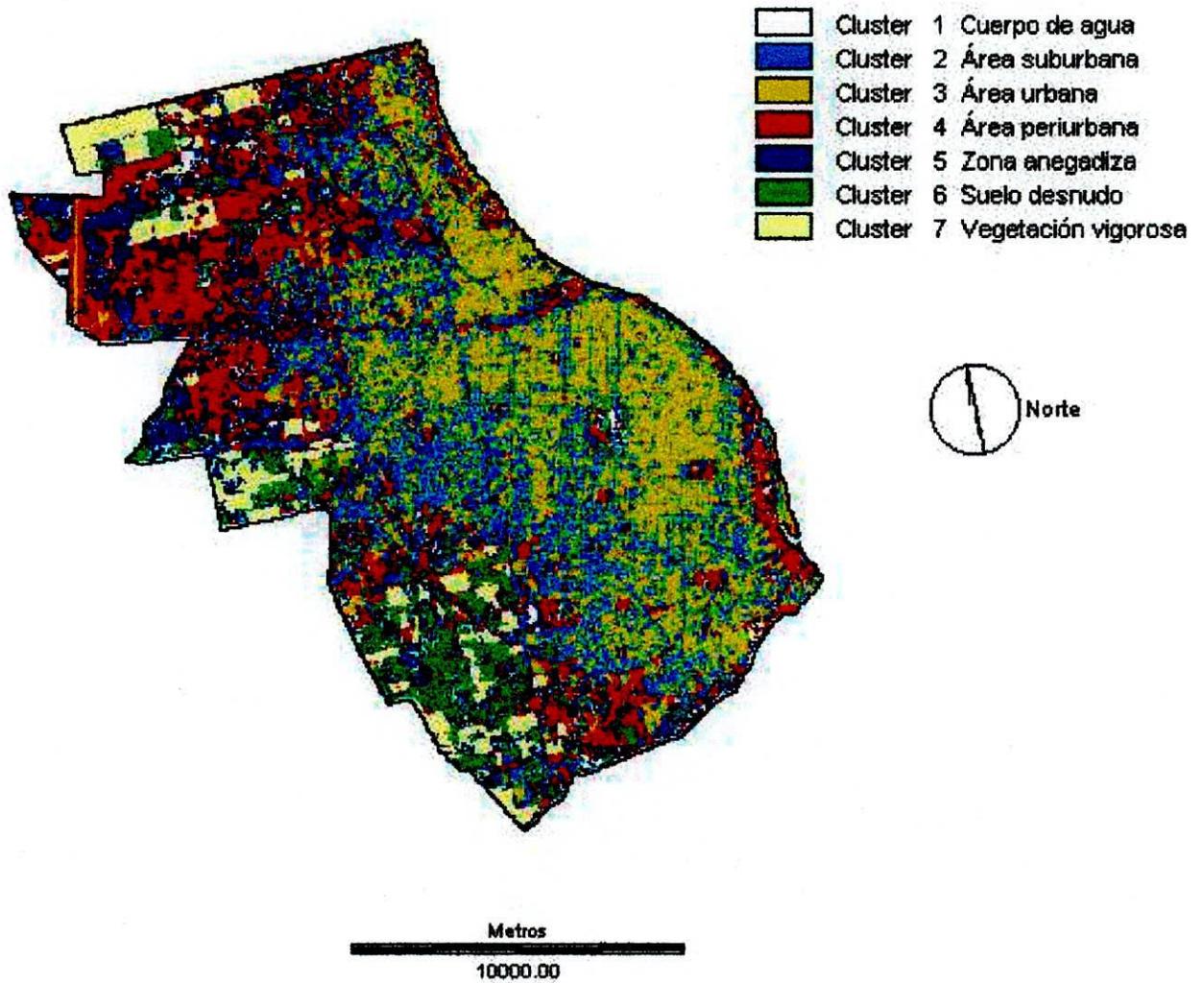
De la comparación del método visual y digital de clasificación de imágenes, surge que ambas cuentan con siete clases, pero con una delimitación y cobertura que varía debido al criterio adoptado: mientras que en la automática la única variable considerada es la reflectancia de objetos, en la interpretación visual, es un conjunto que incluye reflectancia, forma, tamaño, procesos históricos y el criterio del intérprete.

A raíz de ello encontramos que la clasificación automática posee un mayor detalle en cuanto a uso urbano, presentando una categoría de alta densidad de edificación y otra de menor densidad, a lo que llamamos “suburbano”; en cambio, en la interpretación visual no se tuvo en cuenta este grado de detalle dentro del uso urbano ya que no resultaba necesario según el objetivo de la investigación, quedando englobado en “área urbana”. De manera similar, los cluster 6 y 7 de la clasificación automática, se identifican como suelo desnudo y vegetación vigorosa, lo que en la interpretación visual quedó bajo la categoría “vegetación” reconocida gracias a las formas y tamaños de las parcelas, su ubicación periférica, datos históricos y el conocimiento de las etapas de laboreo de la tierra que incluye cierto periodo con suelo momentáneamente desnudo. En cuanto a cuerpos de agua, áreas anegadizas, bordes de arroyos y área periurbana los resultados globales son similares en ambas clasificaciones, notándose algunas variaciones en cuanto a los límites de las clasificaciones.

MAPA N° 5

ROSARIO

CLASIFICACIÓN NO SUPERVISADA GENERAL

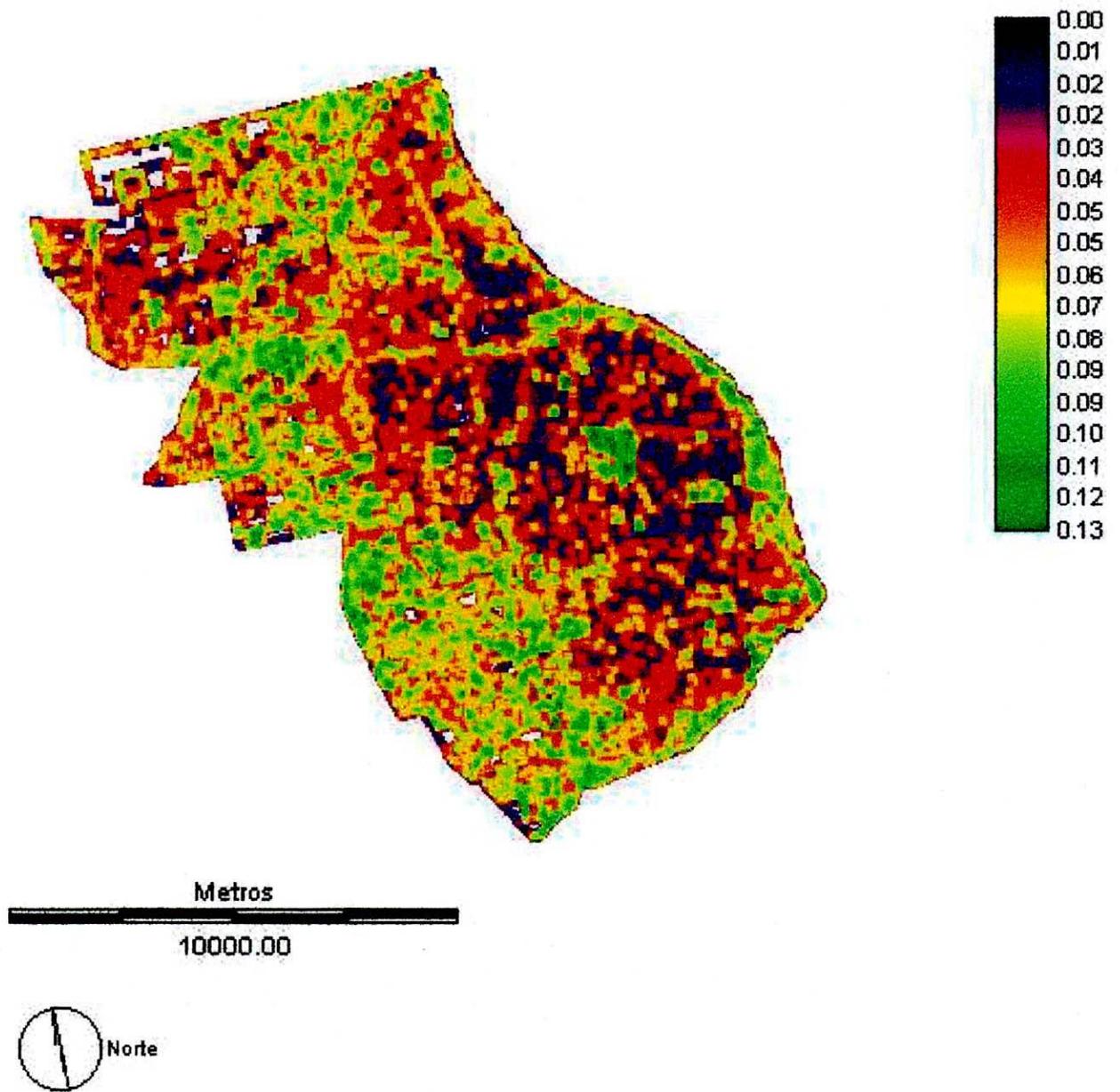


Referencias del Mapa N° 5

- Cluster 1: cuerpos de agua o zonas inundadas.
- Cluster 2: área suburbana, con densidad de edificación media.
- Cluster 3: área urbana con densidad de edificación alta.
- Cluster 4: área periurbana con menor densidad de edificación y patrón disperso.
- Cluster 5: área anegadiza con encharcamiento y suelos de difícil drenaje, lo que llamamos humedales de anegamiento temporario.
- Cluster 6: suelo desnudo o de muy baja densidad vegetal, ya sea en parcelas agrícolas en espera, recién sembradas, en barbecho o tierra vacante.
- Cluster 7: parcelas agrícolas con cultivos vigorosos.

8.1.3 Cálculo de índices de paisaje

MAPA N° 6
ROSARIO
ÍNDICE de FRAGMENTACIÓN



Como podemos observar en el Mapa 6, que se obtuvo a partir de la aplicación del índice de Fragmentación, el patrón del paisaje presenta pocos y pequeños sectores con valores nulos o cercanos a cero fragmentación (“0” color negro) Estos se ubican de manera aislada en la zona periférica del municipio, al NO en la zona de reserva agrícola.

Los valores bajos de fragmentación (“0,01-0,02” azules) se agrupan en dos polos: el más importante en el núcleo urbano, en la zona más densamente edificada; el otro, con superficies más pequeñas, en la zona de tierras de reserva agrícola, al NO del municipio; también se encuentran sectores muy pequeños y aislados en los límites O y SO del municipio.

Los valores medios-bajos (“0,03-0,05” rojos) se encuentran rodeando a los bajos, en un patrón extendido que tiende a unir los dos polos de valores bajos y a ocupar la zona costera N.

Los valores medios (“0,06-0,08” amarillos) conforman un amplio arco N-S que recorre el municipio, alcanzando el borde municipal por el O, excepto al NO, que como ya dijimos presenta valores bajos y medios-bajos, correspondiente a la zona de reserva agrícola. En menor medida los valores medios están representados en una angosta faja, a lo largo de la costa del río Paraná.

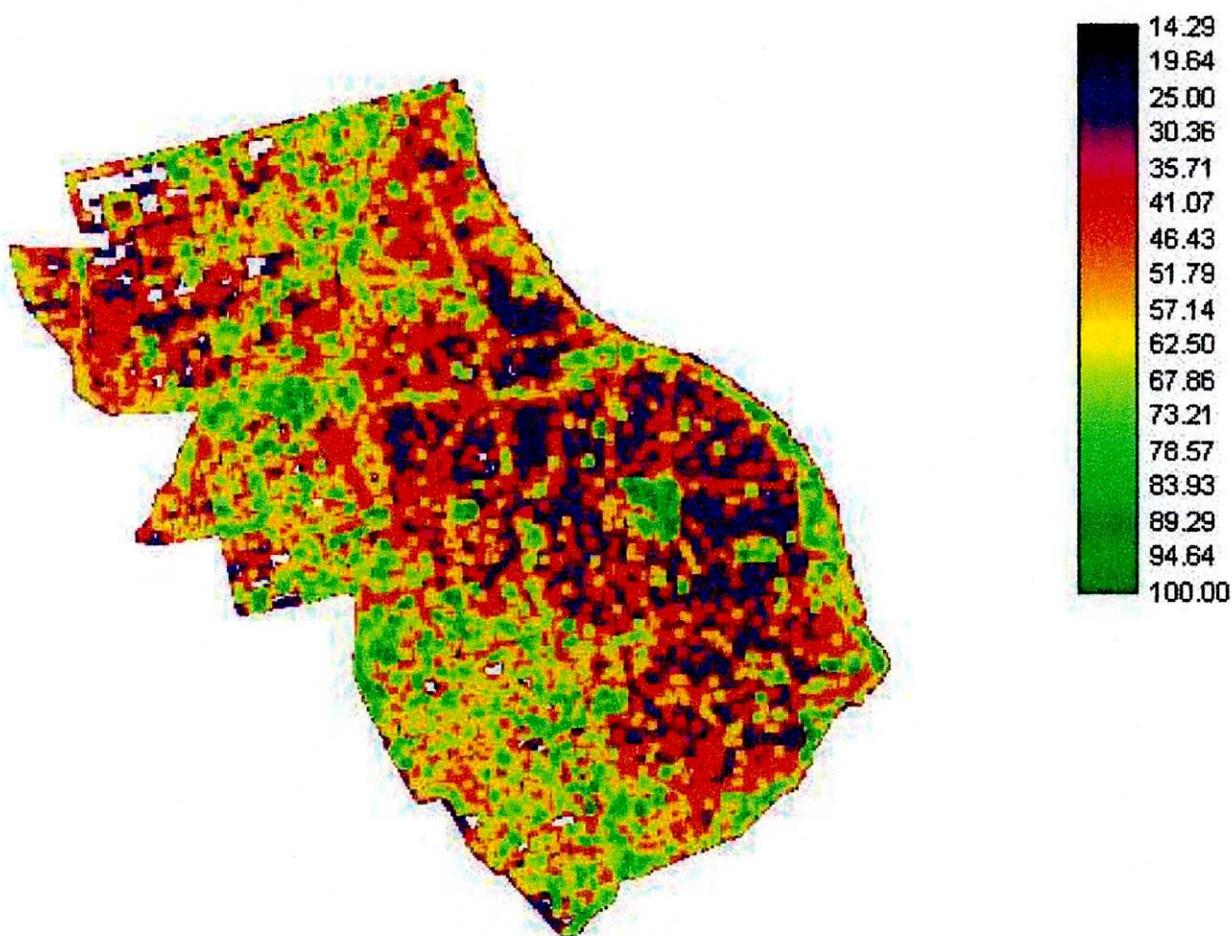
En este nivel de fragmentación se destacan por contraste sobre áreas no tan fragmentadas, vías de comunicación importantes como algunos tramos del ex Ferrocarril Gral. Belgrano; de la Av. Córdoba y de la Av. de Circunvalación. Esta última avenida señala en la zona N y centro un área fronteriza de cambio gradual de usos urbanos a periurbanos; es decir el nivel de fragmentación media coincide con las zonas donde, los análisis visual, digital y de campo indican la presencia de coberturas y usos de la tierra que asociamos al área periurbana.

