

## Clasificación de las dunas costeras pampeanas según su tipo de cobertura

**Ana Laura Monserrat**

Grupo de Investigación en Sistemas Ambientales Costeros, Buenos Aires, Argentina

**Mabel Cecilia Bonardi**

Grupo de Investigación en Sistemas Ambientales Costeros, Buenos Aires, Argentina

[bonardimabel@gmail.com](mailto:bonardimabel@gmail.com)

### Resumen

En este trabajo se analiza la composición y estructura del paisaje de dunas costeras en la escala regional y se compara el estado de conservación de los diferentes paisajes. Para ello se elabora un mapa de cobertura del terreno para cada paisaje definida, se comparan las clasificaciones de los paisajes y se evalúa qué clases están representadas dentro del sistema de áreas naturales protegidas. Se logró clasificar dos regiones de la costa pampeana, la Región Costera Oriental (RCO) y la Región Costera Austral (RCA). La clasificación de coberturas CORINE fue útil para analogar las clases obtenidas a las clases utilizadas en Europa. Los diferentes paisajes de las regiones identificadas, no poseen los mismos tipos de parches. Las dos regiones y los paisajes que contienen difieren tanto en extensión de parches (superficie ocupada por cada tipo de cobertura) como en identidad de los mismos (clases de cobertura obtenidas). La mayor riqueza de clases se encontró en el paisaje O (oeste) de la RCA y la menor el paisaje N (norte) de la RCO y la CO (centro-oeste) de la RCA. Las clases definidas pueden asociarse a cinco tipos de ambientes: 1) cuerpos de agua, 2) comunidades desérticas psamófilas-xerófilas, 3) árboles, 4) comunidades higrófilas y 5) comunidades de leñosas nativas. Las áreas protegidas no siempre poseen todas las clases de cobertura igualmente representadas. Todas las clases definidas para el paisaje N de la región RCO presentan indicios de modificación antrópica. En los paisajes C (centro) y O de la región RCA

existe una alta diversidad de ambientes donde están presentes las asociaciones vegetales descritas históricamente. El manejo de los recursos naturales en la RCA resulta insuficiente.

**Palabras Clave/Key words:** dunas costeras, conservación, comunidades vegetales, regiones costeras, costas pampeanas.

---

## Introducción

Entender los factores ambientales que determinan las distribuciones de la especie y los niveles de riqueza específica, y cómo funcionan en diversos contextos geoespaciales, es un desafío fundamental de la biología moderna (Turner et al. 2003). Este desafío es más urgente por la pérdida en curso y extensión de biodiversidad. Para detener esta pérdida se necesita saber dónde están las especies que se intenta conservar y qué áreas de la Tierra son especialmente ricas en especies. Pero las problemáticas ambientales regionales y globales se han tenido que enfrentar al problema de la indagación acerca de la aplicabilidad de modelos ecológicos a través de escalas regionales o globales. En muchos casos los modelos que explican procesos locales no pueden ser extrapolados a escalas de menor detalle porque no se cuenta con herramientas para ello. Pero desde mediados del siglo XX, el desarrollo de la detección remota promete ampliar el espectro de posibilidades al respecto.

La ventaja tal vez más significativa de los métodos remotos sea la de permitir un acercamiento indirecto a las comunidades mediante el estudio de parámetros de distribución espacial en escala de paisaje. Por ejemplo, la detección remota de ciertos parámetros o índices ambientales se puede utilizar como método indirecto para discernir patrones de la diversidad de especies (Turner et al. 2003).

Para poder acertar en las decisiones de manejo se debe también entender, en un nivel más profundo, qué factores condicionan la localización de las especies en un determinado sitio y cuáles determinan que ciertas áreas sean más ricas en especies o

estén caracterizadas por altos niveles de endemismos. La delimitación de zonas con cobertura similar, si bien no indaga directamente en los factores de condicionamiento de distribución de las especies, permite definir estructuralmente los paisajes de la región, es decir, aquellas zonas en donde el efecto de los procesos geológicos y ecológicos es significativamente homogéneo. Durante el año 1971, el Servicio de Relevamientos Geológicos de Estados Unidos, USGS (United States Geological Survey), propuso el empleo de una clasificación de coberturas basada en el uso de sensores remotos para Estados Unidos (Anderson et al. 1976). Desde entonces varias clasificaciones de cobertura se han desarrollado con pretensiones de aplicabilidad global. Entre ellas se destacan la Land Cover Classification System (LCCS) desarrollada por la FAO (Di Gregorio y Jansen, 1998) y la CORINE (Coordination of Information on the Environment) desarrollada en principio en un programa de la Comisión Europea entre 1985 y 1990 (Büttner et al. 2004a) pero actualizada varias veces posteriormente. Al respecto, Acosta et al. (2005) han mostrado que un mapa de cobertura del terreno con leyendas detalladas expandidas para clases naturales y seminaturales, basadas en la clasificación del terreno CORINE, es un instrumento útil para el relevamiento de los paisajes dunas costeras en Europa. Por su parte, Buenos Aires no cuenta por el momento con un instrumento de escala regional de tal tipo, validado con datos de campo.

El conocimiento de la heterogeneidad estructural de un paisaje es una herramienta útil también en la toma de decisiones para el manejo de los recursos naturales de una región. Por ejemplo, para el caso de las áreas protegidas, es ventajoso, sino necesario, comprender que un paisaje de grano grueso conteniendo áreas de grano fino es óptimo para proveer los beneficios ecológicos de parches grandes, especies multihábitat – incluyendo humanos- y una variedad de condiciones y recursos ambientales. Por ello Forman (1995) hipotetiza que un paisaje óptimo contiene parches grandes de vegetación natural, suplementado con pequeños parches repartidos a lo largo de la matriz. Alternativamente, la mayoría de las funciones de los pequeños parches pueden ser provistas por pequeños corredores en la matriz (Forman 1995).

Desde hace décadas, las organizaciones internacionales como IUCN, WCS, entre otras, y los investigadores de diversos países, han reconocido el valor de las áreas protegidas en zonas costeras para la humanidad (IMCRA Technical Group 1998, Francour et al. 2001, Jones 2002, Kuijper 2003, Barber et al. 2004), pero en Buenos Aires, la superficie destinada a la protección de estos paisajes es escasa (Brown et al. 2006, Monserrat y Celsi 2009). Si bien la conservación de la diversidad paisajística no es el objetivo de todas las áreas protegidas, en este trabajo se considerará la extensión superficial de las áreas protegidas y se evaluará la representatividad de paisajes contenidos en las mismas, más allá de los objetivos de creación de estas. Dado que no hay estudios actuales acerca de la diversidad paisajística de la costa bonaerense, será necesario primero indagar acerca de la misma, para luego evaluar en ese contexto el aporte conservacionista de cada área protegida. Así, en este trabajo se analiza la composición y estructura del paisaje de dunas costeras en la escala regional y se compara el estado de conservación de los diferentes paisajes. En particular se pretende 1) elaborar un mapa de cobertura del terreno con leyendas detalladas expandidas para clases naturales y seminaturales, basadas en una clasificación del terreno CORINE adaptada a la zona de estudio, para cada paisaje definido de la costa de dunas pampeana; 2) comparar los paisajes en función de su diversidad de clases de cobertura; 3) evaluar qué clases de cobertura del área de estudio están representadas dentro de las áreas naturales protegidas de la Provincia de Buenos Aires.

*Área de Estudio.* El área de estudio abarca el sector de dunas costeras de Buenos Aires que queda enmarcado dentro de la macro-región Costera Pampeana (sensu Dadon y Matteucci 2006), específicamente la zona costera comprendida entre las localidades de Punta Rasa (35° 17' S; 56° 46' W) y Punta Alta (38° 55' S; 62° 03' W) (figura 1)

El clima es de tipo mesotermal subhúmedo- húmedo en el este, pasando a subhúmedo seco hacia el oeste (Burgos y Vidal 1951). La amplitud térmica es de 12-14 °C, con 20-22 °C de promedio en el mes más cálido (Enero) y 7-8 °C en el más frío (Julio). La

precipitación total anual varía entre 1000 mm en el extremo NE a 500 mm en el extremo SO (Burgos 1968).

Los campos de dunas activas se extienden en general hasta aproximadamente los 4 km tierra adentro desde la playa, sobre sedimentitas. La zona comprende la porción costera de la Región Fitogeográfica Pampeana (Morello 1995; Cabrera 1971), se ubica en el borde costero de la Provincia Pampeana, Distritos Pampeano Austral y Pampeano Oriental, lindante hacia el oeste con la Provincia del Espinal. Por su posición sobre el borde costero y las particulares condiciones ambientales, en la zona de estudio no hay comunidades clímax, sino predominantemente comunidades edáficas, es decir comunidades de estrecha dependencia con el tipo de suelo (Cabrera 1941, 1971). A su vez, las barreras medanosas definidas por Isla et al. (2001) están caracterizadas florísticamente por comunidades vegetales distintivas, con lo cual pueden pensarse como dos regiones ecológicas diferentes (Montserrat 2010).

## 2. Materiales y Métodos

*Composición del paisaje.* Para estudiar la composición del paisaje se clasificaron y confirmaron los diferentes elementos en función de su cobertura. Para ello, se utilizaron las imágenes satelitales Landsat 7 ETM correspondientes a enero-marzo de 2003.

