

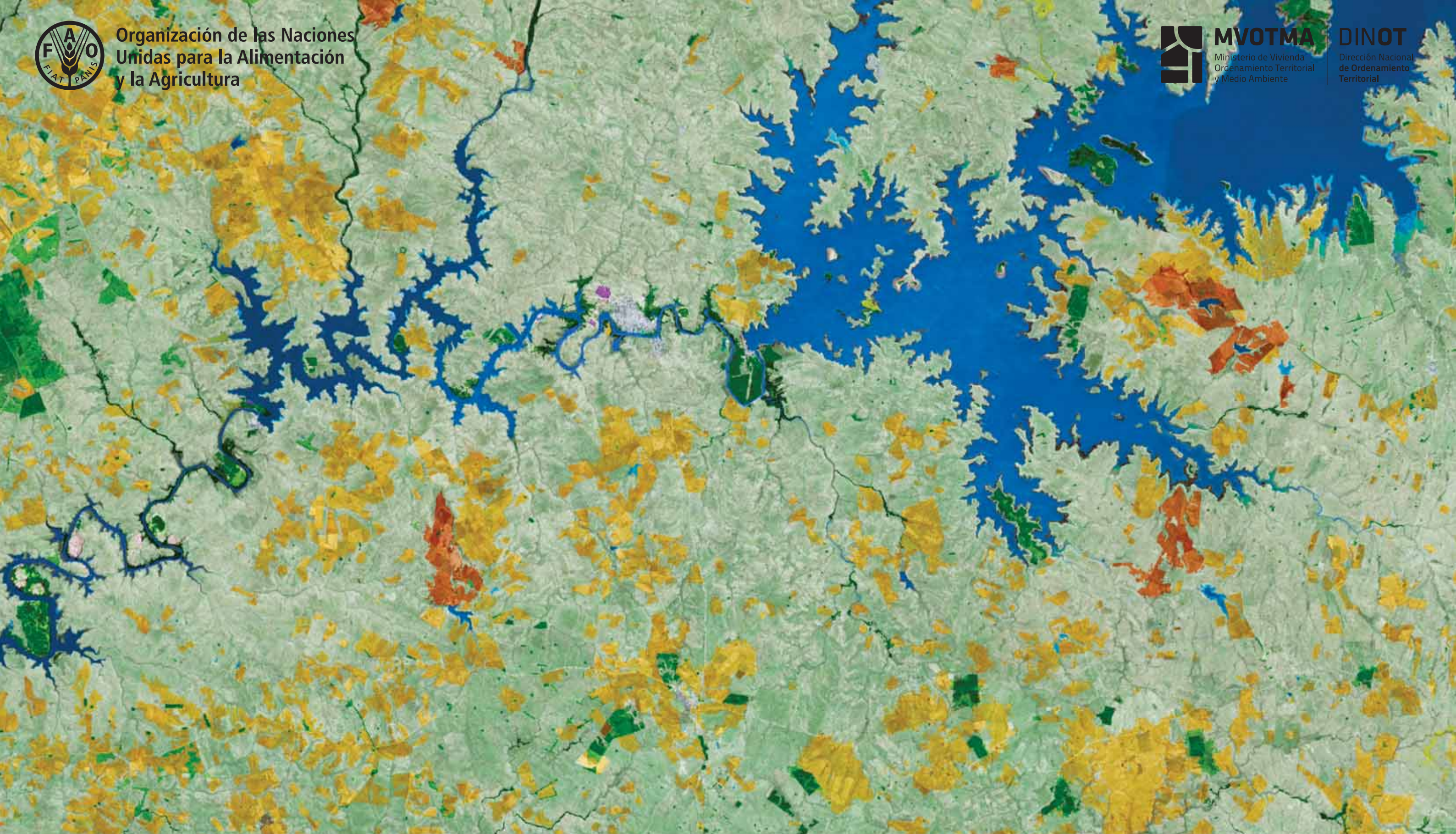


Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



MVOTMA
Ministerio de Vivienda
Ordenamiento Territorial
y Medio Ambiente

DINOT
Dirección Nacional
de Ordenamiento
Territorial



ATLAS DE COBERTURA DEL SUELO DE URUGUAY

Cobertura de Suelo y Cambios 2000-2011

Atlas de Cobertura del Suelo del Uruguay

Cobertura del Suelo y Detección de Cambios 2000-2011 Land Cover Classification System

Proyecto Fortalecimiento del conocimiento y
la generación de Instrumentos de
Ordenamiento Territorial
Componente Cobertura del Suelo
Proyecto TCP/URU/3401

Ministro de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente
Arq. Francisco Beltrame
Subsecretaria de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente
Arq. Raquel Lejtregger
Director Nacional de Ordenamiento Territorial
Ing. Agr. Manuel Chabalgoity
Departamento de Información y Documentación Territorial
Arq. Ana Álvarez
Coordinador Proyecto TCP/URU/3401
Alfredo Blum
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)
Representación en Uruguay
Vicente Plata
Oficina Regional para América Latina
y el Caribe
Benjamin Kiersch
División de Tierras y Aguas
John Latham, Antonio Di Gregorio, Renato Cumani, Ilaria Rosati

Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente
Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Montevideo, 2015

Equipo Consultor:

Edison Rosas
Federico Gallego
Néstor López

Equipo de Redacción:

Alfredo Blum
Ana Álvarez
Federico Gallego

Cartografía:

Carlos Cohn

Diseño y Diagramación

Ana Álvarez
Virginia Pedemonte

Colaboradores**Fotointerpretación**

Andrés Fonsalía
Germán Rodríguez

Martín Borretti

Diseño y edición

Eugenia González

Gonzalo Pastorino

Lucía Pérez

Nicolás da Costa

Rodrigo Pedrosa

Vanessa Scarenzio

Viviana Perdomo

Corrección

Marisella Cristiani

Patricia Machín

Agradecimientos

Cecilia Petraglia

Luis Sancho

Martín Dellacqua

Ricardo Etcheverría

Rodrigo García

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO.

ISBN 978-92-5-308711-2

© FAO, 2015

La FAO fomenta el uso, la reproducción y la difusión del material contenido en este producto informativo. Salvo que se indique lo contrario, se podrá copiar, descargar e imprimir el material con fines de estudio privado, investigación y docencia, o para su uso en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca de forma adecuada a la FAO como la fuente y titular de los derechos de autor y que ello no implique en modo alguno que la FAO aprueba los puntos de vista, productos o servicios de los usuarios.

Todas las solicitudes relativas a la traducción y los derechos de adaptación así como a la reventa y otros derechos de uso comercial deberán dirigirse a www.fao.org/contact-us/licence-request o a copyright@fao.org.

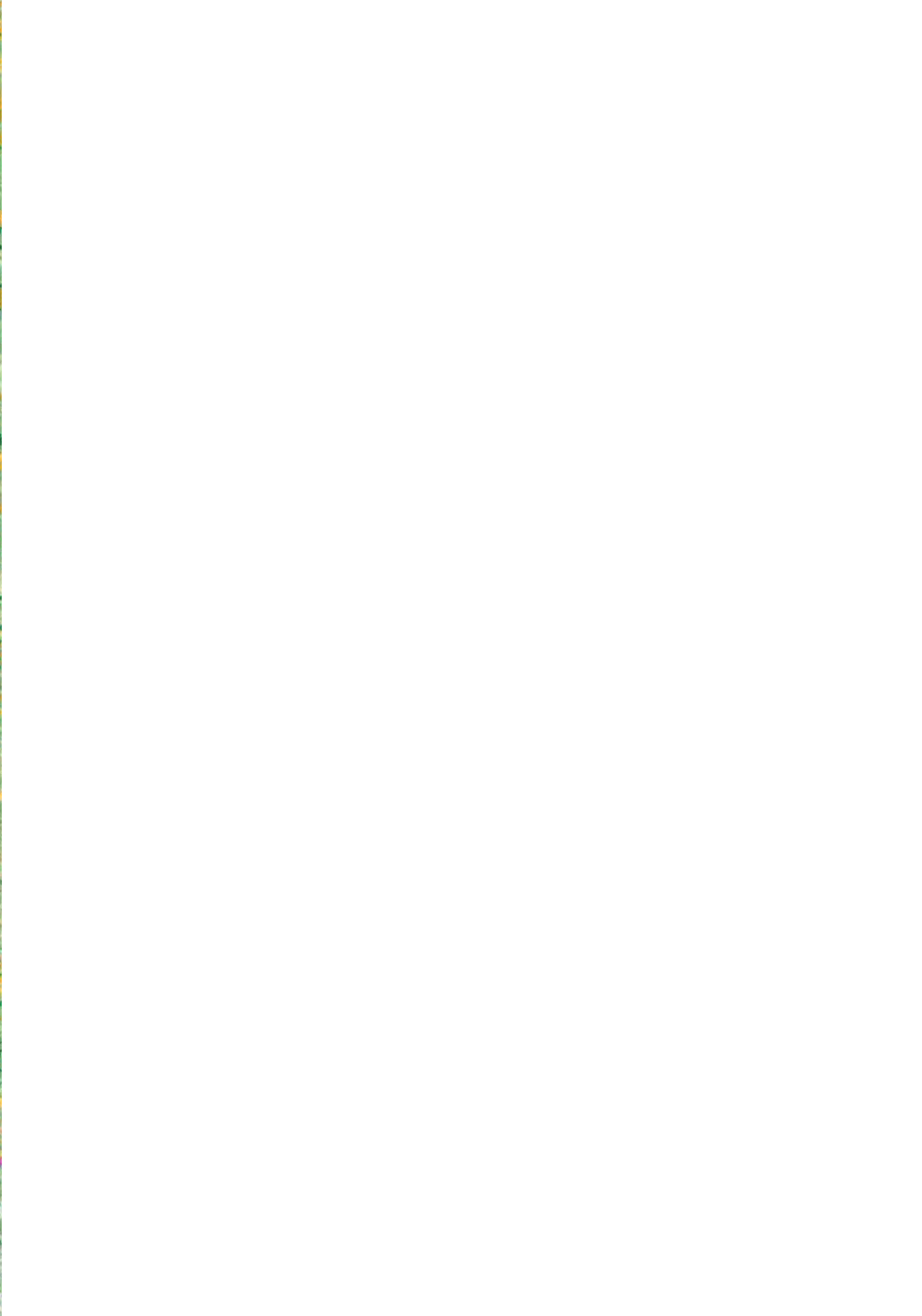
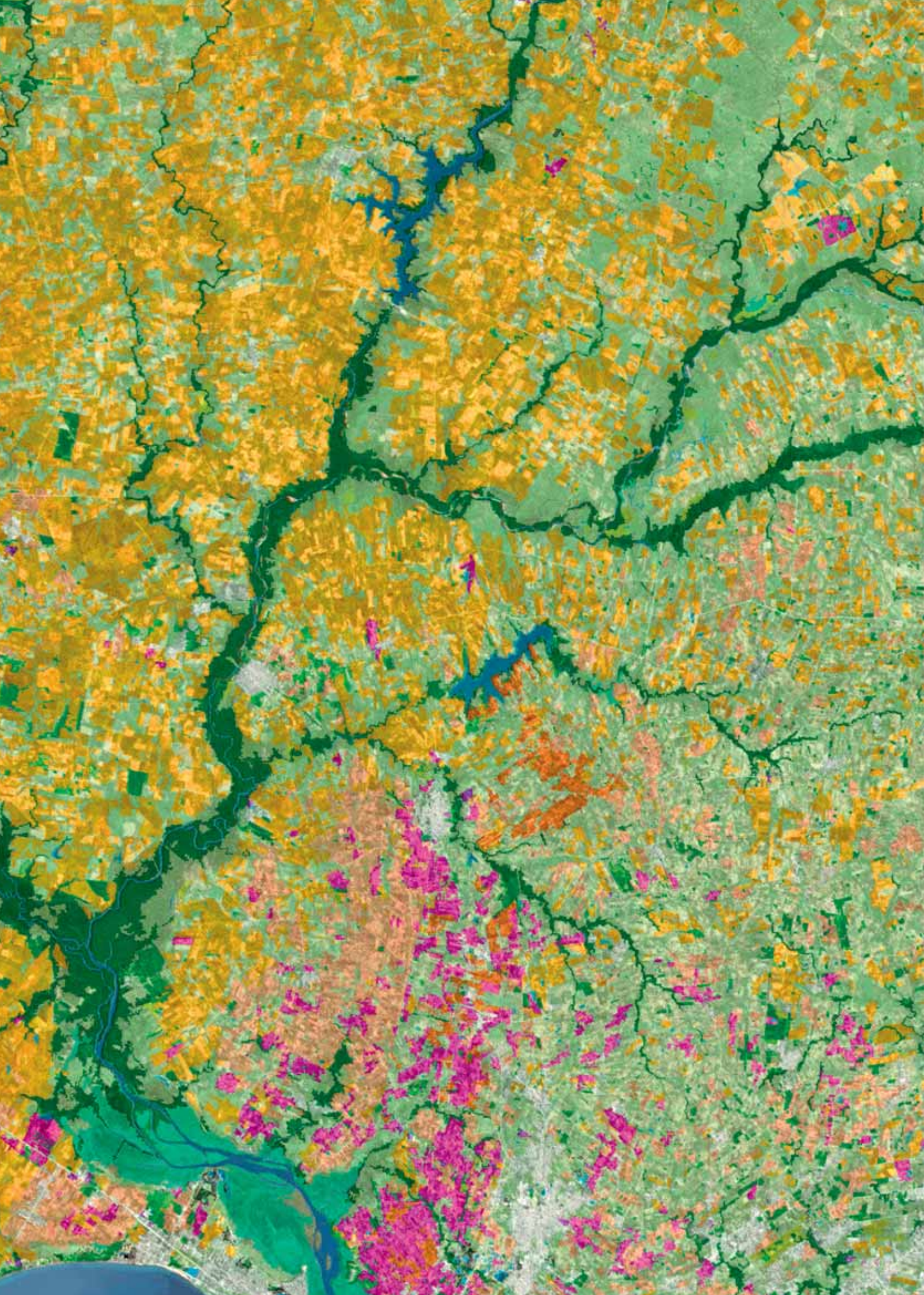
Los productos de información de la FAO están disponibles en el sitio web de la Organización (www.fao.org/publications) y pueden adquirirse mediante solicitud por correo electrónico a publications-sales@fao.org.

Este libro se terminó de imprimir en el mes de febrero de 2015 en Empresa Gráfica Mosca. Depósito legal: 355.011
ISBN 978-92-5-308711-2
FAO I43725/1/02.15

TABLA DE CONTENIDOS



PRÓLOGO.....	5
LCCS URUGUAY	6
INTRODUCCIÓN.....	8
COBERTURA DEL SUELO URUGUAY.....	9
Antecedentes	
Importancia del conocimiento de la cobertura del suelo	
Objetivos del proyecto	
METODOLOGÍA.....	10
Definiciones	
LEYENDA.....	11
CLASIFICACIÓN.....	12
Etapas del proceso de clasificación	
MAPA DE COBERTURA DEL SUELO SEGÚN 7 TIPOS PRINCIPALES.....	15
Cobertura 2000/2008/2011	
DETECCIÓN DE CAMBIOS 2000 - 2011.....	16
CONCLUSIONES.....	17
LEYENDA URUGUAY.....	18
A11: Áreas Terrestres Cultivadas y Manejadas	
A12: Vegetación Natural y Semi-natural	
A24: Vegetación Natural y Semi-natural Acuática o Regularmente Inundada	
B16: Áreas Descubiertas o Desnudas	
B15: Superficies Artificiales y Áreas Asociadas	
B27: Cuerpos Artificiales de Agua, Nieve y Hielo	
B28: Cuerpos Naturales de Agua, Nieve y Hielo	
CARTOGRAFÍA 2011.....	30
COBERTURA DEL SUELO 2011 esc. 1:2.000.000.....	32
COBERTURA DEL SUELO 2011 esc. 1:500.000.....	34
ZONAS DE CAMBIOS 2000 - 2011.....	48
CAMBIOS EN LA COBERTURA DEL SUELO 2000-2011.....	50
Áreas de cambio 2000-2011	
Puntos calientes de cambio: Plantación Forestal	
Puntos calientes de cambio: Cultivos de Secano	
BIBLIOGRAFÍA.....	52



PRÓLOGO

El Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente -a través de la Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial- fue la entidad responsable de la ejecución del proyecto “Fortalecimiento del conocimiento y la generación de Instrumentos de Ordenamiento Territorial”, realizado en el marco del Proyecto de Cooperación Técnica -TCP/URU 3401- suscrito entre la representación de FAO en Uruguay y la Oficina de Planeamiento y Presupuesto del Gobierno Nacional.

La finalidad principal del proyecto fue contribuir a la generación del conocimiento -necesario y pertinente- para acompañar y sustentar los procesos de planificación y ordenamiento territorial, particularmente de las áreas rurales, en el marco de las disposiciones de la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible promulgada en el año 2008.

A tales efectos, desde los inicios del proyecto se conformó un espacio institucional de articulación y coordinación del cual participaron de modo regular tres Direcciones Generales del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca: Desarrollo Rural, Forestal y Recursos Naturales Renovables, así como gobiernos departamentales, particularmente las Intendencias de Lavalleja, Maldonado y Rocha.

El componente del proyecto, objeto de esta publicación, fue la actualización de la información sobre cobertura del suelo -a partir de la interpretación de imágenes Landsat 2011 con la aplicación de la metodología LCCS (Land Cover Classification System) de FAO previamente utilizada con imágenes del año 2008- generando una nueva base de datos georreferenciada y multitemporal para Uruguay.

En forma adicional, se logró generar la información de cobertura del suelo con imágenes del año 2000, lo cual permitió realizar análisis de los cambios de uso del suelo, principalmente rural, asociado a uno de los periodos de más intensas transformaciones productivas.

El producto final de este componente del proyecto fue el Atlas de Cobertura del Suelo de Uruguay, compuesto por mapas para los años 2011, 2008 y 2000 y el análisis de cambios para el período 2000 - 2011. La base de datos obtenida es precisa, actualizada y multipropósito, pudiendo habilitar el monitoreo de las dinámicas territoriales.

El conocimiento de la cobertura del suelo, la detección de sus cambios y el monitoreo de sus dinámicas, son un requisito fundamental para la planificación y ordenamiento ambiental del territorio y de sus recursos naturales. Finalmente, la información contenida en la base de datos y el correspondiente Atlas, permitirá a diversas instituciones, particularmente aquellas con mayores competencias en el área rural, adoptar decisiones pertinentes en un contexto de cambios en las modalidades de ocupación, uso y transformación de territorio.

Ing. Agr. Manuel Chabalgoity
Director Nacional de Ordenamiento Territorial
MVOTMA

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) tiene como su principal cometido lograr la seguridad alimentaria y nutricional para todos. Para que se logre y se mantenga la seguridad alimentaria es imprescindible lograr un desarrollo rural sostenible, que utilice los recursos naturales, sociales y económicos, sin comprometer el futuro de las próximas generaciones. La gestión del territorio es uno de los principales elementos que afectan la sostenibilidad de un proceso de desarrollo rural. Para informar los procesos de gestión territorial sostenible a nivel local, regional y nacional, se requiere de información precisa e actualizada sobre el uso de los recursos naturales.

Uruguay es un país agropecuario, en el que el sector utiliza más del 90% del área total. A lo largo de la última década el PIB agropecuario ha crecido a tasas muy por encima de las del resto de la economía. Para ilustrar estas nuevas dinámicas territoriales es que el país se ha embarcado en el estudio de la cobertura del suelo para este período.

El gobierno de Uruguay, con el apoyo de sus asociados, asumió un proyecto integral para abordar cuestiones vinculadas a la ruralidad del territorio, en particular para el “Fortalecimiento del Conocimiento y la Generación de Instrumentos de Ordenamiento Territorial”. El objetivo principal fue contribuir a la sustentabilidad del desarrollo de las áreas rurales a través de una mejora en el proceso de ordenamiento del territorio nacional.

La creación de la base de datos de los cambios de la cobertura terrestre del Uruguay fue identificada como uno de los componentes centrales de la agenda del proyecto. La base de datos de cobertura del suelo fue creada utilizando distintas fuentes de datos incluyendo imágenes satelitales, conjuntos de datos históricos digitales y datos del lugar. El Sistema de Clasificación de Cobertura del Suelo de FAO fue utilizado para la creación y actualización de la leyenda nacional. Se implementó la metodología de FAO y sus herramientas para el mapeo de los cambios de la cobertura terrestre. FAO proporcionó asistencia técnica sustantiva a los expertos nacionales para la realización de la evaluación de la variación de la cubierta de la tierra en Uruguay.

La oficina de la FAO en Uruguay apoyó la realización de los talleres de capacitación y el intercambio con los expertos de la División de Tierras y Aguas en la Sede en Roma. Expertos nacionales fueron capacitados en la metodología y las herramientas para crear, gestionar y analizar la base de datos de los cambios de la cobertura del suelo.

La FAO ha trabajado en estrecha colaboración con los asociados del Gobierno uruguayo para:

- Producir una base de datos de cobertura del suelo nacional y de sus cambios, detallada y armonizada, que proporciona información confiable y actualizada sobre la distribución de las clases de cobertura del suelo para apoyar el análisis de cambio de la misma;
- Fortalecer la capacidad nacional para realizar al análisis de cambio de la cobertura del suelo utilizando las normas internacionales, la teledetección y la tecnología SIG y la integración con datos *in situ* de observación de la Tierra;
- Preparar el Atlas de Cobertura del Suelo de Uruguay;
- Utilizar los resultados de estas actividades para apoyar la toma de decisiones informada

Se espera que los productos aquí presentados ayuden a fortalecer los procesos de ordenamiento y planificación territorial del país y, por ende, contribuyan al desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria.

John Latham
Oficial Principal
Dirección de Tierras y Aguas

Kai Bethke
Representante a.i.
Representación de la FAO en Uruguay

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)



LCCS Uruguay



El conocimiento de la cobertura del suelo, la detección de sus cambios y el monitoreo de sus dinámicas, son un requisito fundamental para la planificación y ordenamiento ambiental del territorio y de sus recursos naturales.

El Sistema de Clasificación de la Cobertura del Suelo (LCCS) de FAO contribuye a la obtención de datos confiables, precisos, estandarizados y comparables.

INTRODUCCIÓN

El uso del enfoque LCCS de FAO, semiautomático y paramétrico, en la Detección de Cambios de la Cobertura del Suelo.

Los datos sobre la cobertura del suelo y sus principales cambios son de primordial importancia al momento de satisfacer la creciente demanda de información confiable para la formulación de políticas sólidas para el desarrollo sostenible y el manejo de los recursos naturales, así como para la realización de estudios y aplicaciones para la evaluación y conservación de los recursos naturales y el desarrollo de la agricultura a distintas escalas. Contar con datos confiables es esencial para la comprensión y análisis de fenómenos naturales o impulsados por el hombre como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la planificación del uso del suelo, el manejo de desastres, y para proporcionar apoyo para la evaluación de las reservas de carbono y el monitoreo de la agricultura sustentable. Sin embargo, a menudo, se hacen muy pocos esfuerzos para definir claramente los fundamentos del análisis de la Cobertura / Uso del Suelo, las limitaciones de un método específico y sus posibles potenciales mejoras.

En términos generales es posible establecer lo siguiente:

1. El proceso de observación de la Cobertura/Uso del Suelo involucra un amplio rango de tipos de observaciones.

2. Los datos de sensores remotos continúan proporcionando un apoyo fundamental para algunas de estas observaciones.

3. Sin una categorización sólida y científicamente fundada del análisis de los procesos/causalidades de la evaluación del cambio, existe un riesgo concreto de producir datos/estimaciones de poca o limitada significancia.

Es importante definir algunos de los aspectos clave del problema para establecer un marco lógico y discutir más a fondo como la evaluación de los cambios puede ser mejorada conceptualmente.

Definición de Cambio: existen muchas definiciones, algunas son muy genéricas y no

abordan el problema de la “estabilidad” en el tiempo del cambio. Sin este parámetro, por ejemplo, cualquier variación estacional de la vegetación natural o artificial puede ser definida como un cambio. La definición, entonces, debe ser precisa y exhaustiva como la siguiente:

Los estudios de los cambios del suelo intentan explicar donde ocurren las conversiones/modificaciones estables de los elementos de la cobertura/uso del suelo en un área dada durante un determinado período, los tipos y dimensión de los cambios y las fuerzas motrices y causas directas del propio cambio.

Categorías de la Clasificación de la Cobertura/Uso del Suelo (LUCC): Los cambios pueden ser agrupados en dos grandes categorías:

- Conversión
- Modificación

Conversión, en general, es el tipo de cambio que normalmente puede ser detectado a partir de datos de sensores remotos. Es el cambio de un tipo de cobertura/uso a otro, por ejemplo de pastizales a plantaciones forestales o agricultura.

Modificación, por el contrario, implica el mantenimiento del tipo de cobertura/uso, pero el cambio de sus atributos. Es así que el suelo cultivado o manejado puede mantenerse, pero se pueden producir alteraciones significativas en su estructura fisionómica o funcionalidad.

Métodos de detección de cambios

Como se indicó previamente los procesos de cambio implican diferentes tipos de observaciones que subsecuentemente implican el uso de una variedad de métodos diferentes. En esta breve reseña consideraremos únicamente métodos que utilizan como fuente primaria datos de sensores remotos. En particular, el uso del enfoque paramétrico LCCS, sugerido aquí, tiene una ventaja sustancial con respecto a otros métodos (por ejemplo cambios basados en observaciones de campo, etc.).