Los valores medios altos (“0,09-0,010” verde claro) en general, siguen el mismo patrón espacial que los medios.

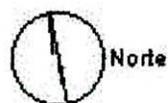
Finalmente los valores altos de fragmentación (“0,11-0,13” verde oscuro) no tienen una representación destacada, salvo por ciertos sectores como el Parque Independencia (con los máximos valores), la zona del “Jockey Club”(centro-O) y un sector del centro y S de

la costanera del río Paraná y del arroyo Saladillo. Estos lugares se caracterizan por un uso recreativo, es decir con una gran variedad de componentes.

MAPA N° 7
ROSARIO
ÍNDICE de RIQUEZA RELATIVA



Metros
10000.00



En la Mapa N° 7 de Índice de Riqueza Relativa podemos ver un patrón de distribución de los valores similar al del índice de Fragmentación.

Los valores cercanos a cero (negro) en Riqueza Relativa de componentes se encuentran en el extremo NO del municipio, insertos en las zonas de “reserva de suelo rural”; estos valores podrían responder a la presencia de un agroecosistema de estructura simplificada.

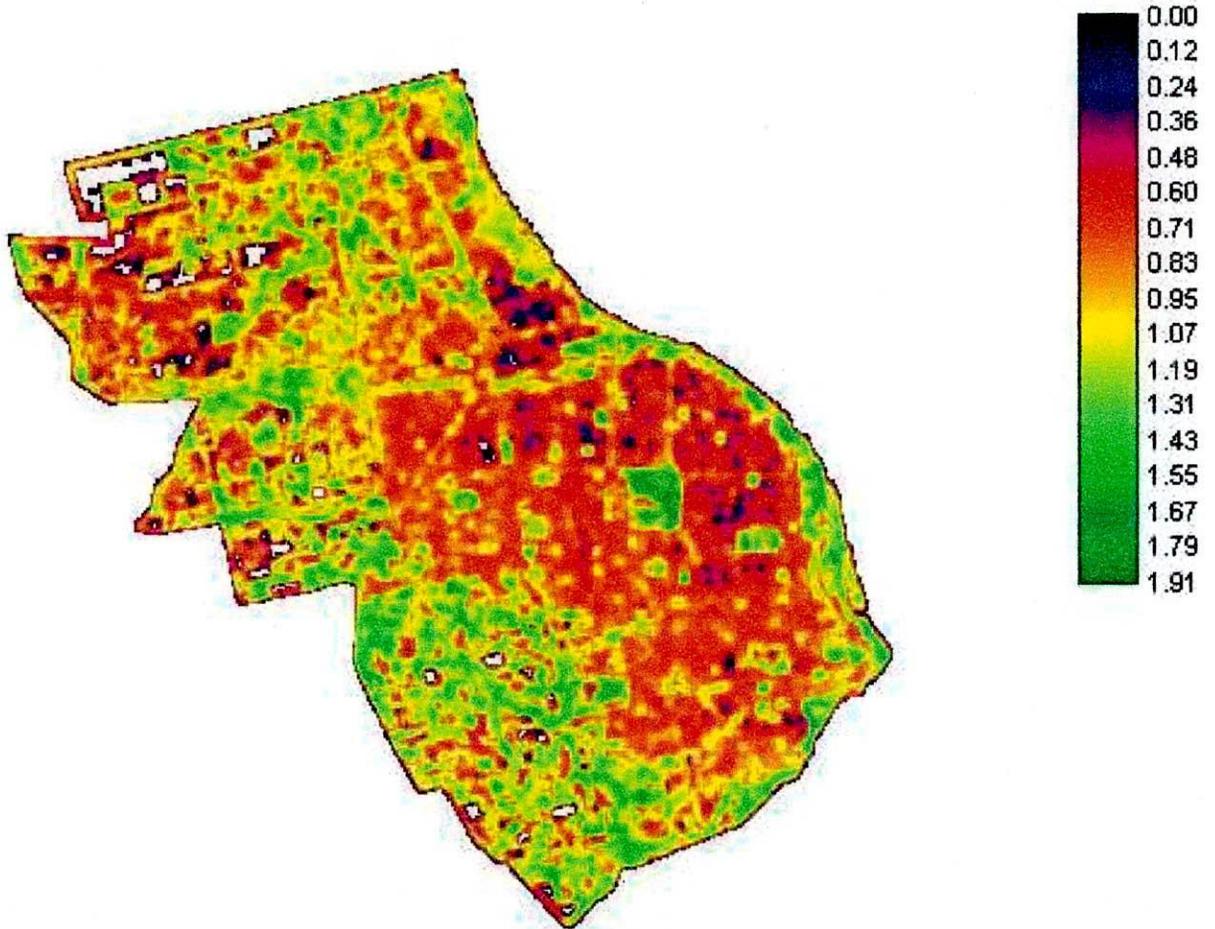
Valores bajos (azules) los encontramos en dos polos, el más importante en el núcleo urbano, en la zona de edificación más densa debido a la cobertura y uso homogéneo de carácter urbano-suburbano: en un caso un continuo donde predomina claramente la edificación urbana y el otro, con superficies más pequeñas, en la zona de tierras de reserva agrícola, al NO del municipio

Los valores medios-altos de Riqueza Relativa los encontramos en forma de amplio anillo en el área que clasificamos como periurbana. Al SO del municipio, estos valores ocupan un amplio sector que se extiende hasta los límites municipales. También podemos encontrarlos en la zona costanera.

Los valores más altos de Riqueza Relativa se reducen a sectores pequeños y escasos. Podemos ubicar cierta aglomeración en el sector O periurbano, pero en general encontramos estos valores dispersos en toda el área periurbana y en la costanera Sur de la ciudad. Una excepción es el Parque Independencia, que enclavado en el núcleo urbano, posee los valores más altos de Riqueza Relativa de componentes; esto se explica a partir de su uso recreativo y educativo, ya que contiene una gran variedad de especies vegetales e infraestructura (lagos y elevaciones artificiales, estadios, hipódromo, vivero, museos, etc) en una superficie relativamente pequeña (unas 70 ha) En cuanto a fragmentación espacial, esta zona posee los máximos valores.

En general el incremento en los valores de Riqueza Relativa coincide con el alejamiento de la zona urbana.

MAPA N° 8
ROSARIO
ÍNDICE de DIVERSIDAD



Metros
10000.00



En cuanto Diversidad de componentes, podemos observar en el Mapa N° 8 que los sectores de valores más bajos (negros), coinciden con valores bajos de Riqueza Relativa y Fragmentación. Estos sectores, de número reducido se ubican en general en el área periurbana. Al NO, O y al S del municipio, en “área de reserva de suelo rural” su cobertura corresponde a cultivo vigoroso

Los valores bajos-medios (azules) están restringidos a la zona urbana con una representación muy escasa, disminuyendo notablemente su área de influencia con respecto a los mismos valores de Fragmentación y Riqueza Relativa.

Los valores medios-bajos (rojos) mantienen su área de influencia con respecto a los medios-bajos de Riqueza Relativa y Fragmentación.

Los medios (amarillos) ocupan mayor superficie

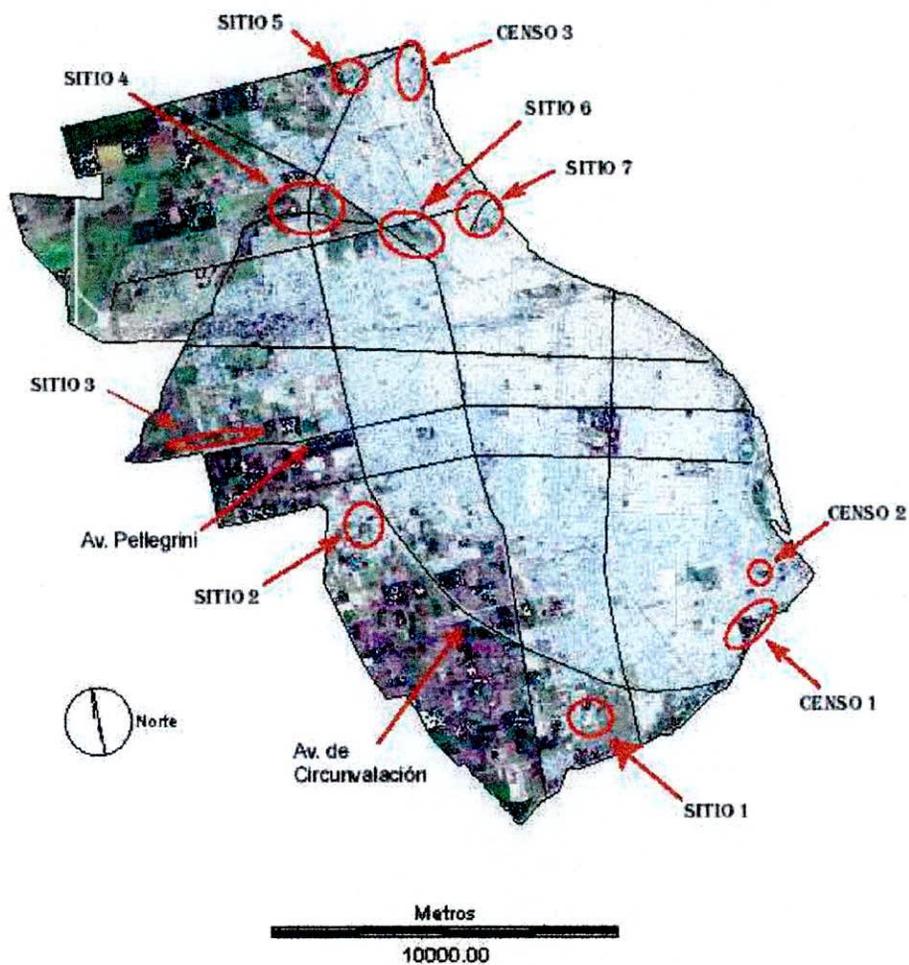
Los altos son pocos y se observan en la costanera y en el Parque Independencia

8.2 Salida a Campo

La inspección de campo nos permitió realizar un control general de los límites y coberturas que habíamos identificado a partir del trabajo en gabinete y precisar coberturas que en las imágenes satelitales se presentaban con una textura muy variada o heterogénea y que por su ubicación linderas a la trama urbana, resultaba de gran interés. También realizamos un estudio de mayor detalle sobre sitios de la ciudad que por su cobertura vegetal y dimensiones resultaban de gran interés.

El recorrido por Av. de Circunvalación, de alrededor de unos 20 Km., nos permitió obtener un panorama general de los usos y coberturas del periurbano (*ANEXO*, fotos 1;2;3;4).

MAPA N° 9
ROSARIO
ITINERARIO CORRESPONDIENTE a la
SALIDA a CAMPO



Tomando la avenida Pellegrini (que intercepta a la Av. Circunvalación) como divisoria Sur-Norte, observamos hacia el Sur, ladrilleras; plantaciones de eucaliptos, álamos casuarinas y coníferas; parcelas agrícolas en distintas etapas de laboreo; parcelas hortícolas; criaderos de aves e industrias. Hacia el norte, con una densidad mayor de ocupación y construcción del suelo, encontramos galpones, obradores y amplios predios dedicados a la venta de maquinaria agrícola.

En lo que respecta al uso residencial, a lo largo de la avenida se observaron complejos habitacionales de tipo FONAVI (*ANEXO* foto 1) construidos en diferentes épocas; los asentamientos o villas son más numerosos en el tramo Sur de la avenida, mientras que en el tramo Norte son más comunes los barrios y complejos habitacionales de mejor calidad arquitectónica y de servicios.

A lo largo de la Av. Circunvalación, las banquetas (elemento de forma lineal) y nudos de acceso (parches) presentan cobertura de césped que debido a su escasa superficie, son difícilmente percibido en la imagen satelital.

Debajo de uno de estos nudos de acceso (Sitio 4), cruza el arroyo Ludueña. Hacia el oeste, es decir alejándonos del núcleo urbano, se observa una gran zona baja, libre de edificación y asentamientos, es el Bosque de los Constituyentes, con una superficie de 260 ha, donde según un plan del municipio, se han plantado 45.000 árboles (www.rosario.com.ar).

Continuando en la misma dirección, vemos que el arroyo tiene como usos vecinos recreativo (autódromo, club de golf en barrio Fisherton), residencial tipo asentamiento informal (aglomerados muy pequeños) y barrios cerrados (*ANEXO* foto 5 y 6)

También fueron visitados tres sectores que por su cobertura de textura heterogénea, resultaban difíciles de interpretar con la imagen satelital:

En el sector seleccionado en la zona Sur (sitio 1), la cobertura heterogénea se explica por un uso residencial con baja inversión en infraestructura urbana y edificación lo que se traduce en una trama irregular (villas), espacio intercalado aparentemente sin un uso específico o utilizado como depósito de chatarra, etc.

En el sector seleccionado en la zona Oeste (sitio 2), el uso residencial también es el predominante, pero con una cobertura más compacta y de mayor calidad de infraestructura habitacional y de vías de acceso. Los usos vecinos son agrícola y hortícola.

En el sector seleccionado en la zona Norte (sitio 5) el uso del suelo es residencial, del tipo de barrio bajo con estilo homogéneo de construcción y jardines. También existen complejos habitacionales de varios pisos. Ambos con buena infraestructura urbana.

La heterogeneidad que presenta este sector en la imagen satelital esta dada por la cantidad de arbolado tanto público como particular, sobre todo en la zona de casas bajas, que es la que ocupa una superficie notablemente mayor.

En cuanto a coberturas vegetal, arroyos y áreas anegadizas de particular interés, nos dirigimos hacia la zona de la presa del arroyo Ludueña (sitio 3), donde existen grandes extensiones de pastizales bajos o gramillares de uso ganadero.

Siguiendo el curso del arroyo Ludueña hacia su desembocadura y dentro del ejido urbano, encontramos en sus márgenes y cercanías, asentamientos, basurales y playas de maniobras del ferrocarril (sitio 6) (*ANEXO* foto 7)

Próximo a la desembocadura en el río Paraná, el arroyo Ludueña, es usado con fines recreativos, teniendo como vecino al Parque Alem, que brinda una cobertura vegetal de pajonales y bosque abierto de salicáceas sobre el arroyo (sitio 7) (*ANEXO* foto 8)

Con el fin de realizar el censo N° 1, nos dirigimos hacia el Sur del municipio donde se encuentra el arroyo Saladillo, que actúa como límite de la ciudad. Dicho censo se llevó a cabo en el Parque Regional Sur que cubre un total de 140 ha repartidas entre dos localidades pertenecientes a diferentes jurisdicciones departamentales. Este espacio ha sido declarado recientemente como “zona de reserva” y existe un proyecto para intervenir en la totalidad de la superficie con el fin de “mantener y enfatizar las cualidades de un parque natural no formalizado” (www.rosario.com.ar) y para mejorar la infraestructura recreativa existente.

Ubicadas sobre la margen derecha del arroyo (localidad de Villa Gobernador Gálvez) se encuentran unas 100 ha cubiertas por vegetación, que según fuentes consultadas, cuando el predio era propiedad militar (hace unos treinta años) se mantenía con la vegetación raleada. A raíz de la suspensión de este mantenimiento, se produjo un proceso de restauración de la biodiversidad y en la actualidad encontramos un ecosistema nativo compuesto por un arbustal cerrado y un bosque joven, con algunos emergentes (*ANEXO* foto 9).