Para la clasificación de las diferentes unidades de paisaje se procedió al análisis de los paisajes definidos en Monserrat y Codignotto (en revisión). Se aplicó una clasificación no supervisada en cada sector en donde las modificaciones antropogénicas del paisaje fueron imperceptibles en la escala de estudio (de aquí en más, sectores “naturales”). Se utilizó el algoritmo ISODATA del programa ENVI 3.6 (Research Systems 2002) por no priorizar elementos y ser mejor para elementos lineales o muy particionados. Los parámetros utilizados fueron elegidos con el fin de separar clases de ambientes de reflectancia muy parecida entre sí, es decir, se procedió a una discriminación fina.

Con el fin de interpretar las clases obtenidas en la clasificación se procedió a coleccionar píxeles de sitios relevados en campo o bien, cuando no se dispuso de datos de campo, se estableció la clase de ambiente en función de imágenes remotas de mayor

resolución espacial que las imágenes Landsat. A partir de los píxeles colectados en la imagen Landsat e identificados según su tipo de ambiente, se aplicó el algoritmo de clasificación supervisada de mínima distancia (*minimum distance*). El resultado obtenido se utilizó para interpretar las clases de la clasificación ISODATA (no supervisada). Para la interpretación de las clases obtenidas en la clasificación ISODATA se siguió el principio de parsimonia. De esta manera, las clases obtenidas se interpretaron *a posteriori* en función de la confirmación y tomando como referencia el sistema CORINE (CORdination of INformation on the Environment) Land Cover, de la Unión Europea para homologar clases de diferentes paisajes entre sí. Para ello se efectuó primero una traducción de la clasificación CORINE y luego la misma se utilizó para clasificar los paisajes obtenidos.

Asimismo los grupos de píxeles colectados se ingresaron como *ground-truth pixels* en un análisis de exactitud. Éste último se realizó con una matriz de confusión a partir de los píxeles clasificados con ISODATA y los píxeles colectados. El programa brinda el porcentaje de exactitud (cantidad de píxeles correctamente clasificados sobre el total de píxeles analizados) y detalla en la matriz la cantidad de píxeles correctamente clasificados para cada clase. A partir de la matriz se puede obtener la exactitud de cada clase ISODATA siendo:

PA (*producer accuracy*)= probabilidad de que un píxel de la clase X sea clasificado como tal =  $\frac{\text{píxeles clasificados correctamente como clase X}}{\text{píxeles totales que son efectivamente clase X}}$

UA (*user accuracy*)= probabilidad de que un píxel clasificado como de la clase X efectivamente lo sea =  $\frac{\text{píxeles clasificados correctamente como clase X}}{\text{píxeles totales clasificados como clase X}}$ .

*Heterogeneidad del paisaje.* Para estudiar la estructura del paisaje se analizó la heterogeneidad del mismo mediante índices de diversidad y equitatividad. Los índices se seleccionaron por ser de fácil cálculo y amplio uso académico dentro de la bibliografía de la temática.

La diversidad se calculó a partir del índice de Shannon-Weaver por ser la expresión que quizá más ventajas, usada en la teoría de la información (Margalef 1974):

$$H' = - \sum^{n=1} (p_i \ln p_i)$$

$n$  = numero de clases

$p_i$  = extensión relativa ocupada de la clase de cobertura en el área de estudio.

La equitatividad se obtuvo a partir de la fórmula de Pielou (1966), que es la proporción entre la diversidad obtenida y la diversidad teórica máxima:

$$\text{Equitatividad: } J = H' / H_{max}$$

$H_{max} = \ln(n)$  implica el máximo valor de H en un sitio con n clases de cobertura.

$J=0$  indica un sistema con una sola clase de cobertura.

$J=1$  indica un sistema con clases de cobertura de equivalente extensión relativa.

*Áreas protegidas.* Con la utilización del programa ENVI 3.6 se dibujó, sobre las imágenes satelitales procesadas, la superficie aproximada de las reservas provinciales y municipales que contienen superficie considerada "natural". Luego se superpuso la clasificación terminada en cada caso y se contabilizó el número de clases presentes y la distribución de píxeles en cada una. No se tomaron en cuenta píxeles correspondientes al área marina debido a que los límites de las reservas en agua no pudieron ser adecuadamente definidos. La información acerca de la ubicación exacta de las reservas de Arroyo Zabala y Mar Chiquita fue cedida por el Servicio de Guardaparques de la Provincia de Buenos Aires (2010); para el resto de las reservas, los límites se aproximaron a partir del texto de las leyes de declaración de cada una y bibliografía. La reserva Arroyo los Gauchos quedó fuera del análisis por declararse como tal en el momento de la finalización del análisis.

### 3. Resultados

La clasificación ISODATA permitió identificar diferentes tipos de ambientes en cada región y sus respectivos paisajes.

*Composición del paisaje.* Para la identificación de clases se utilizaron las siguientes categorías de la clasificación CORINE (modificado a partir de Feranec y Oñahel' 1998 y Büttner et al. 2004b, traducción propia):

### 3. Bosques y áreas semi-naturales

#### **3.1 Bosques**

##### 3.1.2 Bosques de coníferas

3.1.2.5 Áreas de pinos artificialmente plantadas.

#### **3.2 Matorrales y pastizales**

##### 3.2.1 Pastizales naturales

3.2.1.1 Pastizal natural con menos de 15% de leñosas.

3.2.1.2 Pastizal natural con 15-40% de leñosas.

##### 3.2.2 Matorrales y páramos

3.2.2.1 Matorrales y páramos

##### 3.2.3 Vegetación esclerófila

3.2.3.1 Matorral esclerófilo

##### 3.2.4 Matorral de transición

3.2.4.3 Matorral con árboles dispersos y pastizales.

#### **3.3 Espacios abiertos con poca o ninguna vegetación**

##### 3.3.1 Playas, dunas y arenas

3.3.1.1 Playas\*

3.3.1.2 Dunas con poca o nula vegetación, principalmente pastos finos.

##### 3.3.2 Roca desnuda

3.3.2.1 Rocas desnudas. Planicies de abrasión, afloramientos rocosos, etc.

##### 3.3.3 Vegetación dispersa en arenas



3.3.3.1 Vegetación dispersa en sustrato arenoso.

4. Humedales

**4.1 Humedales continentales**

4.1.1 Marismas continentales

4.1.1.1 Marismas de agua dulce con lecho de cañas (más de 80%).

4.1.1.2 Marismas de agua dulce sin lecho de cañas (menos de 20%).

4.1.1.4 Marismas saladas continentales sin cañadas.

**4.2 Humedales marítimos**

4.2.1 Marismas saladas

4.2.1.1 Marisma salada sin cañadas

4.2.1.2 Marisma salada con cañadas

4.2.3 Planicie de mareas

4.2.3.1 Planicies de mareas

5. Cuerpos de agua

**5.1 Aguas continentales**

5.1.1 Cursos de agua

5.1.1.1 Ríos

5.1.2 Cuerpos de agua

5.1.2.1 Cuerpos de agua naturales

**5.2 Aguas marinas**

5.2.1 Albufera

5.2.1.1 Albufera (laguna costera)

5.2.3 Mar y océano

5.2.3.1 Mar y océano

\* = En este trabajo se considera que esta clase incluye planicies y barras de arena sin vegetación y con inundación periódica, además de la playa propiamente dicha.

En el anexo se describen las clases identificadas en los diferentes paisajes de las regiones costeras pampeanas analizadas (para una descripción detallada de la composición de la vegetación y la geomorfología de cada paisaje véase Monserrat 2010). A continuación, se presenta un resumen de la clasificación aplicada.

Tabla 1: Resumen de clases CORINE identificadas en las imágenes trabajadas. Se identifican las subclases con diferentes letras para representar las variedades reconocidas de cada una.

Clase CORINE	grupo	RCO		RCA				
		Norte	Sur	Este	Centro-Este	Centro	Centro-Oeste	Oeste
3125 3125/3221	leñosas grandes		pinar y acacias	pinar y acacias	pinar	pinar	pinar	
3211A	pajonales y pastizales	pajonal (cortadera)	pajonal (cortadera)	pajonal (cortadera)	pajonal (cortadera)			pajonal (cortaderas)
3211B						pajonales (cortadera y juncos)		
3211C								pajonal (juncos)
3211D			pastizal (imperata)					
3211E			pastizal denso		pastizal denso			
3211F					pastizal laxo		pastizal laxo	
3211G						pastizal (poa)		
3211H						pastizal (panicum)		
3211I								pastizal (polypogon)
3211/4112								pajonal (cortadera) y totorales
3331/3211							pastizal y estepa herbácea	
3211/3212		pastizal denso/con leñosas			pastizal denso/con leñosas			
3231 3243 3331/3231	leñosas menores	arboleda laxa					matorral	
3311A	estepas y desiertos	planicie arenosa	planicie arenosa	planicie arenosa				
3311B				arena húmeda		arena húmeda	arena húmeda	
3312			duna desértica	duna desértica	duna desértica	duna desértica		duna desértica
3312/3331							duna desértica y estepas herbáceas	
3331A			terreno raso			terreno raso		
3331B					estepas			estepas
3331C			estepa pastos blandos					
3331D				estepa desértica y pastizal laxo				
3331E				estepa mixta y herbácea				
3331F					estepa (panicum)			
3331G						estepa (spartina)		
4111 4112 4112/3211	humedales			pajonal higrófilo				pajonal higrófilo
4111/4114/4211						totorales y pastizales marisma y pajonal higrófilo		totorales
4111/5231/5111/5121						zona inundada/mar/arroyos/lagunas		zona inundada/mar/arroyos/lagunas
4111/5231					zona inundada/mar			
3321	rocas			sustrato rocoso				
5121 5231 5231/5121	agua		mar				lagunas mar	
3211	clases sin validación			No corresponde			pajonal (cortadera)	No corresponde
3211			pastizal (imperata) (2)	No corresponde				No
3211					No	pastizal (panicum) (2)		No
3312			duna desértica (2)		No			No
3331			estepa mixta y herbácea (2)		No			No
3331/3231					No		estepa mixta y matorral (2)	No
5231				mar (2)	No	mar		No
				corresponde				corresponde

*Estructura del paisaje.* Se calcularon los índices de riqueza, diversidad y equitatividad para los paisajes analizados. Los paisajes E y O de la RCA no fueron relevados a campo, por lo cual la identificación de las clases no se consideró lo suficientemente confiable para este análisis.