Existen dos enfoques fundamentales:

1. El uso de procedimientos automáticos de evaluación del cambio.
2. El uso de métodos más tradicionales de interpretación visual.

Ningún método específico es perfecto, ambos tienen ventajas y desventajas y su aplicación debe ser evaluada de acuerdo a las condiciones específicas inherentes al propio estudio. Generalmente los factores más importantes a tener en cuenta son:

1. Número y tipo de clases sobre las cuales evaluar los cambios: generalmente se prefieren procedimientos automáticos para un número limitado de clases simplificadas, mientras que al aumentar el número y/o complejidad de las mismas hace que la interpretación visual sea más práctica (y a veces necesaria).

2. Tipo de datos usados: generalmente las imágenes de baja resolución con una gran cantidad de “series temporales” de datos son tratados con procedimientos automáticos, mientras que imágenes de mayor resolución con menos series temporales de datos pueden ser analizados con métodos visuales. Nuevos avances en la disponibilidad de sensores de mayor resolución combinados con mayores ciclos repetitivos pueden, en el futuro, cambiar esta suposición.

3. Extensión del área: generalmente para grandes áreas el uso de procedimientos automáticos es más práctico (análisis regionales o globales por ejemplo).

El enfoque de FAO

El enfoque de FAO es el resultado de muchos años de experiencia en el análisis de la Cobertura del Suelo, especialmente a nivel nacional o subnacional con datos de alta resolución. Está basado en dos aspectos fundamentales que hacen que sea preciso, relativamente fácil y de rápida ejecución:

1. **Uso del enfoque paramétrico LCCS:** Es un requisito fundamental para la precisión y correcta comprensión de la evaluación del cambio. Generalmente, la utilización de procedimientos de análisis de imágenes implica que la detección de la **conversión** de una clase a otra, que resulta muy difícil (e implica mucho tiempo), se reduce a la evaluación de su **modificación** ya que la información sobre la conversión requeriría mediciones cualitativas y cuantitativas basadas en relevamiento de

campo. Sin embargo, incluso en este escenario simplificado, generalmente ocurre un problema: como definir un límite claro entre conversión versus modificación. En otras palabras, cual es la información/parámetros que debemos usar para decidir si en un elemento geográfico particular ocurrió una conversión o una modificación? Esto se realiza en base a la clasificación/leyenda adoptada, que debería ser capaz de definir precisamente los límites de cada clase. No obstante, una clasificación/leyenda tradicional está basada únicamente en nombres de clases y descripciones genéricas y no sistemáticas de las mismas (no se hace generalmente con el propósito específico de delimitar parámetros claros entre las diferentes clases). Esto implica un considerable grado de vaguedad que hace que la decisión final (conversión vs. modificación) sea muy ambigua y subjetiva. El uso de LCCS ha ayudado a sobrepasar este problema, su naturaleza paramétrica impone la definición de cada clase con parámetros no ambiguos y cuantificables. La decisión se basa, entonces, en elementos subjetivos que hacen que el proceso de toma de decisiones sea rápido y preciso.

2. **Uso combinado de evaluación del cambio automático y visual:** el procedimiento de utilizar una técnica de segmentación combinada con una estimación/etiquetado visual de los cambios. El método asegura una segmentación objetiva, automática y rápida de los elementos geográficos de la imagen y la intervención humana en la evaluación de los cambios. Todo el procedimiento es facilitado por el uso del sistema de procesamiento de imágenes MAD&CAT de FAO.

El método es rápido y preciso, fácil de aplicar y puede ser modulado de acuerdo a cada situación particular. Para Uruguay los siguientes pasos fueron usados:

• **Identificación de las categorías de cambio:** no todas las clases de la leyenda 2011 eran adecuadas para evaluar el cambio en base a datos de imágenes, es así que un panel de expertos locales identificó los parámetros que podían ser detectados usando los datos satelitales disponibles. En base a este listado y utilizando la naturaleza paramétrica del

LCCS, las clases de la leyenda original fueron reagrupadas en un consecuente listado más corto.

• **Segmentación de imágenes de distintas series temporales:** la segmentación de las imágenes 2011 fue resegmentada incluyendo también las imágenes del año 2000 en las que se ha analizado el cambio. La segmentación resultante, por lo tanto, permitió poligonizar todas las variaciones ocurridas en los elementos geográficos de las imágenes durante el período de observación del cambio.

• **Determinación visual de las variaciones de los elementos geográficos:** analizando cada clase por separado, un grupo de operadores fotointérpretes junior identificaron los segmentos (polígonos) donde se mostraba algún tipo de variación durante el período de observación de los cambios.

• **Determinación visual de los cambios:** en estos segmentos seleccionados, un panel de expertos determinó si las variaciones detectadas en los elementos geográficos durante el período seleccionado son una conversión real (cambio) o una modificación y/o variación en la reflectancia espectral producida por otros factores (estacionalidad, etc.). Se etiquetaron visualmente los segmentos en los que se detectó una conversión real.

• **Métodos gráficos para visualizar los cambios:** un método gráfico derivado del SIG fue aplicado para mostrar geográficamente el tipo y grado de los cambios.

Antonio Di Gregorio
LCCS Coordinator
FAO, Land and Water Division (NRL)

COBERTURA DEL SUELO URUGUAY

Antecedentes

En el año 2005, a través de una iniciativa del MTOP y con el apoyo de FAO, Uruguay se embarcó en el desafío de conocer la cobertura del suelo de todo el territorio nacional. Fue en ese primer momento que se trabajó, interinstitucionalmente y con el aporte de diversos expertos en la temática, en la construcción de la primera versión de la leyenda Uruguay de Cobertura del Suelo en base al sistema de clasificación LCCS de FAO.

Es desde ese momento que se optó por utilizar la metodología Land Cover Classification System (LCCS) desarrollado por la Global Land Cover Network (GLCN) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente (UNEP) para la generación de información sobre la cobertura del suelo en Uruguay. Dicha metodología posee ventajas comparativas sobre otros métodos existentes, ya que presenta definiciones claras de los elementos del paisaje, a partir de criterios de clasificación explícitos y cuantificables que apuntan a evitar ambigüedades y superposición de categorías. A su vez, permite adecuar la estandarización al contexto de nuestro territorio.

En el año 2008 se realizó la primera base de datos de cobertura del suelo del Uruguay. Fue una iniciativa de la IDEuy, en el marco de la experiencia piloto “Unidos en la Acción” de Naciones Unidas. El primer Mapa de Usos y Coberturas del Suelo de Uruguay (LCCS 2008) fue generado a partir del esfuerzo y coordinación de varios organismos del estado, entre los cuales se encontraba la Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial (DINOT) y la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) y la Dirección Nacional de Recursos Renovables (RENARE) del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP).

En el 2012 surge la posibilidad de actualizar los datos de la cobertura del suelo del Uruguay, en el marco del Proyecto “Fortalecimiento del

conocimiento y la generación de instrumentos de Ordenamiento Territorial”, llevado a cabo por la DINOT (MVOTMA). Como productos del mismo se completó una nueva base de datos de la Cobertura del Suelo de Uruguay actualizada al 2011 y se generó una nueva leyenda simplificada, de 17 clases, apta para utilizar en tres fechas de trabajo: 2000, 2008 y 2011. Asimismo se trabajó en la detección de cambios de la cobertura del suelo entre los años 2000 y 2011.

Importancia del conocimiento de la cobertura del suelo

El conocimiento de cobertura del suelo y la detección de sus cambios es un paso fundamental para la gestión sustentable de los recursos naturales, la conservación de la biodiversidad, el ordenamiento territorial, entre otros¹. Actualmente Uruguay cuenta con un elevado dinamismo en su territorio debido a su carácter de productor de materias primas, fundado en la explotación agropecuaria. Dentro del sector, la ganadería ha sido y sigue siendo quien ocupa mayor superficie configurándose como la actividad agropecuaria más importante del país. Sin embargo, en la última década la ganadería extensiva ha perdido peso relativo con respecto a otras actividades productivas, fundamentalmente agrícolas y forestales². Es en este sentido que toma relevancia la generación de una base de datos de cobertura del suelo multitemporal.

Los datos generados durante el proyecto son útiles en muchos aspectos, pero particularmente tuvieron su interés para el ordenamiento territorial (OT). El OT es definido como: “la expresión espacial de políticas económicas, sociales y culturales de toda sociedad. Es a la vez una disciplina científica, una técnica administrativa y una política concebida con un enfoque interdisciplinario y global cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio según un concepto rector”³.

El trabajo se centró en el aspecto científico del ordenamiento territorial, sobre todo aplicado a las áreas rurales. La generación de conocimiento en este aspecto es clave y debe

ser interdisciplinaria y global. Para ello se utilizaron herramientas comparables, como lo es la metodología desarrollada por la FAO que permite que el conocimiento sea validado y compartido de una forma estable y confiable.

Uruguay reconoce la concurrencia de competencias e intereses de las diferentes instituciones del Estado en el Ordenamiento Territorial, genera instrumentos de promoción y regulación de las actuaciones y procesos de ocupación, transformación y uso del territorio en el artículo 3 de la Ley 18.308. Asimismo estipula que el ordenamiento se hará a través de instrumentos en diferentes ámbitos: Nacional, Regional, Departamental, Interdepartamental. Las actividades que influyen en el uso y ocupación del territorio rural han respondido generalmente a políticas públicas sectoriales y a iniciativas del sector privado. La utilización de los resultados y productos obtenidos, podrán aportar información necesaria para el área rural, en un período actual de activa demanda dado el importante dinamismo económico, y la generación de numerosos instrumentos de OT a partir de la ley de OT.

Objetivos del Proyecto

La finalidad del proyecto fue aportar a la planificación y gestión informada del territorio mediante el conocimiento de la cobertura del suelo, su evolución e impacto en las dinámicas territoriales y en el cambio climático

El objetivo final fue elaborar el Atlas de Cobertura del Suelo del Uruguay. Para ello se trabajó en base a dos componentes:

- La generación de una base de datos multitemporal de cobertura del suelo de la totalidad del territorio nacional.
- El análisis de las dinámicas territoriales en Uruguay a partir del año 2000. Todo ello fue realizado de acuerdo al sistema LCCS de FAO (sistema de clasificación estándar y multipropósito).

1. Uruguay. Mapa de Usos y Coberturas del Suelo de Uruguay (LCCS 2008). Montevideo: DINOT, 2011. p. 7

2. <http://www.zonaeconomica.com/>

3. Conseil d'Europe ; Blum, A., trad. Charte Européenne de l'aménagement du territoire, 1983. p. 3. Disponible en: http://www.coe.int/t/dgap/localdemocracy/cemat/VersionCharte/Char-te_bil.pdf



METODOLOGÍA

La creación de la base de datos de cobertura del suelo, así como la detección de cambios para el período 2000-2011, se realizó siguiendo la metodología propuesta por FAO. Esta metodología se basa en el sistema de clasificación “Land Cover Classification System” (LCCS) desarrollado por la Global Land Cover Network (GLCN) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP).

Se trata de un sistema de clasificación exhaustivo y estandarizado, diseñado para satisfacer los requerimientos específicos de cualquier usuario, y creado para ejercicios de mapeo, independiente de la escala o fuentes utilizadas para mapear.

En este sistema la cobertura de la tierra se representa mediante objetos básicos en lugar de categorías, que son llamados “clasificadores”. Éstos son elegidos mediante simples criterios fisonómicos (árboles, arbustos, construcciones, etc.).

Dicha metodología posee ventajas comparativas sobre otros métodos existentes, pues presenta definiciones claras de los elementos del paisaje, a partir de criterios de clasificación explícitos y cuantificables que apuntan a evitar ambigüedades y superposición de categorías. A su vez, y por sobre todo, permite adecuar la estandarización al contexto de nuestro territorio. Puede ser aplicado para cualquier iniciativa de clasificación de coberturas de la tierra en cualquier parte del mundo, utilizando un conjunto de criterios de diagnóstico independientes que permiten una correlación con leyendas y clasificaciones ya existentes (Di Gregorio y Jansen, 2005).

Para la obtención de la base de datos de cobertura del suelo, primer componente del proyecto, se trabajó en base a dos actividades principales:

Inicialmente en la adecuación de la leyenda Uruguay, obteniendo una leyenda de detalle de 46 clases (eliminando dos clases imprecisas del 2008) y agregable en una nueva leyenda simplificada de 17 clases que se usaría para generar la capa 2000 y para el análisis de cambios 2000 - 2011.

Posteriormente, en la clasificación con la nueva leyenda de 46 clases se generó la capa 2011 y se adecuó la capa 2008. Con la de 17 clases se trabajó en la cobertura del año 2000.

El segundo componente, el de análisis de las dinámicas territoriales a partir del 2000 tuvo como actividad central la detección de cambios para los 10 años de estudio en base a la leyenda de 17 clases y el análisis de sus resultados.

Estas tres actividades se describen a continuación.

Definiciones

Cobertura de la tierra: “La cobertura física y biofísica que se observa sobre la superficie de la Tierra” (Di Gregorio y Jansen, 2005).

Uso de la tierra: “Actividades que el hombre emprende en un cierto tipo de cobertura de la tierra para producir, cambiarla o mantenerla. Establece una relación directa entre la cobertura de la tierra y las acciones del hombre en su medio ambiente” (Di Gregorio y Jansen, 2005).

Clasificación: “Arreglo u ordenamiento de objetos en grupos o conjuntos sobre la base de sus relaciones” (Sokal, 1974).

Leyenda: “Aplicación de una clasificación en un área determinada, utilizando una escala definida de mapeo y un juego de datos específico” (Di Gregorio y Jansen, 2005).

Base de datos espaciales: “Conjunto de datos espaciales (vectores y rasters) pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso” (RAE, 2014).

Atlas: “Colección de mapas geográficos” (RAE, 2014).

Mapa: “Representación geográfica de la Tierra” (RAE, 2014).

Cambio: Los estudios de los cambios del suelo intentan explicar donde ocurren las conversiones/modificaciones estables de los elementos de la cobertura/uso del suelo en un área dada durante un determinado período, los tipos y dimensión de los cambios y las fuerzas motrices y causas directas del propio cambio. (Di Gregorio, 2015).

Conversión: Es el tipo de cambio que normalmente puede ser detectado con datos de teledetección de imágenes. Es el cambio de un tipo de cobertura/uso a otro. (Di Gregorio, 2015).

Modificación: Implica el mantenimiento del tipo de cobertura/uso, pero el cambio de sus atributos ya que se producen alteraciones significativas en su estructura fisonómica o funcionalidad. (Di Gregorio, 2015).

LEYENDA

La leyenda es el componente principal de la base de datos. Toda la información incluida en la base de datos está implícita en la leyenda. El Sistema de Clasificación de Cobertura del Suelo LCCS fue desarrollado por FAO para describir sistemáticamente los tipos de cobertura y para estandarizar la clasificación. Es una herramienta descriptiva sofisticada para caracterizar los elementos de la cobertura de la Tierra.

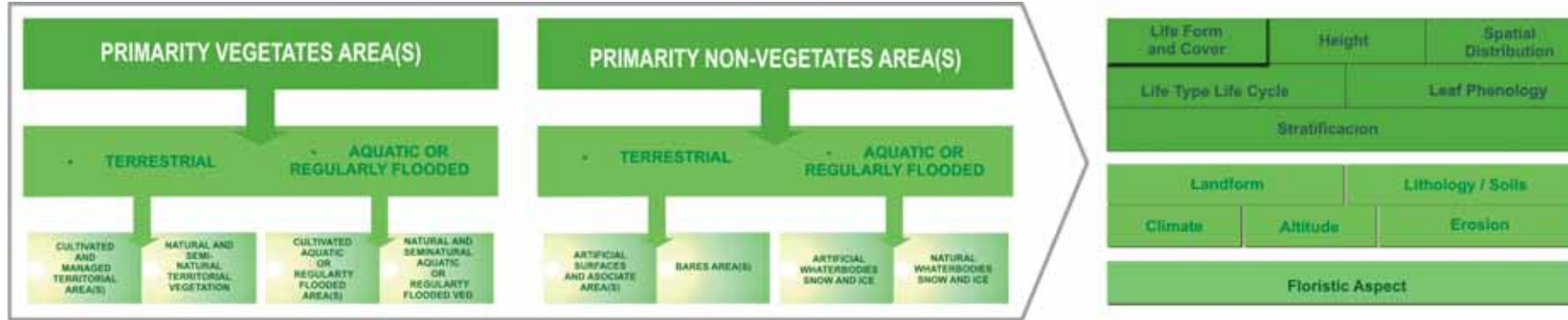


Fig. 1 - LCCS: Fases de la clasificación.

Para la generación del Atlas de Cobertura del Suelo y la Detección de Cambios al 2000 se partió de la Leyenda Uruguay 2008 de 48 clases a la que se le eliminaron dos clases que generaban ambigüedades: 1- Pradera natural o mejorada o cultivo herbáceo de secano y 2- Suelo desnudo agrícola o forestal.

Se utilizó el software LCCS para la generación de la leyenda. El LCCS Siguiendo las fases dicotómica inicial y modular jerárquica subsiguiente de la metodología FAO, se generó una nueva leyenda más precisa y simplificada que permitió a posteriori el análisis de las coberturas del suelo desde el año 2000.

La leyenda final de Uruguay está compuesta por 46 clases, agregables en 17 clases que integran los 7 tipos principales de cobertura de la tierra. Esta leyenda cumple con el estándar ISO TC211 19144 - II LMCL (Land Cover Meta Language) model.

La nueva agregación de la leyenda en 17 clases se generó de manera de poder abordar la clasificación de las imágenes del año 2000 y así contar con una serie temporal comparable: 2000 - 2008 - 2011. Este fue el insumo fundamental para poder realizar el análisis de detección de cambios para el período 2000 - 2011.



Fig. 2 - LCCS 3.

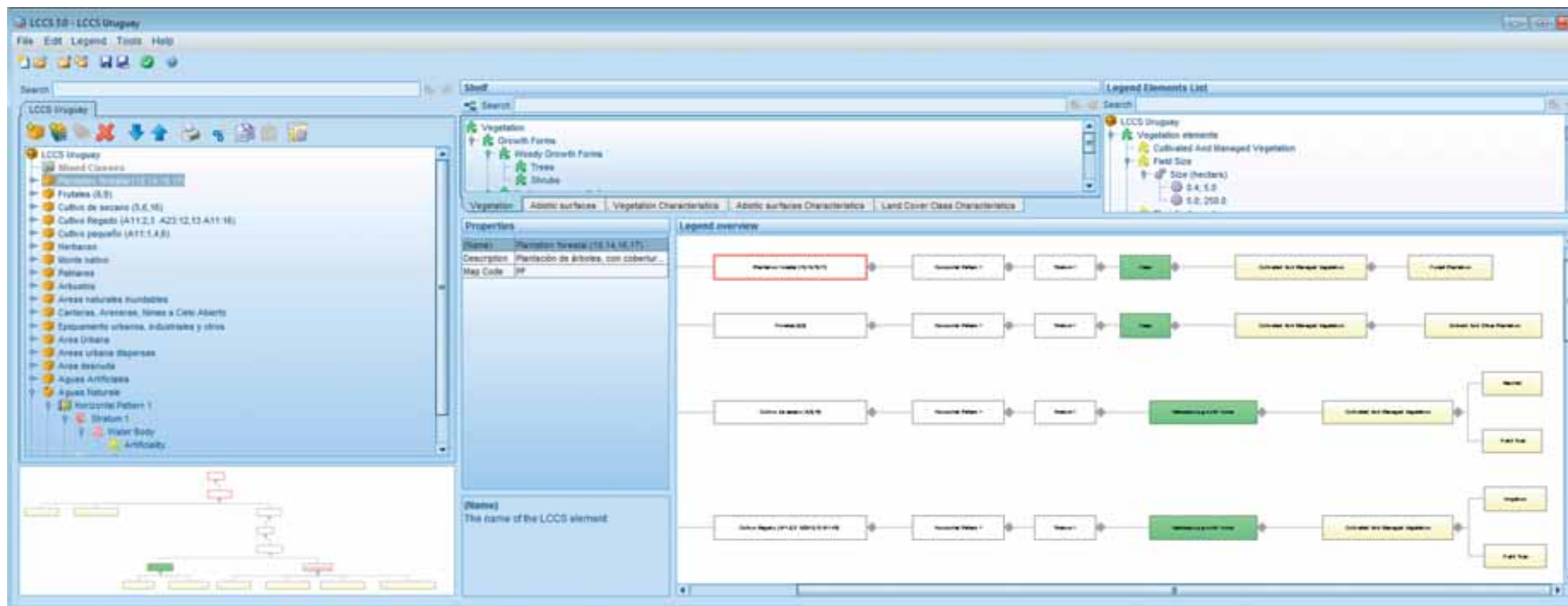


Fig. 3 - Representación visual de la estructura de la Leyenda Uruguay de 17 clases (LCML) - LCCS3.

Tabla 1: Leyenda LCCS Uruguay.

Tipos	17 Clases	46 Clases
A11 Áreas Terrestres Cultivadas y Manejadas	1-Cultivos Regados > 4-5 ha	Cultivos Regados > 4-5 ha Caña Azúcar Plantación de Arroz > 4-5 ha Caña Azúcar o Arroz > 4-5 ha
	2-Cultivos de Secano > 4-5 ha	Cultivos de Secano > 4-5 ha
	3-Cultivos Pequeños < 4-5ha	Cultivos de Secano < 4-5 ha Cultivos Regados < 4-5 ha
	4-Plantación Forestal	Plantación Forestal > 5 ha Bosque Costero Plantado Plantación de Eucaliptus > 5 ha Plantación Forestal Pino > 5 ha Monte de Abrigo y Sombra < 5 ha Parque Urbano
	5-Frutales	Plantación de Citrus Plantación de Frutales
A12 Vegetación Natural y Semi-natural	6-Herbáceo Natural	Pradera Natural Herbáceo Psamófilo Pradera Natural con Palmares Dispersos (1-15 %) Pradera Natural con Afloramiento Rocoso
	7-Arbustos	Arbustos y Pradera Natural
	8-Monte Nativo	Monte Nativo Serrano y de Quebrada Monte Nativo de Galería Monte Nativo Monte Natural de Parque
A24 Vegetación Natural y Semi-natural Acuática o Regularmente Inundada	9-Palmares	Palmares
	10-Áreas Naturales Inundadas	Herbáceo Permanentemente Inundado (Pajonal) Herbáceo Estacionalmente Inundado
B15 Superficies Artificiales y Áreas Asociadas	11-Equipamiento urbano	Aeropuerto Aeródromo Instalaciones Deportivas Áreas Industriales Áreas Portuarias
	12-Área Urbana	Área Urbana
	13-Áreas Urbanas Dispersas	Urbano Disperso y Cultivos Urbano Disperso y Pradera Natural Urbano Disperso y Plantación Forestal
B16 Áreas Descubiertas o Desnudas	14-Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto	Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto
	15-Áreas Desnudas	Arena de Playa Dunas Roca Consolidada Suelo Desnudo
B27 Cuerpos Artificiales de Agua, Nieve y Hielo	16-Aguas Artificiales	Canales Lagos, Embalses y Tajamares
B28 Cuerpos Naturales de Agua, Nieve y Hielo	17-Aguas Naturales	Lagunas Cursos de Agua Suelo Húmedo y Estacionalmente Inundado



Fig. 5 - LCCS 3 - Escenas Landsat y fechas seleccionadas para el análisis.

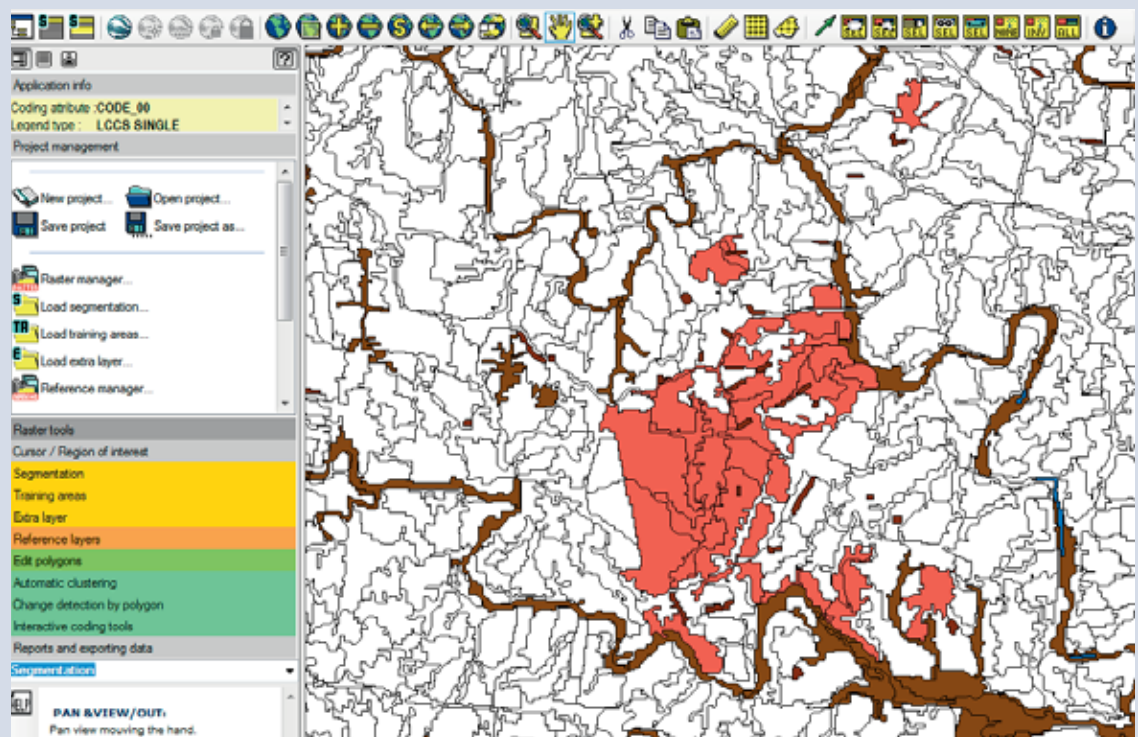


Fig.6 - Interfaz GLCN MadCat.