Sobre la margen izquierda (Municipio de Rosario) asentadas sobre una terraza alta, se encuentran las restantes 40 ha; se trata de un mosaico de pastizal pampeano y bosque en

etapa sucesional avanzada o madura con ejemplares de hasta 10 m de altura. En este caso, la vegetación natural fue sustituida por un patrón reconocible como de uso recreativo: un estrato bajo de césped y uno alto de árboles distribuidos de manera equidistante y regular con especies arbóreas nativas y exóticas; se trata de un neoecosistema con dos especies nativas muy características de los mosaicos de selva del valle del Paraná y sus afluentes, el timbó (*Enterolobium confortisiliquum*) y el ceibo (*Erythrina crista-galli*). Las especies exóticas *Eucalyptus*, *Cupressus* y *Pinus* no tienen capacidad invasora, por ello se dice que han sido plantadas. El Parque también posee infraestructura acorde a su uso (parrillas, sanitarios, circuito para ciclismo, etc.) (ANEXO foto 10).

8.2.1 Censo N° 1

Las especie presentes, sus atributos y origen en el “PARQUE SUR” son:

ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	ETAPA SUCESIONAL	ORIGEN	FUNCION
Timbó	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Media	Nativa	Cicatrizante a dominante
Aguaribay o pimentero	<i>Schinus molle</i>	Superior	Nativa	Cicatrizante a dominante
Espinillo	<i>Acacia caven</i>	Media	Nativa	Cicatrizante a dominante
Palo borracho	<i>Chorisia speciosa</i>	Media	Nativa	Cicatrizante a dominante
Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Superior	Nativa	Cicatrizante a dominante
Ceibo	<i>Erythra crista-galli</i>	Pionera a media	Nativa	Cicatrizante
Acacia negra	<i>Gleditsia triacanthos</i>	Media	Exótica	Invasora
Paraíso	<i>Melia azederach</i>	Media	Exótica	Invasora
Alamo	<i>Populus sp.</i>	Pionera temprana o	Exótica	Invasora

A poca distancia del Parque Sur, se encuentra en un predio municipal de alrededor de una hectárea un vivero y escuela de jardinería que anteriormente fue vivero municipal. Debido a su emplazamiento en la trama urbana, la riqueza de árboles y la densa cobertura, fue elegido como sitio de interés realizándose allí el censo N° 2. (ANEXO foto 11)

Nos encontramos con un ambiente con apariencia de bosque abierto, instalado en el borde de la terraza del pastizal pampeano. Tiene un dosel de 15 m de altura de gran heterogeneidad debido a que se originó en plantaciones forestales de prueba de más de treinta especies. tanto nativas como exóticas.

8.2.2 Censo N° 2

Las especies presentes, sus atributos, origen y funciones en el “VIVERO” son:

ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	ETAPA SUCESIONAL	ORIGEN	FUNCIÓN
Palo borracho	<i>Chorisia speciosa</i>	Media	Nativa	Cicatrizante a dominante
Ombú	<i>Phytolacca dioica</i>	Pionera a media	Nativa	Cicatrizante
Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Madurez	Nativa	Cicatrizante a dominante
Ceibo	<i>Erythrina crista-galli</i>	Pionera a media	Nativa	Cicatrizante
Lapacho	<i>Tabebuia ipe</i>	Madurez	Nativo	Dominante
Alecrín	<i>Holocalyx balansae</i>	Madurez	Nativo	Dominante
Roble sedoso	<i>Grevillea robusta</i>	Madurez	Exótica	Dominante
Araucaria	<i>Araucaria angustifolia</i>	Madurez	Nativa	Dominante
Tipa	<i>Tipuanu tipu</i>	Madurez	Nativa	Dominante
Guayacán	<i>Caesalpinia paraguayensis</i>	Madurez	Nativa	Dominante
Yatay	<i>Syagrus yatay</i>	Madurez	Nativa	Dominante
Jazmín del Paraguay o azucena del monte	<i>Brunfelsia uniflora</i>	Madurez	Nativa	Estrato arbustivo del bosque
Pezuña de vaca	<i>Bahuinia candicans</i>	Sucesión temprana	Nativa	2° piso del bosque cicatrizante
Falso nogal	<i>Carya pecan</i>	Sucesión temprana	Exótica	2° piso del bosque cicatrizante
Ligustro y ligustrina	<i>Ligustrum lucidum</i> y <i>L. sinensis</i>	Pioneras	Exóticas	Invasoras
Palta	<i>Persea americana</i>	Madurez	Exótica	Dominante
Mora	<i>Morus alba</i> y <i>Morus nigra</i>	Pionera	Exótica	Invasora
Tártago o ricino	<i>Ricinus communis</i>	Pionera	Exótica	Invasora; resistente a contaminación química
Olmo	<i>Ulmus campestris</i>	Madurez	Exótica	Dominante
Fresno	<i>Fraxinus excelsior</i>	Pionera	Exótica	Cicatrizante
Alamo	<i>Populus cf alba</i>	Pionera o temprana	Exótica	Invasora por vía vegetativa raíces gemíferas)

El censo N° 3 se realizó en el límite Norte del Municipio, sobre la ribera del río Paraná, próximo al puente Rosario-Victoria. Su cobertura es edificada y vegetal, con usos urbano, portuario y recreativo

Se trata de un ecosistema que se asienta en la barranca del Paraná, con un perfil de suelo rico en tosca, donde se conserva un fragmento joven de bosque reliquial, con un dosel que no supera los 5 m. (ANEXO foto 12) Su composición florística esencial muestra un 50% de especies nativas y otro tanto de invasoras. Entre las primeras, tres especies corresponden a una etapa sucesional avanzada: el aguaribay, el jacarandá y el espinillo. De las invasoras hay dos de etapas sucesionales muy tempranas: la caña de castilla y el tártago o ricino que se transforma en componente esencial del Bosque Paranaense y Uruguayense del litoral entrerriano.

Se trata de un fragmento de selva paranaense invadido y transformado en manchón de neo-ecosistema muy semejante al de la margen del arroyo Saladillo, pero sin timbó y ceibo.

8.2.3 Censo N° 3

Las especies presentes, sus atributos, origen y funciones en “BARRANCA” son:

ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	ETAPA SUCESIONAL	ORIGEN	FUNCION
Palo borracho	<i>Chorisia speciosa</i>	Media	Nativa	Cicatrizante
Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Madurez	Nativa	Dominante
Aguaribay pimentero	o <i>Schinus molle</i>	Madurez	Nativa	Dominante
Espinillo	<i>Acacia caven</i>	Madurez	Nativa	Dominante
Ombú	<i>Phytolacca dioica</i>	Pionera a media	Nativa	Cicatrizante
Tártago o ricino	<i>Ricinus communis</i>	Pionera a media	Exótica	Invasora
Paraíso	<i>Melia azederach</i>	Madurez	Exótica	Invasora
Yuca	<i>Yucca brevifolia</i>	Pionera	Exótica	Invasora
Cafeto	<i>Manihot tweediana</i>	Pionera	Exótica	Invasora
Caña de Castilla	<i>Arundo donax</i>	Pionera	Exótica	Invasora
Campanilla	<i>Ipomea sp.</i>	Pionera	Nativa	Cicatrizante

Comparando estos tres censos, observamos que existe un stock de especies nativas de linaje vinculado con las eco-regiones “Paranaense” y del “Espinal”, que se repiten en los tres sitios: *Acacia caven*, *Phytolacca dioica*, *Jacaranda mimosifolia* y *Bauhinia candicans*.

Se nota además un esfuerzo por probar en vivero especies chaqueñas tropicales que no llegan espontáneamente a Rosario como el alecrín (*Holocalyx balansae*) el jazmín del Paraguay (*Brunfelsia uniflora*) y el guayacán (*Caesalpinia paraguariensis*) Existe experiencia de cultivo de leñosas tropicales que permiten ampliar la Riqueza de nativas en plazas y calles rosarinas.

Lo más importante es que los tres sitios censados pueden incorporarse como pasaderas o escalones en un sistema de corredores para aves y otros vertebrados que comunica los pastizales de la Pampa Ondulada, particularmente sus humedales, con los cuerpos de agua de las islas que están frente al aglomerado urbano y que tienen aboengo de la eco-región Paranaense o Austrobrasileira.

Ombú, ceibo, espinillo y timbó son especies tropicales que llegan naturalmente al entorno de la ciudad de Santa Fe. Los tres primeros alcanzan Rosario y siguen hacia el Sudeste por el Paraná-de la Plata hasta el Gran Buenos Aires y más al Sudeste.

8.2.4 Atributos de los elementos del paisaje

Con el fin de identificar el tipo de asociación entre cobertura de la tierra-elemento del paisaje, tamaño y categoría de cada polígonos digitalizado (elementos del paisaje), se elaboró la siguiente tabla.

ROSARIO. ELEMENTOS DEL PAISAJE: COBERTURA Y SUPERFICIE

Nº Identificadorio del polígono	Superficie (ha)	Cobertura de la tierra	Elemento del paisaje*
1	469.120	1	2
2	351.56	2	2
3	560.56	1	2
4	97.64	2	2
5	328.35	2	2
6	1752.42	1	2
7	394.98	3	2
8	1920.8	1	2
9	169.97	2	2
10	23.21	1	2
11	267.12	4	2
12	171.18	6	2
13	62.52	2	2
14	18.800	2	2
15	596.58	1	2
16	216.3	4	2
17	194.19	4	3
18	122.85	4	2
19	58.72	2	2
20	137.96	2	2
21	5.8	3	2
22	63.72	6	3
23	11.1	7	2
24	138.06	6	2
25	831.39	3	2
26	349.56	2	2
27	86.94	4	3
28	58.62	6	2
29	370.87	5	3
30	38.31	2	2
31	36.71	4	3
32	44.02	4	3
33	59.52	1	2
34	13.2	1	2
35	80.53	1	2
36	41.21	1	2
37	143.06	2	2
38	9505.56	6	1
39	211.79	3	3
40	94.04	6	3
41	20.7	3	3
42	49.12	3	3
43	29.51	3	2
20198.170			

* 1=matriz; 2 = parche; 3 = corredor

Como resultado de la tabla *Rosario. Elementos del paisaje, su cobertura y superficie*, obtuvimos información referida a la configuración del paisaje periurbano que fue complementada con la información obtenida de las disposiciones municipales referidas a los usos de la tierra (Ordenanza N° 6492/97), cartografía, imágenes satelitales y los controles realizados in situ.

Se identificaron:

Diez corredores

- Cuatro polígonos (17; 27; 31; 32) poseen una cobertura que corresponde a *áreas bajas inundables* con límites poco precisos y bordes irregulares, vegetación de tipo pastizal-pajonal-gramillar destinados a un uso ganadero o de asentamientos residenciales informales. Suman una superficie aproximada de 362 ha. Según la planificación urbana de la ciudad, estas zonas se reservan a un uso de *espacios verdes libres* (una parte del Bosque de Los Constituyentes coincide con el polígono 17 y en el 32 esta enclavado el Parque Sur). Los cuatro polígonos corresponden a las orillas y valles de inundación de los dos arroyos de la ciudad. Por otro lado, a pesar de su carácter informal, el municipio reconoce la presencia de asentamientos espontáneos en alguna de estas zonas
- Tres polígonos (39; 41; 42) suman una superficie aproximada de 281,61 ha. Ubicados en la costanera del río Paraná, cuentan con una cobertura mixta de edificación y vegetación; su uso se reparte entre recreación y otros servicios (centros de convenciones, colegios, universidad, etc). En general, son áreas totalmente modificadas por el hombre, salvo pequeños sectores sobre la barranca del río que conservan el bosque original (Censo N° 4)
- Un polígono (29) corresponde a la Avenida de Circunvalación, con una superficie de 370,87 ha. Aunque posee una gran proporción de suelo pavimentado, tiene un importante desarrollo de banquetas con césped que rodean a la matriz urbana por el Sur, el Oeste y el Norte.
- Dos polígonos (22 y 40) aeropuerto y puerto respectivamente, suman una superficie de unas 158 ha, con una cobertura mayoritariamente edificada.

Treinta y dos parches:

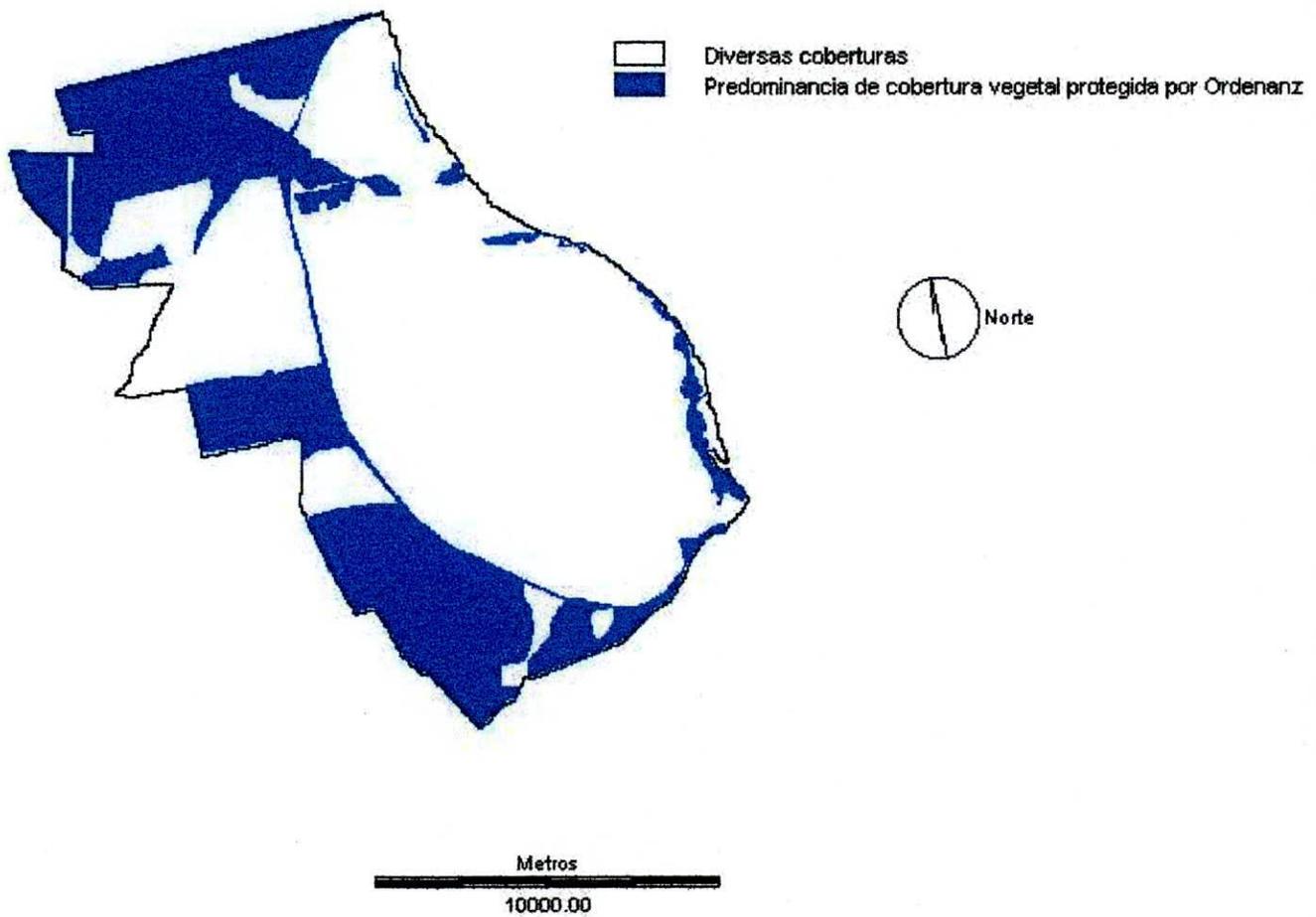
- Diez polígonos (1;3;6;8;10;15;33;34;35;36) poseen una cobertura de agrosistemas, con una superficies total de 5517,15 ha. Sin embargo, según el código de usos del suelo, solo tres de ellos (3; 6; 8) están categorizados como *Reserva de suelo rural*, en *Suelo no urbanizable*; otros dos parches (35 y 36) figuran como *Grandes parques territoriales* o *Zona de reserva para espacios verdes libres* y poseen bordes irregulares; uno de ellos (34) destinado a *Área de recreación privada*; otros dos parches (15 y 33) tienen una parte de la superficie destinada al uso urbano y otra indefinida; por último, el polígono 10 se ubica dentro del predio del aeropuerto, por lo que podría variar su cobertura. En cuanto a la fragmentación de los parches, podemos decir que los polígonos 1;8;10;15;35;36 tienen una fragmentación media-alta y los parches 3; 6; 33 y 34 una fragmentación media baja.
- Once polígonos (2; 4; 5; 9; 13; 14; 19; 20; 26; 30; 37) poseen una cobertura que llamamos “heterogeneidad periurbana”; según la municipalidad, el destino de alguno de estos parches (13; 14; 19; 26; 30) es el *uso urbano o apto para la urbanización*, que aún no ha sido completado y por ello, como ya se indicó, su reflectancia en las imágenes es diferente a la urbana densamente edificada; otros parches (2; 5; 37) tienen un uso industrial (se observan parcelas de mayor tamaño rodeadas por manzanas urbano-residencial; lotes vacantes y quintas hortícolas (polígono 9) (*ANEXO* foto 3); otros dos parches (4 y 20), corresponden a quintas hortícolas y lotes aptos para quintas de fin de semana, en un *Área de integración urbano-rural/Área de urbanización condicionada*. Fragmentación, en un rango amplio (desde 0 a 0,1) que es acompañado por un rango de riqueza igualmente amplio que se extiende desde los 35 a los 100
- Cuatro polígonos (7; 21; 25; 43) poseen una cobertura mixta de edificación y vegetación con un total de 1261,68 ha. Uno de ellos (25), es una extensa área de 831,39 ha que según la planificación municipal, está destinado predominantemente a *Zona urbanizada o apta para urbanizar*, donde se incluye el country del Jockey Club Rosario de unas 30 ha; lo que resta, corresponde a *Integración urbano-rural/Urbanización condicionada*; el polígono 7, bajo la categoría *Zona destinada a lotes quintas* posee una alta proporción de cobertura vegetal, al igual que el polígono 21, que aunque pequeño (5,8 ha) es importante