La mayor riqueza de clases en esta escala de análisis se encontró en el paisaje O de la RCA (partido de Coronel Rosales). La mayor equitatividad y diversidad de clases se encontró en el paisaje CE de la RCA. La menor riqueza se encontró en el paisaje N de la RCO y la CO de la RCA, presentando ésta última los índices más bajos de diversidad y equitatividad de clases. En la Tabla 2 se resumen los resultados encontrados.

Tabla 2: Análisis de la heterogeneidad de clases identificadas en las diferentes paisajes en la escala de paisaje. Extensión = área considerada en el análisis expresada en hectáreas; Riqueza = cantidad de clases diferentes identificadas; Diversidad = índice  $H'$ ; Equitatividad: índice  $J$ . No se calcularon estos dos últimos índices en las paisajes RCA este y oeste (véase texto). S/D: sin dato.

	RCO				RCA			
	Norte	Sur	Este	Centro-Este	Centro	Centro-Oeste	Oeste	
Extensión (ha)	8762,72	24961,56	0,00	30347,10	48832,74	15829,65	0,00	
Riqueza (S)	7,00	8,00	9,00	9,00	9,00	7,00	10,00	
Diversidad( $H'$ )	1,28	1,89	S/D	2,13	2,07	1,16	S/D	
Equitatividad ( $J$ )	0,66	0,91	S/D	0,97	0,94	0,60	S/D	

*Áreas protegidas.* La distribución de píxeles en cada clase incluida dentro de Reservas Naturales Provinciales se presenta en figuras 2, 3 y 4 para los paisajes RCO y figuras 5 y 6 para los paisajes RCA. Cabe aclarar que cada color se corresponde con la clasificación presente en los mapas satelitales correspondientes.

#### 4. Discusión

A partir de la clasificación de coberturas de las dunas costeras bonaerenses realizada, es posible realizar una síntesis para toda el área considerada en el estudio, observando que, en principio, las clases se encuentran en general asociadas a cinco tipos de ambientes diferentes: 1) cuerpos de agua, 2) comunidades desérticas psamófilas-xerófilas (ya que la clase duna desértica suele mezclarse con estepa herbácea o mixta), 3) árboles, 4) comunidades higrófilas (ya que forman generalmente un mosaico difícil de discernir en la escala de paisaje, salvo raras excepciones), y 5) comunidades de leñosas nativas (es decir, matorrales y pastizales mixtos donde hay un alto porcentaje de subarbustos). Este último grupo puede estar subrepresentado ya que en muchas oportunidades se distribuye en franjas que no superan los 10 m de ancho y por ende se mezclan en la matriz de estepa.

La mayor riqueza de clases se encontró en el paisaje O de la región RCA (partido de Coronel Rosales). La mayor equitatividad y diversidad de clases se encontró en el paisaje CE de la RCA. La menor riqueza se encontró en el paisaje N de la RCO y la CO de la RCA, presentando ésta última los índices más bajos de diversidad y equitatividad de clases. Sin embargo, la confirmación en campo de estas clasificaciones demostró que existe una alta complejidad en el patrón espacial de parches del paisaje de al paisaje C (región RCA), por lo tanto estos resultados deben ser interpretados considerando que la escala de trabajo subestima la complejidad estructural en paisajes que contienen mosaicos complejos de ambientes.

Con respecto al estado de conservación de la RCO, cabe notar que todas las clases definidas para el paisaje N presentan indicios de modificación antrópica. La zona de playa presenta en varios sectores geoformas erosivas inducidas por el manejo inadecuado de los sedimentos (Codignotto et al. en prensa), las dunas desérticas se encuentran impactadas por el tránsito vehicular y en muchos casos han perdido la morfología original. La arboleda laxa constituye en sí misma una clase generada por la acción humana ya que se trata en su gran mayoría de árboles y arbustos exóticos que han invadido el pastizal nativo. De igual manera se llamó "terreno raso" a una clase originada enteramente por actividad humana, la cual consiste sectores arrasados por

topadoras y otras áreas con modificaciones similares. Estos resultados concuerdan con los estudios de Faggi y Dadon (2011) que encontraron asimismo que la vegetación se modificó en la costa de dunas pampeanas en la cercanía a los balnearios en los últimos 70 años, y asocian ello a los disturbios causados por las actividades turísticas.

El resto de la clases, aunque presentan signos de deterioro por tránsito vehicular e introducción de especies exóticas, poseen aún una fisonomía en la que se reconocen componentes nativos acordes con las descripciones de Cabrera (1939, 1941) y Vervoort (1967), pero la clase que ocupa la superficie más extensa (pastizal denso y con leñosas) se ha evaluado en un solo punto por lo cual requiere de mayor evaluación.

La reserva natural presente en este paisaje (Reserva Municipal Punta Rasa) contiene en teoría todas las clases definidas, pero en una superficie total muy reducida. Sólo 12.06 ha de superficie de la reserva cayeron en la clase “pastizal denso” y 5.76 ha en clase “duna desértica”, por ejemplo. La mayor parte de la reserva se constituye por el sustrato sumergido y la planicie arenosa, ambos ambientes de gran importancia para la actividad de alimentación de aves playeras. Los objetivos de esta reserva no contemplan la vegetación de la zona, pero tampoco la dinámica marina natural del área, siendo ésta de suma importancia regional al consistir en una espiga en gancho que recibe el impacto del oleaje del sudeste que, de no existir, recibiría la frágil planicie de mareas de Samborombón.

El paisaje S en cambio, presenta un conjunto de clases con un grado mayor de correspondencia con la dinámica geomorfológica nativa. La playa, la estepa desértica (comprendida dentro de la clase “estepa desértica y pastizal laxo”) y el desierto de dunas, corresponden a la vegetación de dunas vivas mencionada por Cabrera (1939, 1941), así como el pastizal laxo y estepa herbácea corresponden a la vegetación de las depresiones intermedanosas mencionadas por el autor. El pastizal de *Imperata brasiliensis* correspondería a los bajos húmedos mencionados si bien éste no incluye a esa especie como dominante en la zona. Y los pajonales de *Cortaderia selloana* en conjunto con el pastizal denso y la estepa mixta (comprendida esta última dentro de la clase “estepas mixtas y herbáceas”) corresponden legítimamente con la vegetación de

dunas semifijas identificada por Cabrera. Existe entonces una sola clase que no se correspondería con la fisonomía original, que la de pinar y acacias. La misma constituye un ambiente generado por la invasión de especies exóticas, lo cual constituye la principal amenaza actual a la conservación de la biodiversidad de la reserva de Mar Chiquita. En el caso de la reserva Faro Querandí, existe también un alto grado de riesgo de expansión de la invasión de exóticas pero el registro de una alta densidad de vehículos constituye un factor más alarmante contra la integridad de todas las clases de cobertura identificadas, exceptuando justamente la clase de pinos y acacias.

La superficie de ambas reservas contiene las 10 clases de cobertura terrestre definidas para este paisaje. El área de la reserva de Faro Querandí comprende en su mayoría píxeles clasificados como “estepa mixta y herbácea”, “duna desértica” y “pajonal (cortaderal)”. Esta reserva no incluye la zona de playa. La reserva de Mar Chiquita también contiene coberturas mayoritarias de dichas clases, pero en cambio abarca también la zona de playas y posee un alto número de píxeles clasificados como “pinar y acacias” (385.38 ha).

En cuanto al grado de conservación de la RCA, en el paisaje CE se encuentran presentes dos de las tres comunidades que menciona Cabrera (1941), aunque como bien indica el autor, *H. argentea* tiene una distribución limitada desde San Blas hasta el partido de Tres Arroyos, sin llegar a este paisaje. Las estepas de *P. urvilleanum* representarían la primera asociación (sin *H. argentea*) y el pajonal de *C. selloana* la tercera. En lugar de la asociación de *S. rigens* con *H. argentea* aquí se encuentra en las geoformas fijas un pastizal denso con leñosas (el cual no pudo ser validado en campo, por lo que no se descarta que allí domine *S. rigens*, pero se identificaron especies de leñosas exóticas presentes en la zona correspondiente a dicha clase que podrían ser dominantes) y en las geoformas semifijas los pastizales de *P. urvilleanum* y los de *P. lanuginosa*. A pesar de poseer las especies nativas características de la zona, este paisaje también posee dos clases de cobertura asociadas a la actividad antrópica: el “pinar” y el denominado “terreno raso”. Ello sumado a las evidencias de erosión por

deflación y al tránsito vehicular presente sobre las dunas en la zona (observación personal) conlleva a determinar a la zona como altamente vulnerable de pérdida de biodiversidad e integridad de los ecosistemas. La existencia de una reserva en el partido de San Cayetano es altamente favorable, y sería de gran utilidad su manejo se hiciera efectivo. Esta reserva contiene hipotéticamente todas las clases de cobertura definidas para el paisaje, aunque su extensión es reducida (ninguna clase supera las 200ha). Las clases mejor representadas dentro de la superficie serían pastizales de *Poa lanuginosa* y duna desértica (incluyendo playas en esta clase). Pero esta reserva posee en su interior terrenos de dominio privado, los cuales seccionan el área de la reserva ocupando su franja central. Esa franja, que es la correspondiente a las dunas frontales, contiene en su mayoría pastizales (de varios tipos) y dunas desérticas. Esta característica necesariamente deberá ser contemplada con medidas de manejo apropiadas, incluyendo tal vez una categoría diferente de manejo para esa zona pero sin desatender el hecho de que su conservación es clave para el funcionamiento de la reserva como tal.