CLASIFICACIÓN

La base de datos de cobertura del suelo se obtuvo a partir de la fotointerpretación de las imágenes y se complementó con información adicional de otras instituciones e imágenes de Google Earth. Se utilizó el software Mad Cat (MApping Device-Change Analysis Tool) desarrollado por FAO⁴ (Figura 4 y 6). Mad Cat es una aplicación que combina dos funcionalidades distintas pero integradas:

- Apoyo al mapeo de cobertura del suelo, permitiendo hacer la clasificación mediante la utilización de diferentes técnicas de interpretación (visual, semiautomática, automática).
- Detección y validación en base a estadísticas de cambios en la cobertura.

Se trata de un software amigable que combina herramientas de dibujo de vectores y edición, incluyendo funciones de topología, con capacidades avanzadas de manejo de rasters y un link directo a la leyenda con el software LCCS.

A partir de este software, imágenes Landsat TM, personal especializado en la fotointerpretación de imágenes e información adicional, se obtuvo la base de datos de cobertura del suelo con datos para los años 2000, 2008 y 2011.

Se tomó como base del trabajo la capa LCCS 2008.

Etapas del proceso de clasificación

Las etapas del proceso de clasificación fueron:

1. Selección de imágenes satelitales
 - Segmentación e interpretación de imágenes
 - Verificación en campo
2. Construcción de la capa LCCS 2011
 - Segmentación e interpretación de imágenes
3. Adecuación de la capa LCCS 2008
 - Reclasificación de dos clases
4. Construcción de capa LCCS 2000
 - Segmentación e interpretación de imágenes

1-Selección de imágenes satelitales

El tipo de imagen satelital seleccionada, su resolución espacial y características espectrales definen las características de la base de datos a obtener. Teniendo en cuenta los antecedentes de la base de datos del 2008, la cobertura espacial y temporal necesaria, los costos y limitaciones, se optó por utilizar imágenes Landsat TM como base de la interpretación.

Se utilizó un mosaico de 14 imágenes que cubren todo el país, correspondientes a 3 años: 2000, 2008 y 2011 (Figura 5).

El sensor TM captura la radiación electromagnética emitida y reflejada por la superficie en 7 bandas espectrales (Figura 7 y Tabla 2). Cada uso y cobertura del suelo presenta un comportamiento espectral diferente, por ejemplo la vegetación absorbe energía electromagnética correspondiente al azul y rojo, mientras que refleja en las bandas del verde e infrarrojo cercano.

Las imágenes fueron "stackeadas" (superposición de las bandas correspondientes a una imagen) y reproyectadas a la proyección World Mercator.

Tabla 2 - Bandas, resolución espacial y reflectancia del satélite Landsat.

Banda	Resolución	Longitud de onda (µm)	Descripción
1	30m	0.45 - 0.52	Azul
2	30m	0.53 - 0.61	Verde
3	30m	0.63 - 0.69	Rojo
4	30m	0.73 - 0.90	Infrarrojo cercano
5	30m	1.55 - 1.75	Infrarrojo de onda corta
6	60m	10.4 - 12.5	Infrarrojo térmico
7	30m	2.09 - 2.35	Infrarrojo de onda larga

4. http://www.glcnet.org/index_en.jsp



Fig. 4 - GLCN MadCat.

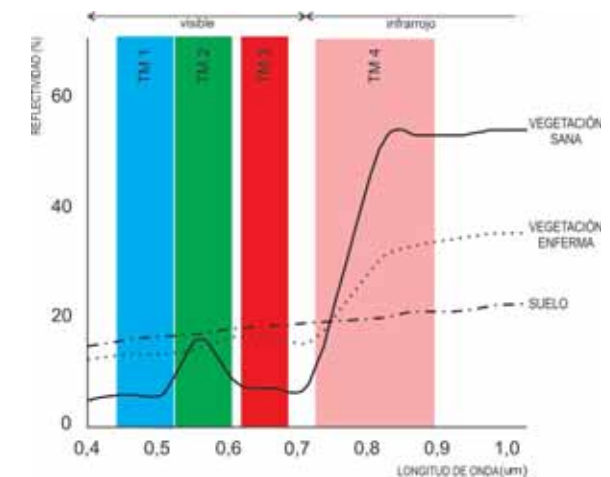


Fig. 7 - Reflectancia de distintos tipos de coberturas en las bandas captadas por el satélite Landsat.

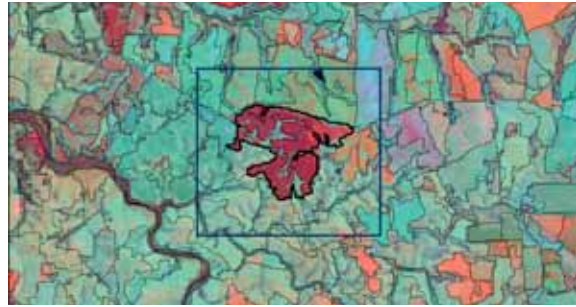


Fig. 8 - Ejemplos de Segmentos.

2- Construcción de la capa LCCS 2011

La generación de la capa 2011 fue uno de los productos principales del proyecto y el fundamento del mismo debido a la necesidad de contar con información actualizada de la cobertura del suelo para todo el territorio nacional. Para obtenerla se siguieron los pasos propuestos por la metodología FAO:

Segmentación e interpretación de imágenes

Entre las nuevas geotecnologías disponibles, se encuentra la segmentación, que permite generar una capa vectorial de polígonos a partir de imágenes. La segmentación de imágenes se basa en la división de la misma en regiones u objetos contiguos y espectralmente homogéneos. El producto es una capa vectorial de objetos que representan regiones con píxeles de valores similares en determinados parámetros (Figura 8). Se tomó como base para la interpretación la segmentación realizada por FAO en el 2008 con el software eCognition. Se trata de una capa vectorial de polígonos en formato shapefile que cuenta con un total de 637.000 polígonos. La clasificación se realizó sobre la misma, pero interpretando las imágenes 2011.

La clasificación consistió en asignar la etiqueta de cobertura del suelo (a partir de la leyenda) a cada polígono, en base a la interpretación visual de la imagen satelital. Para corroborar la interpretación se recurrió a imágenes de alta resolución de Google Earth y a información complementaria aportada por varias instituciones del Estado, entre las que se destacan el MGAP, el MIEM y la IDEuy (Figura 9):

- MGAP
 - Dirección General Forestal, Cartografía Forestal 2012.
 - Recursos Naturales Renovables, cartografía de cultivos de secano para la región Centro-Este del país.
- MIEM
 - Dirección Nacional de Minería y Geología, cartografía de explotaciones mineras.
- IDEuy
 - La Infraestructura de Datos Espaciales de Uruguay; cartografía base para todo el territorio nacional (hidrografía, caminería, centros urbanos, etc.).

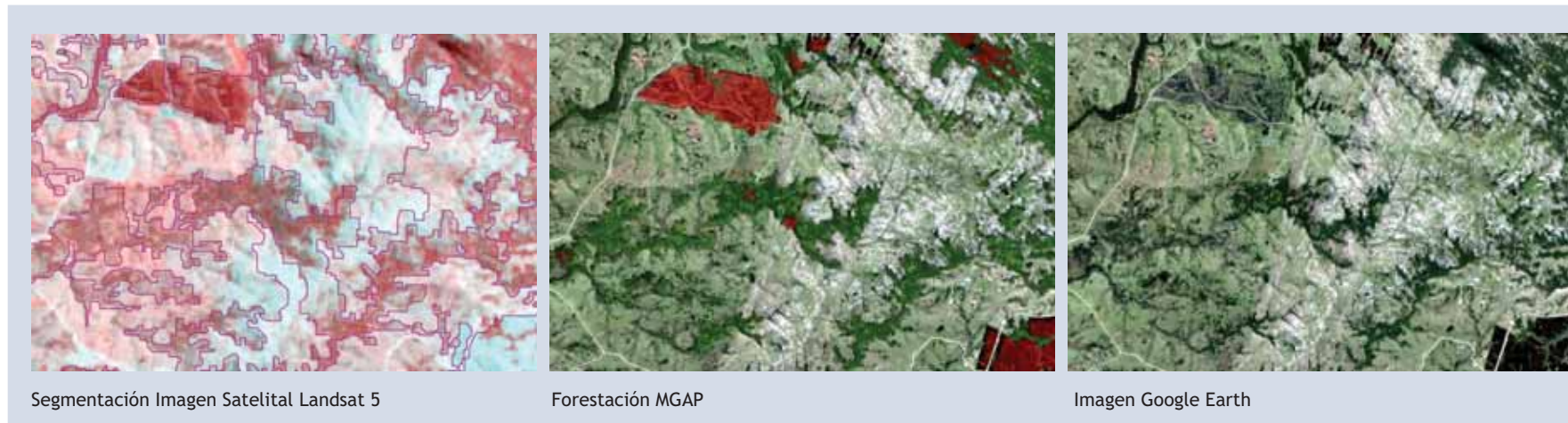


Fig. 9 - Información utilizada.

Verificación en campo

Con el fin de evaluar la clasificación obtenida, se realizó una salida de campo donde se colectaron puntos de GPS, identificando *in situ* los usos y coberturas del suelo cartografiados (Figura 11).

Durante el trabajo de campo llevado a cabo en todo el territorio nacional, se colectaron más de 2400 puntos de verificación con coordenadas, foto y descripción (Figura 10). La información relevada en campo fue asociada a la base de datos por intermedio de sus coordenadas geográficas.



Fig. 10 - Puntos de verificación.



Fig. 11 - Recorrido en campo.






Las observaciones realizadas permitieron conocer el acierto global de la clasificación midiendo la diferencia entre la clasificación realizada y la esperada simplemente por azar, es decir si la clasificación ha discriminado las categorías de interés con exactitud significativamente mayor a la que se hubiera obtenido con una asignación aleatoria (Congalton, 1991).

El resultado de la validación a partir de la matriz de contingencia mostró que el acierto global de la cartografía asciende al 85% para el año 2011 (Tabla 3).

Tabla 3 - Matriz de contingencia.

		VERDAD TERRESTRE																
		AA	Ad	AN	Ani	Ar	Ca	Cp	Crg	Csg	EqU	Fr	He	MI	Pa	PF	UD	Ur
CLASIFICACION	AA	89,2	0,0	0,0	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
	Ad	0,0	50,0	0,0	5,3	0,0	6,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	AN	0,0	0,0	93,8	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ani	0,0	0,0	0,0	52,6	2,2	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ar	0,0	0,0	0,0	5,3	56,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,7	2,6	0,0	0,3	0,0	0,0
	Ca	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	56,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7	0,0	0,4	0,0	8,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Crg	5,4	0,0	0,0	0,0	8,7	0,0	0,0	77,0	6,4	0,0	3,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Csg	2,7	25,0	0,0	0,0	13,9	6,3	13,3	12,2	83,1	5,3	4,8	4,6	0,6	4,2	1,0	0,0	0,0
	EqU	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	78,9	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Fr	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	55,4	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0
	He	2,7	0,0	0,0	10,5	17,4	25,0	10,0	6,8	9,2	5,3	14,5	92,1	3,8	29,2	3,0	14,3	0,0
	MI	0,0	0,0	6,3	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	2,4	0,1	91,0	4,2	3,0	0,0	0,0
	Pa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	58,3	0,0	0,0	0,0
	PF	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	9,6	0,3	0,6	4,2	91,8	0,0	0,0
	UD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	3,3	2,7	0,0	5,3	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	78,6	2,3
	Ur	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	7,1	97,7

Tabla 4 - Adecuación de la leyenda 2008 mostrando las clases eliminadas.

Pradera natural o mejorada y cultivo herbáceo de secano	Herbáceo Natural	
	Cultivo de Secano	
Rastrojo	Cultivo de Secano	
	Cultivo Irrigado	
	Forestación	

3-Adecuación LCCS 2008

Un subproducto adicional obtenido fue la adecuación de la capa 2008 a la nueva leyenda de 46 clases y a la simplificada de 17, de manera de poder contar con 3 fechas comparables en el tiempo: 2000 - 2008 - 2011.

La adecuación de la leyenda 2008 consistió en la eliminación dos clases no definidas claramente. Esto implicó la reclasificación en las bases de datos existentes (LCCS 2008) de las dos clases (Tabla 4) las cuales fueron reclasificadas y agregadas al resto de las 46 clases:

- Pradera natural o mejorada y cultivo herbáceo de secano - Se reclasificó separadamente lo que es pradera natural del cultivo de secano.
- Rastrojo - suelo desnudo asociado a agricultura o plantación forestal - Se reclasificó en las clases cultivos de secano o irrigado y forestación, según correspondiera.

4- Construcción de la capa LCCS 2000

Para el análisis de las dinámicas territoriales resulta imprescindible contar con datos lo suficientemente distantes en el tiempo como para que permitan apreciar las tendencias estructurales de los cambios. La generación de la capa del año 2000 se realizó con este fin, de manera de contar con datos para un período de 10 años. Este período tuvo la característica de que fue un período de alto dinamismo y grandes cambios, tanto a nivel económico como de concreción de políticas predefinidas vinculadas a lo productivo.

Segmentación e interpretación de imágenes

Para obtener los datos se utilizaron, imágenes Landsat TM correspondientes al año 2000 y una nueva segmentación generada por FAO en base al análisis simultáneo de imágenes de dos fechas, 2000 y 2011. Para complementar la interpretación se recurrió a imágenes de alta resolución de Google Earth, cuando hubiera para el año en estudio. Se utilizó como información de base la capa de cobertura 2011.

Para obtener la capa 2000 se trabajó en base al análisis del cambio ocurrido en 6 categorías de la capa LCCS 2011:

- Cultivos de Secano grande (CSg)
- Cultivos Regados grande (CRg)
- Plantación Forestal (PF)
- Agua Artificial (AA)
- Urbano consolidado (Ur)
- Urbano disperso (Ud)

Se asumieron 3 aspectos claves para la selección de las 6 clases a evaluar: 1- El herbáceo natural, clase más extendida, cede área en favor de las clases más dinámicas; 2- El monte nativo permanece estable en sentido amplio, tanto en superficie como en localización. 3- El porcentaje del área de las 10 clases restantes respecto al área total del territorio nacional resulta poco significativo por lo que su análisis no aporta significativamente al cambio total.

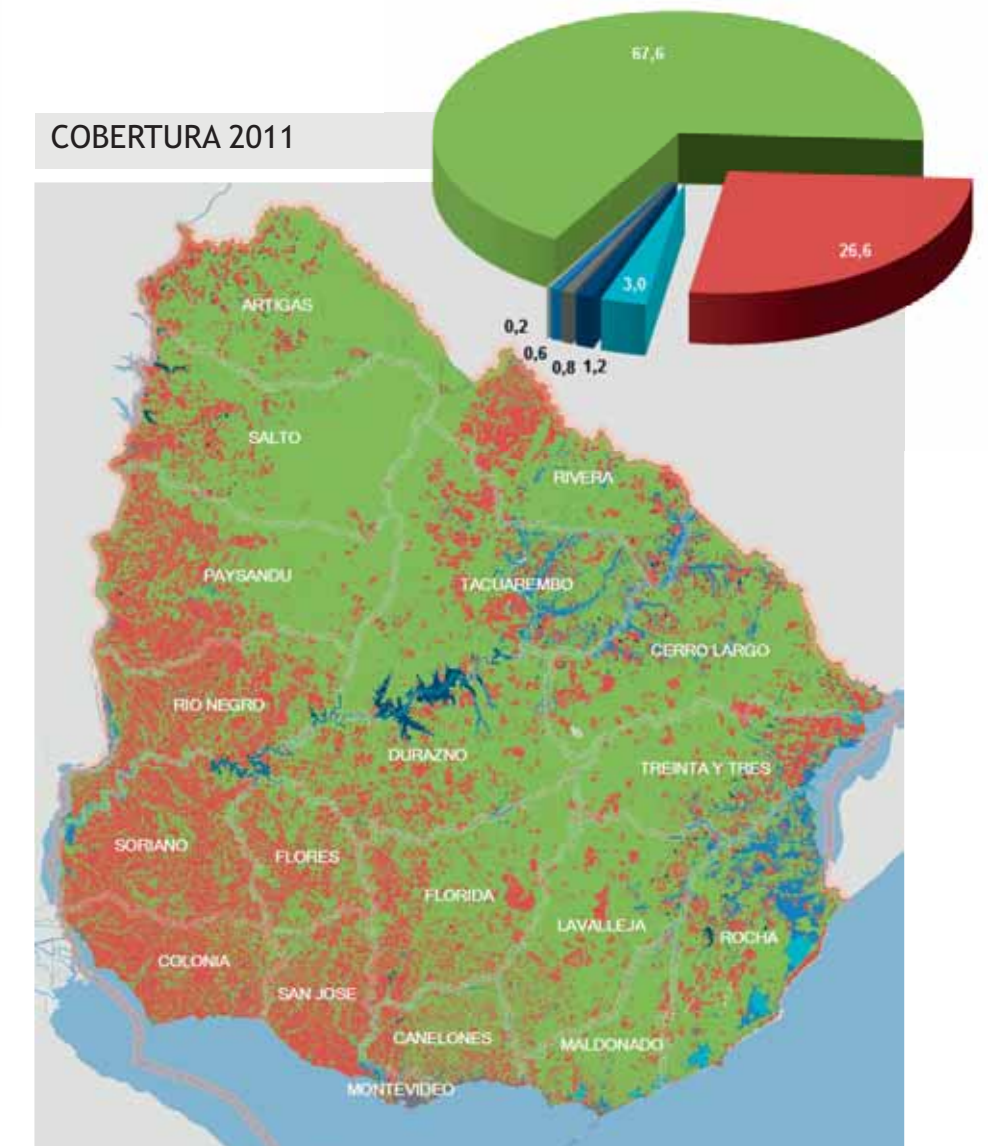
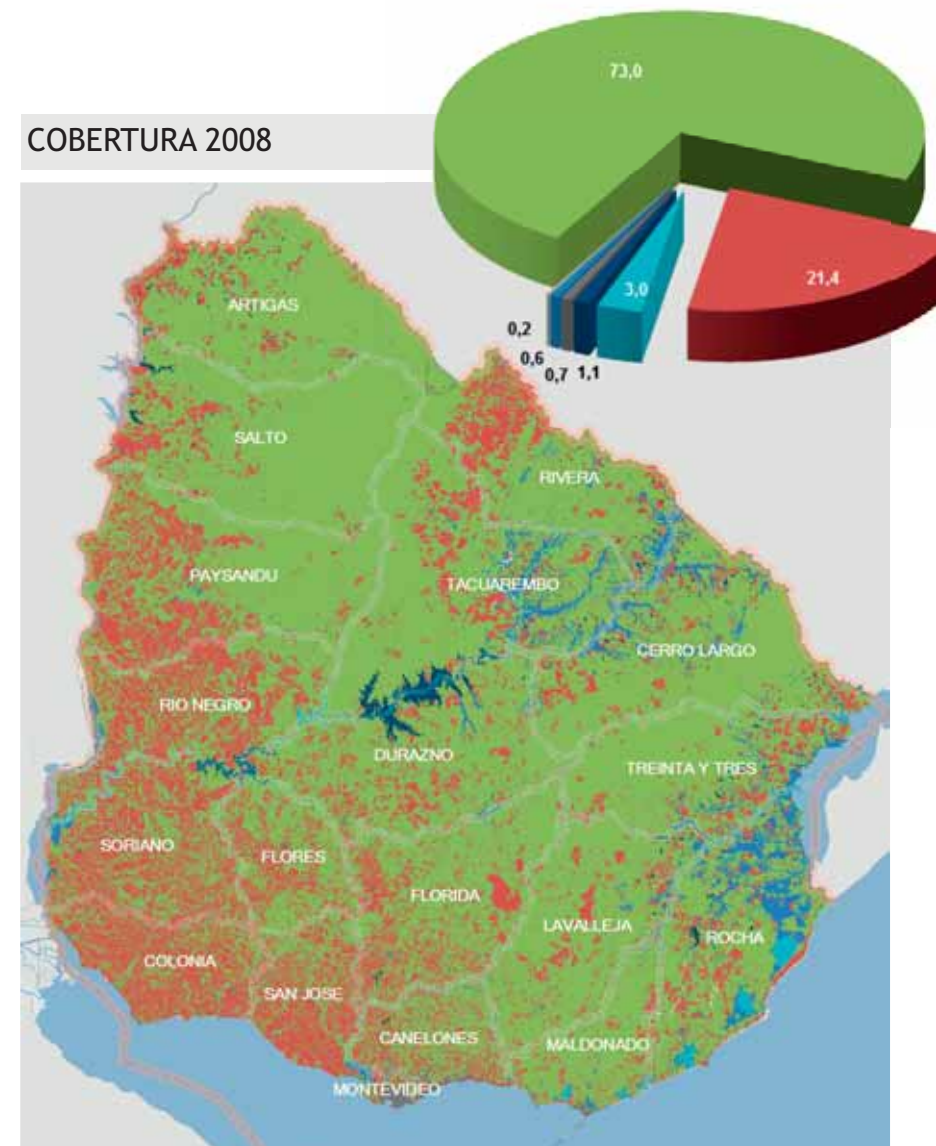
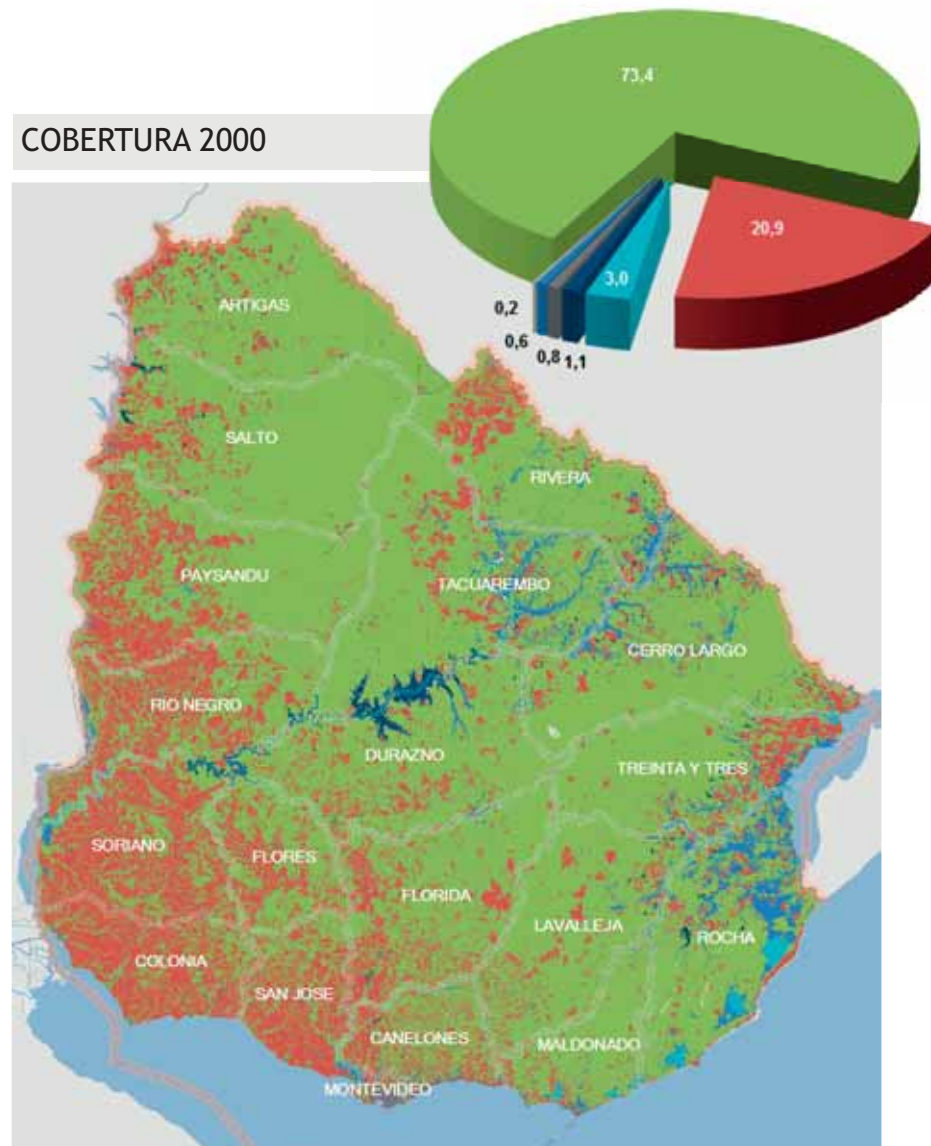
Se trabajó en cada una de las 6 clases por separado, enmascarando el resto del territorio, con el objetivo de detectar las áreas de cambio. El análisis de comparación fue realizado en MADCAT en múltiples ventanas (hasta 4) de manera de poder tener a la vista las distintas fechas y pudiendo modificar la combinación de bandas de cada una según las necesidades (Figura 12). El cambio se detectó en el área de cada una de las 6 clases del 2011, identificando su modificación respecto a la imagen del 2000 y reclasificando la segmentación para obtener el dato 2000. Se reetiquetaron únicamente las zonas de cambio.