- porque se conecta físicamente hacia el Sur con la barranca del río Paraná que posee un relicto de bosque natural (Censo 4) y hacia el Norte, fuera del municipio de Rosario, con una importante superficie con vigorosa cobertura vegetal, aparentemente natural o semi natural. Todo este conjunto es destinado por los gobiernos locales a un *Gran parque territorial*. En el polígono 43, se asienta el Parque Alem por donde desemboca el arroyo Ludueña en el río Paraná
- Tres polígonos (11;16;18) se asientan en áreas bajas inundables con 606,27 ha y dada su condición *no apta para urbanizar*, se declara al espacio de bordes irregulares que coincide con el polígono 18, *Gran Parque Territorial*; y al 11 *Reserva de suelo rural*. En el caso del polígono 16, no se encontraron especificaciones municipales para su uso. Este posee bordes irregulares, salvo en el perímetro sur cuyo lado es recto, coincidiendo con el límite municipal. La fragmentación de los tres polígonos es media-baja con una riqueza media.
 - Un cuerpo de agua (23) de 11,1 ha
 - Tres poseen cobertura urbana (12; 24; 28) y aunque se encuentran separados de la matriz por la Avenida de Circunvalación, sus 367,86 ha deberían integrarse a la matriz, ya que están conectadas funcionalmente y por importantes vías de comunicación

A continuación se presenta el mapa realizado a partir de la selección de polígonos que tienen predominio de cobertura vegetal y que coinciden con áreas protegidas por el Código de Planeamiento Urbano de la ciudad de Rosario.

Estas áreas pueden considerarse como una base a incrementar para lograr una mejora de la calidad y diversidad de servicios ecológicos en la región.

MAPA N° 10
ROSARIO
ESPACIOS con ALTA PROPORCIÓN de VEGETACIÓN y
PROTEGIDOS por
ORDENANZA MUNICIPAL N° 6492/97



Si tomamos en cuenta estas áreas protegidas, contamos con:

Corredores

- 362 ha resultantes de la suma de las áreas identificadas en el Código de Planeamiento Urbano como *Áreas bajas inundables*, con cobertura vegetal; su fragmentación es de media a alta (0.06 a 0.10) y riqueza media alta (60 a 100)
- 281, 6 ha (polígonos 39; 41; 42) de las áreas destinadas a *usos recreativos*, con cobertura combinada de edificación y vegetación; su fragmentación es de media a alta (0.07 a 0.12) y riqueza media alta (60 a 100)

Parches

- 4355,52 ha (polígonos 3;6;8;35;36) de uso agrícola. Su fragmentación es de 0.06-0.08 (escala de 0,0 a 0,13) y riqueza relativa de 40 a 70 (escala de 14,29 a 100,0) es decir, valores medios.
- 405,57 ha (polígonos 4;9;20) con cobertura “heterogeneidad periurbana” lo que implica cierta proporción de cobertura verde. Su nivel de fragmentación es medio bajo, en un rango amplio (desde 0 a 0,1) que es acompañado por un rango de riqueza amplio que se extiende desde los 35 a los 100.
- 430,29 ha (polígonos 7; 21; 43) con cobertura mixta de edificación y vegetación; su grado de fragmentación es de medio a alto (parque Alem, coincidente con el polígono 43).
- 389,97 ha (polígonos 11 y 18) de áreas bajas inundables; su fragmentación es media-baja (0,02-0,08) y su riqueza media (41-72)

Lo que resulta en una superficie de 6219,02 ha de elementos del paisaje (corredores y parches) con una proporción de cobertura vegetal total o parcialmente protegida por ley.

No obstante la protección establecida en el Código de Planeamiento Urbano, se concede la posibilidad de modificar algunos usos “...si las necesidades y posibilidades lo justifican...” (por ejemplo las “quintas”) para la creación de *núcleos urbanos independientes* (FONAVI) (Punto 2.1.9. MODIFICACION DE LAS ZONAS) (Ordenanza Municipal N° 6492/97)

9 CONCLUSIONES

Desde el punto de vista metodológico, consideramos que la interpretación de imágenes satelitales resulta una herramienta insustituible para la determinación de coberturas y usos de la tierra. Tanto el análisis visual como el digital, poseen ventajas distintivas, pero observamos que la complementación de estas dos variantes permite extraer mayor información que utilizando solo una de ellas.

Desde el punto de vista individual, podemos decir que con el **análisis visual**, el investigador puede focalizar en las características que se vinculan más estrechamente a su objetivo. También hemos observado que la utilización de un recorte espacial que muestre los fenómenos a nivel regional (aunque los límites excedan el área de estudio), es muy útil a la hora de caracterizar coberturas, apreciar la extensión total y su importancia relativa; en esta instancia son de gran utilidad los procesos de interpretación asociativa.

En este tipo de análisis cuando se trata de espacios de gran heterogeneidad de coberturas y usos de la tierra, como lo son las zonas urbanas y periurbanas (con o sin trama urbana) la combinación Falso Color Compuesto Estándar, brinda muy buenos resultados en la determinación de límites entre diferentes coberturas, incluyendo variaciones dentro de un tipo de cobertura (por ejemplo, la vegetación). También la combinación Natural, es muy útil como apoyo para identificar coberturas, teniendo en cuenta que esta selección de bandas representa a las coberturas de la tierra como estamos acostumbrados a verlas cotidianamente. Como complemento para contrastar áreas bajas inundables, las combinaciones Falso Color Compuesto 354 y 345 son muy efectivas.

El **análisis digital**, brinda objetividad en cuanto al número de categorías establecidas; de todas formas debe ser controlada, ya que si bien este tipo de análisis al usar exclusivamente valores de reflectancia para determinar categorías no cae en subjetividades propias de todo investigador, puede “confundir” valores de coberturas similares que un intérprete distinguiría gracias al conocimiento de aspectos visuales, históricos, etc.

Profundizando en las características de complementariedad y mutuo enriquecimiento del análisis visual y el digital concluimos que:

La clasificación automática no supervisada general

- Permite distinguir desde cuerpos de agua hasta tierras altas nunca inundables, pasando por aquellas que se encharcan temporalmente.
- Que el uso urbano y hortícola se distingue y ubica con buen nivel de certeza.
- Que se distinguen tres categorías de densidad de edificación.

El análisis visual

- Permite distinguir por lo menos siete categorías de cobertura y uso del suelo. Las coberturas netas son vegetación natural, vegetación de cultivo o agrosistema, edificación suelo desnudo y agua. Los usos son agrícola, hortícola, residencial, urbano, vías de comunicación, deposición de residuos, industrial, etc.
- Que en cuanto cobertura vegetal, combinando con forma, tamaño y textura de los parches, es posible distinguir frutihorticultura y agricultura tradicional de manchones de forma curvilínea o irregular que sugiere pastizales y pajonales de ecosistemas nativos
- Que la heterogeneidad de textura, el tamaño y las formas rectas del verde sugieren parqueizado antrópico.
- Que es posible identificar micro-áreas de suelo desnudo.

Es importante destacar que el complemento de ambos tipos de interpretación es muy importante, ya que permite extraer mayor información que utilizando solo una de ellas al poder comparar los fundamentos de la delimitación de cada categoría, al mismo tiempo que se realiza un control de lo realizado. A ello debemos sumarle el control de campo para contrastar límites, coberturas y usos de la tierra y que es indispensable para analizar elementos que no capta el sensor TM+ (resolución espacial de 30m) como los corredores con cobertura vegetal que se encuentran debajo de alambrados de parcelas ganaderas, agrícolas y hortícolas; en banquetas de caminos y terraplenes del ferrocarril.

En cuanto a los bordes de los elementos del paisaje, por tratarse de un medio con una alta intervención humana, la mayoría de ellos son rectos, (parques, parcelas agro-

ganaderas, frutihortícolas, quintas, banquinas, etc.) aunque se pueden encontrar elementos con bordes irregulares en aquellas zonas donde el suelo aún no tiene valor inmobiliario, lo que permitió mantener flora, fauna y relieve relativamente naturales y que es necesario preservar.

Los bordes rectos poseen un menor número de hábitats, por lo que citamos algunas de las medidas de planificación y manejo de espacios verdes que pueden tomarse para mejorar esta situación. El Congreso Latinoamericano 2002 IUN (Morello, 2004) aconseja crear una estructura simplificada de bosque bajo subtropical compuesto por una o dos especies de árboles altos caducifolios (para procurar sol en invierno), una o dos de árboles chicos, también caducifolios; una o dos especies de arbustos perennifolios y una o dos especies de subarbustos perennifolios; al mismo tiempo se aconseja la plantación de árboles y no de palmeras, ya que ofrecen más hábitats y refugios, mayor eficiencia en cuanto funciones termo-reguladoras y también cumplen funciones como guardavientos.

Sobre la aplicación y análisis de los **índices del paisaje**, es necesario comprender y re-adequar su significado teniendo en cuenta el medio al que es aplicado: el paisaje urbano, ya que encontramos valores bajos de fragmentación tanto en zonas de reserva de suelo agrícola como en las áreas urbanas más densamente edificadas.

En el sentido ecológico de la definición, es beneficioso tener niveles bajos de fragmentación ya que significaría tener una superficie adecuadamente conectada para que los procesos biológicos se realicen; esta explicación debe replantearse al aplicar el índice en un medio urbano: en este caso se trataría de un continuo edificado sin espacios destacables de cobertura diferente a la edificada (sin espacios verdes), es decir, desde nuestro marco teórico, los niveles de fragmentación bajos en áreas urbanas serían negativos.

Los valores medios de fragmentación, podrían actuar como indicadores de áreas de interés para estudiar con mayor detalle y definir o codificar usos de la tierra, teniendo en cuenta la necesidad de proteger o rehabilitar servicios ecológicos, manteniendo la mayor superficie posible de espacios verdes.

Los valores altos, aunque con una baja representatividad en nuestra área de estudio, deben considerarse para conocer las causas de su alta fragmentación; pueden responder tanto a la pasividad del Estado en la planificación del territorio (gran heterogeneidad de usos que incluye basurales, terrenos baldíos, ferrocarriles con vías activas o

abandonadas, villas, etc), como a los hábitos culturales-estéticos de intervención de la naturaleza que intentan reproducir en una pequeña superficie, ambientes que naturalmente se desarrollan en grandes extensiones (por ejemplo, el Parque Independencia que en unas 70 ha posee gran número de especies naturales y exóticas; caducifolias y siempre verdes en bosquesillos o alineadas, pastizales tipo césped o green de golf; planicies, lomadas artificiales, lagos artificiales, etc.)

En cuanto a los valores de índice de riqueza relativa, siguen un patrón espacial similar al del índice de fragmentación, por lo que podríamos establecer cierto grado de relación directa entre valores altos, medios y bajos de ambos índices en nuestro paisaje urbano-periurbano.

Por otro lado, deben estudiarse con detalle los índices de riqueza relativa y diversidad para definir el tipo de componente (mediante estudios de campo e imágenes de mayor resolución espacial) y una vez determinados, relacionar estos dos índices para obtener el grado de biodiversidad de espacios verdes con el fin de tomar decisiones en cuanto prioridad y valor de espacios a ser protegidos.

Si realizamos un análisis de cada tipo de componente del paisaje, vemos que la matriz, es decir el área urbana, posee un índice de fragmentación bajo (0,02 a 0,04) y también una baja riqueza de componentes (28 a 42) Como podemos ver, estos datos confirman su carácter de matriz, es decir, además de ser el elemento con mayor superficie (9505,56 ha) posee una alta conectividad (baja fragmentación) como resultado de la presencia de un continuo de cobertura impermeabilizada, típico del medio urbano (baja riqueza de componentes)

De manera opuesta, los corredores y los parches presentan una fragmentación de media a alta (0,06 a 0,13) al igual que de riqueza de componentes (de 60 a 100)

Teniendo en cuenta la fragmentación de parches y corredores y a pesar de las 6224,96 ha parcial o totalmente cubierta por vegetación y protegidas por la ordenanza N° 6492/97 (mapa N° 10), creemos que es imprescindible procurar nuevos espacios productores de servicios ecológicos.