Este paisaje posee una compleja estructura de ambientes que no se representan claramente en la clasificación. En particular en la zona de Coronel Dorrego el nivel de conservación de la geomorfología (ie: las geoformas y los procesos que las originan) original es extraordinariamente elevado. De las comunidades mencionadas por Cabrera, encontramos que la clase “duna desértica, con estepas herbáceas” incluiría al tipo de asociación *P. urvilleanum*- *H. argentea*, mientras que los sectores de “estepa mixta y matorral” contendrían a la segunda asocia (*S. rigens* - *H. argentea*) aunque *S. rigens* no domina en las geoformas fijas. Por último la consocia de *C. selloana* forma un mosaico con juncales en la clase “pajonal (cortaderal y juncal)”. A los elementos identificados por Cabrera para el paisaje de dunas australes, en el paisaje C pueden sumarse aun más elementos, como el “marisma salada y pastizal higrófilo” y el “totoral y pastizal” con *Imperata brasiliensis* como especie dominante en este último. Estas comunidades, si bien no se desarrollan sobre el cuerpo de las dunas son ambientes que forman parte constitutiva del paisaje de dunas costeras en ese paisaje. A su vez, existe un pastizal menos denso que no ha podido ser validado en campo y que podría contener otras asociaciones aún no descriptas. Por otra parte, en este paisaje también



se encuentran parches dominados por pinos, representando nuevamente una amenaza para la biodiversidad local, aunque cabe destacar que en este paisaje estos parches son muy escasos (para un análisis del impacto potencial de forestaciones en esta zona véase Urquiza y Monserrat, en revisión).

Durante 2010 fue declarada un Área Protegida Provincial en este paisaje. Esta reserva contiene tan solo 700 hectáreas de las más de 6000 que fueron propuestas inicialmente. Considerando el nivel de complejidad del sistema de dunas de la paisaje, para garantizar la conservación de la biodiversidad de dicho paisaje sería necesario en primer lugar incluir los elementos del mismo que se encuentran en todo la paisaje.

El paisaje O de la RCA posee también una alta diversidad de ambientes donde se encuentran las asociaciones descritas por Cabrera (1941). Las asocies 1 y 2 estarían contenidas dentro de la clase “pastizal y estepa herbácea”, mientras que la consocie 3 estaría incluida en la clase “pajonales (cortaderas) y totorales”. A su vez se encontraron clases adicionales con características correspondientes a la dinámica natural del paisaje, estas son “duna desértica”, “pastizal (*Polypogon imbervis*)”, “estepa de *Spartina ciliata*” y el “matorral” de *Hyalis argentea* o *Discaria americana*. Por otra parte, este paisaje contiene lagunas con vegetación palustre nativa, las cuales constituyen parte integral del sistema de dunas, si bien no forman parte del cuerpo de las dunas en sí. La única clase que resultó netamente no nativa fue la de los pinares, correspondiente a grupos de árboles exóticos invasores.

Si bien en los paisajes C y CO se encuentra ubicada la reserva paleontológica “Pehuencó- Monte Hermoso”, la misma abarca únicamente el sector de playa y mar. Los píxeles correspondientes al área de esta reserva que no fueron clasificados como mar, estepa de *Spartina ciliata*, duna desértica (ya que esta clase suele incluir montículos de arena ubicados en la playa distal o bermas) o arena húmeda, son errores de la clasificación. Esta reserva fue diseñada con el objetivo de proteger el yacimiento de paleoicnitas que se encuentra por debajo de las arenas de la playa y dunas, pero desafortunadamente no contempla la conservación de la diversidad del paisaje de la zona. Este tipo de problema es similar al que enfrentan la costas de México en donde, si bien poseen 59 áreas naturales protegidas en sus costas, gran cantidad de las mismas tiene como

objetivo definido el proteger nidos de tortugas, con lo cual sólo abarcan una estrecha franja de playa (Moreno-Casasola 2004).

La clasificación presentada en este trabajo es sólo una primera aproximación a un trabajo que deberá continuarse y actualizarse constantemente. Por ejemplo, es importante continuar el estudio cuantificando la estructura del paisaje, definiendo para cada sitio un índice de fragmentación del paisaje en cada clase, evaluando el tamaño y forma de los parches de cada tipo de ambiente y la riqueza de contactos entre diferentes clases de parches en cada sitio. El programa utilizado en este estudio no permite este tipo de cálculo pero se sugiere incluir estos parámetros en futuras investigaciones. Si bien es totalmente mejorable, consideramos que a pesar de las debilidades encontradas en la clasificación presentada, ésta contiene valiosa información que servirá de puntapié inicial para futuras investigaciones.

## Conclusiones

1. Se clasificaron dos regiones de la costa pampeana, RCO y RCA. La clasificación de coberturas CORINE fue útil para analogar las clases obtenidas a las clases utilizadas en Europa.
2. La clasificación ISODATA permitió identificar diferentes tipos de ambientes en cada región y sus respectivos paisajes. Las clases definidas en general, salvo dos excepciones, pueden asociarse a cinco tipos de ambientes: 1) cuerpos de agua, 2) comunidades desérticas psamófilas-xerófilas, 3) árboles, 4) comunidades higrófilas y 5) comunidades de leñosas nativas.
3. Los diferentes paisajes de las regiones de dunas costeras pampeanas identificadas, no poseen los mismos tipos de parches. Las dos regiones y los paisajes que contienen, difieren tanto en extensión de parches (superficie ocupada por cada tipo de cobertura) como en identidad de los mismos (clases de cobertura obtenidas). También se encontró que no todas las clases de cobertura presentes en cada paisaje están representadas en las reservas presentes en éstos.

4. La mayor riqueza de clases se encontró en el paisaje O de la región RCA (partido de Coronel Rosales). La mayor equitatividad y diversidad de clases se encontró en el paisaje CE de la RCA. La menor riqueza se encontró en el paisaje N de la RCO y la CO de la RCA, presentando ésta última los índices más bajos de diversidad y equitatividad de clases. Estos resultados deben ser interpretados considerando que la escala de trabajo subestima la complejidad estructural en paisajes que contienen mosaicos complejos de ambientes.

## Bibliografía

- Acosta A., Carranza M.L. y C.F Izzi. 2005. Combining land cover mapping of coastal dunes with vegetation analysis. *Applied Vegetation Science* 8: 133-138
- Anderson J. R., Hardy E.E., Roach J.T y R.E. Witmer. 1976. A Land Use and Land Cover Classification System for use with remote sensor data. A revision of the land use classification system as presented in U.S. Geological Survey Professional Paper 964. Geological Survey Circular 671. United States Government Printing Office, Washington.
- Barber, C., K. Millar y M. Boness (eds.) 2004 Resguardando las áreas protegidas ante el cambio global: asuntos y estrategias. Gland: The World Conservation Union, Global Environment Facility, UNEP, 2004. 18 p.
- Brown A., U. Martínez Ortiz M. Acerbi y J. Corcuera (eds.) 2006. La Situación Ambiental Argentina 2005. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires. 587p.
- Büttner G., Feranec J., Jaffrain G., Mari L., Maucha G. y T. Soukup. 2004a. The CORINE Land Cover 2000 proyect. *EARSeL eProceedings* 3, 3/2004.
- Büttner G., Maucha G., Bíró M., Kosztra B., Pataki R. y O. Petrik. 2004b. National Land Cover Database at scale 1:50,000 in Hungary. *EARSeL eProceedings* 3, 3/2004
- Cabrera A.L. 1936. Apuntes sobre la vegetación de las dunas de Juancho. *Notas del Museo de La Plata (Botánica)* 1(8):207-236
- Cabrera A.L. 1941. Las comunidades vegetales de las dunas costaneras de la Provincia de Buenos Aires. *D. A. G. I. Publicaciones técnicas* 1(2):5-44.

Cabrera, A. L. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica XIV(1-2):1-41.

Cihlar J. 2000. Land cover mapping of large areas from satellites: status and research priorities. Int. J. Remote Sensing. 21(6-7): 1093–1114

Codignoto, J. O., Isla, F. I. y Monserrat, A. L. (en prensa). Manejo del Sistema Playa-Dunas en las Costas en la Provincia de Buenos Aires (Argentina). En: Rodríguez-Perea, A., Roig, X., Pons, G.X. y Martín, J.A. (editores). La gestión integrada de playas y dunas: experiencias en Latinoamérica y Europa, Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, Palma de Mallorca 19: 159-170.

Di Gregorio A. y L.J.M Jansen. 1998. Land Cover Classification System (LCCS): Classification Concepts and User Manual. Environment and Natural Resources Service, GCP/RAF/287/ITA Africover - East Africa Project and Soil Resources, Management and Conservation Service. 157pages, 28 figures and 3 tables. FAO, Rome.

Faggi, A. M. y Dadon, J. R. 2011. Temporal and spatial changes in plant dune diversity in urban resorts. Journal of Coastal Conservation, 15 (4):585-594

Feranec J. y Ořáhel' J. 1998. The 4th Level CORINE Landcover nomenclature for the Phare Countries. Nomenclature elaborated in the framework of EEA Phare Topic Link on Lan Cover. Institute of Geography, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Slovak Republic. On line. <http://www2.dmu.dk/1Viden/2Miljoe-tilstand/3natur/nordlam/nldocs/wsOct01T1/jferanec.pdf> Página visitada en Febrero 2010.