La nueva capa LCCS 2000 integrada a la base de datos fue el resultado de la unión de los polígonos reclasificados de las zonas de cambio del 2000 con los polígonos correspondientes a las zonas sin cambio de la capa LCCS 2011.



Fig. 12 - Comparación en MADCAT en múltiples ventanas.

MAPA DE COBERTURA DEL SUELO SEGÚN 7 TIPOS PRINCIPALES



TIPOS	Áreas (ha)			% del área total		
	2000	2008	2011	2000	2008	2011
A11 Áreas Terrestres Cultivadas y Manejadas	3692975	3773129	4704535	20,9	21,4	26,7
A12 Vegetación natural y Semi-natural	12947017	12876840	11923708	73,4	73	67,7
A24 Vegetación natural y Semi-natural o Regularmente Inundada	526371	535664	523975	3	3	3
B15 Superficies Artificiales y Áreas Asociadas	139411	118894	141837	0,8	0,7	0,8
B16 Áreas Descubiertas o Desnudas	39371	30432	39119	0,2	0,2	0,2
B27 Cuerpos Artificiales de Agua, Nieve y Hielo	194313	195589	206284	1,1	1,1	1,2
B28 Cuerpos Naturales de Agua, Nieve y Hielo	99462	108373	99462	0,6	0,6	0,6
Total	17638921	17638921	17638921	100	100	100

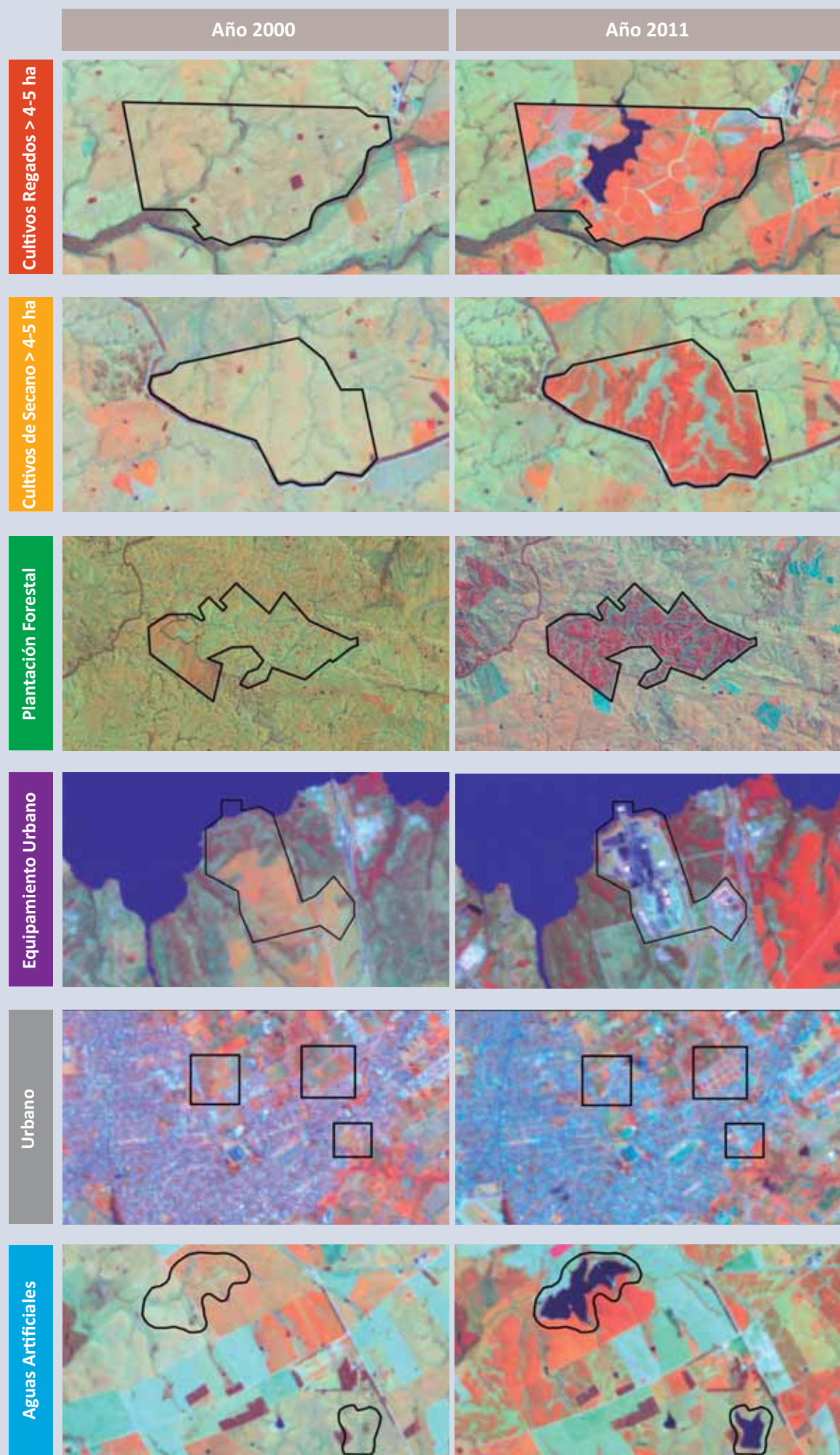


Fig. 13 - Imágenes de cambio. A la izquierda las coberturas en el año 2000 y a la derecha en el año 2011.

DETECCIÓN DE CAMBIOS 2000 - 2011

El Sistema de Clasificación LCCS es paramétrico y comprensible, y se basa en descripciones sistemáticas y cuantificables de las clases. Es por ello que permite la detección de cambios de manera simple y eficiente. Los cambios se detectan comparando los clasificadores en las distintas fechas (Figura 13). La detección de los cambios de la cobertura del suelo del Uruguay implicó realizar un análisis multitemporal en base a la información generada para los años 2000 y 2011. Fue realizado a partir del uso de las herramientas de detección de cambios que contiene el software MADCAT y de geoprocursos SIG.

El cambio total en la cobertura del suelo para el período 2000-2011 fue de 6,1%. Los resultados obtenidos muestran un alto dinamismo en tres de las clases analizadas, un fuerte crecimiento de las áreas forestadas y con cultivos de secano, en desmedro del herbáceo natural que fue la categoría que mayor cambio mostró, decreciendo significativamente su superficie para el período de análisis (5.6%) (Figura 14 y 15).

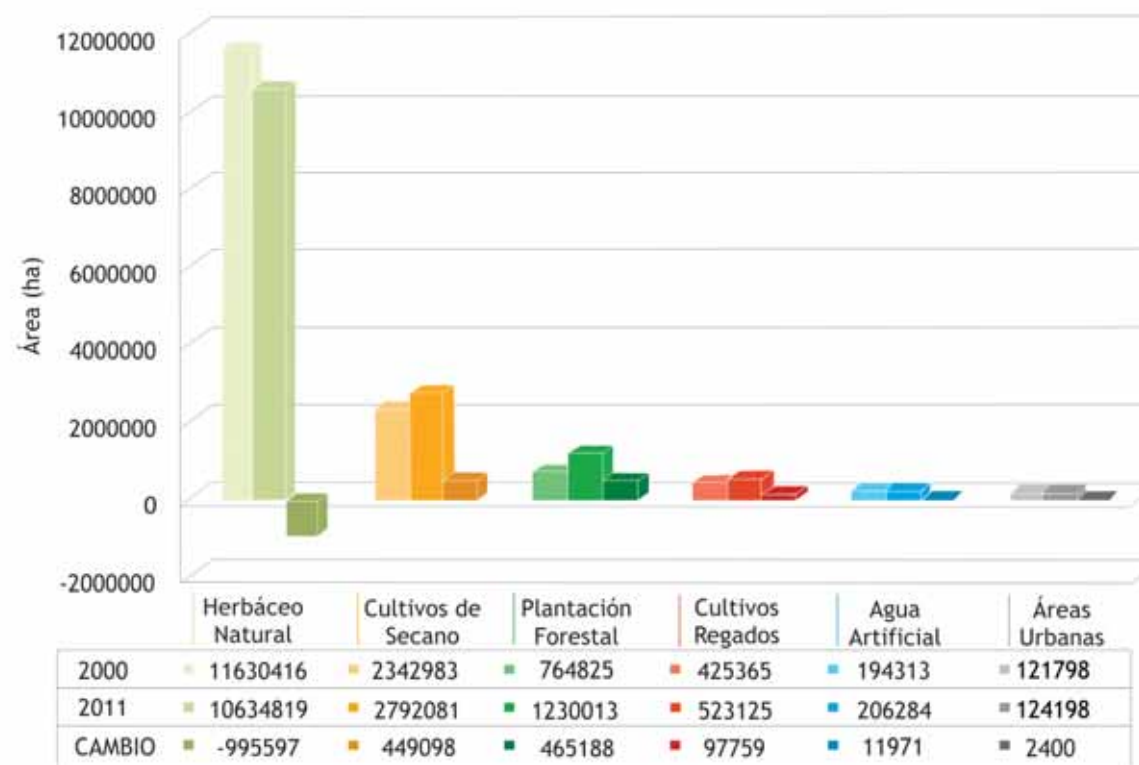


Fig. 14- Cambios en las clases más dinámicas 2000-2011.

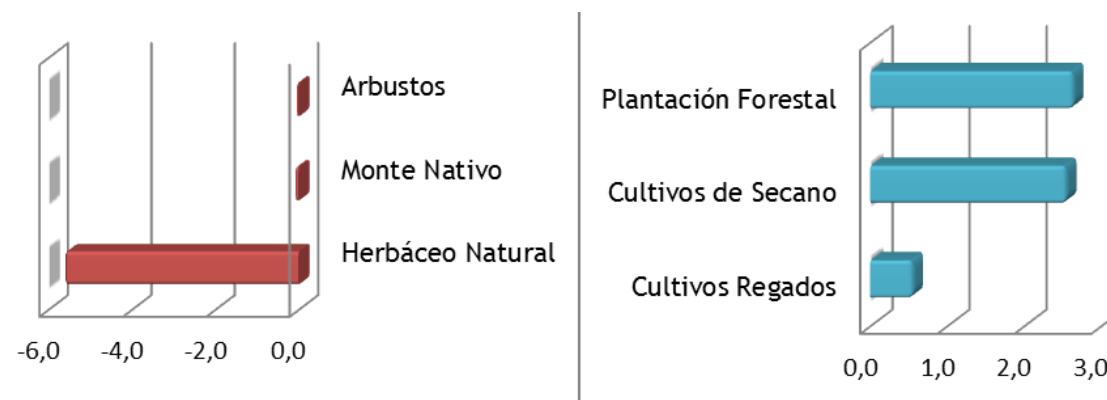


Fig. 15- Cambios positivos (derecha) y negativos (izquierda) para el período 2000-2011 en las coberturas del suelo que mayor cambio presentaron.

Cambios por Departamento

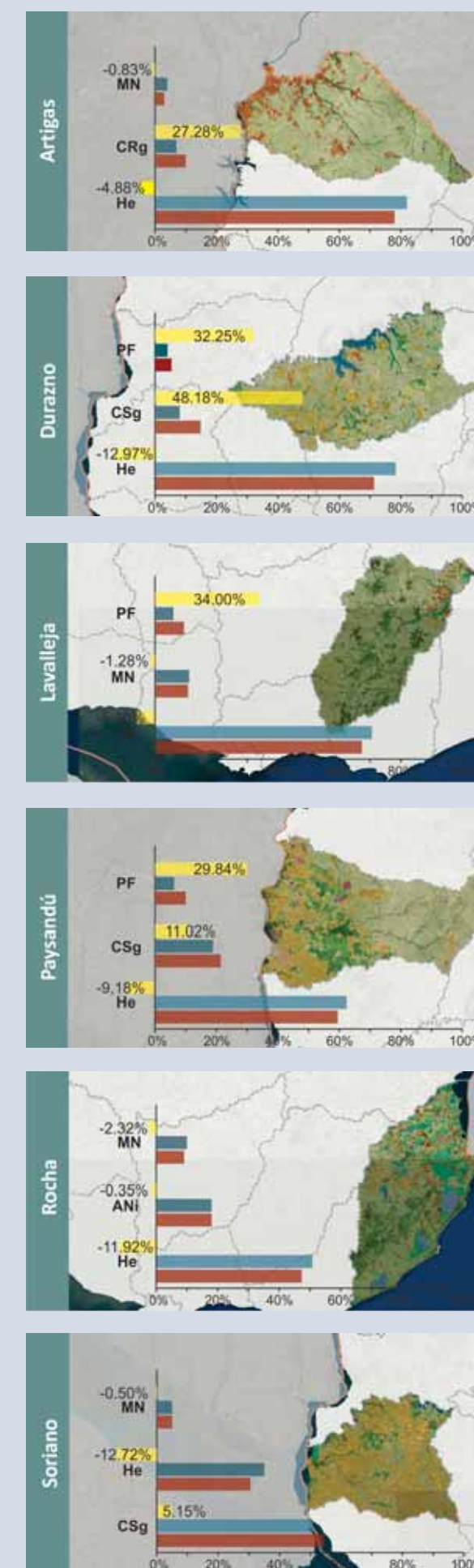


Fig. 16 - Porcentaje del cambio en las 3 clases más dinámicas de cada departamento.

Los cambios se observan principalmente en el centro-oeste, noreste y sureste del territorio nacional. Particularmente los cultivos de secano mostraron un desplazamiento desde el oeste hacia el este del territorio nacional. Los departamentos de Durazno, Florida y Flores concentraron la mayor proporción de cambio. Por su parte las plantaciones forestales mostraron un crecimiento en tres grandes zonas del país: este, noroeste y centro-oeste. Particularmente los departamentos de Rivera, Tacuarembó, Cerro Largo, Treinta y Tres, Lavalleja y Rocha concentraron la mayor proporción del cambio (Figura 16, 17 y Tabla 5).

Tabla 5: Proporción de la superficie departamental con cambio en la cobertura del suelo.

Departamento	Superficie Depto. (ha)	Superficie Cambio (ha)	Relación al cambio total
Artigas	1239726	48544	4,48
Canelones	452813	5356	0,50
Cerro Largo	1366416	106673	9,87
Colonia	611018	16074	1,49
Durazno	1220118	111892	10,35
Flores	514142	55093	5,10
Florida	1040701	61575	5,70
Lavalleja	1003178	44870	4,15
Maldonado	480364	24313	2,25
Montevideo	52801	786	0,07
Paysandú	1396698	81681	7,56
Río Negro	952631	90861	8,41
Rivera	932724	95732	8,86
Rocha	1054404	64586	5,97
Salto	1396548	37674	3,49
San José	501113	31011	2,87
Soriano	899244	37977	3,51
Tacuarembó	1598633	109962	10,17
Treinta y Tres	930817	56413	5,22
Total	17619293	1081011	

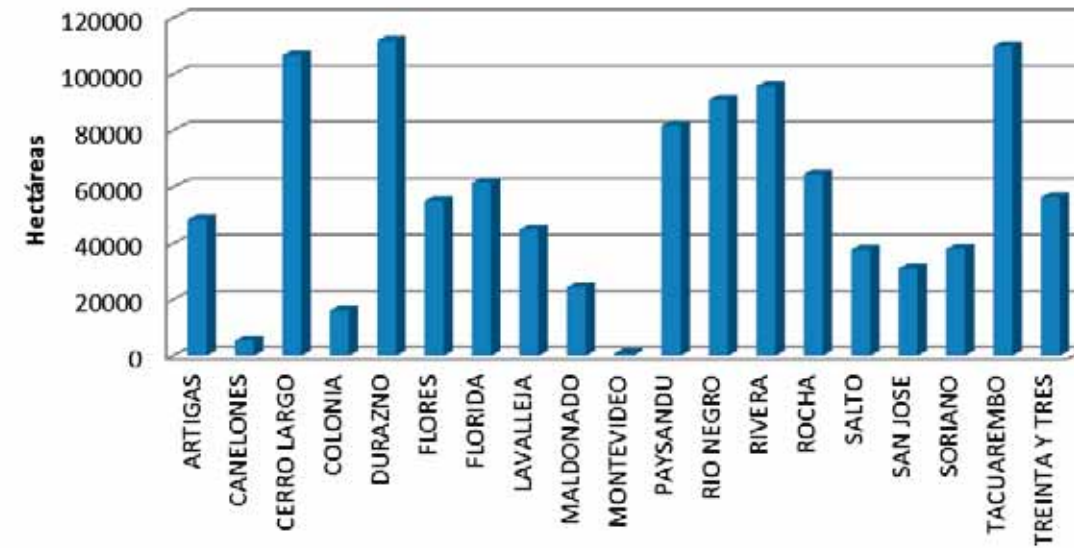


Fig. 17- Cambio neto expresado en hectáreas para cada departamento.

CONCLUSIONES

La realización de descripciones sistemáticas de la cobertura del suelo y de sus usos es esencial para detectar los cambios y sus efectos en el territorio. El uso combinado de estos datos permite detectar donde ocurrieron los cambios, que tipo de cambios son y las dinámicas del mismo. La metodología LCCS de FAO resultó ser práctica y eficiente para abordar el conocimiento y análisis de la cobertura del suelo y su evolución.

En base al LCCS se generó una nueva base de datos de cobertura del suelo del Uruguay, georeferenciada, vectorial, multitemporal, a escala 1:100.000, actualizada al 2011 y con un nivel de desagregación muy interesante para distintos tipos de análisis vinculados al ordenamiento territorial. Este conjunto de datos permitió la generación del Atlas de Cobertura del Suelo con los mapas para los años 2000, 2008 y 2011, y la identificación de los principales cambios ocurridos a partir del 2000 en el territorio nacional.

En el Uruguay, la clase dominante es el herbáceo natural seguido de cultivos y plantaciones forestales. Los resultados obtenidos permitieron evaluar los cambios ocurridos durante el período 2000-2011 y dimensionar la disminución del herbáceo natural frente al crecimiento de las áreas de cultivos y plantaciones forestales. Estos resultados son consistentes con los datos de los censos agropecuarios del 2000 y 2011 - DIEA, MGAP (Tabla 6).

Conocer la cobertura del suelo actual, así como realizar de forma sostenida un análisis multitemporal de la misma permite determinar las dinámicas del territorio así como plantear distintos escenarios a diferentes escalas (nacional, departamental, local). La información generada junto con otra información existente como tipo de usos, clases y aptitudes de suelo, entre otros, resultan de gran utilidad para optimizar instrumentos técnicos que apoyan a los niveles gubernamentales de decisión y contribuyen con información confiable a la determinación de las políticas públicas.

Tabla 6: Comparación de los datos LCCS para 2000 y 2011 con los datos obtenidos en los CGA 2000 y 2011.

Descripción	LCCS 2011		Censo Agrop. 2011	
	Área (has)	Área (%)	Área (has)	Área (%)
Cultivos Regados	3315206	18,8	3268335	20
Cultivos de Secano				
Herbáceo Natural				
Arbustos	11391547	64,6	11201212	68,5
Á. Nat. Inundable				
Plantación Forestal	1230013	7	1071375	6,5

Descripción	LCCS 2000		Censo Agrop. 2000	
	Área (has)	Área (%)	Área (has)	Área (%)
Cultivos Regados	2768348	15,7	2534482	15,4
Cultivos de Secano				
Herbáceo Natural				
Arbustos	12399363	70,3	12346181	75,2
Á. Nat. Inundable				
Plantación Forestal	764825	4,3	660869	4

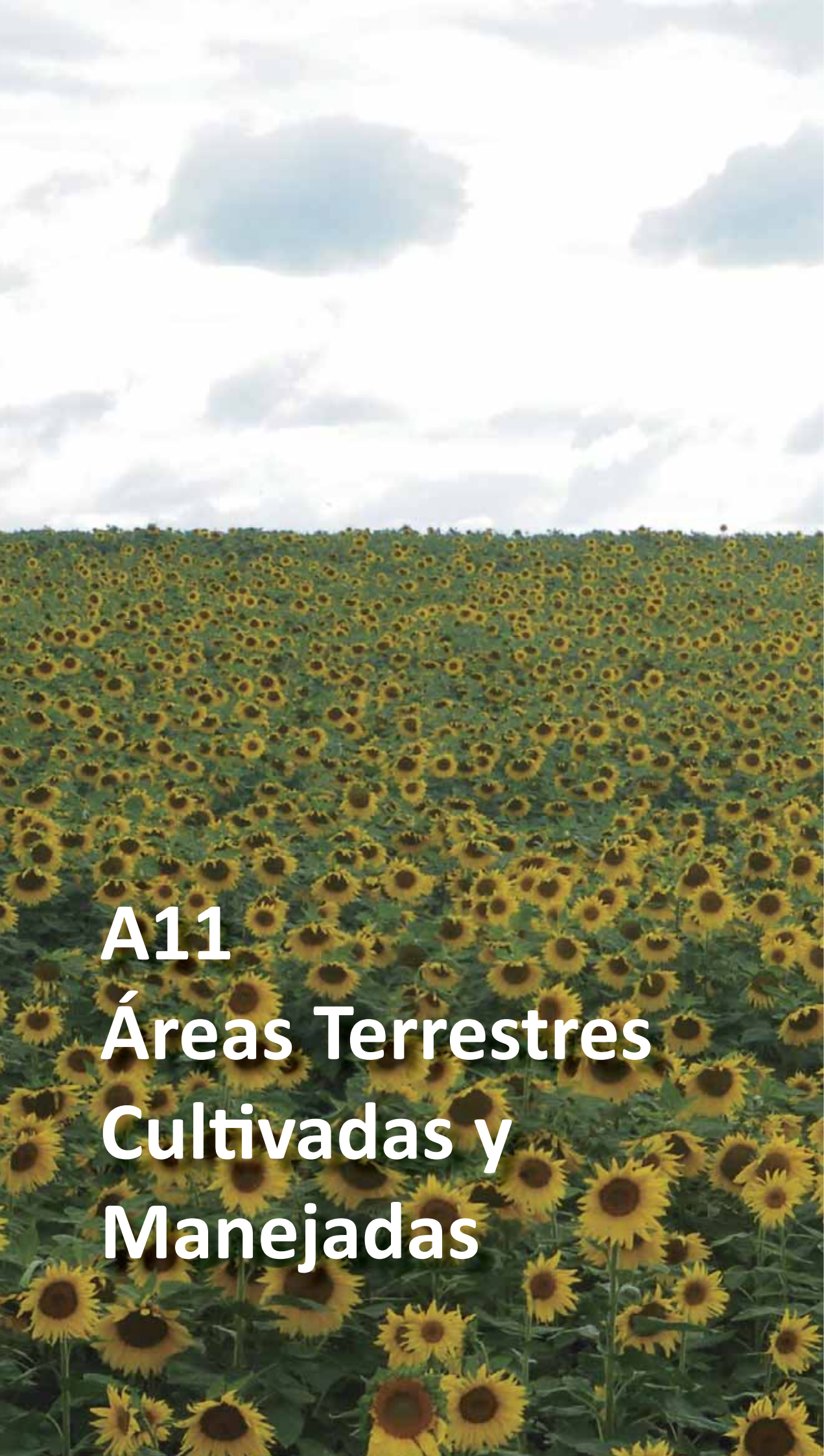


Leyenda



Grandes extensiones de praderas naturales, diversos tipos de bosques, extensos bañados, áreas cultivadas en expansión y lo urbano, constituyen las distintas coberturas del Uruguay.

El sistema de clasificación LCCS permite construir una leyenda adaptada a la realidad nacional, precisa y estandarizada.



Esta clase se refiere a áreas donde la vegetación natural ha sido transformada y reemplazada por otros tipos de cobertura vegetal de origen antrópico. Es un tipo de vegetación artificial que requiere de actividades humanas para mantenerla en el tiempo. Entre una actividad y otra, o antes de empezar el establecimiento de los cultivos, la superficie puede estar temporalmente sin cobertura vegetal. Su apariencia fenológica estacional puede ser modificada regularmente por el hombre (siembra, cosecha y riego). Toda la vegetación que es plantada o cultivada con propósitos de cosecha, se incluye en esta clase (p. ej. campos de trigo y soja, huertos frutales, etc.) (Di Gregorio y Jansen, 2005).