A modo de propuesta, hemos analizado los tipos de cobertura significativos en aquellos sectores que poseen cobertura vegetal, pero que no son protegidos por el Estado, para identificar cuáles pueden ser los polígonos potencialmente válidos para sumarse a la red de corredores y parches existentes, es decir aquellos elementos clave por su tamaño, cobertura, función y ubicación.

Teniendo en cuenta que:

- De la superficies total con alto predominio de cobertura vegetal (5517,15 ha), alrededor del 21 % queda sin protección
- De la totalidad de superficies con cobertura “Heterogeneidad periurbana” (1756,45 ha) no se protege alrededor del 77 %
- De la superficie total con cobertura mixta de “Edificación y vegetación” (1261,68 ha) queda sin proteger alrededor del 66 % y
- De la superficie total de áreas bajas inundables (606,27 ha) no se protege alrededor del 36 %²¹

Teniendo en cuenta lo antedicho, consideramos que dentro de cada una de estas zonas sin protección, pueden identificarse elementos valiosos para el estudio y la preservación, es por ello que recomendamos lo siguiente.

9.1 Nuestra propuesta

- Tomar las medidas pertinentes para detener la impermeabilización del suelo (construcción de infraestructura en corredores clave como son los polígonos 39; 41 y 42 que se encuentran en la ribera del río Paraná y sobre todo en ciertos sectores donde sobreviven relictos de bosque (censo N° 3 “Barranca”). Lamentablemente su ubicación en el área central de la ciudad transforma a estos lugares en muy preciados por el mercado inmobiliario.
- El corredor coincidente con el polígono 29 (Avenida de Circunvalación), debe ser aprovechado al máximo, manteniendo una cobertura verde que albergue la mayor cantidad posible de hábitats. A pesar del ancho de las banquetas y de que

²¹ Para mayor información ver Anexo

la cinta asfáltica significa una barrera para muchos organismos, estas fajas verdes rodean a la matriz urbana por el Sur, el Oeste y el Norte y pueden ser utilizadas por micromamíferos (roedores) pequeñas aves (granívoras) y halconcitos (carniceras)

- Proteger especialmente el corredor del arroyo Ludueña, muy interrumpido por la trama urbana pero con humedales importantes. Sería interesante poder establecer un espacio con cobertura vegetal entre los polígonos 18-35-36 y el 43-42 (todos protegidos) para fortalecer un sistema de pasaderas (stepping stones) hacia el Este, que atravesaría el área urbana hasta la desembocadura del arroyo en el río Paraná.
- Proteger al arroyo Saladillo (límite Sur del municipio), que aunque posee un ancho muy variable en los bordes vegetados, estos son continuos en ambas márgenes.
- Asumir la importancia de la vegetación que crece debajo de los alambrado que limitan campos dedicados a la agroganadería, ya que funcionan como corredor biológico extremadamente importante, tanto para insectos polinizadores como para el avance de leñosas nativas y exóticas de distribución ornitocora de frutos y semillas en toda la Pampa Ondulada como *Celtis tala*, *Morus alba*, *M. nígra*, *Melia azederach*, *Broussonetia papyrifera*, *Ligustrum lucidum*, etc.

En cuanto a parches:

- Resulta muy importante fomentar la permanencia del uso agrícola en el polígono 34 (que posee baja fragmentación) y en el 33 (cuya cobertura es vegetal) definir una categorización de uso (no figura en la Ordenanza 6492/97) compatible con el entorno: ambos polígonos son vecinos del arroyo Ludueña. También el polígono 4 con uso apto para la urbanización, actualmente tiene espacios abiertos de tipo quinta hortícola y es vecino a un área de reserva rural. En una situación similar se encuentra el polígono 20, que además está cerca de la presa del arroyo Ludueña de modo que la protección de estos parches contribuiría a la calidad del espejo de agua y del entorno.
- Dentro de la cobertura “Heterogeneidad periurbana”, resulta importante mantener sin impermeabilización de suelo algunos sectores del amanzanamiento, es decir definir espacios verdes, por ejemplo en los polígonos

19 y 30 que se encuentran cercanos al arroyo Ludueña y Saladillo respectivamente. También sería una notable mejora en la calidad de vida de los habitantes de esas zonas residenciales pobres

- En los polígonos 5 y 37 de uso industrial, se debería implementar un área de transición vegetal (buffer), incrementando el número de individuos y especies existentes en la actualidad (*ANEXO* foto 3) para atenuar la contaminación, tanto hacia el Oeste (zona rural) como al Este (zona periurbana-urbana) y al Sur (arroyo Saladillo).
- Entre los polígonos con cobertura “Vegetación y edificación”, el 25 (donde se encuentra el country del Jockey Club) se debería mantener densamente arbolado, ya que junto con los polígonos 21; 43 y 42 pueden actuar como pasaderas entre el arroyo Saladillo, el Ludueña y corredores costeros que funcionarían como apostaderos temporarios para cruzar el Paraná desde la costa de Rosario hacia las islas del Delta.
- En la sucesión Norte-Sur de pequeños parches y corredores, el polígono 21 aunque pequeño es sumamente importante, ya que se conecta físicamente con un parque protegido ubicado al Norte, fuera del municipio; para protegerlo, también sería beneficioso mantener el uso actual en el polígono 7 (zona de quintas o “casas de fin de semana”) que actuaría como transición entre lo urbano y el parque protegido.
- Con respecto a las áreas bajas, es sumamente importante que el polígono 16, cuyos bordes son irregulares (gran potencial para un gran número de hábitats), su fragmentación es media-baja y los alrededores mantienen una fragmentación similar libre de edificación, se declare *Gran parque territorial*; de esta manera, cumpliría el papel de apostadero para aves que se desplazan entre los arroyos, el río, las islas del Delta y el interior de la Pampa Ondulada.
- Con respecto a los tres parches censados (censo 1 “Parque Sur”; censo 2 “Vivero”; y censo 3 “Barranca”; (mapa 5) deben conservarse, ampliarse y manejarse para que dominen las especies nativas con el objeto de fortalecer la conectividad entre la Pampa Ondulada y el sistema deltaico, así como también la pasadera Norte-Sur que conectaría arroyos y río.
- Como en toda ciudad, el interior de la trama urbana posee algunos espacios verdes, en general plazas, que por su ubicación no son objeto del presente estudio; sin embargo haremos una excepción con el Parque Independencia

debido a su extensión de unas 70 ha y su cobertura mixta, vegetal y de infraestructura para la recreación (club Newells Old Boys y Provincial, museo Castagnino, predio de la Sociedad Rural, etc.) Esta combinación determina su alta fragmentación (0,10 a 0,12) y riqueza de componentes (70 a 100). Este espacio, uno de los mayores atractivos de la ciudad, debe seguir siendo cuidado y preservado para el bienestar de habitantes y turistas y considerado como parte de la red de áreas verdes que contribuyen con la producción de servicios ecológicos, junto a avenidas como O. Lagos, Pellegrini, Arijón, Avellaneda, Oroño, etc cuyo arbolado (que debe ser abundante y sano) cumple el papel de corredor de especies y como termorregulador de los microclimas urbanos.

A nuestro entender, estos parches y corredores deberían agregarse a las superficie protegidas por el Municipio de Rosario para procurar una mejora sustancial del ambiente y en consecuencia de la calidad de vida de sus habitantes.

Se debe tener en cuenta que según la Dirección General de Topografía y Catastro (2003) la ciudad de Rosario cuenta con una superficie de 5.397.654,77 m² de espacios verdes públicos lo que representa 5,94 m² por habitante.

Por lo que observamos en el mapa realizado por esta Dirección (ver *ANEXO*), no están incluidas aquí las áreas no públicas, pero que contienen cobertura vegetal y un uso del suelo protegido por Ordenanza Municipal. Estas áreas son las que, por su cobertura, hemos identificado en el presente trabajo (ver *RESULTADOS* Mapa N° 10)

Más allá de su categorización en público / no público, estos espacios pueden ser perfectamente aprovechados para la producción de un gran número de servicios ecológicos.

Debemos tener en cuenta que la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda una superficie mínima de 10 m² por habitante de espacio público con cobertura vegetal²².

A partir de esta recomendación planteamos el potencial que tendría la ciudad de Rosario si a los espacios públicos se le sumaran los 5.907.280 m² de las áreas no públicas

²² En la Argentina este valor es superado por Mendoza y La Plata.

protegidas y se estableciera el manejo adecuado para la totalidad de esta superficie: el Municipio contaría con un total de 11.304.934,77 m²²³ de espacios con una cobertura mayoritariamente vegetal y teniendo en cuenta su población (908.875 habitantes), se obtendrían 12,44 m² por habitante, con un enriquecimiento de la calidad de vida gracias a una mejora en la producción de servicios ecológico.

Si a estos valores se le incorporaran las áreas propuestas por nosotros al principio de esta sección y que no están protegidas por el Municipio, la superficie agregaría alrededor de 1.594.111 m^{2 24}., dando una superficie total de 12.899.045,77 m², lo que resulta en un área por habitante de 14,19 m²

ROSARIO. Espacios verdes protegidos y recomendados:		
	SUPERFICIE (m ²)	
	TOTAL	POR HABITANTE
Espacios Verdes Públicos	5.397.654,77	5,94
Espacios vegetados protegidos por Ordenanza 6492/97	5.907.280	6,5
Espacios recomendados con cobertura parcial de vegetación	1.594.111	1,75
TOTAL	12.899.045,77	14,19

A la hora de tomar decisiones sobre reordenamiento territorial y mejora de la calidad de vida, la Municipalidad debería considerar a estos elementos como componentes de un sistema complejo que se relaciona con ambientes que se encuentran más allá de los límites municipales, como el área del delta, al Este del río Paraná y con ambientes de humedales y extensos cultivos al Oeste, en la Pampa Ondulada (ver *RESULTADOS* Mapa N° 1 y *ANEXO, Combinaciones de bandas auxiliares*).

²³ Este cálculo se realizó descontando las superficies que la Dirección General de Topografía y Catastro ya había contabilizado (por ejemplo el Parque Sur), de manera de evitar superposiciones.

²⁴ Esta cifra es aproximada, ya que se ha calculado sobre la superficie total de los polígonos sugeridos y en realidad, solo parte de ellos poseen cobertura vegetal; por otro lado, no se ha podido contabilizar la extensión de corredores coincidentes con alambrados y los buffer de las áreas industriales.

La distribución de los espacios verdes que hemos recomendado para la protección, aparecen en el Mapa N° 11 y allí podemos apreciar el papel central que jugarían como conectores (Av. Circunvalación, valles de los arroyos y grandes parches con alta proporción de cobertura vegetal en la zona Noroeste)

Por otro lado, al confrontar la distribución de espacios verdes (Mapa N° 11) con la aplicación del Modelo de la ciudad de América Latina realizada por Reñe (1994)(ver *ANEXO*) observamos que, los espacios verdes que no pertenecen al frente litoral, se encuentran por fuera de la Av. de Circunvalación, es decir en un área que posee una baja densidad de usos del suelo urbano y que identificamos con el “2° anillo” o *zona de acrecentamiento in situ*, en el “3° anillo” o *zona de asentamientos periféricos*, o en su defecto, en las áreas verdes vecinas a estas zonas.

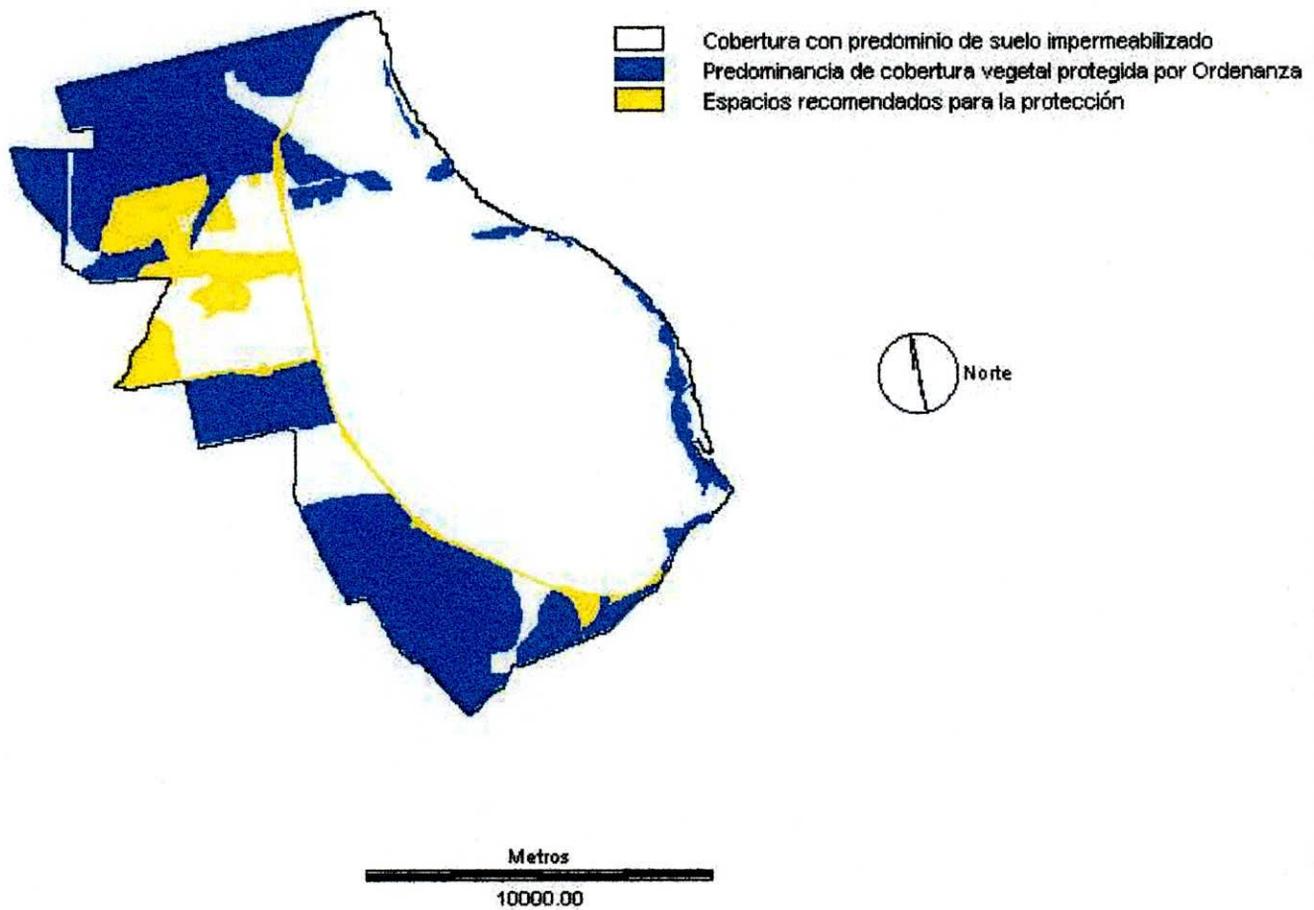
Por otro lado, los espacios verdes ubicados en la zona de la costanera (todos ellos protegidos por ordenanza municipal) se encuentran vecinos al “1° anillo” o zona de madurez y en menor medida al “2° anillo” o *zona de acrecentamiento in situ* (zona Sur)

Debido a las características de cada una de estas zonas se recomienda un cuidadoso estudio sobre su evolución actual, fundamentalmente, el 2° y 3° anillo, que históricamente han sido los que más sufrieron la falta de planificación y un uso contrario a lo que se entiende por una buena calidad de vida.