Forman R.T.T. 1995. Landscape Ecology vol. 10 no. 3 pp 133-142 (1995) SPB Academic Publishing. Amsterdam. Some general principles of landscape and regional ecology

Francour, P., J-G. Harmelin, D. Pollard & S. Sartoretto. 2001. A review of marine protected aereas in the Northwestern Mediterranean Region: siting, usage, zonation and management. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 11: 155-188.

Gurrutxaga San Vicente M. y P.J. Lozano Valencia. 2008 Ecología del Paisaje. Un marco para el estudio integrado de la dinámica territorial y su incidencia en la vida silvestre.

Estudios Geográficos, LXIX, 265, pp. 519-543, julio-diciembre 2008, ISSN: 0014-1496, eISSN: 1988-8546, doi: 10.3989/estgeogr.0427

IMCRA Technical Group. 1998. Interim Marine and Coastal Regionalisation for Australia: an ecosystem-based classification for marine and coastal environments. Version 3.3. Environment Australia, Commonwealth Department of the Environment. Canberra. pp

Jones P.J.S. 2002. Marine protected areas strategies: issues, divergences, and the search for the middle ground. Reviews in fish biology and fisheries. 11: 197-216.

Kuijper, M. W. M. 2003. Marine and coastal environmental awareness building within the context of UNESCO's activities in Asia and the Pacific. Marine Pollution Bulletin 47: 265-272.

Margalef, R. 1974. Ecología. Ed. Omega, Barcelona. 951p.

Montserrat, A. L. y C. E. Celsi. 2009. Análisis regional de la costa pampeana austral en el marco del sistema de áreas protegidas y caracterización de un área clave como reserva, en el partido de coronel dorrego. Bioscriba 2(1):1-23. ISSN 1850- 4639

Montserrat, A.L. 2010. Evaluación del estado de conservación de dunas costeras: dos escalas de análisis de la costa pampeana. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires. Argentina.

Montserrat, A. L. y Codignotto, J. O. (en revisión). Geodiversidad pampeana: Geomorfología y conservación de los paisajes de dunas costeras. Enviado a Comunicações Geológicas.

Moreno-Casasola P. 2004. A case study of conservation and management of tropical sand dune systems. En: M. L. Martínez y N. P. Psuty (Eds.). Coastal dunes. Ecology and conservation. Ecological studies 171. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp.319-333.

Pielou E.C. 1966. The measurement of Diversity indifferent types of biological collections. Journal of Theoretical Biology, 13:131-44. [citado en: Peet 1974]

Research Systems, Inc. 2002. ENVI Version 3.6. The Environment for Visualizing Images. 4990 Pearl East Circle. Boulder, USA. [Http://www.RSInc.com/envi](http://www.RSInc.com/envi).

Servicio de Guardaparques de la Provincia de Buenos Aires. 2010. Departamento de Áreas Protegidas, Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible. Comunicación personal.

Turner M.G. 1989. Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process 1 Annual Review Ecological System. 20:171-97.

Turner, W., Spector, S., Gardiner, N., Fladeland, M., Sterling, E. y M. Steininger. 2003. Remote sensing for biodiversity science and conservation. Review. TRENDS in Ecology and Evolution. 18(6): 306-314.

Urquiza D. M. y Monserrat A. L. (aceptado, en revisión). Breve reseña sobre las forestaciones exóticas en la costa bonaerense (Argentina). En: Monserrat, A. L., Botero, C. M. y Pereira, C. (editores). Radiografía de la Costa. Editorial Académica Española, Alemania, Saarbrücken.

Vervoorst F. B. 1967. Las comunidades vegetales de la depresión del Salado. La vegetación de la República Argentina. Serie Fitogeográfica Nº 7. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires

Figura 1. Mapa del área de estudio con las correspondientes regiones costeras y paisajes identificados.

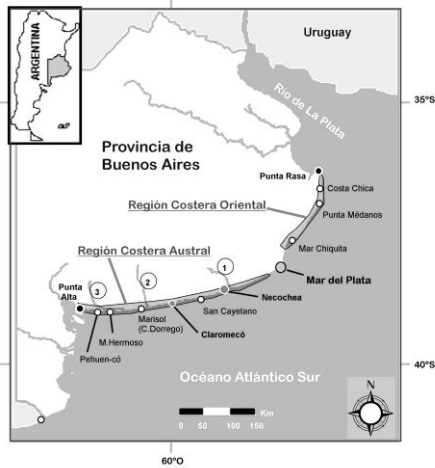


Figura 2. Gráfica que representa la distribución de pixeles (Reserva Punta Rasa-RCO)

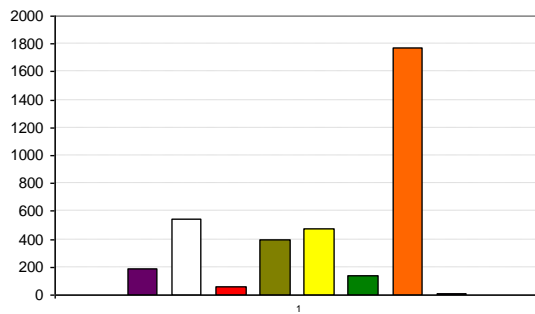


Figura 3. Gráfica que representa la distribución de pixeles (Reserva Municipal "Faro Querandi" -RCO)

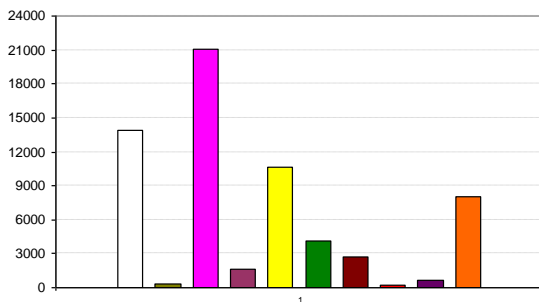


Figura 4. Gráfica que representa la distribución de pixeles (Reserva Natural Provincial “Mar Chiquita”-RCO)

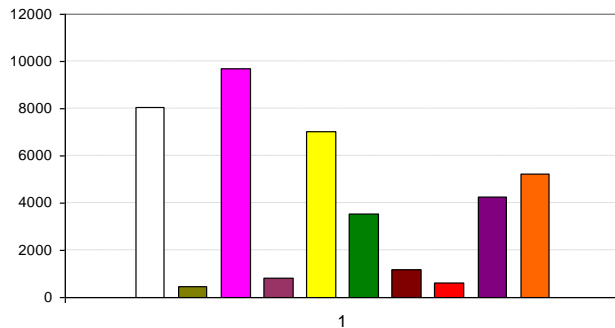


Figura 5. Gráfica que representa la distribución de pixeles (Reserva Natural Provincial de Uso Múltiple “Arroyo Zabala”-RCA)

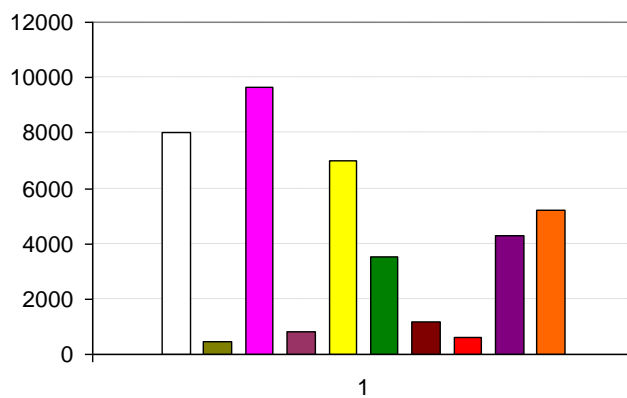


Figura 6. Gráfica que representa la distribución de pixeles (Reserva Geológica, Paleontológica y Arqueológica Provincial “Pehuén Co-Monte Hermoso” -RCA) Notesé que la misma se ha dividido en tres áreas para su análisis.