A11

Áreas Terrestres Cultivadas y Manejadas



Vista en terreno

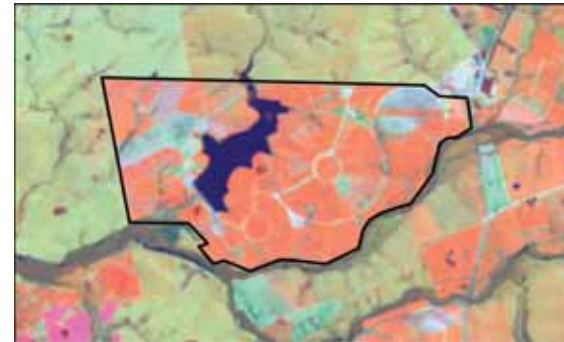


Imagen Landsat

1. Cultivos Regados > 4-5 ha

Códigos LCCS

User label: CRg

Code: 11438

Classifiers: A3B1XXXXD3

User name: Irrigated Herbaceous Crop(s)

Descripción

Cultivo herbáceo extensivo en parcelas grandes, de tamaño mayor a 4-5 ha, con riego. Pueden ser cultivos de verano como: maíz, soja, girasol, sorgo, pasturas sembradas plurianuales de gramíneas y leguminosas, cultivos forrajeros anuales o papa. Asimismo dentro de esta categoría se encuentran los típicos cultivos regados de Uruguay, como son la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y el arroz. Es una clase poco frecuente en Uruguay pues en general los cultivos extensivos y las pasturas sembradas se realizan en secano. No se incluye en esta categoría: frutales o cultivos hortícolas, que se describen en otras clases.

CRg	Cultivos Regados > 4-5 ha	1Hlg	Cultivos Regados > 4-5 ha
		1Hlg-a	Caña Azúcar
		3Hg-r	Plant. de Arroz > 4-5 ha
		1Hlg-a//3Hg-r	Caña Azúcar o Arroz > 4-5 ha



Vista en terreno



Imagen Landsat

2. Cultivos de Secano > 4-5 ha

Códigos LCCS

User label: CSg

Code: 11436

Classifiers: A3B1XXXXD1

User name: Rainfed Herbaceous Crop(s)

Descripción

Cultivo herbáceo de gramíneas o leguminosas en parcelas grandes de tamaño mayor a 4-5 ha, en secano. Consisten principalmente de cultivos cerealeros u oleaginosos anuales de invierno: trigo, cebada y avena; o de verano: soja, maíz, girasol o sorgo (DIEA, 2010). También puede encontrarse en esta clase pasturas sembradas plurianuales de gramíneas y leguminosas en su primer o segundo año así como cultivos forrajeros anuales (avena, raigrás, etc.) para alimentación del ganado.

CSg	Cultivos de Secano > 4-5 ha	1HSg	Cultivos de Secano > 4-5 ha
-----	-----------------------------	------	-----------------------------



Vista en terreno

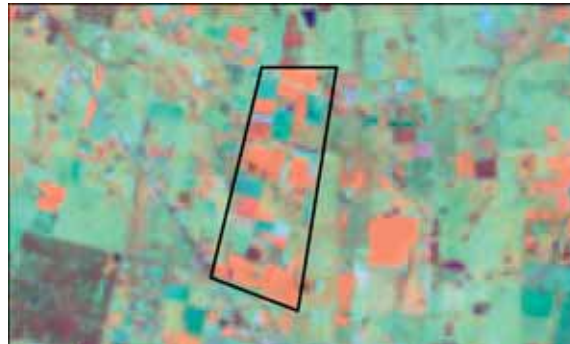


Imagen Landsat



Vista en terreno

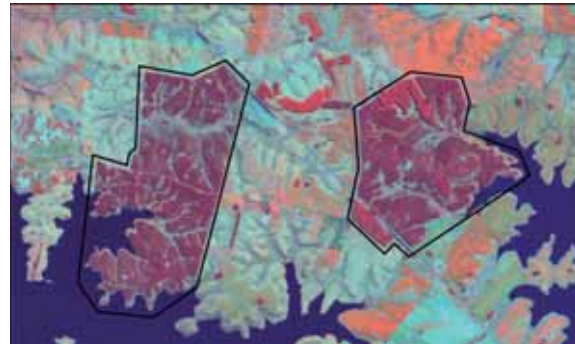


Imagen Landsat



Vista en terreno

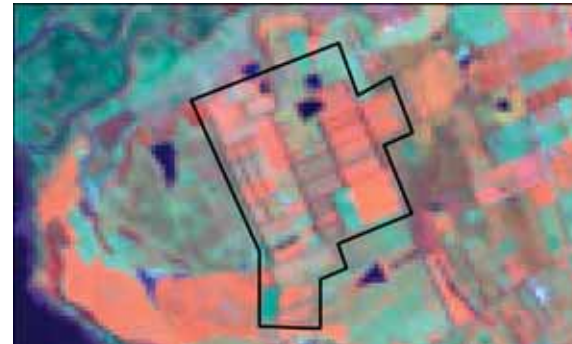


Imagen Landsat



3. Cultivos Pequeños < 4-5 ha

Códigos LCCS

User label: Cp
 Code: 10033
 Classifiers: A3B2
 User name: Small Sized Field(s) Of Rainfed and Irrigated Herbaceous Crop(s) Crop Type: Food Crops

Descripción

Cultivo herbáceo en parcelas pequeñas, menores a 4-5 ha, con riego o secano. Se refiere principalmente a cultivos hortícolas: papa, tomate, morrón, frutilla, berenjena, melón, pepino, lechuga y otros. Se concentra fundamentalmente en la zona Litoral Norte (Artigas y Salto) y en la zona Sur (Canelones, Montevideo y San José).

4. Plantación Forestal

Códigos LCCS

User label: PF
 Code: 10001-W7
 Classifiers: A1-W7
 User name: Permanently Cropped Area With Rainfed Tree Crop(s) Crop Cover: Plantation(s)

Descripción

Plantación de árboles, con cobertura de copa mayor a 30%, altura mínima de los árboles al momento de su madurez de al menos 3 m, que abarcan superficies continuas mayores a 5 ha. Incluye generalmente especies arbóreas como Eucaliptos (Eucalyptus grandis, Eucalyptus saligna, Eucalyptus dunnii, Eucalyptus globulus), Pinos (Pinus elliottii, Pinus taeda, Pinus pinaster, Pinus radiata, Pinus roxburghii y Pinus patula) o Salicáceas. En general son bosques de rendimiento que tienen como fin la explotación de madera u otros productos forestales. También brindan abrigo y sombra al ganado. No solo representa la superficie ocupada por los árboles sino que también otras áreas destinadas a cortafuegos, caminos de saca, zonas sensibles, entre otras.

PF	Plantación Forestal	1TPL	Plantación Forestal > 5 ha
		1TPL-bc	Bosque Costero Plantado
		1TPLg-e	Plant. de Eucaliptos > 5 ha
		1TPLg-p	Plant. Forestal Pino > 5 ha
		1TPLma	Monte de Abrigo y Sombra < 5 ha
		5UBv	Parque Urbano

Cp	Cultivos pequeños	1HSp	Cultivos de Secano < 4-5 ha Cultivos de Regado < 4-5 ha
----	-------------------	------	--

5. Frutales

Códigos LCCS

User label: Fr
 Code: 10001-W8
 Classifiers: A1-W8
 User name: Monoculture Of Tree Crop(s). Crop Type: Fruits, Nuts and Citrus

Descripción

Plantación de árboles o arbustos perennes: citrus, frutales de pepita y carozo, vid y olivos.

Fr	Frutales	1T	Plantación de Frutales
		1T-c	Plantación de Citrus

A12 Vegetación Natural y Semi-natural

Esta clase refiere a áreas donde la cobertura vegetal está en balance con las fuerzas abióticas y bióticas de su biotopo. La vegetación semi-natural está definida como vegetación no plantada por el hombre pero si influenciada por sus acciones. Esto puede resultar del pastoreo de la vegetación natural, o de prácticas como la tala selectiva en un bosque natural donde la composición florística ha sido cambiada. También se incluyen áreas previamente cultivadas y que han sido abandonadas, y donde la vegetación se está regenerando. La alteración humana puede ser deliberada o inadvertida. De ahí que la vegetación natural incluye vegetación debida a la influencia humana pero que ha sido recompuesta al punto tal que la composición de especies y los procesos medio-ambientales y ecológicos son no-distinguibles de su estado natural, o se hallan en proceso de conseguirlo. La cobertura vegetal no es artificial y no requiere acción humana para ser mantenida a largo plazo. (Di Gregorio y Jansen, 2005).



Vista en terreno

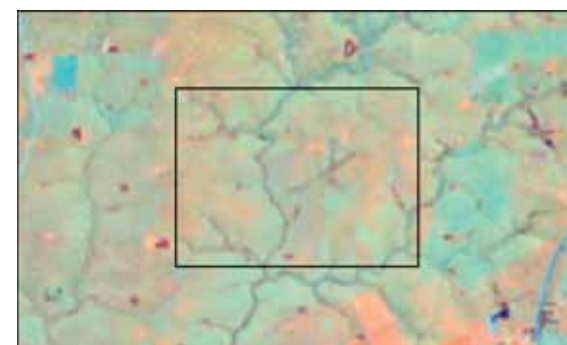


Imagen Landsat

6. Herbáceo Natural

Códigos LCCS

User label: He

Code: 21453

Classifiers: A2A20

User name: Herbaceous Closed to Open Vegetation

Descripción

Vegetación herbácea natural compuesta principalmente por gramíneas de ciclo estival, con presencia de plantas leñosas (menor al 15 %). Es la vegetación natural predominante del país. La cobertura del suelo puede ir desde el 20 a 100%. La composición botánica, productividad y estacionalidad de los pastizales es variable de acuerdo con el tipo de suelo.

He	Herbáceo Natural	2HCO	Pr. Natural
		2HCO-ps	Herbáceo Psamófilo
		2HCOA-pl	Pr. Natural con Palmares Dispersos (1-15 %)
		2HCO/6R	Pr. Natural con Afloramiento Rocoso



Vista en terreno

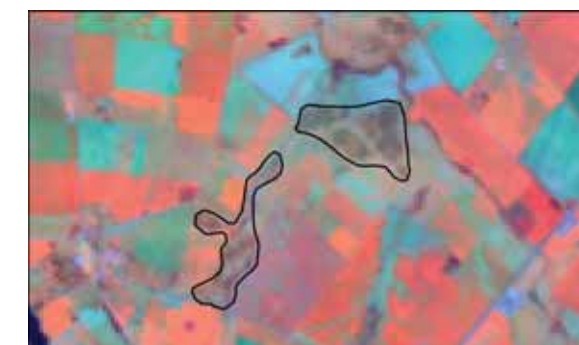


Imagen Landsat

7. Arbustos

Códigos LCCS

User label: Ar

Code: 21601

Classifiers: A4A20B3XXXXXXF2F4F7G4

User name: Closed to Open Thicket and shrubland

Descripción

Vegetación natural que cubre desde el 15-100% del suelo. Posee un estrato de menor altura dominado por vegetación herbácea natural. Puede corresponder a lo que en Uruguay se denomina "chircal".

Ar	Arbustos	2arCO	Arbustos y Pr. Natural
----	----------	-------	------------------------



Vista en terreno

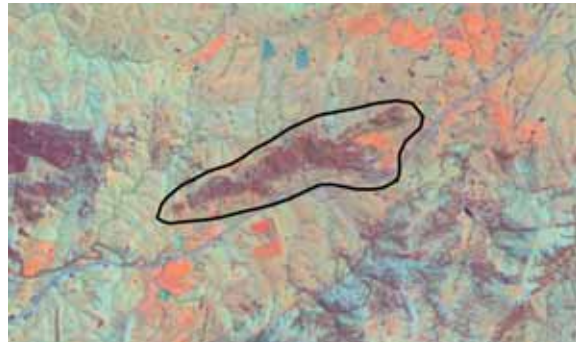
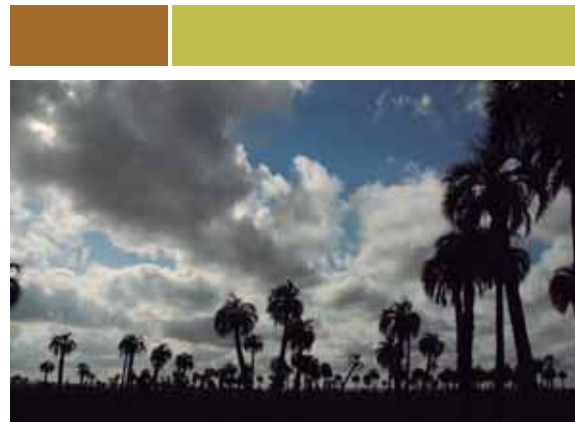


Imagen Landsat



Vista en terreno



Imagen Landsat

8. Monte Nativo

Códigos LCCS

User label: MN

Code: 21445

Classifiers: A3A20

User name: Semi-Evergreen Closed to Open (40-100%) Trees, with Shrubs

Descripción

Vegetación dominada por árboles y otras formas vegetales nativas. Incluye el monte de galería, parque, serrano y de quebrada. Los árboles pueden alcanzar alturas de 3 a 8 metros y la cobertura del suelo de 65 a 100%. La composición florística de este ecosistema varía según el tipo de monte y de las condiciones ambientales.

9. Palmares

Códigos LCCS

User label: Pa

Code: 21446-Zt1

Classifiers: A3A20B2-Zt1

User name: Broadleaved Evergreen Closed to Open Trees, With Herbaceous Layer Floristic Aspect: Palmares

Descripción

Ecosistemas vegetales constituidos por un estrato arbóreo (palmeras) y un estrato herbáceo. En dichos ecosistemas, la densidad se encuentra entre 50 y 500 individuos por hectárea. Existen en el país dos grandes zonas donde se concentran. Los palmares de “Palma Butiá” (*Butiá capitata*) ubicados en la zona Este (Cerro Largo, Treinta y Tres, Maldonado y Rocha) y los palmares de “Palma Yatay” (*Butiá yatay*) localizados al Noreste del país.

MN	Monte Nativo	2AC	Monte Nativo Serrano y de Quebrada
		2ACga	Monte Nativo de Galería
		2ACO	Monte Nativo
		2AO	Monte Natural de Parque

Pa	Palmares	2ACO-pl	Palmares
----	----------	---------	----------



A24 Vegetación Natural y Semi-natural Acuática o Regularmente Inundada

Esta clase describe áreas que son de transición entre sistemas terrestres puros y acuáticos, y donde la napa freática se encuentra usualmente cerca de la superficie o esta se encuentra cubierta por agua superficial.

La vegetación predominante, al menos periódicamente comprende plantas hidrófilas. También son parte de esta clase las ciénagas, pantanos o planicies donde se dan fluctuaciones drásticas de la napa freática o donde hay una alta concentración de sales, que pueden prevenir el crecimiento de hidrófilas. La cobertura vegetal está significativamente influenciada por el agua y dependiente de la inundación (p. ej. pantanos, ciénagas y planicies acuáticas). Una distinción entre la Vegetación Natural y Semi-Natural Acuática no es siempre posible debido a que las actividades humanas distantes al hábitat pueden crear reacciones en cadena que finalmente alteran la cobertura vegetativa acuática. Las actividades humanas también pueden darse deliberadamente para compensar efectos negativos con el propósito de mantener un estado “natural”. (Di Gregorio y Jansen, 2005).



Vista en terreno

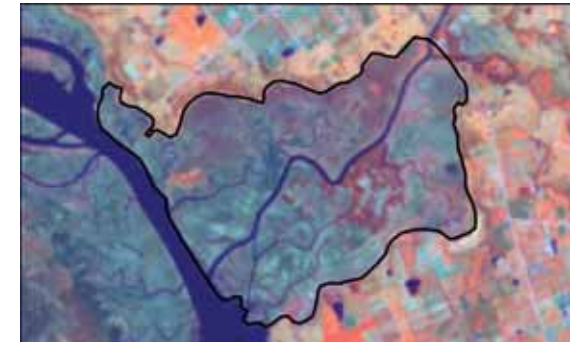


Imagen Landsat

10. Área Natural Inundada

Códigos LCCS

User label: ANi

Code: 42156 // 8003-5

Classifiers: A2A20B4 // A1B2-A5

User name: Closed to Open Herbaceous Vegetation on Permanently or Temporarily Flooded Land

Descripción

Áreas inundables temporales o permanentes ubicadas en zonas de muy escasa o nula pendiente. Se distingue un gradiente de humedad creciente desde la tierra hasta el agua libre, determinando una secuencia de vegetación. Cuando la inundación es temporaria hay un pasaje paulatino a la pradera o pajonal, con inundación permanente se desarrollan pajonales o totorales. Cuando la profundidad y la luz lo permiten se instalan plantas acuáticas sumergidas o flotantes.

Ani	Áreas Naturales Inundadas	4HCOW	Herbáceo Perm. Inundado (Pajonal)
		4HCOWt	Herbáceo Est. Inundado



Vista en terreno



Imagen Landsat

Esta clase describe áreas desnudas que no cuentan con una cobertura artificial como resultado de las actividades humanas. Estas áreas incluyen aquellas con menos de 4% de cobertura vegetal. Se incluyen áreas desnudas, afloramientos rocosos, dunas y desiertos. (Di Gregorio y Jansen, 2005).

15. Áreas Desnudas

Códigos LCCS

User label: Ad

Code: 6001 // 6004

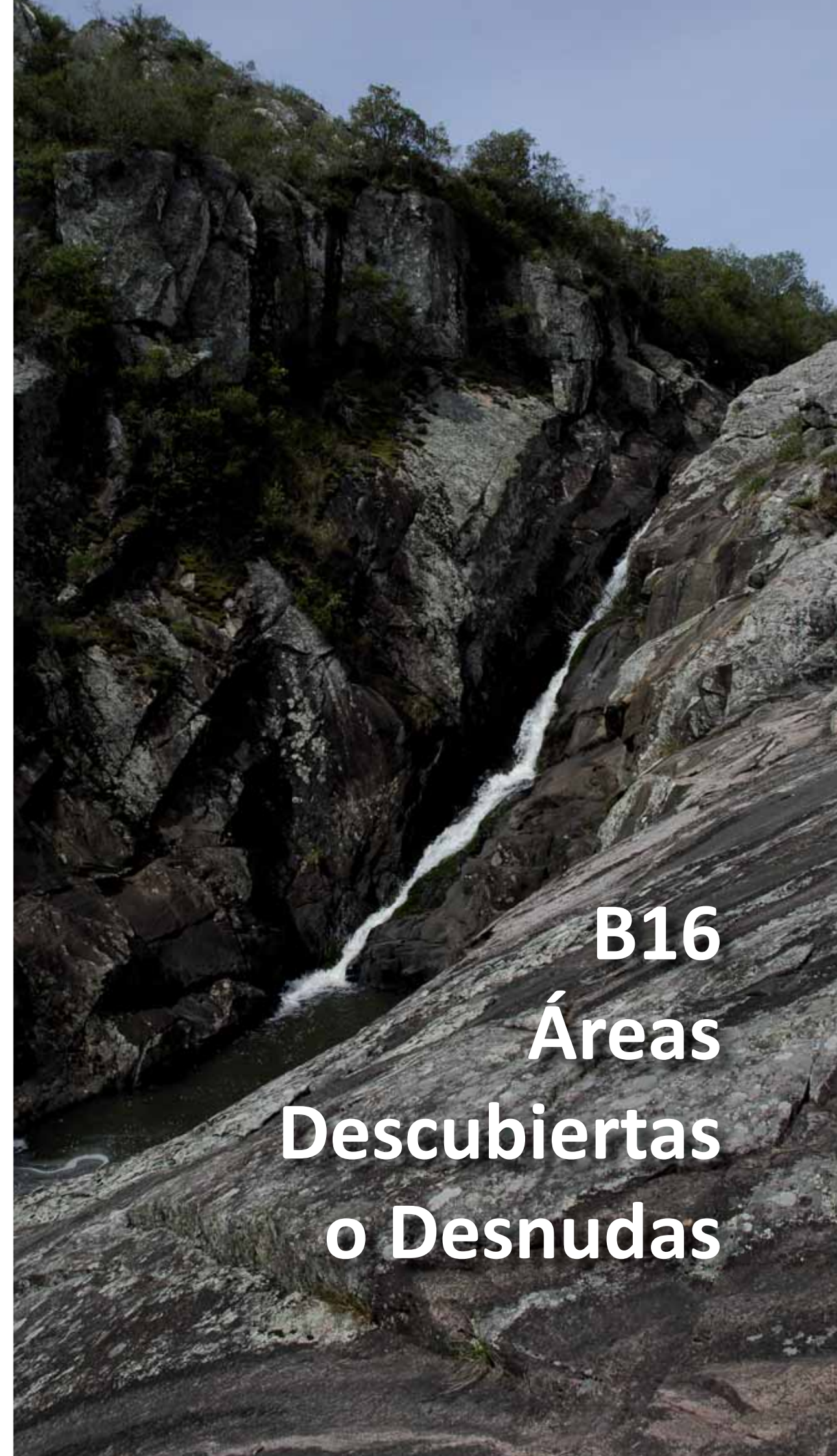
Classifiers: A1 // A2

User name: Loose And Shifting Sands and Dune(s) and Bare Rock(s) and Bare Soil and/Or Other Unconsolidated Material(s)

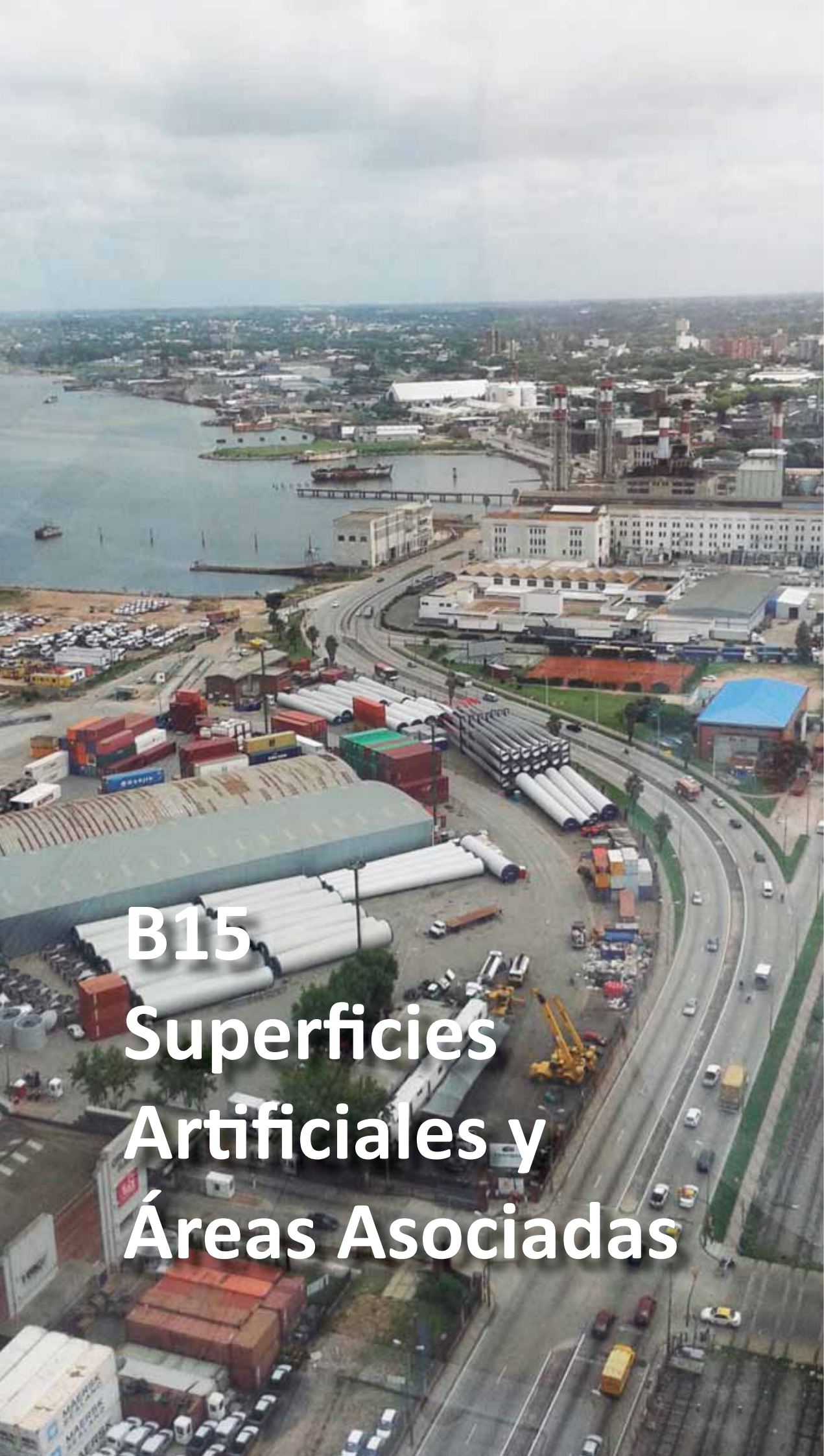
Descripción

Áreas constituidas por arenas finas a gruesas, dunas de origen eólico, afloramientos rocosos de las diferentes formaciones geológicas y superficies expuestas generalmente asociado a algún proceso natural o antrópico vinculado a prácticas inadecuadas, por ejemplo zanjas o cárcavas producidas por la erosión.

Ad	Áreas Desnudas	6A	Arena de Playa
		6D	Dunas
		6R	Roca Consolidada
		6S	Suelo Desnudo



B16
Áreas
Descubiertas
o Desnudas



B15 Superficies Artificiales y Áreas Asociadas

Esta clase describe áreas que tienen una cobertura artificial como resultado de las actividades humanas como la construcción (ciudades, pueblos, caminos), extracción (apertura de minas y canteras) o vertederos de residuos. (Di Gregorio y Jansen, 2005)

Las áreas con cobertura artificial producto de las actividades humanas son descritas en la mayoría de sistemas de clasificación en términos de uso, mientras que la descripción de la cobertura es igualmente importante.