MAPA N° 11

ROSARIO

**ESPACIOS con ALTA PROPORCIÓN de VEGETACIÓN
PROTEGIDOS por ORDENANZA MUNICIPAL N° 6492/97
y ESPACIOS RECOMENDADOS**



9.2 *Grado de verificación de hipótesis*

Teniendo en cuenta que salvo en la matriz, el grado de fragmentación y riqueza de componentes en el resto del paisaje es medio, confirmamos una de las características que definimos en este trabajo sobre el periurbano: se trata de un área de múltiples coberturas y usos, con variedad de componentes y espacialmente discontinua.

Luego de conocer la ubicación, tamaño y cobertura de los parches con cobertura vegetal y los resultados de los índices del paisaje en nuestra área de estudio, podemos afirmar que la preservación y la conectividad entre espacios verdes mediante corredores, se vuelve cada vez más importante teniendo en cuenta la forma de crecimiento del conglomerado urbano.

Concluimos que se observa una histórica falta de preocupación hacia la calidad del ambiente, aunque en los últimos tiempos existen interesantes señales que indicarían una mayor preocupación por este tema (puesta en valor del Parque Sur, creación del Bosque de los Constituyentes, creación de un *Gran Parque Territorial* en conjunto con municipios vecinos).

En cuanto a la Ordenanza Municipal analizada, existen algunos espacios sin contemplar y cierta permisividad para aceptar cambios en categorías ya establecidas. Esto genera dudas acerca de la permanencia de los sectores protegidos por dicha ordenanza.

10 COMENTARIO PARA UN FUTURO CERCANO

Si tenemos en cuenta las últimas noticias sobre inversiones en infraestructura urbana, que indican que se ha construido en el área central de Rosario el segundo shopping más grande del país y existen 180 edificios en construcción en el “radio céntrico”. Esto confirma que el área central de Rosario mantiene intacta su capacidad para atraer residentes, históricamente la población de Rosario creció más por saldo migratorio que por crecimiento vegetativo (Reñe, 1994)

Podríamos decir que la densificación que implica la construcción de 180 edificios (incluyendo uno de 39 pisos) podría contrarrestar la expansión urbana sobre tierras rurales; pero también surge la duda acerca de los cambios que puede provocar la inyección de dinero del fenómeno soja en la reactivación de la construcción de barrios cerrados. Como veíamos en el punto 7211, hasta el 2002 la demanda no había alcanzado a satisfacer las expectativas de venta del mercado inmobiliario.

La inauguración del puente Rosario-Victoria y el papel que jugará en el traslado de mercancía a Chile es un desafío y una oportunidad difícil de evaluar dado su reciente inauguración, pero seguramente se producirán importantes cambios en los usos del suelo.

Ante la actual situación de reactivación, incluyendo los \$204.000.000 de inversión del Estado (http://www.lanacion.com.ar/economia/nota.asp?nota_id=645666), que incluye una importante redefinición de la red ferroviaria y de caminos, es importante que el gobierno no pierda de vista la situación ambiental y la calidad de vida de los ciudadanos. También, la zona del puerto (polígono 40) cuya cobertura es mayormente edificada, podría transformarse en parte a cobertura vegetal, ya que según noticias recientes (http://www.lanacion.com.ar/economia/nota.asp?nota_id=645666) se habla de la parquización de una vasta zona linder a al acceso Sur, lo que reforzaría la conectividad.

Por otro lado, como hemos visto en la reseña histórica y como ocurre actualmente, aunque no se encuentra claramente registrado, se están produciendo en Rosario ocupaciones de espacios vacantes para el uso residencial informal, lo que reduciría las funciones ecológicas de los ecosistemas presentes en el área.

En un ámbito urbano-periurbano la riqueza y biodiversidad de flora y fauna se ve notablemente reducida, entre otras cosas, por la escasez de superficie verde. Por ello la creación, ampliación y mantenimiento de corredores de vida silvestre se hace indispensable: los corredores posibilitan la conexión entre parches verdes y generan un efecto que potencia la superficie cubierta con vegetación, lo que permite que los ecosistemas sobrevivan y generen servicios ambientales que redundan en una mejor calidad de vida de los habitantes de las ciudades.

Demás esta decir que por ubicarse en un ambiente periurbano, (es decir a merced de los intereses que pugnan por hacer el suelo más rentable) esta trama de espacios verdes debe ser protegida y exhaustivamente estudiada para establecer sus categorías de uso y gestión.

Por ejemplo determinar, entre la gran variedad existente, qué funciones ecológicas pueden ser demandadas a este medio (desde la purificación del agua y captura de dióxido de carbono, a servicios de tipo educativo) ya que hay categorías de complejidad en función de la cantidad y tipo de componentes y superficie demandada para realizarlos. También se debe tener en cuenta la influencia antrópica en la gestión, por ejemplo, los corredores construidos por el hombre pueden funcionar como barreras para la mayoría de los traslados bióticos y como conectores para otros como las plantas invasoras y colonizadoras exóticas o nativas.

A partir de los corredores y parches que por su cobertura y ubicación fueron sugeridos en este trabajo, sumados a los espacios verdes públicos de la ciudad, se podría implementar un monitoreo para comprender funciones y procesos entre los elementos del paisaje de una gran ciudad y sus bordes, inmersa en uno de los territorios con suelos más fértiles del mundo.

11 BIBLIOGRAFÍA

- Basadonna, J. (2002). "Complejo Rosafé. El río: desarrollo del interior" En: el Río de la Plata como territorio. Borthagaray, J. M. (compilador) FADU-FURBAN. Ediciones Infinito, Buenos Aires.
- Baxendale, C.; Domnanovich, R. (2002) "Las reservas naturales urbanas en la planificación urbana y regional de la Región Metropolitana de Buenos Aires". Informe de Saltalamacchia y Asociados. Aves Argentinas/ Asociación Ornitológica del Plata.
- Benencia, R. (coordinador); Cattáneo, C; Durand, P.; Souza, J.; Casadinho, R. ; Fernández, M. y Feito, C. (1997) "Área hortícola bonaerense. Cambios en la producción y su incidencia en los sectores sociales." Editorial La Colmena, Buenos Aires.
- Bertonatti, C. y Corcuera, J. (2000). "Situación ambiental argentina 2000". Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Biasatti, N.; Romano, M.; Pire, E.; Micol, E.; Díaz, C. y Fragapane, A. (1998) "Evaluación ambiental del arroyo Saladillo y su cuenca, Santa Fe, Argentina. Un caso de estudio abordado desde la óptica de la Ecología del Paisaje". Versión preliminar. En: Salinas Chávez, Eduardo; Middleton, John. 1998. La Ecología del Paisaje como base para el desarrollo sustentable en América Latina / Landscape ecology as a tool for sustainable development in Latin America. <http://www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html>
- Bolsa de Comercio de Rosario y Fundación Instituto de Desarrollo Regional. Junio y septiembre de 1999; Ciclo de Estudio y Reflexión "Rosario: Metrópolis y Región".

- Bozzano, H. (1990) "Reflexiones sobre reestructuración económica, mutaciones productivas y reproductivas en territorios periféricos. El caso de Buenos Aires." Ponencia al II Seminario de Geografía Crítica "Nuevos roles del Estado en el reordenamiento del territorio". Universidad de Buenos Aires - Universidad de San Pablo. Buenos Aires.
- Bracalenti, L.; Cavagnero G. y Lagorio, L. (1998) "La ribera de Rosario: hacia una transformación ambiental". Versión preliminar. En: Salinas Chávez, Eduardo; Middleton, John. 1998. La Ecología del Paisaje como base para el desarrollo sustentable en América Latina / Landscape ecology as a tool for sustainable development in Latin America. <http://www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html>
- Bragos, O.; Mateos, A. y Pontoni, S. (2002) "Nuevos desarrollo residenciales y procesos de segregación socio espacial en la expansión oeste de Rosario" En: "Latinoamérica: países abiertos, ciudades cerradas" Cabrales, L. (coord.) Universidad de Guadalajara; UNESCO.
- Buzai, G. (2003) "Mapas sociales urbanos". Lugar Editorial, Buenos Aires
- Buzai, G. y Baxendale, C. (2001) "El crecimiento de la aglomeración de Rosario (1931-2000) y su relación con las unidades cartográficas de suelos, la capacidades de uso y los índices de productividad." Informe técnico. Grupo de Ecología del Paisaje. CEA, Universidad de Buenos Aires.
- Buzai, G. y Mendoza, N. (2004) "El espacio geográfico como estructura de mosaicos. Cálculo de índices y métricas de paisajes a través del tratamiento cuantitativo de imágenes satelitales" En: revista Gerencia Ambiental
- Caballero, A. y Woelflin, M. (1992-1993) "Extensión metropolitana de Rosario: proceso de formulación urbano territorial y dinámica de transformación. Provincia de Santa Fe." Consejo Federal de Inversiones.6 v. Buenos Aires.
- Cabrera, A. (1976) "Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería". Acme. Buenos Aires.

- Capel, H. y Urteaga, L. (1984) "Las nuevas geografías". Colección Salvat, Temas Clave Aula Abierta. Madrid.
- CEPAL-PNUMA (1990) "El reto ambiental del desarrollo en América Latina y El Caribe". Santiago-Chile.
- Chiozza, E. y Figueiras, R. (coords.) (1981) "Atlas Físico Vol 1" del Atlas Total de la República Argentina. CEAL, Buenos Aires.
- Chorley, R. y Haggett, P. (1971) "La geografía y los modelos socioeconómicos". Colección "Nuevo urbanismo" Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid.
- Christofolletti, A. (1985) "As características da nova geografia". En: Christofolletti, A. Perspectivas da geografia. DIFEL. Sao Paulo.
- Chuvieco, E. (1996) "El empleo de las imágenes de satélite para medir la estructura del paisaje: análisis cuantitativo y representación cartográfica. Serie Geográfica. Universidad de Alcalá de Henares.
- Chuvieco, E. (2003) "teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el Espacio." Ariel Ciencia. Barcelona.
- COFER (Consortio Ferial Rosario)
www.cofer.com.ar/cofer/region_gran_rosario%20economia.htm
- Collins, J.; Kinzig, A.; Grimm, N.; Fagan, W.; Hope, D.; Wu, J. and Borer, E. (2000): "A New Urban Ecology. Modeling human communities as integral parts of ecosystems poses special problems for the development and testing of ecological theory." En American Scientist, Vol. 88, N° 5. U. S. Environmental Protection Agency. National Exposure Research Laboratory, Environmental Sciences Division: Landscape Ecology. Overview. En <http://www.epa.gov/crdlvweb/land-sci/overview.htm>

- Cuadernos del AMBA Nº 5 (1988) "Alternativas para un manejo ecológico del área metropolitana de Buenos Aires". Buenos Aires.
- Dajoz, R. (2002) "Tratado de Ecología" 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Del Frade, C. (1992) "Ecología y reconversión industrial en la zona del Gran Rosario" Instituto de estudios sobre estado y participación. Asociación Trabajadores del Estado.
- Della Paolera, C.; Farengo, A. y Guido, A. (1935) "Municipalidad de Rosario. Plan regulador y de extensión. Memoria descriptiva y justificativa." Publicación oficial
- Di Bernardo, E. (1998) "Paisaje ambiental de alta diversidad. Mosaico de naturaleza interconectado, Una manera de recuperar el soporte natural en las áreas urbanas (Argentina)". Versión preliminar. En: Salinas Chávez, Eduardo; Middleton, John. 1998. La Ecología del Paisaje como base para el desarrollo sustentable en América Latina / Landscape ecology as a tool for sustainable development in Latin America. <http://www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html>
- Di Pace, M.; Federovisky, S.; Hardoy, J. y Mazzucchelli, S. (1992) "Medio ambiente urbano en la Argentina." Centro Editor de América Latina, Buenos Aires.
- Dirección General de Estadística de la ciudad de Rosario <http://www.rosario.gov.ar/per/>
- Dramstad, W.; Olson, J. and Forman, R. (1996) "Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning." Harvard University Graduate School of Design. Island Press. American Society of Landscape Architects.
- Eastman, R (1997) "Guía del usuario" Idrisi 32; versión 2 en castellano. Clark Labs; Clark University, Worcester, MA.

- Eastman, R. (1999) "Tutorial" Idrisi 32. Clark Labs; Clark University, Worcester, MA
- "Espacios verdes públicos. Ciudad de Rosario" (2003) Dirección General de Topografía y Catastro. Municipalidad de Rosario.
- Feliu, P. (1993) "Análisis histórico de la estructura económica, social e institucional de la ciudad de Rosario." Centro de investigaciones en ciencias sociales (CICSO) Serie N° 74. Buenos Aires
- Forman, R. (1997) "Land Mosaics. The Ecology of Landscape and Regions" Cambridge University Press.
- Godagnone, R. y Casas, R. (2000). "Los suelos del conurbano rosarino" Instituto de suelos, CIRN- INTA, Castelar, Buenos Aires.
- INDEC www.indec.gov.ar
- INTA (1981). "Mapa de suelos de la provincia de Santa Fe. Tomo I- Ministerio de agricultura y Ganadería de la Nación. INTA, Provincia de Santa Fe, Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- INTA (1988). "Carta de suelos de la República Argentina. Hoja 3360-13 y 14 Cañada de Gómez y Rosario" Secretaría de agricultura y Ganadería de La Nación, INTA, provincia de Santa Fe, Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Jensen, M.; Bourgeron, P.; Everett, R. and Goodman, I. (1996): "Ecosystem Management: A Landscape Ecology Perspective." En Water Resources Bulletin AWWA, Vol. 32, N° 2, Paper N° 95102, pp. 203-216.
- Lewis, J. P. (1981). "La vegetación de la provincia de Santa Fe"; pp 121-148. En GAEA, Serie especial N° 9 Estudios de geografía de la provincia de Santa Fe. Homenaje al Dr. Alfredo Castellanos.

- Matteucci, S. D. y Buzai, G. (compiladores) (1998) "Sistemas ambientales complejos: herramientas de análisis espacial." Eudeba-Colección CEA N° 21, Buenos Aires. Capítulos 1, 5 y 9.
- Matteucci, S. D., Morello, J.; Rodríguez, A.; Buzai, G. y Baxendale, C. (1999) "El crecimiento de la metrópoli y los cambios de biodiversidad: el caso de Buenos Aires." En: Biodiversidad y uso de la tierra. Conceptos y ejemplos de Latinoamérica. Matteucci, S., O. Solbrig, J. Morello y G. Halffter editores. Eudeba - Colección CEA N° 24, Buenos Aires.
- Matteucci, S. D. (2004) www.gepama.com.ar
- Morano, C. (1998) "Los municipios que integran la aglomeración Gran Rosario: un análisis socioterritorial." En: Congreso Nacional de Geografía. 59 Semana de Geografía. Agenda geográfica para el siglo XXI. GAEA. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. Buenos Aires
- Morello, J.; Marchetti, B.; Russo, C.; Hecker, E.; y Cichero, P. (1991) "Agricultura continua y degradación ambiental en el Núcleo Maicero de la Pampa argentina" Versión preliminar. Serie Informes/3/1991. CEA-UBA. Buenos Aires.
- Morello, J. (2000) "Manejo de agrosistemas periurbanos". Texto correspondiente a la materia M10 de la materia en Gestión ambiental del desarrollo urbano *GADU*. Centro de Investigaciones Ambientales. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Morello, J. (2004) comunicación personal.
- Moscón, F.; Priano, L.; Hein, N.; Moscatelli, G.; Salazar, J.; Gutierrez, T.; Caceres, L. (1981) "Mapa de suelos de la provincia de Santa Fe". Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación. INTA. Provincia de Santa Fe, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Tomo I.