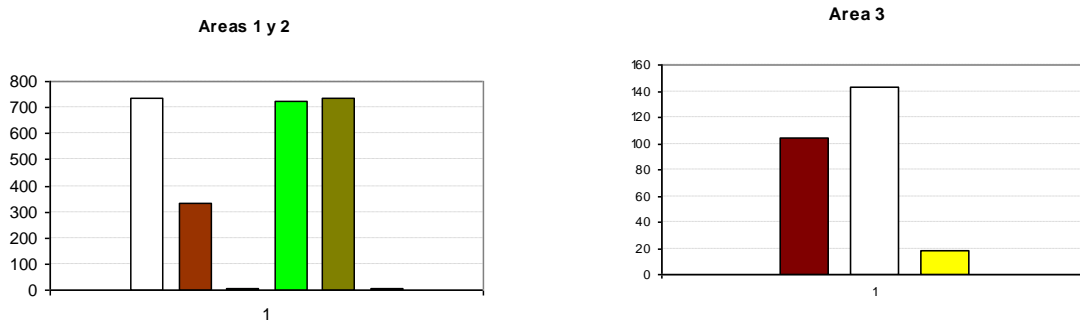
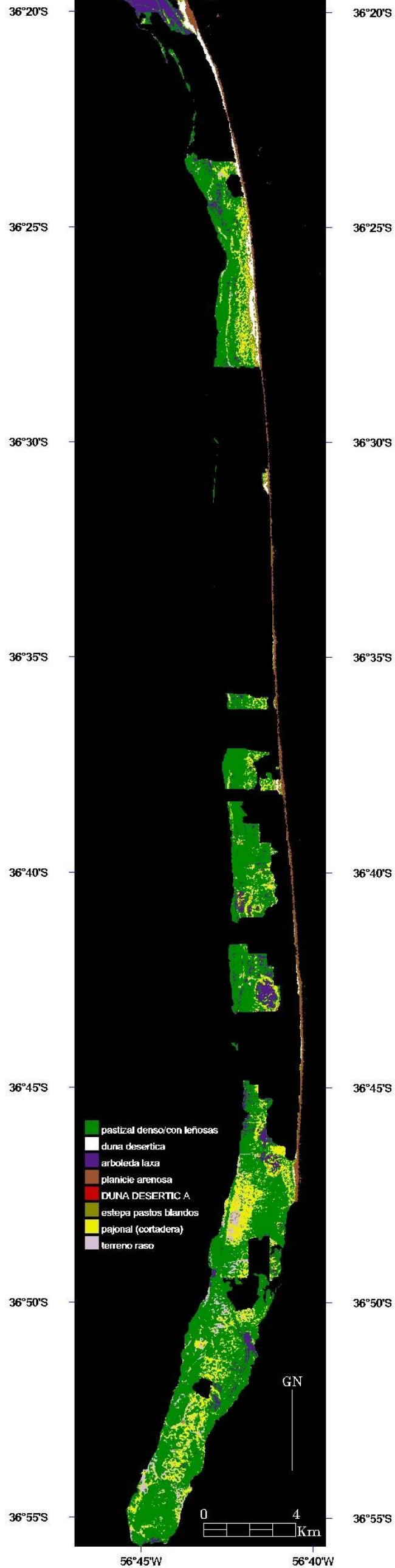




Figura 7. Mapa de las clases identificadas en el Paisaje RCO Norte. <sup>1</sup>



<sup>1</sup> Los colores elegidos para las clases en los mapas siguen la siguiente regla:

- Desiertos: blanco
- Estepas: amarillos oscuros/magenta
- Arena desnuda húmeda/estepa de *Spartina*: tierra
- Pajonales higrófilos: rojos
- Pajonal de cortaderas: amarillo claro
- Pastizales: verdes claros
- Matorrales: verdes oscuros
- Agua: azules
- Pinos y acacias: púrpuras
- Otros: rosados

Figura 8: Mapa de las clases identificadas en el paisaje RCO Sur. Clases no validadas se indican con el mismo nombre que las clases análogas pero en mayúsculas.

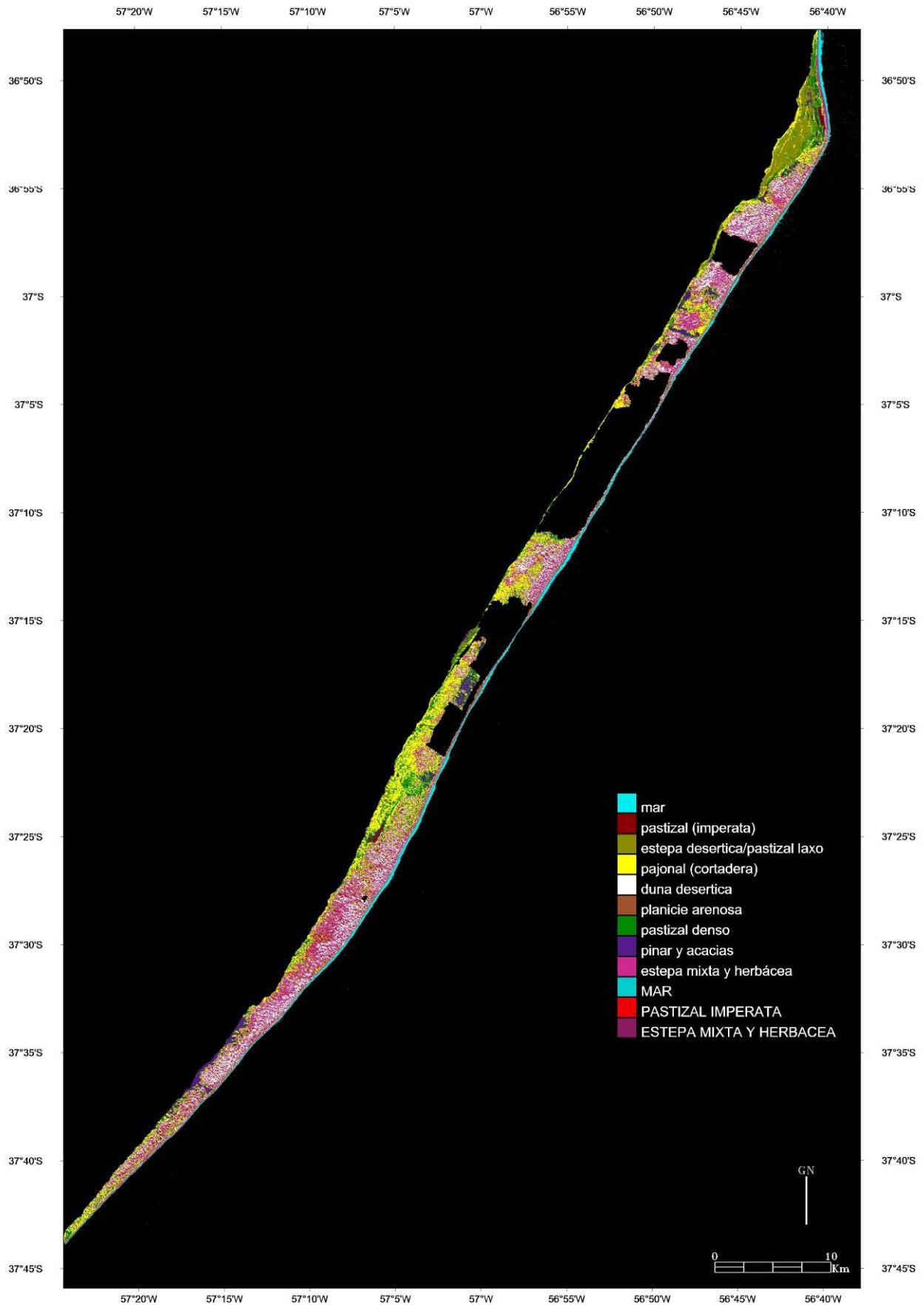


Figura 9: Mapa de las clases preliminares identificadas en el paisaje RCA Este.

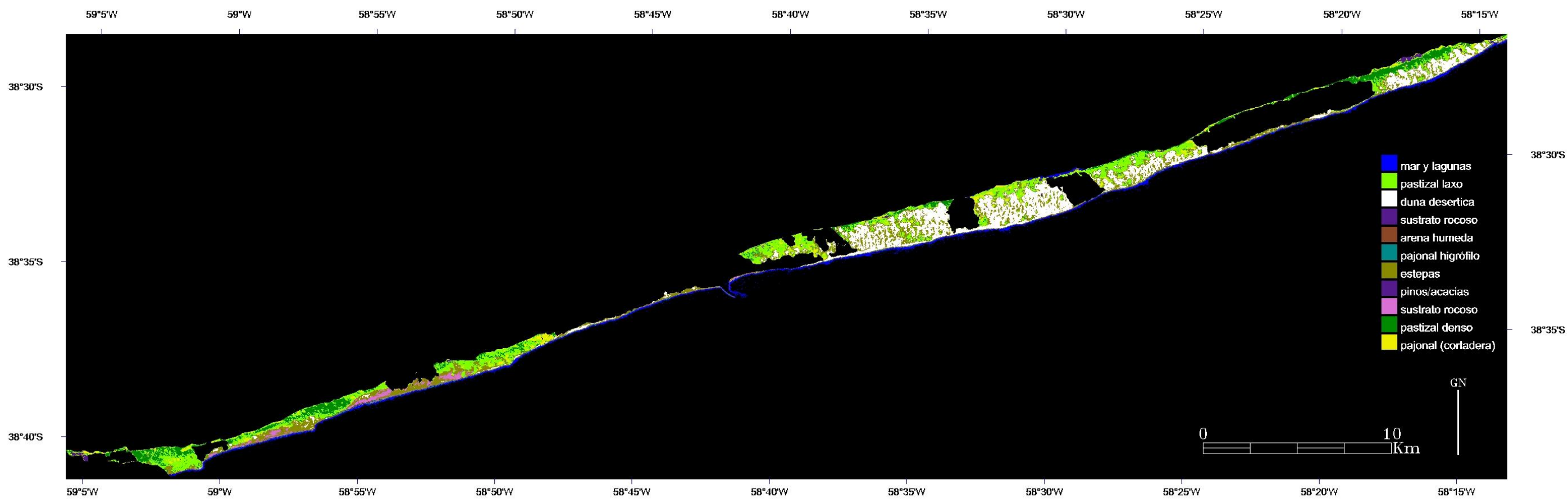


Figura 10: Mapa de las clases identificadas en el paisaje RCA Centro-Este. Clases no validadas se indican con el nombre en mayúsculas.