- Municipalidad de Rosario, Dirección de Cultura y Relaciones Públicas. (1968) "Plano de la Municipalidad de Rosario"
- Municipalidad de Rosario, Secretaría de Planeamiento. Plan Regulador (1987) "Jornadas de divulgación sobre ordenamiento urbano y aspectos ferroporuarios de la ciudad de Rosario."
- Municipalidad de Rosario, www.rosario.gov.ar
- Naveh, Z.; Lieberman, A.; Sarmiento, F.; Ghersa, C. y León, R. (autores invitados) (2001) "Ecología de Paisajes. Teoría y Aplicación". Editorial Facultad de Agronomía. Buenos Aires.
- Navone, S. M. (coord.) (2003) "Sensores remotos aplicados al estudio de los recursos naturales. Editorial Facultad Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- Odum, E. (1997) "Ecología: el vinculo entre las Ciencias Naturales y las Sociales". Mexico
- Olave, D.; González, E.; Bodini, H.; González S. y Mardones, M. (1993) Equipo Investigación Proyecto FONDECYT (92-0544) En "Ciudades intermedias y calidad de vida: conceptos básicos". Dto. de Historia, Geografía y Ciencias Sociales. Facultad de Educación y Humanidades. Universidad del Bío-Bío. Chillan.
- Pasotti, P. (1981) "Panorama general de la morfología de la Llanura Pampeana en un sector del territorio santafesino", pp 39-48. En GAEA, Serie especial N° 9 Estudios de geografía de la provincia de Santa Fe. Homenaje al Dr. Alfredo Castellanos.
- Pasotti, P. (1982) "La neotectónica en el área del Gran Rosario, provincia de Santa Fe, Argentina." Actas del 5º Congreso latinoamericano de geología. Tomo I. Buenos Aires, Argentina; 17 al 22 de octubre de 1982.

- Polo Tecnológico Rosario <http://www.polotecnologico.net/es/>
- PRODITEL (Programa de Desarrollo e Investigación en Teledetección) (2002) "Teledetección aplicada a la evaluación del medio ambiente". Curso Nacional de Posgrado. Universidad Nacional de Luján.
- Reñe, M. de (1994) "Estructura interna de Rosario: aplicación de un modelo". *Contribuciones científicas*. 55:226-236
- Romero, H.; Vásquez, A. y Ordenes, F. (2002) "Ecologías de Paisajes y Sustentabilidad de las ciudades intermedias en Latinoamérica". Proyecto del Fondo Nacional de Investigación científica y tecnológica de Chile.
- Serafini, M. C. (2002). "Interpretación visual de imágenes satelitarias" En: *Teledetección aplicada a la evaluación del medio ambiente*. Material del Curso Nacional de Postgrado. PRODITEL. UNLu, Luján.
- Terradas, J. (2001) "Ecología de la vegetación. De la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes." Ediciones Omega, Barcelona.
- The Economist (2004) "A soybean crisis. Rust never sleeps." December; p. 33. Londres.
- Toutoundjian, B. (1988) "Ciudades de Rosario y Santa Fe: aspectos de la situación social reciente, a la luz de los cambios operados en sus respectivos mercados de trabajo." Consejo Federal de Inversiones. Buenos Aires.
- Vapñarsky, C. (1995) "Primacia y macrocefalia en la Argentina: la transformación del sistema de asentamiento humano desde 1950" En: *Revista de Ciencias Sociales*. 138: 227-253.

12 ANEXO

12.1 Fotografías tomadas durante la recorrida a campo



1- Heterogeneidad de usos periurbanos: en primer plano, parche de pastizal y villa de emergencia; hacia el fondo a la derecha, complejo de viviendas construidas por el Estado sobre el borde oriental de la Avenida Circunvalación.



2- Parcela agrícola madura y cosechada; en primer plano, barbecho del cultivo; al fondo, parche de bosque alto diversificado donde domina el eucalipto.



3- Cultivo maduro que limita con Avenida Circunvalación. En primer plano, ancho borde de caña de castilla (*Arundo donax*)



4- En primer plano, césped de banquina; en segundo plano, ladrillera de ladrillo macizo tradicional; hacia el fondo se observa un cultivo en crecimiento y arbolado disperso alineado.



5- Canalización del cauce del arroyo Ludueña en el cruce con avenida J. Newbery. Sobre la margen izquierda, cultivo maduro y en ambas márgenes, alejado del cauce, se observa una abundante presencia de coníferas.



6- Barrio cerrado de baja densidad de construcción y de reciente realización. En primer plano banquina con césped de gramíneas; más atrás, cerco de tuyas jóvenes que marca el límite del barrio. Al fondo se observa un bosque dominado por eucalipto.



7- En el centro de la foto, se observa el arroyo Ludueña, hacia la izquierda, sobre un pastizal playa de maniobras del ferrocarril y en la margen derecha, un corredor de árboles maduros y una villa de emergencia inserta en un parche con abundante cobertura vegetal.



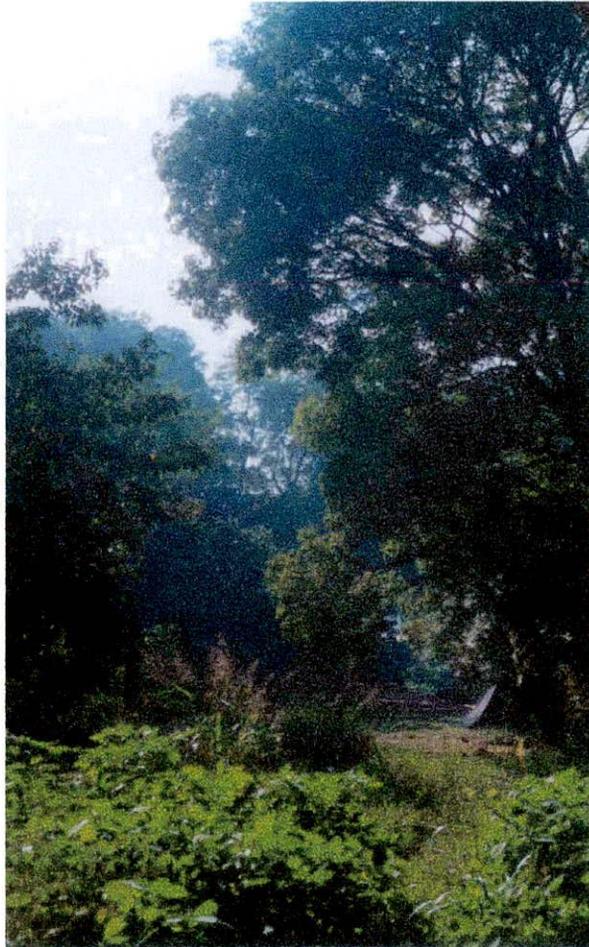
8- Parque Alem: cercanías de la desembocadura del arroyo Ludueña donde se observa una guardería de lanchas deportivas en un marco de bosquetes de ribera con especies nativas y exóticas y barrancas con pastizal y junciales.



9- Entrada al Parque Sur. Se observa en el centro de la foto el arroyo Saladillo; a la izquierda, un bosque bajo abierto sobre una barranca alta con erosión vertical, típica de depósito de Loess.



10- Parque Sur. Diseño de plantación equidistante y manejo de des-arbustado (desbroce). En primer plano, palos borrachos y fresnos.



11- Vista de bosque abierto en el predio de la “Fundación Vivero Rosario” (ex vivero municipal) En la foto podemos apreciar dos estratos de herbáceas, dos de arbustos y dos de árboles. El dosel alcanza una altura de 15 m.



12- Sobre la barranca del río Paraná, se observa un fragmento joven de bosque reliquial, con un dosel que no supera los 5 m de altura.

12.2 Imagen satelital brindada por la CONAE

**LANDSAT 7 ETM + PATH/ROW 226/83
CONAE 2002**



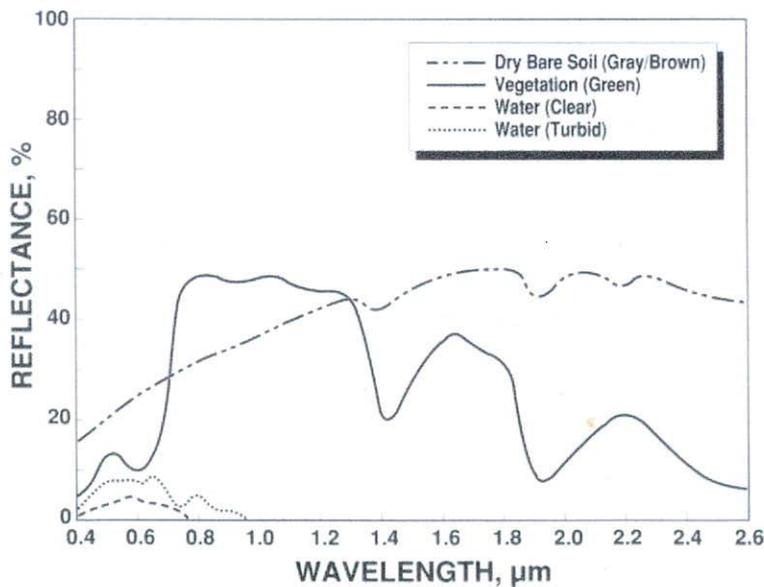
Superficie total de la imagen satelital de la CONAE, donde puede apreciarse sobre el borde izquierdo, en el centro, la mancha urbana correspondiente al Gran Rosario. La imagen original posee muy bajo nivel de contraste.

12.3 El sensor ETM+

Este sensor tiene siete canales espectrales sensibles a las siguientes franjas del espectro electromagnético. (PRODITEL, 2002)

Canal espectral	Rango abarcado (micrones)	Porción del espectro	Resolución espacial (m)
TM 1	0.450 - 0.515	Visible-Azul	30
TM 2	0.525 - 0.605	Visible-Verde	30
TM 3	0.630 - 0.690	Visible-Rojo	30
TM 4	0.750 - 0.900	Infra Rojo Cercano	30
TM 5	1.550 - 1.750	Infra Rojo Medio	30
TM 6	10,400 - 12.500	Infra Rojo Térmico	60
TM 7	2.090 - 2.350	Infra Rojo Medio	30
TM 8	0,520 - 0,900	Pancromático	15

12.4 Firmas espectrales



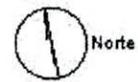
TM BANDS (µm)
1 = .45-.52
2 = .52-.60
3 = .63-.69
4 = .76-.90
5 = 1.55-1.75
7 = 2.08-2.35
6 = 10.4-12.5

Adapted from *Remote Sensing and Image Interpretation*. Lillesand and Kiefer. Reprinted with permission, copyright © 1987 by John Wiley and Sons, Inc.

La firma espectral es la reflectancia de energía de una cobertura en el espectro electromagnético. Se grafican en curvas y generalmente se presentan las firmas “típicas” de la vegetación, el suelo y el agua.

12.5 Combinaciones de bandas espectrales utilizadas como auxiliares

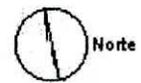
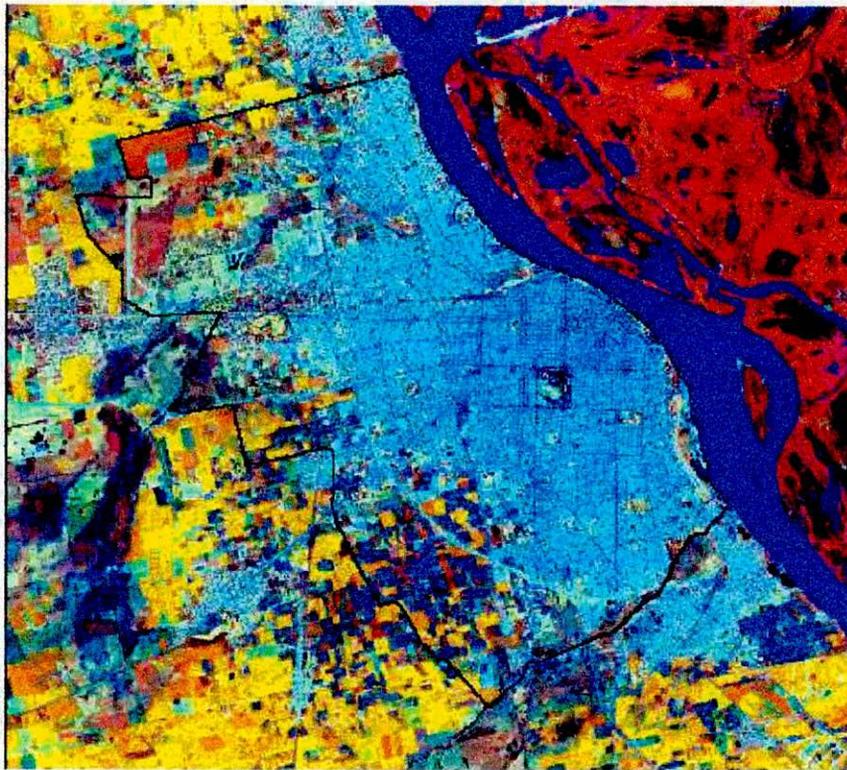
REGIÓN DE ROSARIO COMBINACIÓN DE BANDAS 3-4-5



Metros
10000.00

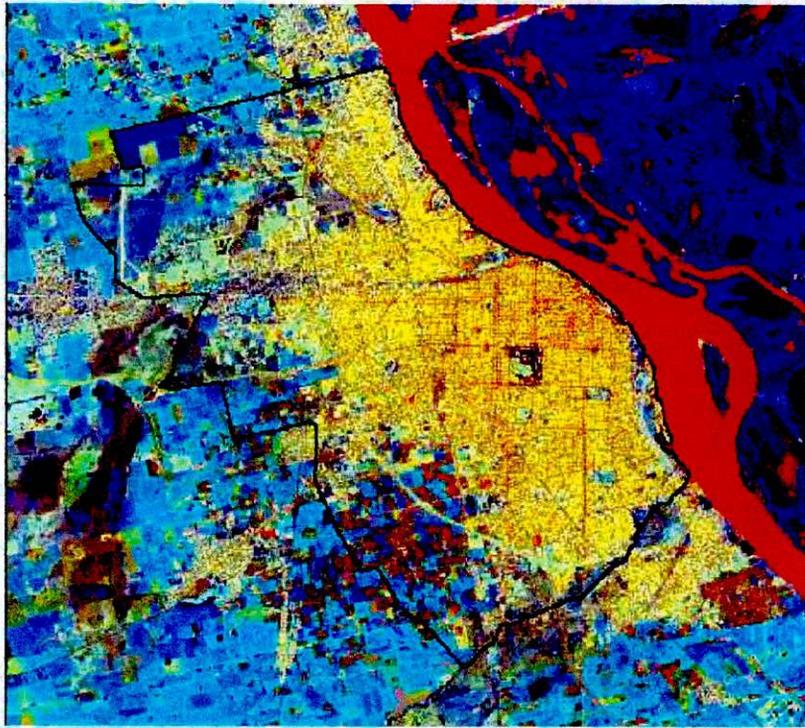
La banda 5 (infra-rojo medio) capta la reflectancia que produce el agua en la estructura interna de la hoja. Tanto la combinación de bandas 3-4-5 como la 3-5-4 y la 4-5-3 (que se presentan a continuación) permiten contrastar y definir los tipos de vegetación por su contenido de agua, así como también precisar áreas anegadizas.

REGIÓN DE ROSARIO
COMBINACIÓN DE BANDAS 3-5-4



Metros
10000.00

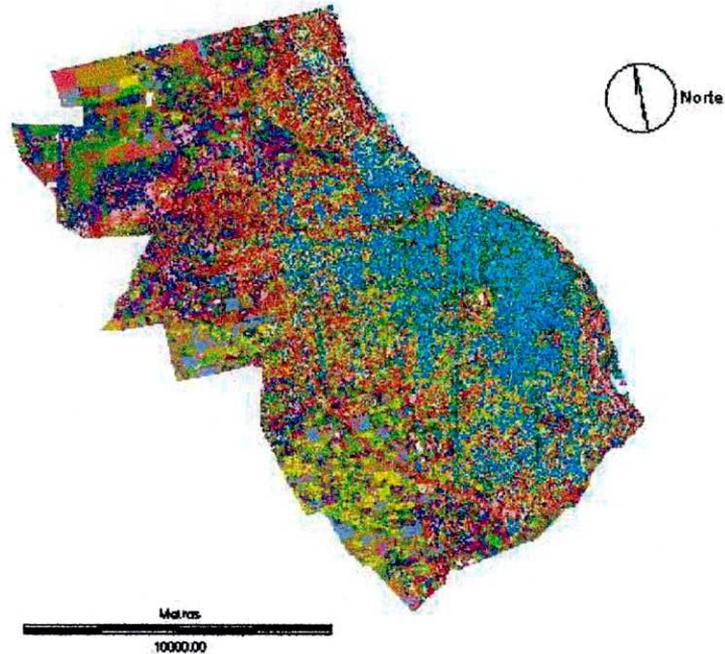
REGIÓN DE ROSARIO
COMBINACIÓN DE BANDAS 4-5-3



Metros
10000.00

12.6 Clasificaciones automáticas descartadas

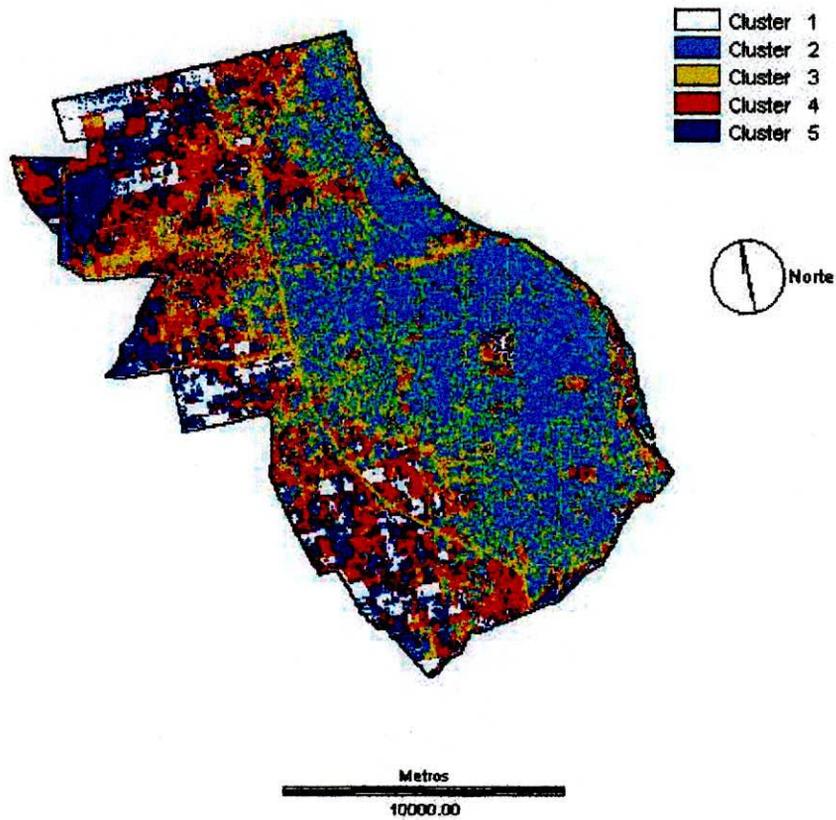
ROSARIO CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA FINA SOBRE COMBINACIÓN 2-3-4 (FCCS)



	Cluster 1		Cluster 12
	Cluster 2		Cluster 13
	Cluster 3		Cluster 14
	Cluster 4		Cluster 15
	Cluster 5		Cluster 16
	Cluster 6		Cluster 17
	Cluster 7		Cluster 18
	Cluster 8		Cluster 19
	Cluster 9		Cluster 20
	Cluster 10		Cluster 21
	Cluster 11		Cluster 22

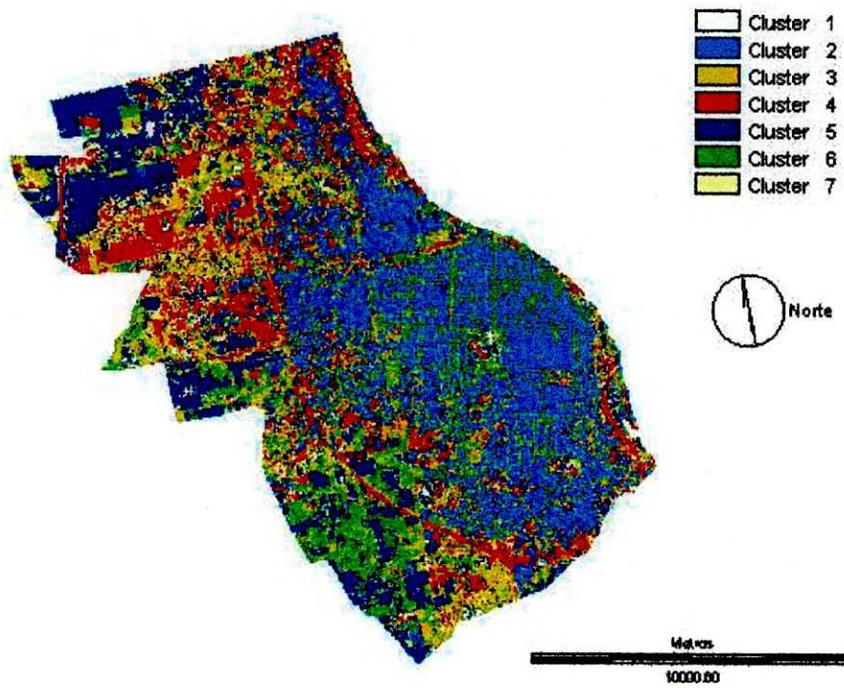
El resultado de esta clasificación automática es demasiado exhaustivo para nuestra escala de análisis

ROSARIO
CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA SOBRE COMBINACIÓN 1-2-3
(Natural)



En este caso, la clasificación automática realiza una discriminación pobre de clases de coberturas de la tierra.

ROSARIO
CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA SOBRE COMBINACIÓN 3-5-4

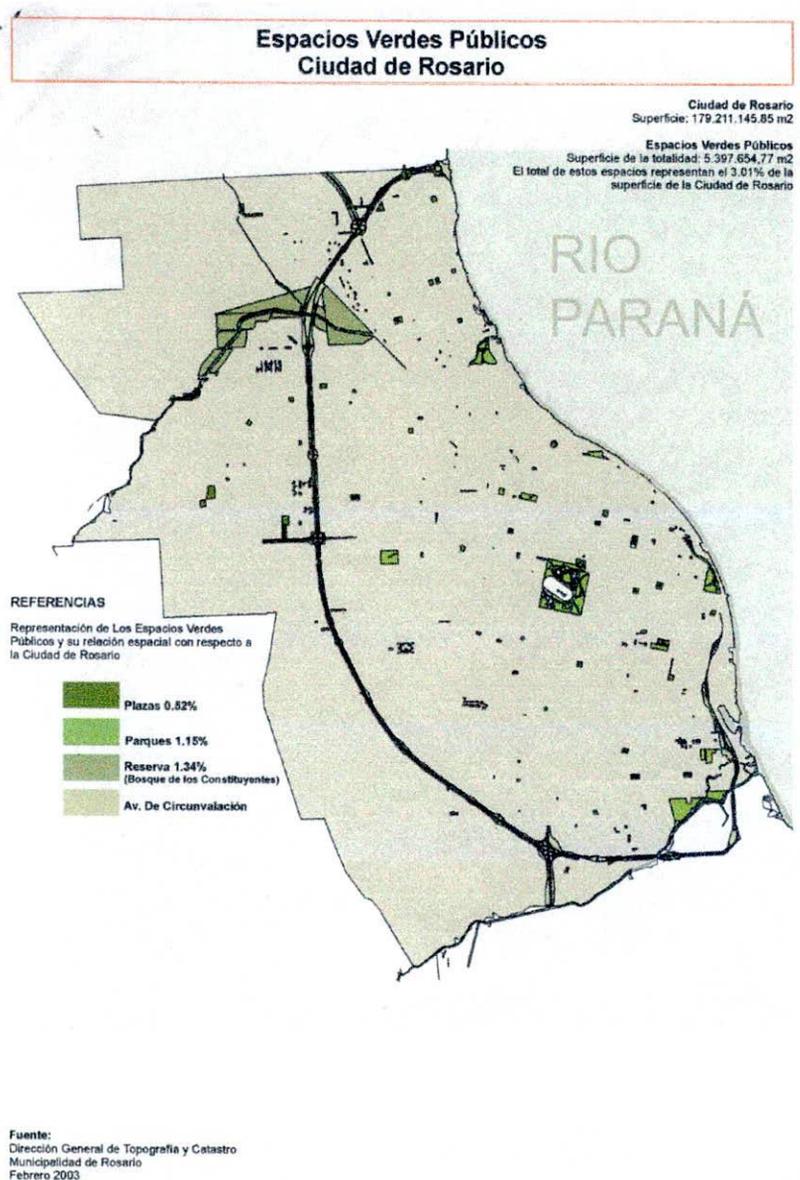


En esta clasificación no resulta clara la distinción entre las coberturas “anegadiza”, “cultivo vigoroso” y “periurbano” y se unifica “periurbano” con “anegadiza”

12.7 Planilla censal

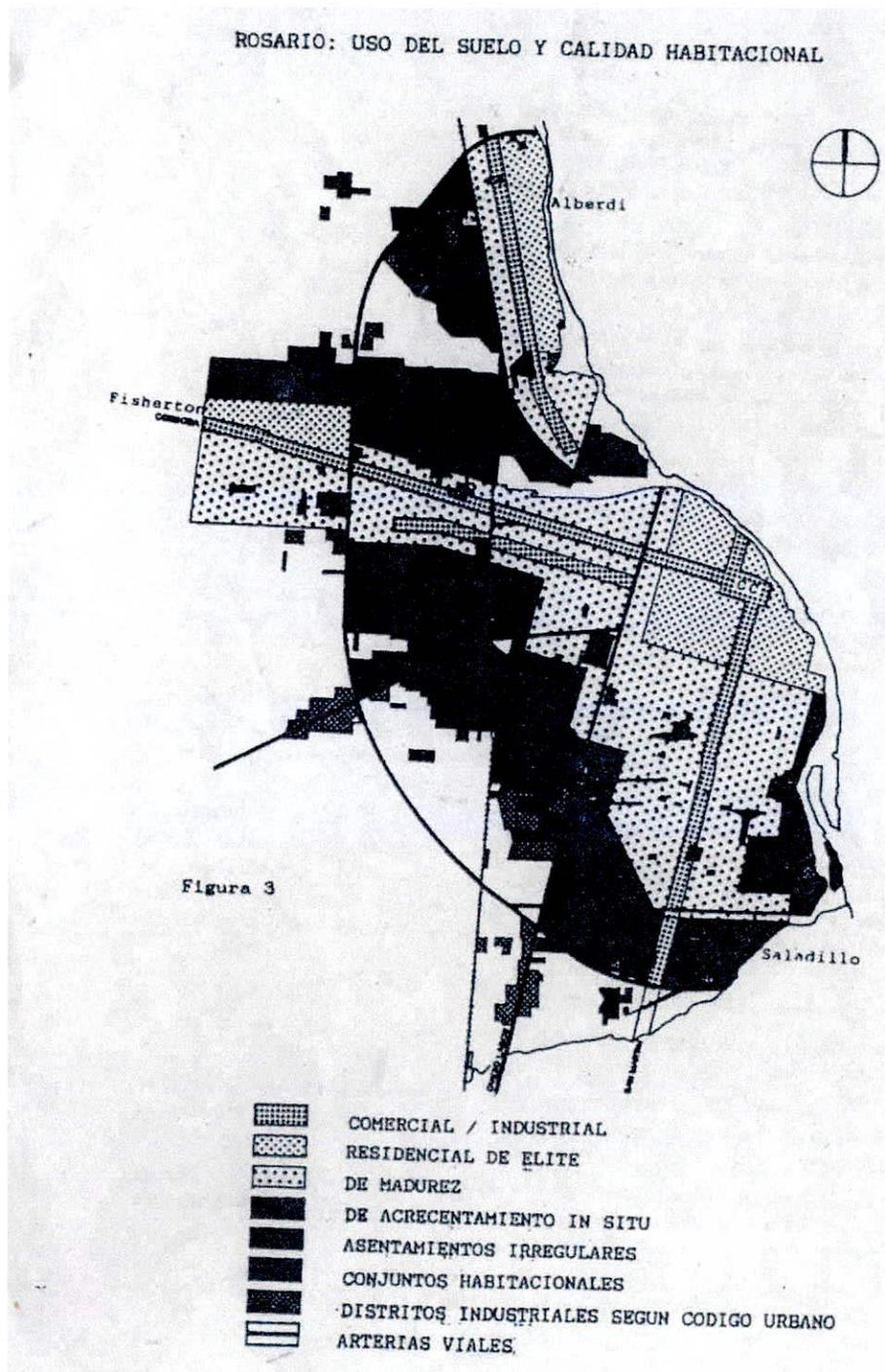
Rosario, 29 de marzo a 1 de abril de 2004. Censos de vegetación en parches seleccionados.										
Nº de CENSO	UBICACIÓN	TOPOGRAFÍA	VEGETACIÓN				Características del suelo	TIPO de USO ACTUAL	TIPO de USO PASADO	OBSERVACIONES
			tipo	fisonomía	cobertura	altura dosel				

12.8 Cartograma de distribución de espacios verdes públicos en el Municipio de Rosario



Los espacios verdes públicos se concentran en la zona más densamente urbanizada, (salvo el mayor de ellos, sobre el valle del arroyo Ludueña) y en general su tamaño es pequeño.

**12.9 Modelo de la ciudad de América Latina (Griffin y Ford, 1980)
aplicado sobre la ciudad de Rosario por M. L. Reñe (1994)**



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
Dirección de Bibliotecas