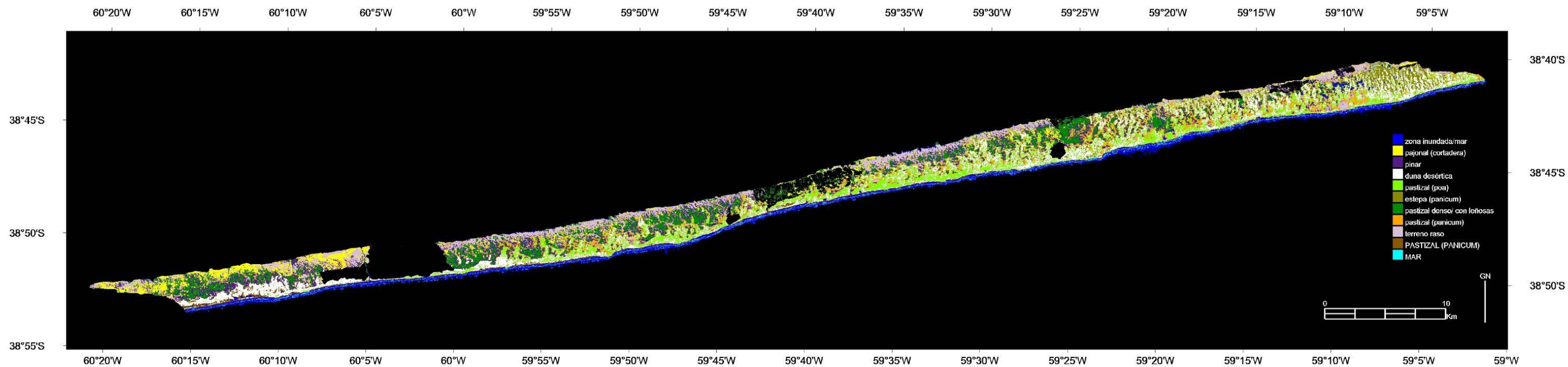


Figura 11: Mapa de las clases identificadas en el paisaje RCA Centro. Clases no validadas se indican con el nombre en mayúsculas.



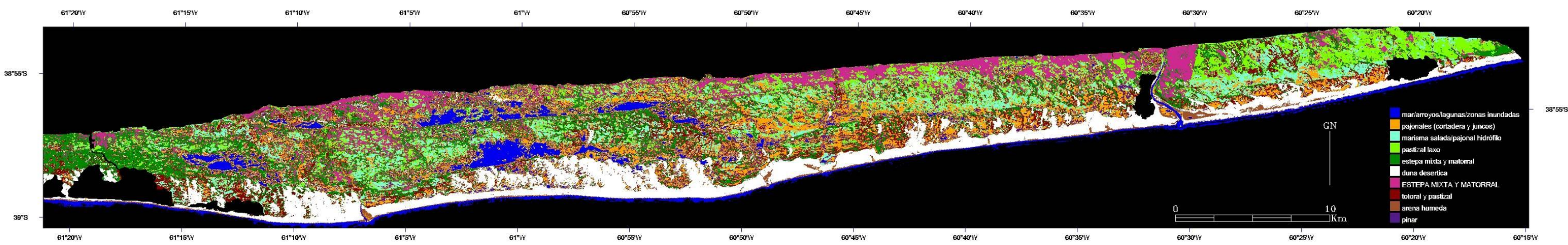


Figura 12: Mapa de las clases identificadas en el paisaje RCA Centro-Oeste. Clases no validadas se indican con el nombre en mayúsculas.

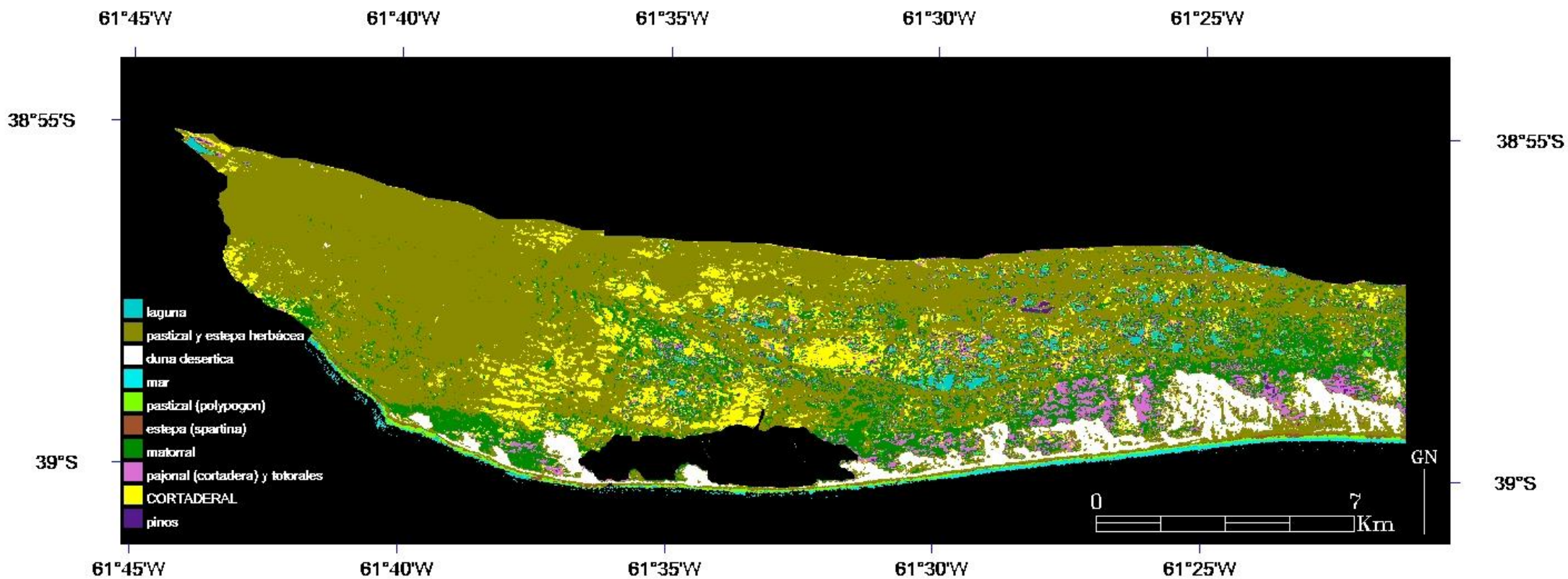
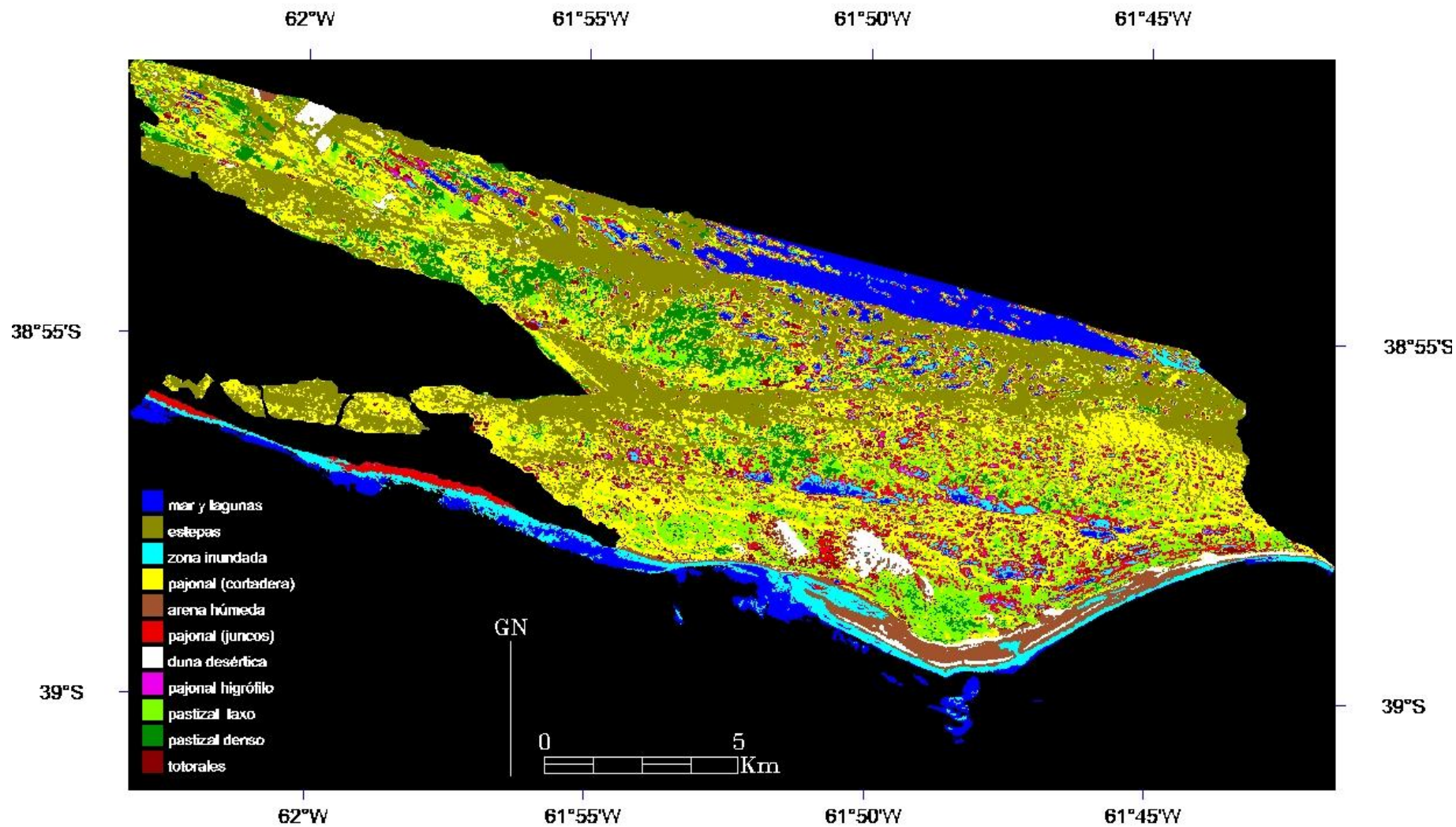


Figura 13: Mapa de las clases definidas para el paisaje RCA Oeste.





**ANEXO**

Detalle de la cantidad de píxeles correspondientes a cada clase en cada paisaje y análisis de exactitud.

**Región RCO**

---

Paisaje RCO Norte (figura 7)

Exactitud (píxeles bien clasificados/ píxeles muestreados) =  $597/707 = 84.4413\%$

Clases validadas

[3211/3212] – Pastizal denso y pastizal con leñosas [60095 píxeles = 5404.55 ha; PA: 300/307; UA: 300/337]

[3312] - Duna desértica [2715 píxeles = 244.35 ha; PA: 60/76; UA: 60/61]

[3243] - Arboleda laxa [7017 píxeles = 631.53 ha; PA: 29/29; UA: 29/36]

[3311] - Playa [6850 píxeles = 616.5 ha; PA: 67/67; UA: 67/69]

[3331] - Estepa pastos blandos [2646 píxeles = 238.14 ha; PA: 2/4; UA: 2/30]

[3211] – Pajonal (Cortaderal) [14301 píxeles = 1287.09 ha; PA: 30/90; UA: 34/54]

[3331] – Terreno raso (erosión de origen antrópico) [3784 píxeles = 340.56 ha; PA: 105/134; UA: 105/120]

Clase que no fue posible validar

[3312] – Duna desértica 2 [340 píxeles = 30.6 ha]

Paisaje RCO Sur (figura 8)

Exactitud (píxeles bien clasificados/ píxeles muestreados) =  $(471/622) = 75.7235\%$

Clases validadas

[5231] – Mar (Playa sumergida) [15903 píxeles = 1431.27 ha; PA: 57/57; UA: 57/57]

[3211]- Pastizal de *Imperata brasiliensis* [5601 píxeles = 504.09 ha; PA: 73/84; UA: 73/77]

[3331] - Estepa desértica y pastizal laxo [20508 píxeles = 1845.72 ha; PA: 53/59; UA: 53/75]

[3211] – Pajonal (Cortaderales) [63558 píxeles = 5720.22 ha; PA: 12/25; UA: 12/24]

[3312]- Duna desértica [46165 píxeles = 4154.85 ha; PA: 48/93; UA: 48/71]

[3211] - Pastizal denso [32019 píxeles = 2881.71 ha; PA: 53/72; UA: 53/71]

[3125/3221] - Pinar y Acacias [14258 píxeles = 1283.22 ha; PA: 135/151; UA: 135/143]

[3331]– Estepas mixtas y herbáceas [64435 píxeles = 5799.15 ha; PA: 22/60; UA: 22/50]

[3311] – Playa (y planicie arenosa) [30804 píxeles = 2772.36 ha; PA: 18/21; UA: 18/54]

#### Clase que no fue posible validar

[5231] – Mar (Playa sumergida) 2 [4020 píxeles = 361.8 ha]

[3211]- Pastizal de *Imperata brasiliensis* 2 [2322 píxeles = 208.98 ha]

[3331] – Estepas mixtas y herbáceas 2 [4749 píxeles = 427.41 ha]

#### **Región RCA**

---

Paisaje RCA Este (figura 9)

[Análisis de exactitud impracticable]

[5231/5121] – Mar y lagunas [5941 píxeles = 534.69 ha]

[3211] – Pastizal laxo [16707 píxeles = 1503.63 ha]

[3211]- Pastizal denso [8721 píxeles = 784.89 ha]

[3211]- Pajonal (Cortaderal) [4454 píxeles = 400.86 ha]

[4111] - Pajonal higrófilo [1538 píxeles = 138.42 ha]

[3312]- Duna desértica [20928 píxeles = 1883.52 ha]

[3321]- Sustrato rocoso [544 píxeles = 48.96 ha]

[3311] - Arena húmeda [1720 píxeles = 154.8 ha]

[3311] - Planicie arenosa [2156 píxeles = 194.04 ha]

[3331] - Estepas [14482 píxeles = 1303.38 ha]

[3125/3221] - Pinar y Acacias [1154 píxeles = 103.86 ha]

Paisaje RCA Centro-Este (figura 10)

Exactitud (píxeles bien clasificados/ píxeles muestreados = (603/775) 77.8065%

#### Clases validadas

[4111/5231] – Zona inundada y mar [35298 píxeles = 3176.82 ha; PA: 133/133; UA: 133/136]

[3125] - Pinar [43435 píxeles = 3909.15 ha; PA: 8/16; UA: 8/22]

[3312] - Duna desértica [64255 píxeles = 5782.95 ha; PA: 183/243; UA: 183/243]

[3211] – Pajonal (Cortaderal) [26882 píxeles = 2419.38 ha; PA: 20/24; UA: 20/25]

[3211] - Pastizal de *Poa lanuginosa* [46249 píxeles = 4162.41 ha; PA: 8/17; UA: 8/78]

[3331] - Estepa de *Panicum urvilleanum* [13328 píxeles = 1199.52 ha; PA: 19/82; UA: 19/24]

[3211] - Pastizal de *Panicum urvilleanum* [27222 píxeles = 2449.98 ha; PA: 14/20; UA: 14/21]

[3211/3212] - Pastizal denso con leñosas [42186 píxeles = 3796.74 ha; PA: 97/110; UA: 97/97]

[3331] – Terreno raso [38335 píxeles = 3450.15 ha; PA: 121/130; UA: 121/129]

#### Clases que no fue posible validar

[3211] - Pastizal de *Panicum urvilleanum* 2 [9581 píxeles = 862.29 ha]

[5231]- Mar [7152 píxeles = 643.68 ha]

Paisaje RCA Centro (figura 11)

Exactitud (píxeles bien clasificados/ píxeles muestreados = (1148/1279) 89.7576%

#### Clases validadas

[5231/5111/5121/4111] –Mar, arroyos, lagunas y zona inundada [39055 píxeles = 3514.95 ha; PA: 530/530; UA: 530/530]

[3311]- Arena húmeda [15221 píxeles = 1369.89 ha; PA: 135/188; UA: 135/154]

[4111/4114/4211] – Marisma salada y pajonal hidrófilo [59483 píxeles = 5353.47 ha; PA: 48/59; UA: 48/48]

[3211] – Pajonal (Cortaderal y Juncal) [76483 píxeles = 6883.47 ha; PA: 22/68; UA: 22/35]

[4112/3211] Totoral y pastizal [72765 píxeles = 6548.85 ha; PA: 10/16; UA: 10/22]

[3211] – Pastizal laxo [69088 píxeles = 6217.92 ha; PA: 36/36; UA: 36/36]

[3331/3231]- Estepa mixta y matorral [85799 píxeles = 7721.91 ha; PA: 4/15; UA: 4/5]

[3312/3331] – Duna desértica, con estepas herbáceas [104137 píxeles = 9372.33 ha; PA: 313/313; UA: 313/375]

[3125]- Pinares [20555 píxeles = 1849.95 ha; PA: 50/54; UA: 50/74]

#### Clases que no fue posible validar

[3331/3231]- Estepa mixta y matorrales 2 [62783 píxeles = 5650.47 ha]

Paisaje RCA Centro-Oeste (figura 12)

Exactitud (píxeles bien clasificados/ píxeles muestreados = (216/286) 75.5245%

Clases validadas

[3331/3211]– Pastizal y estepa herbácea [112410 píxeles = 10116.9 ha; PA: 21/44; UA: 21/31]

[3312] - Duna desértica (con sectores con clastos) [12196 píxeles = 1097.64 ha; PA: 87/95; UA: 87/109]

[3211] - Pastizal (*Polypogon imbervis*) [4108 píxeles = 369.72 ha; PA: 2/11; UA: 2/4]

[3331]- Estepa de *Spartina ciliata* [3287 píxeles = 295.83 ha; PA: 6/6; UA: 6/12]

[3231] - Matorral [31817 píxeles = 2863.53 ha; PA: 4/15; UA: 4/10]

[3211/4112] – Pajonales (Cortaderas) y Totorales [9265 píxeles = 833.85 ha; PA: 20/24; UA: 20/37]

[3125] - Pinar [2802 píxeles = 252.18 ha; PA: 8/19; UA: 8/11]

[5121] - Lagunas [3128 píxeles = 281.52 ha; PA: 17/18; UA: 17/18]

[5231]- Mar [1891 píxeles = 170.19 ha; PA: 47/47; UA: 47/47]

Clases que no fue posible validar

[3211] – Pajonal (cortadera) [17381 píxeles = 1564.29 ha]

Paisaje RCA Oeste (figura 13)

[Análisis de exactitud impracticable]

[5231/5111/5121/4111] – Zona inundada [11779 píxeles = 1060.11 ha]

[5231/5121] – Mar y lagunas [17467 píxeles = 1572.03 ha]

[3311] - Arena húmeda [6937 píxeles = 624.33 ha]

[3211/4112]-Pajonal (Juncal) [11218 píxeles = 1009.62 ha]

[4112] - Totorales [4144 píxeles = 372.96 ha]

[4111] – Pajonales higrófilos [12421 píxeles = 1117.89 ha]

[3312] – Duna desértica [4595 píxeles = 413.55 ha]

[3331]- Estepas [63857 píxeles = 5747.13 ha]

[3211] – Pajonal (Cortaderal) [57420 píxeles = 5167.8 ha]

[3211] – Pastizal laxo [25671 píxeles = 2310.39 ha]

[3211]- Pastizal denso [12594 píxeles = 1133.46 ha]