Vista en terreno



Imagen Landsat

11. Equipamiento Urbano

Códigos LCCS

User label: EqU
Code: 5003-8
Classifiers: A4-A12
User name: Urban Area(s) Built-Up Object: Airport/Aerodrome/Sports and Leisure Facilities/Industrial/Port Area.

Descripción

Esta categoría describe áreas construidas donde la superficie terrestre está cubierta por construcciones artificiales no lineales de superficie impermeable, donde se incluyen objetos como los 1) Aeropuertos; 2) Aeródromos; 3) Instalaciones deportivas; 4) Áreas industriales y 5) Áreas portuarias.

EqU	Equipamiento urbano	5A	Aeropuerto
		5Aer	Aeródromo
		5DE	Instalaciones Deportivas
		5I	Áreas Industriales
		5P	Áreas Portuarias



Vista en terreno

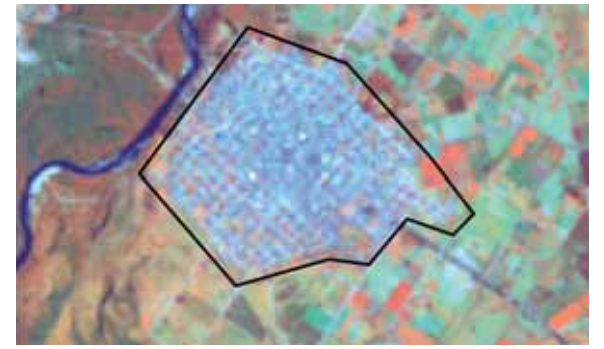


Imagen Landsat

12. Área Urbana

Códigos LCCS

User label: Ur
Code: 5003-9
Classifiers: A4-A13
User name: Urban Area(s)

Descripción

Áreas determinadas por la sustitución de la cobertura original semi-natural o superficie acuática, por una cobertura artificial de materiales impermeables, caracterizada por un largo período de duración. Son áreas construidas conformadas por estructuras impermeables adyacentes o conectadas por calles.

Ur	Área Urbana	5UR	Área Urbana
----	-------------	-----	-------------



Vista en terreno



Vista en terreno



Imagen Landsat

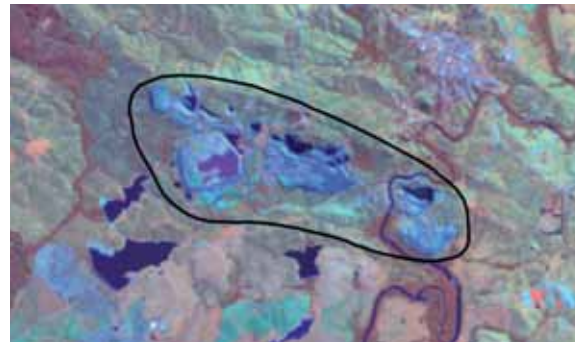


Imagen Landsat

13. Áreas Urbanas dispersas

Códigos LCCS

User label: Ud

Code: 5003-17

Classifiers: A4-A13A17

User name: Small Sized Field(s) Of Herbaceous Crop(s) or Permanently Cropped Area With Rainfed Tree Crop(s) Crop Cover: Plantation(s) or Herbaceous Closed to Open Vegetation // Scattered Urban Area(s)

Descripción

Áreas dispersas (15 al 30%), con cultivos pequeños y grandes, plantaciones forestales y herbáceo natural.

Ud	Áreas Urbanas Dispersas	1H/5URd	Urb. Disperso y Cultivos
		2HCO/5URd	Urb. Disperso y Pradera Natural
		1TPL/5URd	Urb. Disperso y Plantación Forestal

14. Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto

Códigos LCCS

User label: Ca

Code: 5004-2

Classifiers: A2-A6

User name: Extraction site(s)

Descripción

Sitios de extracción en los que la cobertura de la tierra, roca o materiales áridos son removidos por la actividad humana. Fueron considerados los emplazamientos donde se realiza actividad de extracción y preparación de minerales.

Ca	Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto	5M	Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto
----	---	----	---



B27 Cuerpos Artificiales de Agua, Nieve y Hielo

Esta clase se aplica a áreas que están cubiertas por agua, fruto de la construcción de artefactos como reservorios, canales, lagos artificiales, etc. Sin estos, el área no estaría cubierta por agua, nieve o hielo. (Di Gregorio y Jansen, 2005).



Vista en terreno



Imagen Landsat

16. Aguas Artificiales

Códigos LCCS

User label: AA

Code: 7001

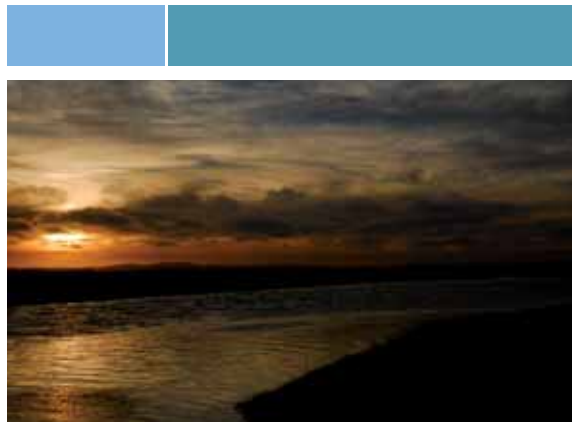
Classifiers: A1

User name: Artificial Perennial Waterbodies (Flowing)/ Artificial Perennial Waterbodies (Standing)

Descripción

Esta categoría incluye embalses/tajamares (acumulación de agua producida por una obstrucción en el lecho de un río o arroyo que cierra parcial o totalmente su cauce) y canales de riego (construcciones que llevan el agua desde la captación hasta el campo donde es aplicada a los cultivos).

Aa	Aguas Artificiales	7C	Canales
		7L	Lagos, Embalses y Tajamares



Vista en terreno

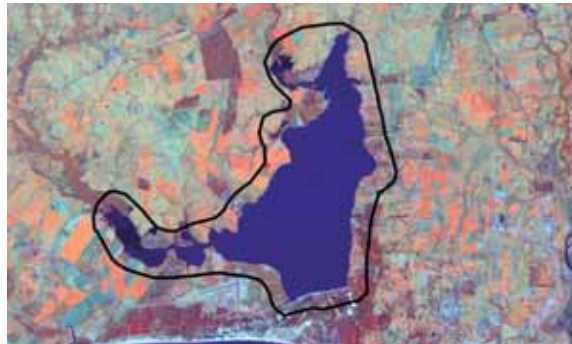


Imagen Landsat

Esta clase se refiere a áreas que están cubiertas naturalmente por agua, como lagos y ríos. En el caso de ríos, la falta de cobertura vegetal se debe muchas veces al alto flujo y/o márgenes empinados. En el caso de lagos, su origen geológico afecta las condiciones de vida para la vegetación acuática. (Di Gregorio y Jansen, 2005).

17. Aguas Naturales

Códigos LCCS

User label: AN

Code: 8001

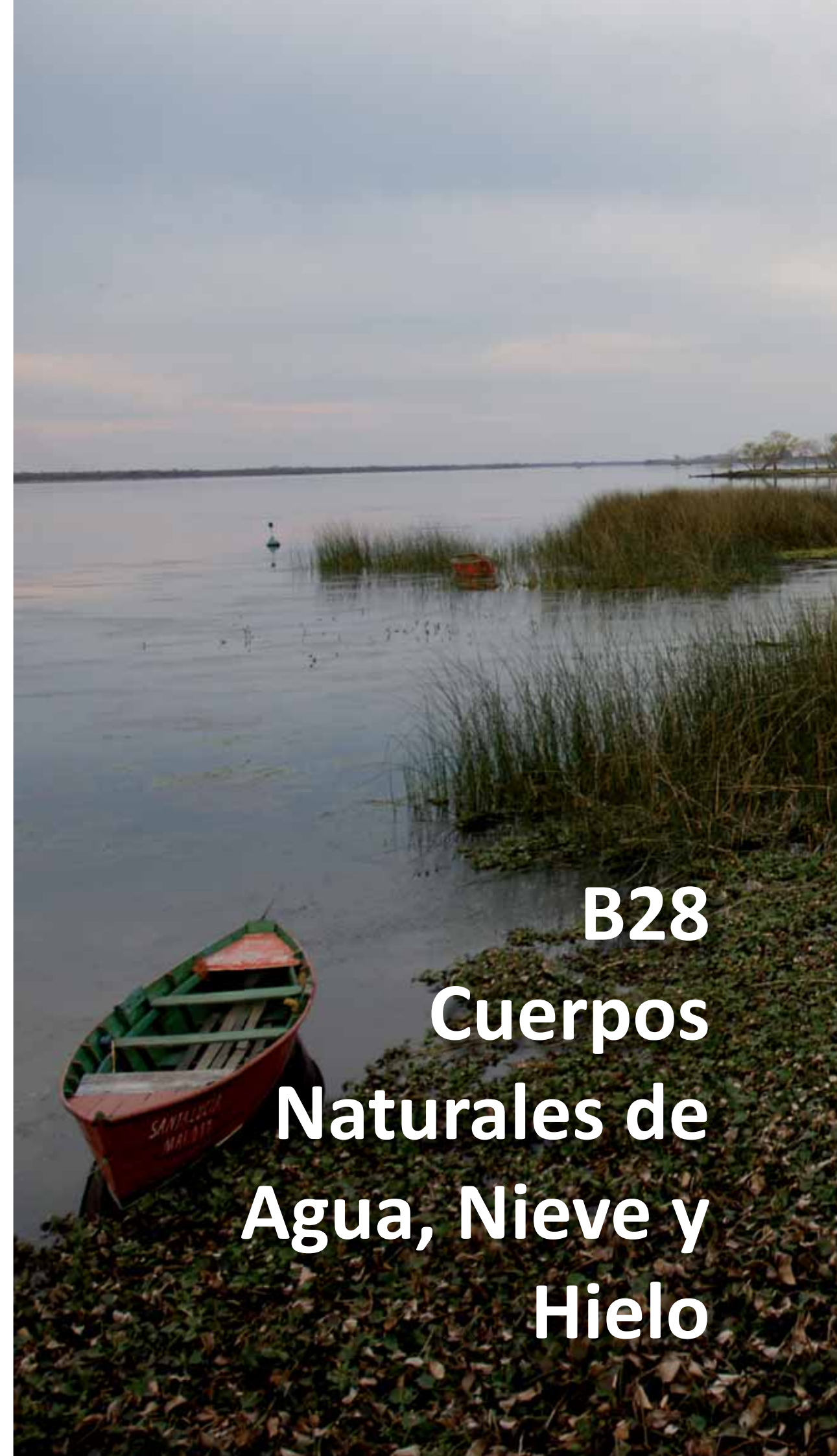
Classifiers: A1

User name: Perennial and Non-Perennial Natural Waterbodies

Descripción

Esta categoría reúne a todos los cuerpos de agua naturales del territorio nacional; lagos, lagunas, ríos, arroyos y áreas que corresponde a llanuras bajas ubicadas al borde de algunas lagunas y en la desembocadura de algunos arroyos, que permanecen inundadas durante varios meses del año.

An	Aguas Naturales	8L	Lagunas
		8R	Cursos de Agua
		8Sw	Suelo Húmedo y Est. Inundado



B28
Cuerpos
Naturales de
Agua, Nieve y
Hielo



Cartografía 2011

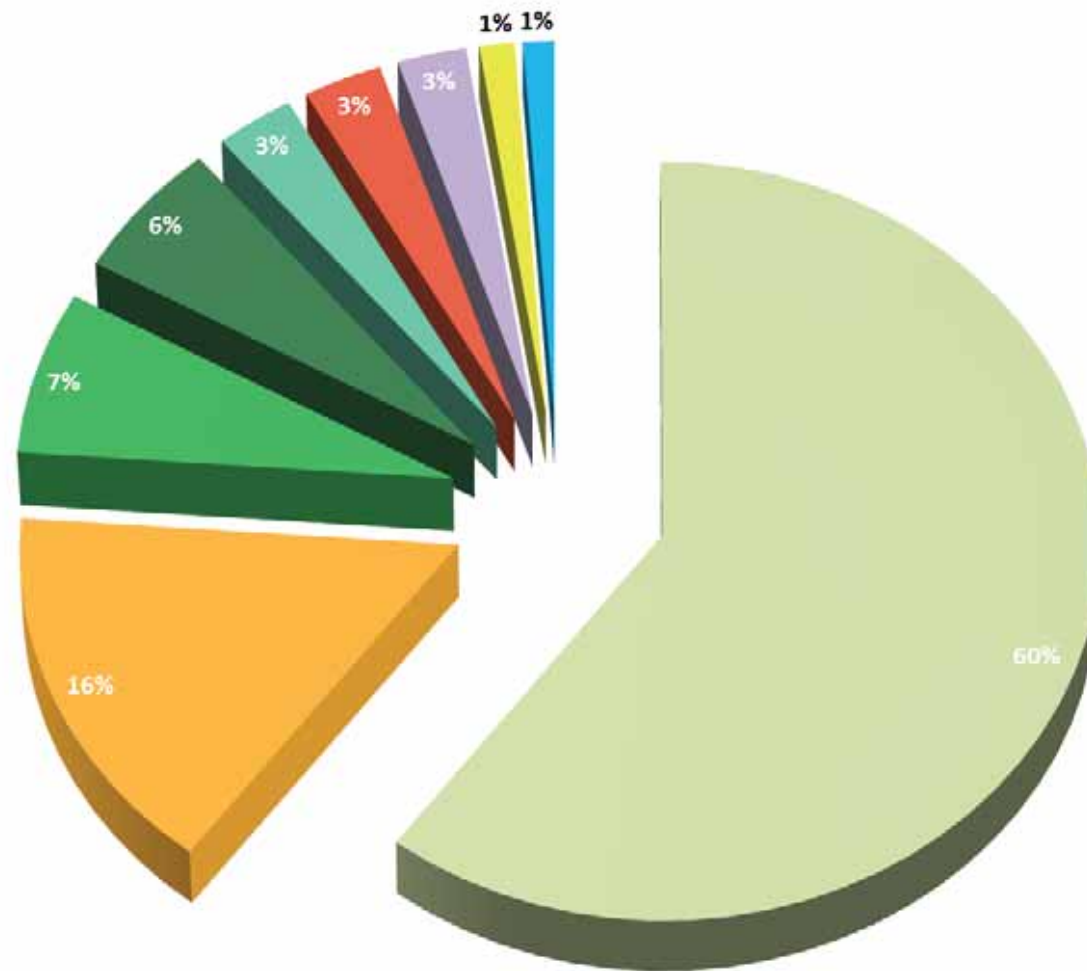


El territorio, como construcción socio espacial, es objeto de numerosos tipos de representaciones cartográficas, que proveen información fundamental para el cuidado y desarrollo del mismo.

La cobertura del suelo es uno de los indicadores de la intervención humana en el territorio de más fácil detección, por lo que los mapas de cobertura del suelo son claves en cualquier análisis territorial.

COBERTURA DEL SUELO 2011 Esc. 1:2.000.000

Tipos principales según área (%)



REFERENCIAS

Áreas Terrestres Cultivadas y Manejadas

- Cultivos Regados > 4-5 ha
- Cultivos Pequeños < 4-5 ha
- Cultivos de Secano > 4-5 ha
- Frutales
- Plantación Forestal

Vegetación natural y Semi-natural

- Monte Nativo
- Herbáceo Natural
- Arbustos
- Palmares

Vegetación natural y Semi-natural Acuática o Regularmente Inundada

- Áreas Naturales Inundadas

Superficies Artificiales y Áreas Asociadas

- Área Urbana
- Áreas Urbanas
- Equipamiento Urbano
- Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto

Áreas Descubiertas o Desnudas

- Áreas Desnudas

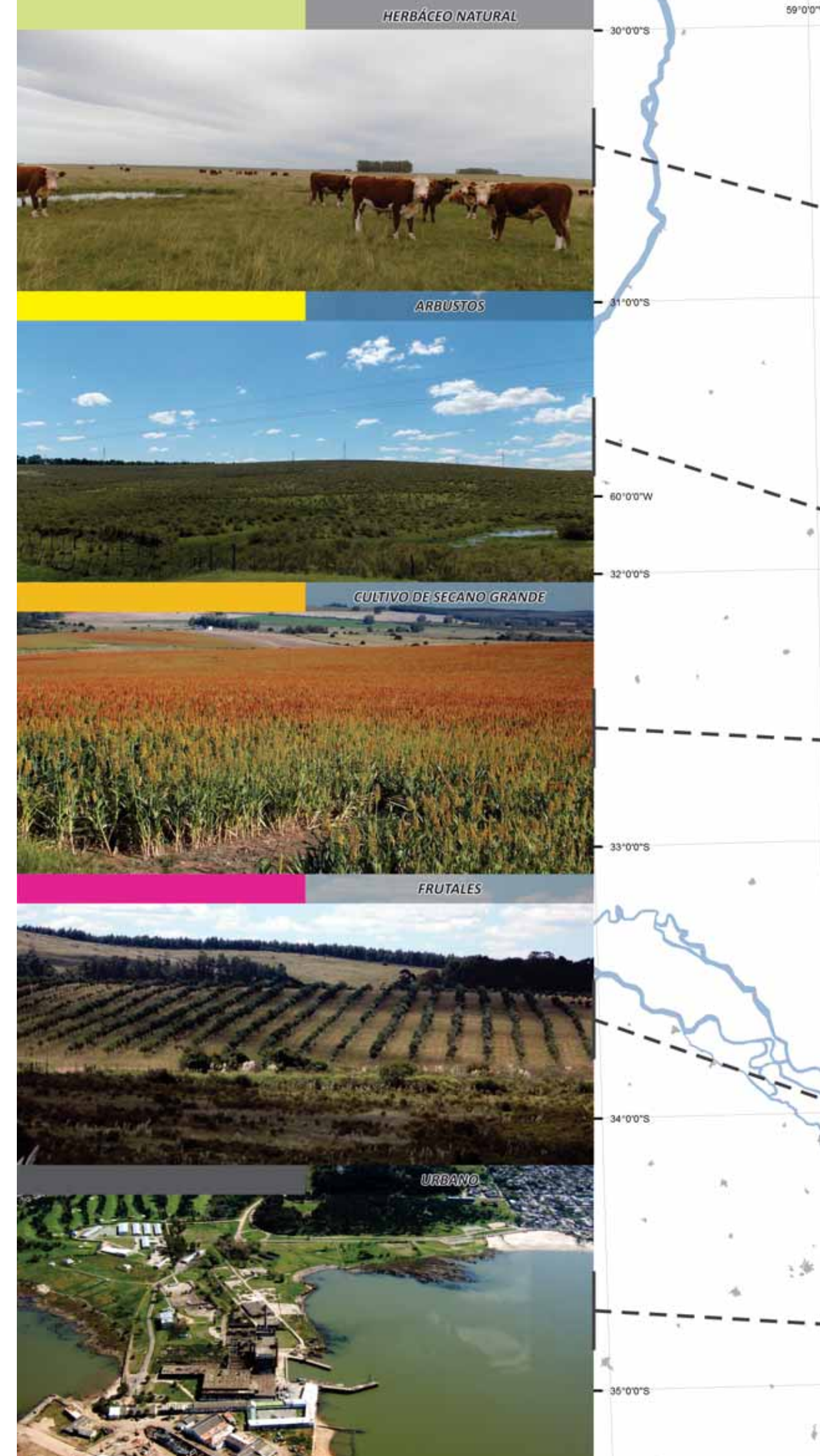
Cuerpos Artificiales de Agua, Hielo y Nieve

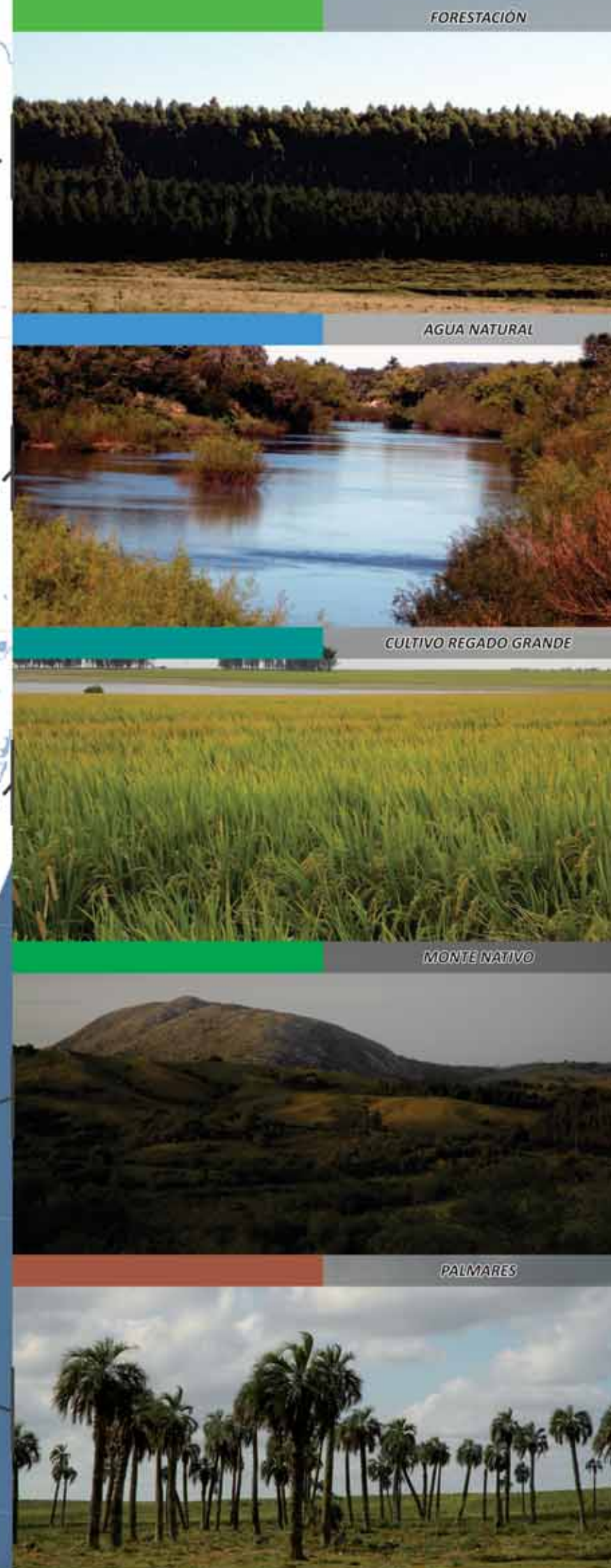
- Aguas Artificiales

Cuerpos Naturales de Agua, Hielo y Nieve

- Aguas Naturales

LCCS-UY esc. 1:2.000.000





COBERTURA DEL SUELO 2011 Esc. 1:500.000



REFERENCIAS

Áreas Terrestres Cultivadas y Manejadas

- Cultivos Regados > 4-5 ha
- Cultivos Pequeños < 4-5 ha
- Cultivos de Secano > 4-5 ha
- Frutales
- Plantación Forestal

Vegetación natural y Semi-natural

- Monte Nativo
- Herbáceo Natural
- Arbustos
- Palmares

Vegetación natural y Semi-natural Acuática o Regularmente Inundada

- Áreas Naturales Inundadas

Superficies Artificiales y Áreas Asociadas

- Área Urbana
- Áreas Urbanas
- Equipamiento Urbano
- Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto

Áreas Descubiertas o Desnudas

- Áreas Desnudas

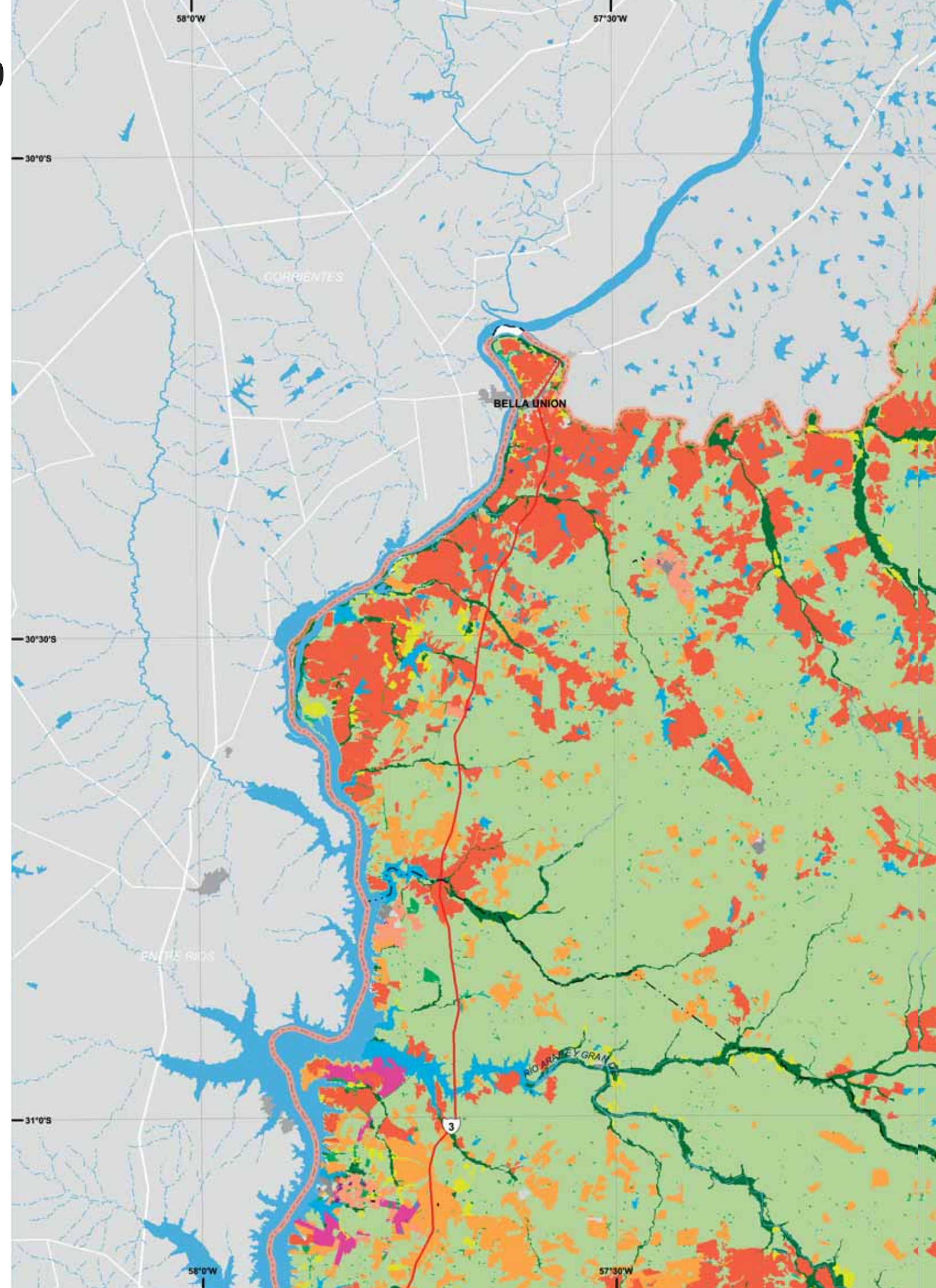
Cuerpos Artificiales de Agua, Hielo y Nieve

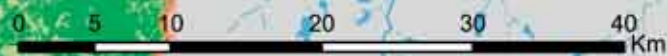
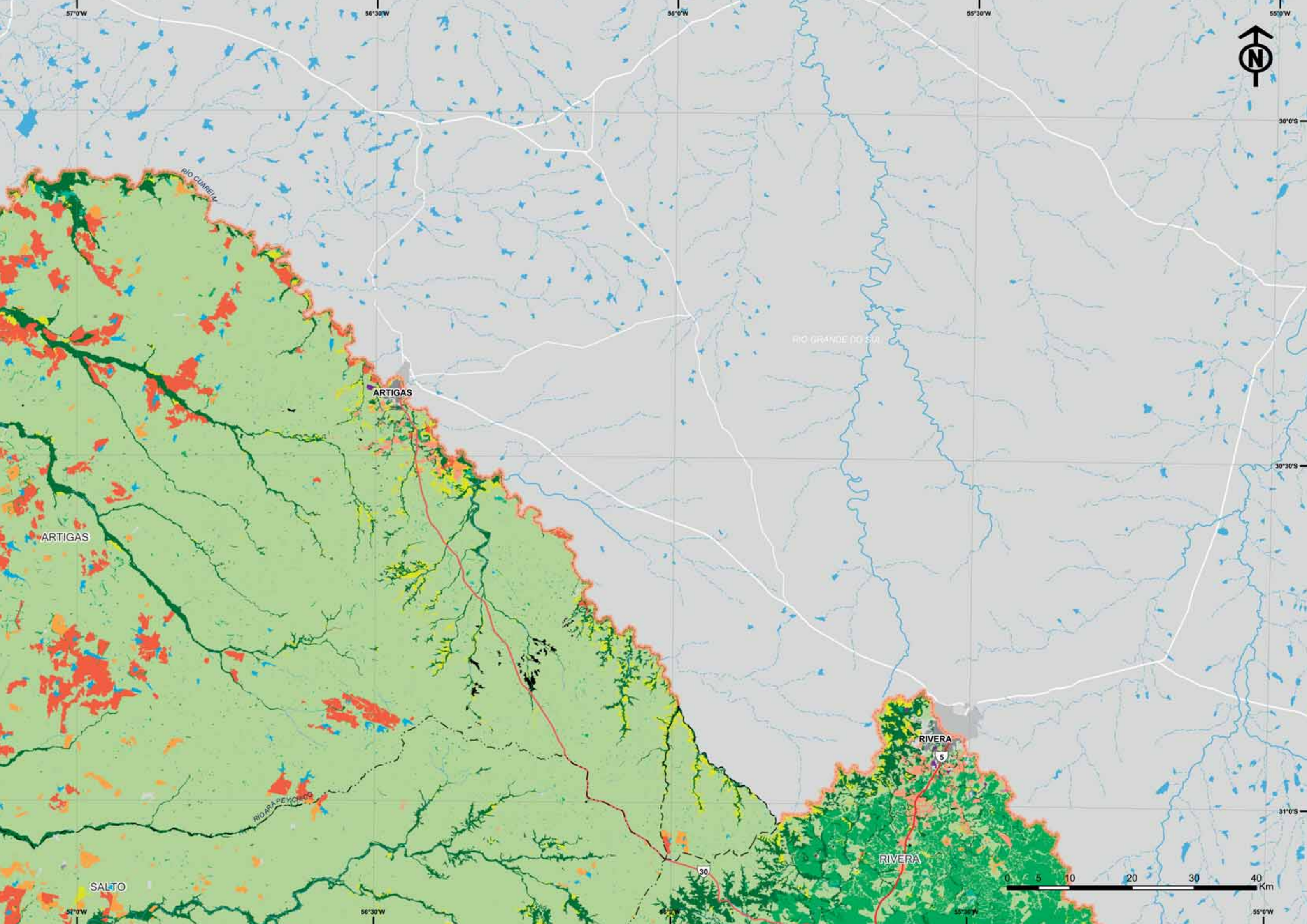
- Aguas Artificiales

Cuerpos Naturales de Agua, Hielo y Nieve

- Aguas Naturales

LCCS-UY esc. 1:500.000





ARTIGAS

RIVERA

RIVERA

SALTO

RIO CUAREIM

RIO GRANDE DO SUL

RIO APA PEICHO

ARTIGAS

30

5



REFERENCIAS

Áreas Terrestres Cultivadas y Manejadas

- Cultivos Regados > 4-5 ha
- Cultivos Pequeños < 4-5 ha
- Cultivos de Secano > 4-5 ha
- Frutales
- Plantación Forestal

Vegetación natural y Semi-natural

- Monte Nativo
- Herbáceo Natural
- Arbustos
- Palmares

Vegetación natural y Semi-natural Acuática o Regularmente Inundada

- Áreas Naturales Inundadas

Superficies Artificiales y Áreas Asociadas

- Área Urbana
- Áreas Urbanas
- Equipamiento Urbano
- Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto

Áreas Descubiertas o Desnudas

- Áreas Desnudas

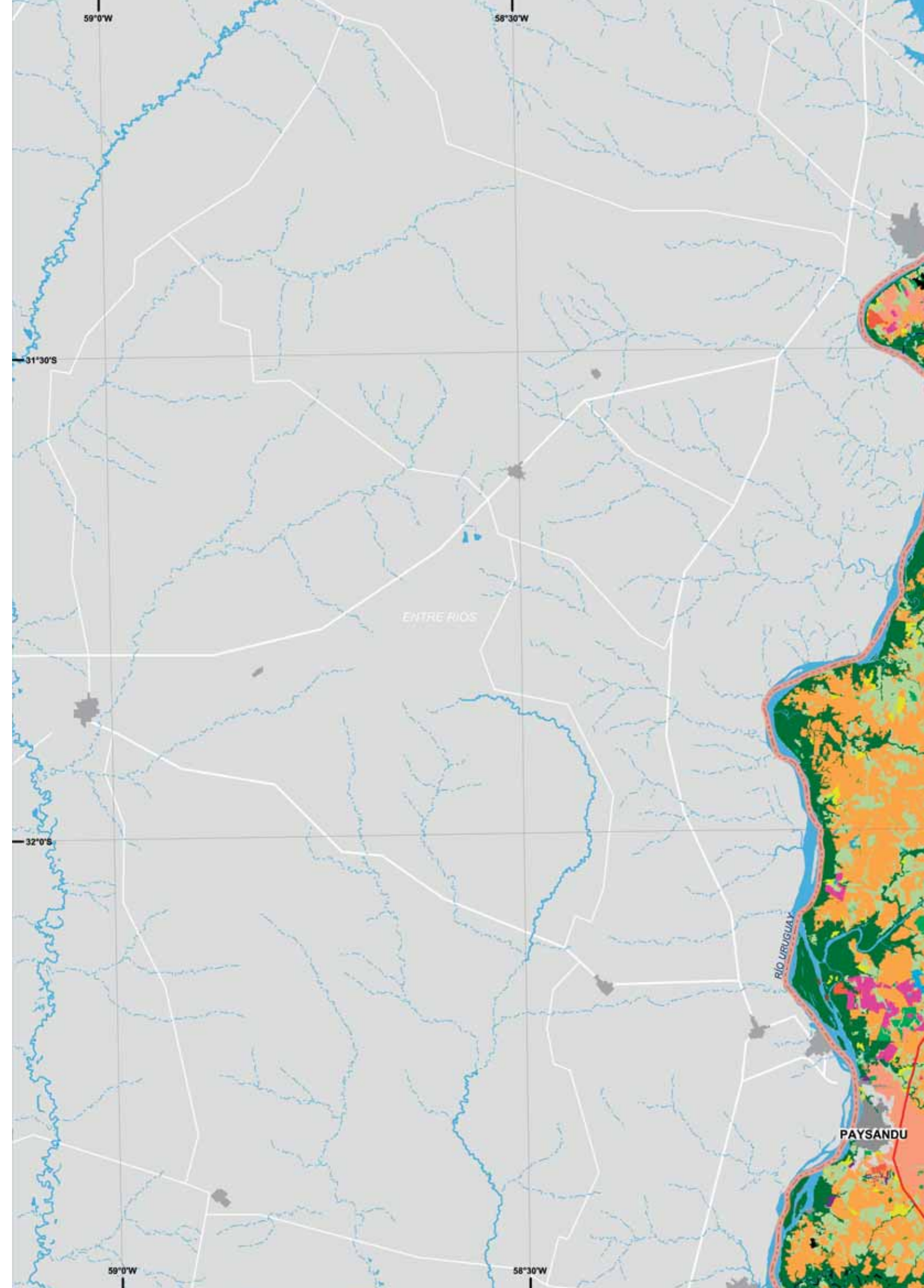
Cuerpos Artificiales de Agua, Hielo y Nieve

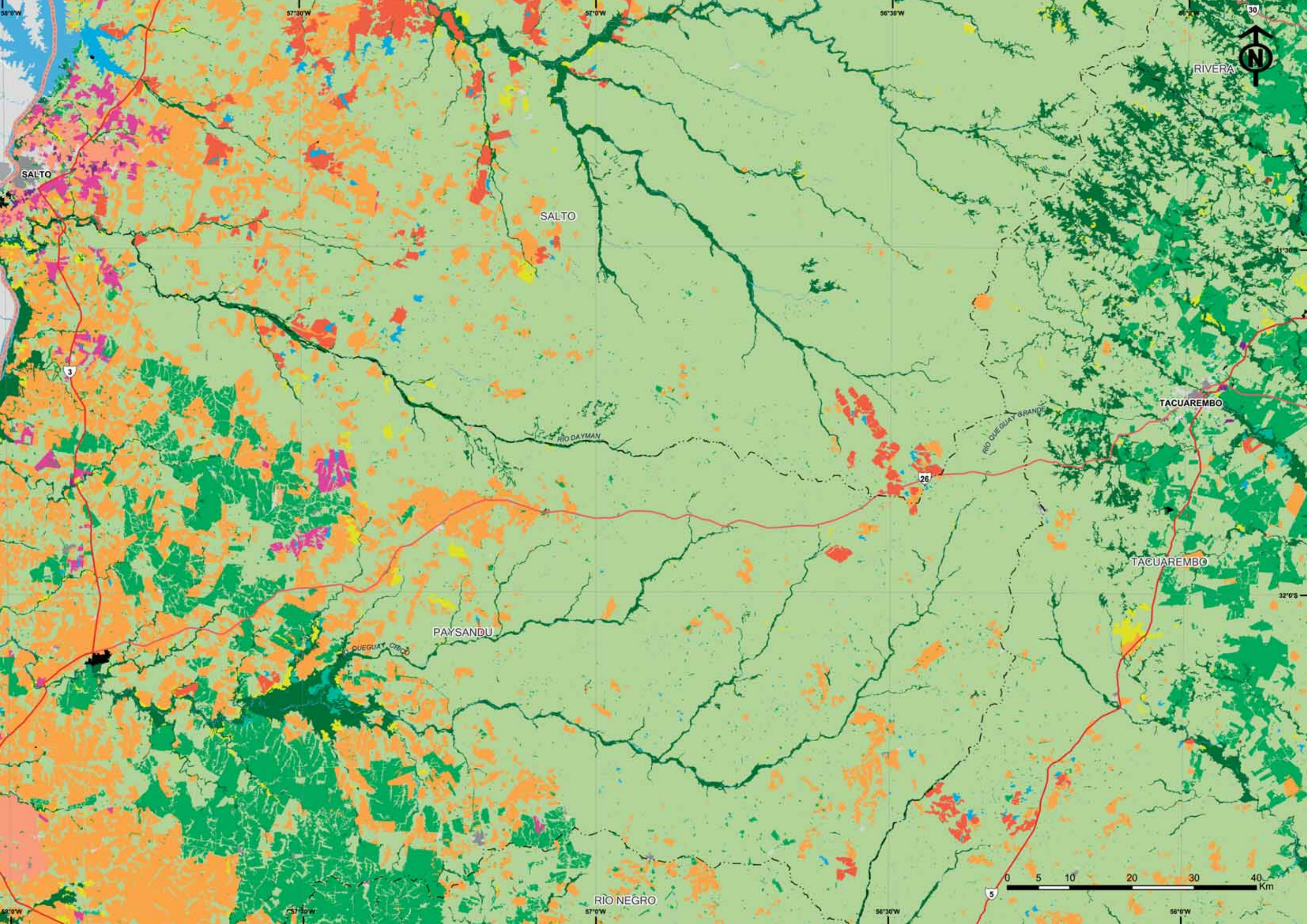
- Aguas Artificiales

Cuerpos Naturales de Agua, Hielo y Nieve

- Aguas Naturales

LCCS-UY esc. 1:500.000





SALTO

SALTO

RIVERA

TACUAREMBO

TACUAREMBO

PAYSANDU

RÍO NEGRO

RÍO DAYMÁN

RÍO QUEGUAY GRANDE

QUEGUAY CHICO



3

26

5

30

31°30'

32°0'

57°30'W

57°0'W

56°30'W

56°0'W

57°30'W

57°0'W

56°30'W

56°0'W

58°0'W



REFERENCIAS

Áreas Terrestres Cultivadas y Manejadas

- Cultivos Regados > 4-5 ha
- Cultivos Pequeños < 4-5 ha
- Cultivos de Secano > 4-5 ha
- Frutales
- Plantación Forestal

Vegetación natural y Semi-natural

- Monte Nativo
- Herbáceo Natural
- Arbustos
- Palmares

Vegetación natural y Semi-natural Acuática o Regularmente Inundada

- Áreas Naturales Inundadas

Superficies Artificiales y Áreas Asociadas

- Área Urbana
- Áreas Urbanas
- Equipamiento Urbano
- Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto

Áreas Descubiertas o Desnudas

- Áreas Desnudas

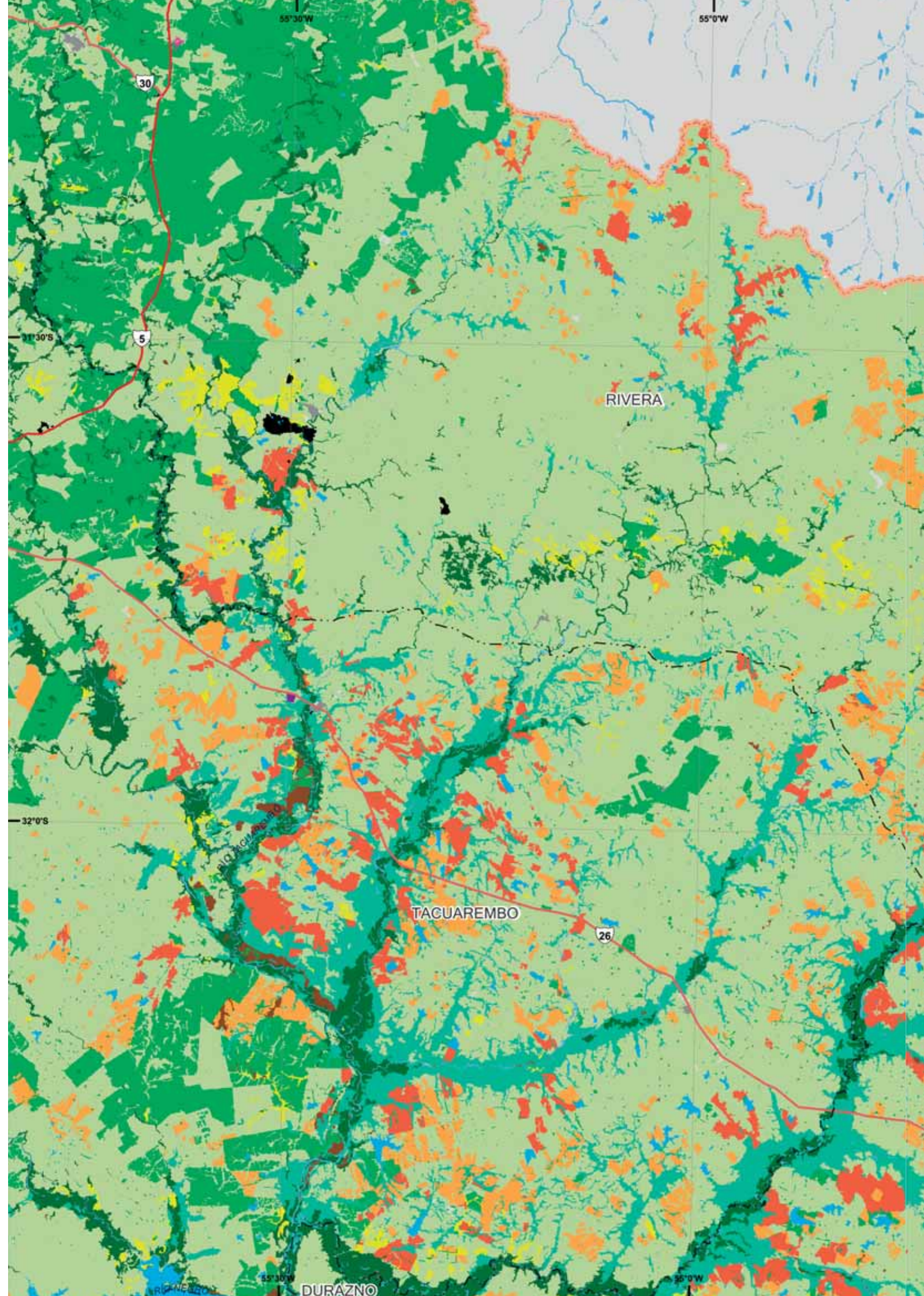
Cuerpos Artificiales de Agua, Hielo y Nieve

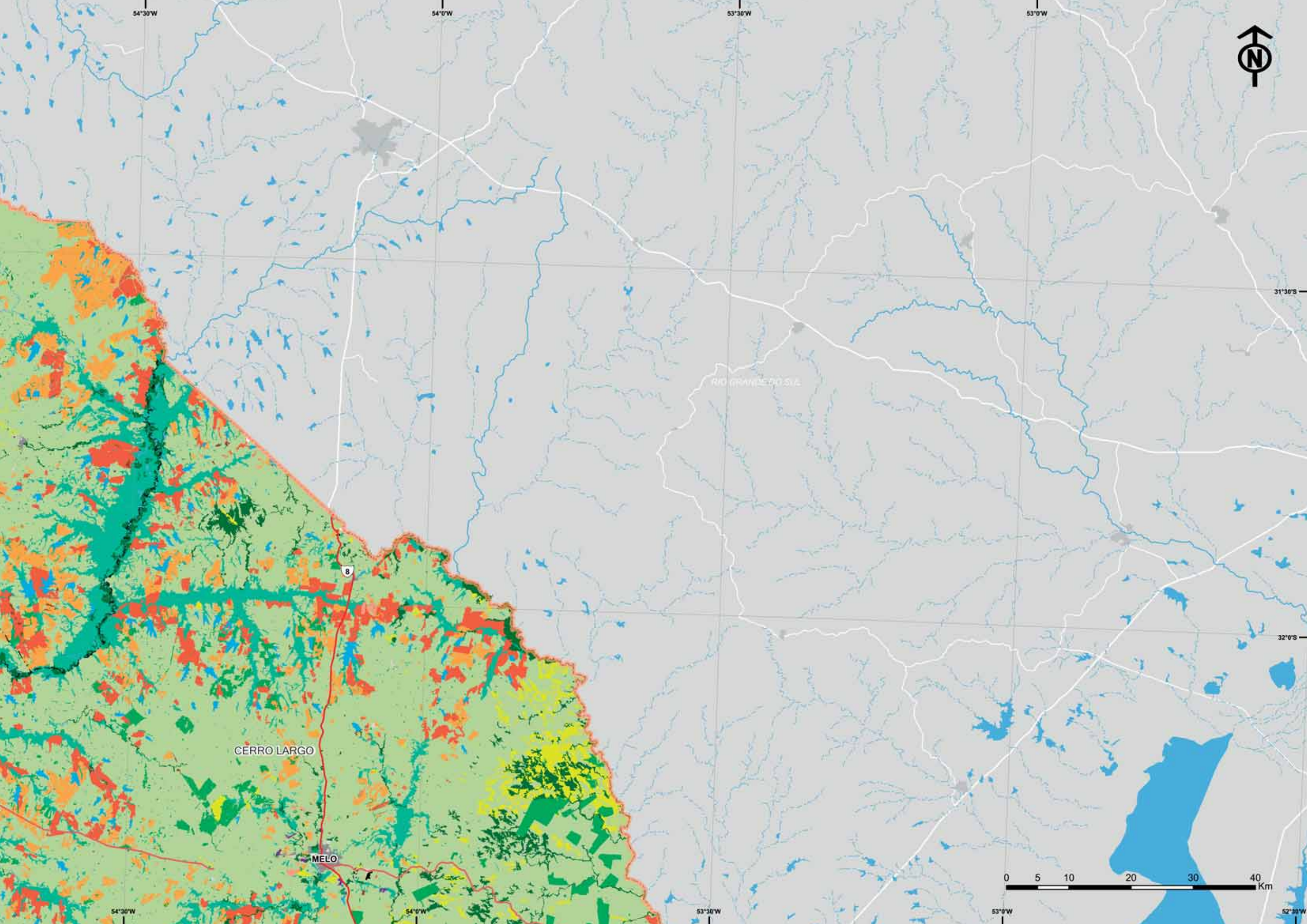
- Aguas Artificiales

Cuerpos Naturales de Agua, Hielo y Nieve

- Aguas Naturales

LCCS-UY esc. 1:500.000







REFERENCIAS

Áreas Terrestres Cultivadas y Manejadas

- Cultivos Regados > 4-5 ha
- Cultivos Pequeños < 4-5 ha
- Cultivos de Secano > 4-5 ha
- Frutales
- Plantación Forestal

Vegetación natural y Semi-natural

- Monte Nativo
- Herbáceo Natural
- Arbustos
- Palmares

Vegetación natural y Semi-natural Acuática o Regularmente Inundada

- Áreas Naturales Inundadas

Superficies Artificiales y Áreas Asociadas

- Área Urbana
- Áreas Urbanas
- Equipamiento Urbano
- Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto

Áreas Descubiertas o Desnudas

- Áreas Desnudas

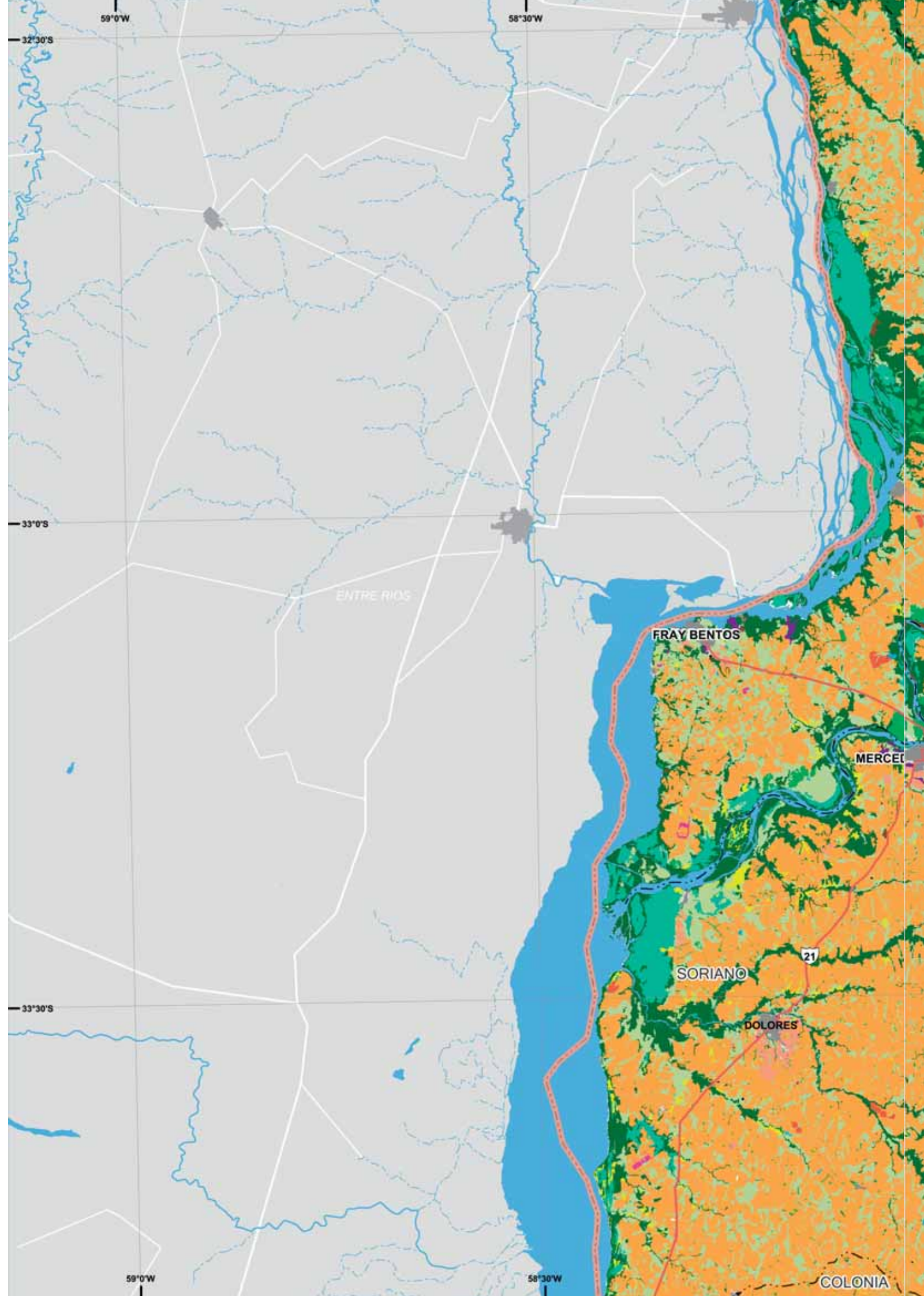
Cuerpos Artificiales de Agua, Hielo y Nieve

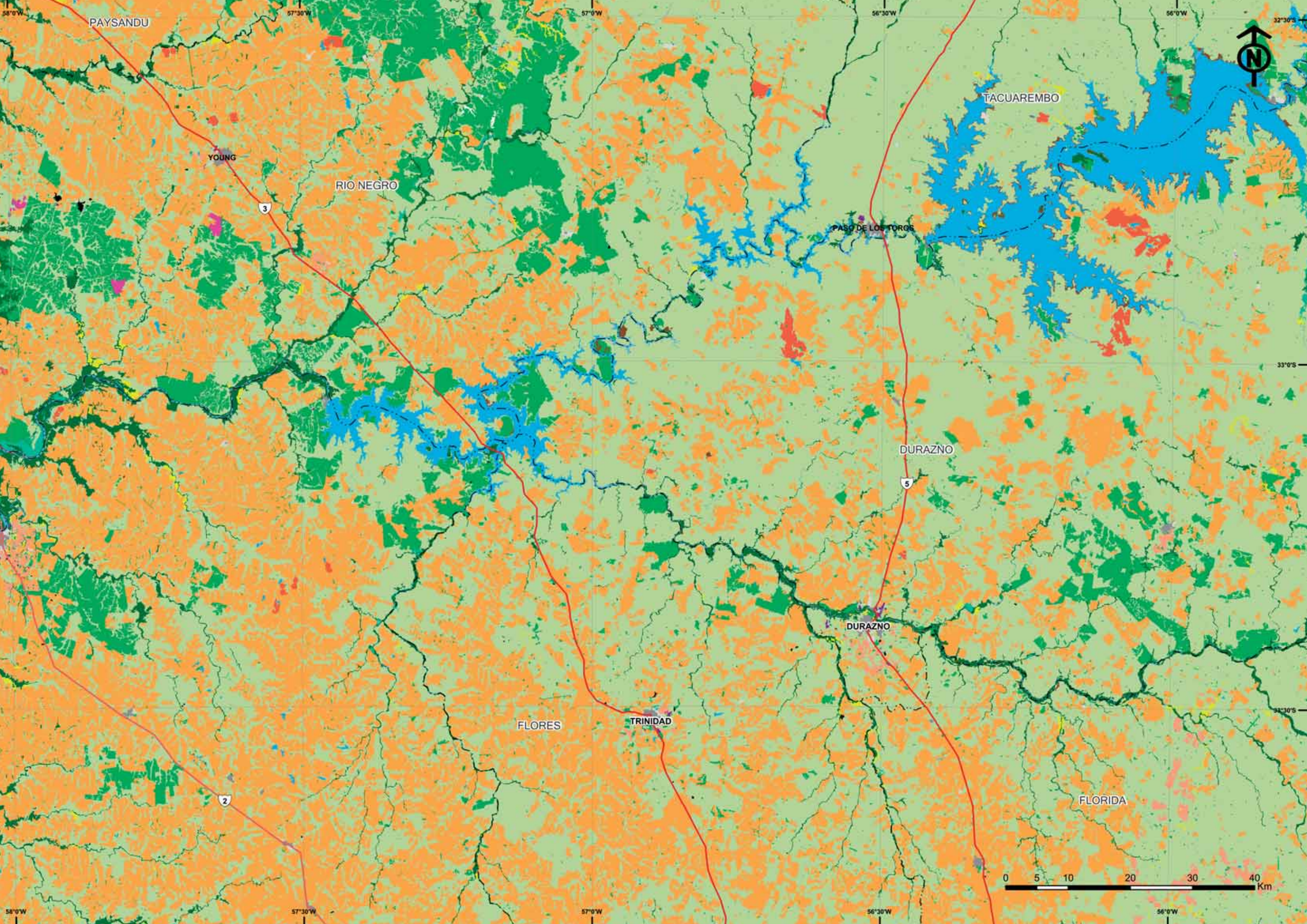
- Aguas Artificiales

Cuerpos Naturales de Agua, Hielo y Nieve

- Aguas Naturales

LCCS-UY esc. 1:500.000







REFERENCIAS

Áreas Terrestres Cultivadas y Manejadas

- Cultivos Regados > 4-5 ha
- Cultivos Pequeños < 4-5 ha
- Cultivos de Secano > 4-5 ha
- Frutales
- Plantación Forestal

Vegetación natural y Semi-natural

- Monte Nativo
- Herbáceo Natural
- Arbustos
- Palmares

Vegetación natural y Semi-natural Acuática o Regularmente Inundada

- Áreas Naturales Inundadas

Superficies Artificiales y Áreas Asociadas

- Área Urbana
- Áreas Urbanas
- Equipamiento Urbano
- Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto

Áreas Descubiertas o Desnudas

- Áreas Desnudas

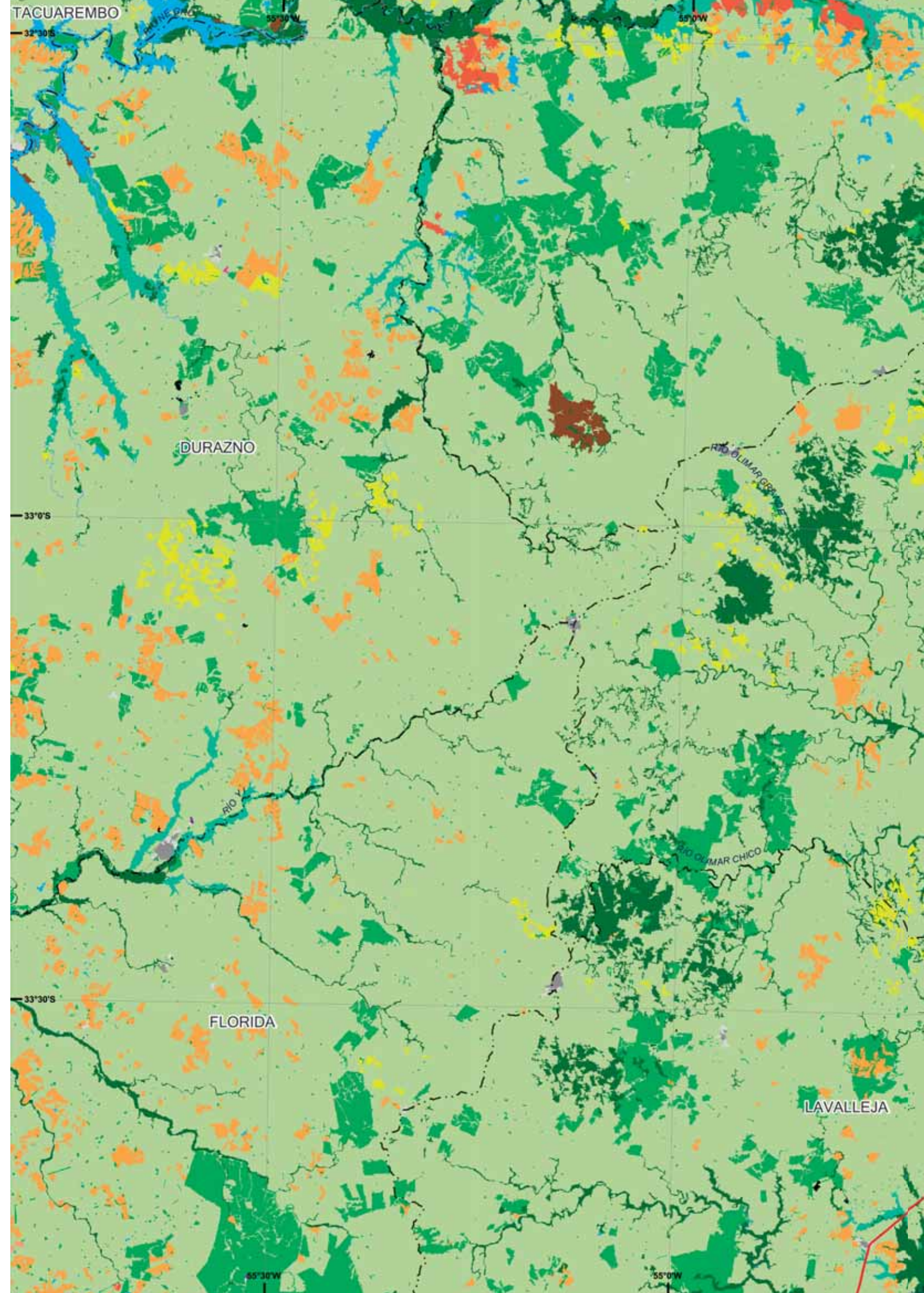
Cuerpos Artificiales de Agua, Hielo y Nieve

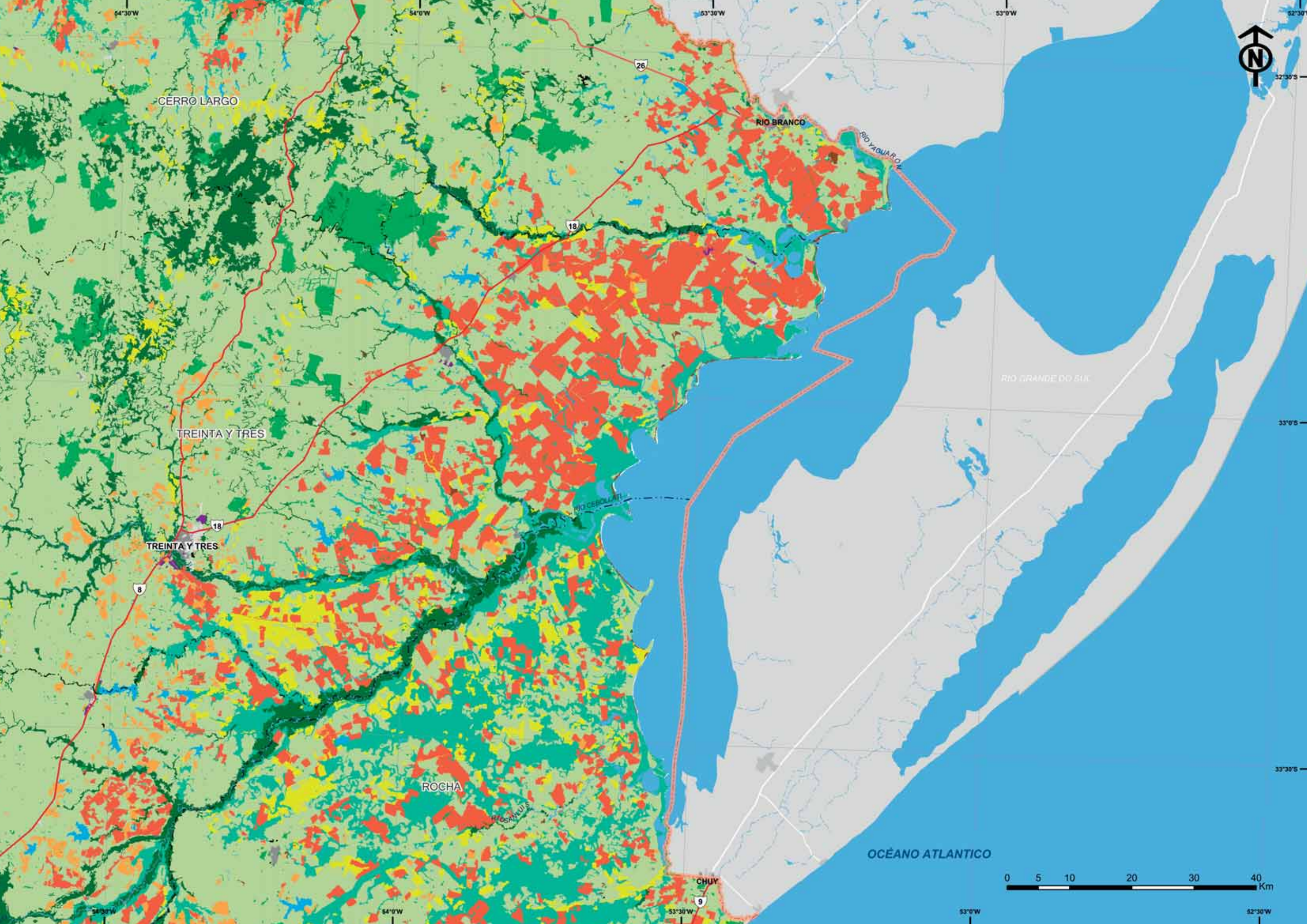
- Aguas Artificiales

Cuerpos Naturales de Agua, Hielo y Nieve

- Aguas Naturales

LCCS-UY esc. 1:500.000





CERRO LARGO

RIO BRANCO

RIO YAGUA ROJA

RIO GRANDE DO SUL

TREINTA Y TRES

TREINTA Y TRES

RIO CERRO LARGO

ROCHA

RIO ANILU

OCEANO ATLANTICO

CHUY

0 5 10 20 30 40 Km



REFERENCIAS

Áreas Terrestres Cultivadas y Manejadas

- Cultivos Regados > 4-5 ha
- Cultivos Pequeños < 4-5 ha
- Cultivos de Secano > 4-5 ha
- Frutales
- Plantación Forestal

Vegetación natural y Semi-natural

- Monte Nativo
- Herbáceo Natural
- Arbustos
- Palmares

Vegetación natural y Semi-natural Acuática o Regularmente Inundada

- Áreas Naturales Inundadas

Superficies Artificiales y Áreas Asociadas

- Área Urbana
- Áreas Urbanas
- Equipamiento Urbano
- Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto

Áreas Descubiertas o Desnudas

- Áreas Desnudas

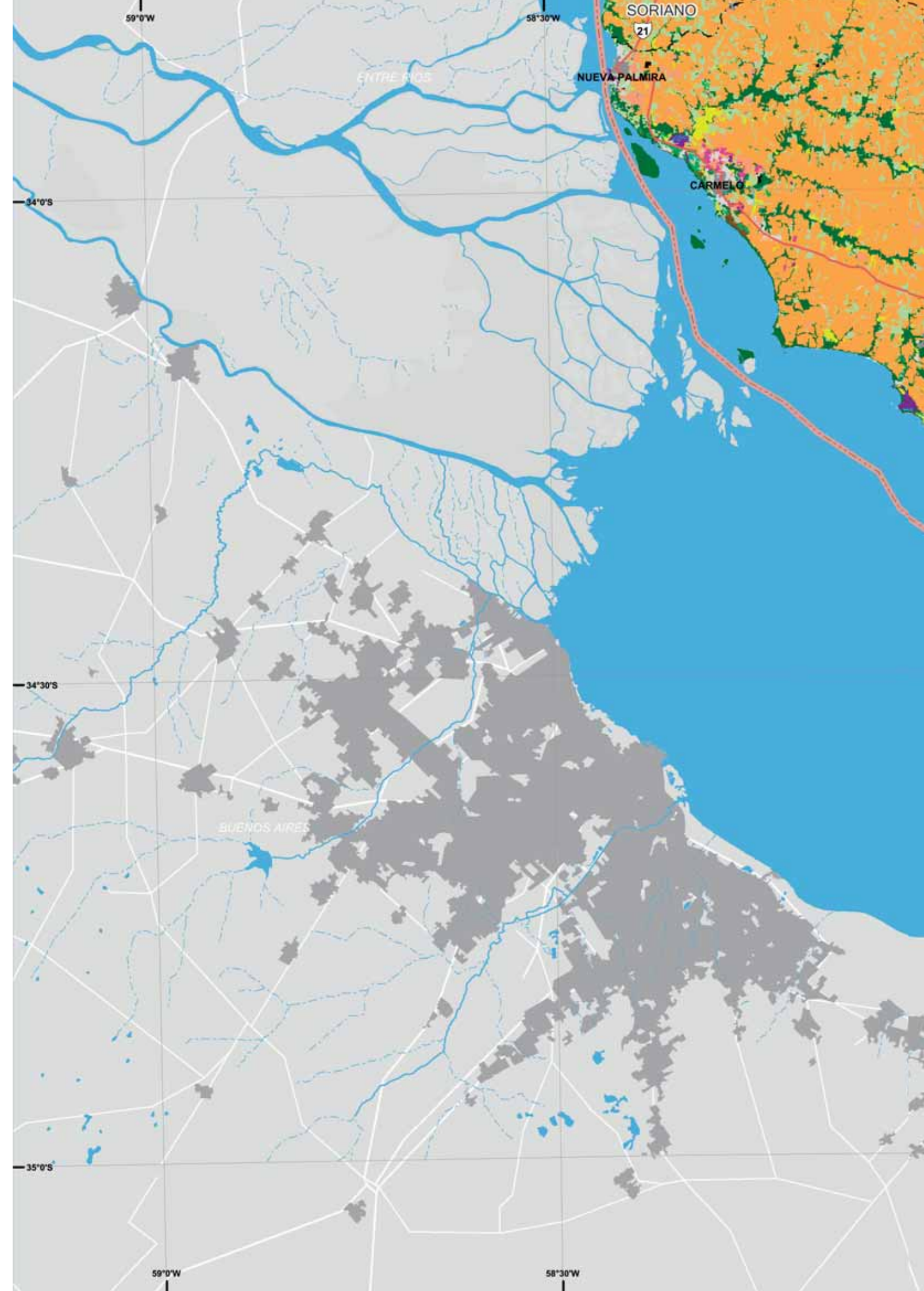
Cuerpos Artificiales de Agua, Hielo y Nieve

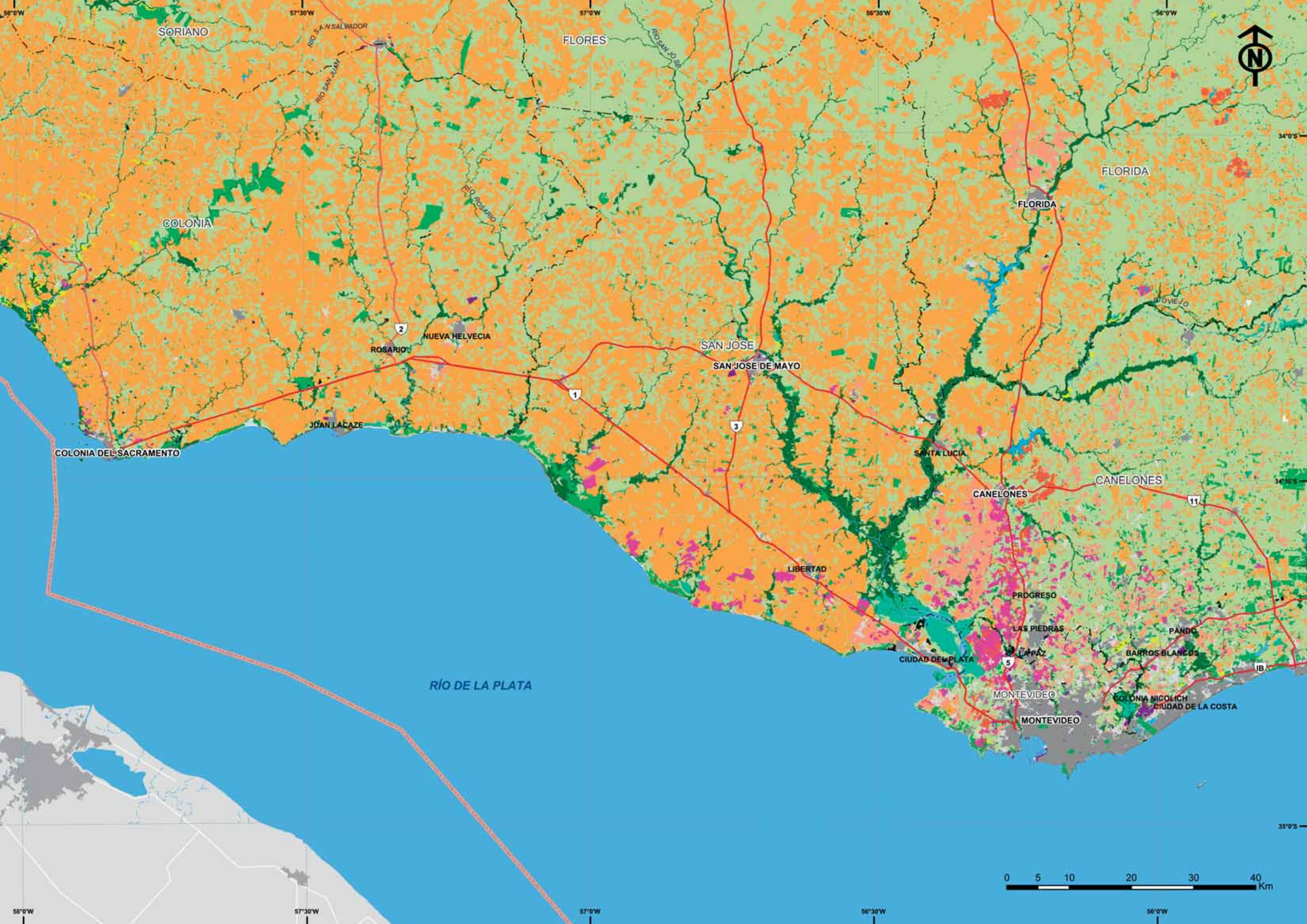
- Aguas Artificiales

Cuerpos Naturales de Agua, Hielo y Nieve

- Aguas Naturales

LCCS-UY esc. 1:500.000





SORIANO

FLORES

COLONIA

FLORIDA

FLORIDA

ROSARIO

NUEVA HELVECIA

SAN JOSE

SAN JOSE DE MAYO

COLONIA DEL SACRAMENTO

JUAN LA CAZE

SANTA LUCIA

CANELONES

CANELONES

LIBERTAD

PROGRESO

LAS PIEDRAS

PANDO

CIUDAD DEL PLATA

BARROS BLANCOS

MONTEVIDEO

COLONIA NICOLICH

MONTEVIDEO

CIUDAD DE LA COSTA

RÍO DE LA PLATA

0 5 10 20 30 40 Km



58°0'W

57°30'W

57°0'W

56°30'W

56°0'W

35°0'S

34°30'S

34°0'S

56°0'W

56°30'W

57°0'W

57°30'W

58°0'W



REFERENCIAS

Áreas Terrestres Cultivadas y Manejadas

- Cultivos Regados > 4-5 ha
- Cultivos Pequeños < 4-5 ha
- Cultivos de Secano > 4-5 ha
- Frutales
- Plantación Forestal

Vegetación natural y Semi-natural

- Monte Nativo
- Herbáceo Natural
- Arbustos
- Palmares

Vegetación natural y Semi-natural Acuática o Regularmente Inundada

- Áreas Naturales Inundadas

Superficies Artificiales y Áreas Asociadas

- Área Urbana
- Áreas Urbanas
- Equipamiento Urbano
- Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto

Áreas Descubiertas o Desnudas

- Áreas Desnudas

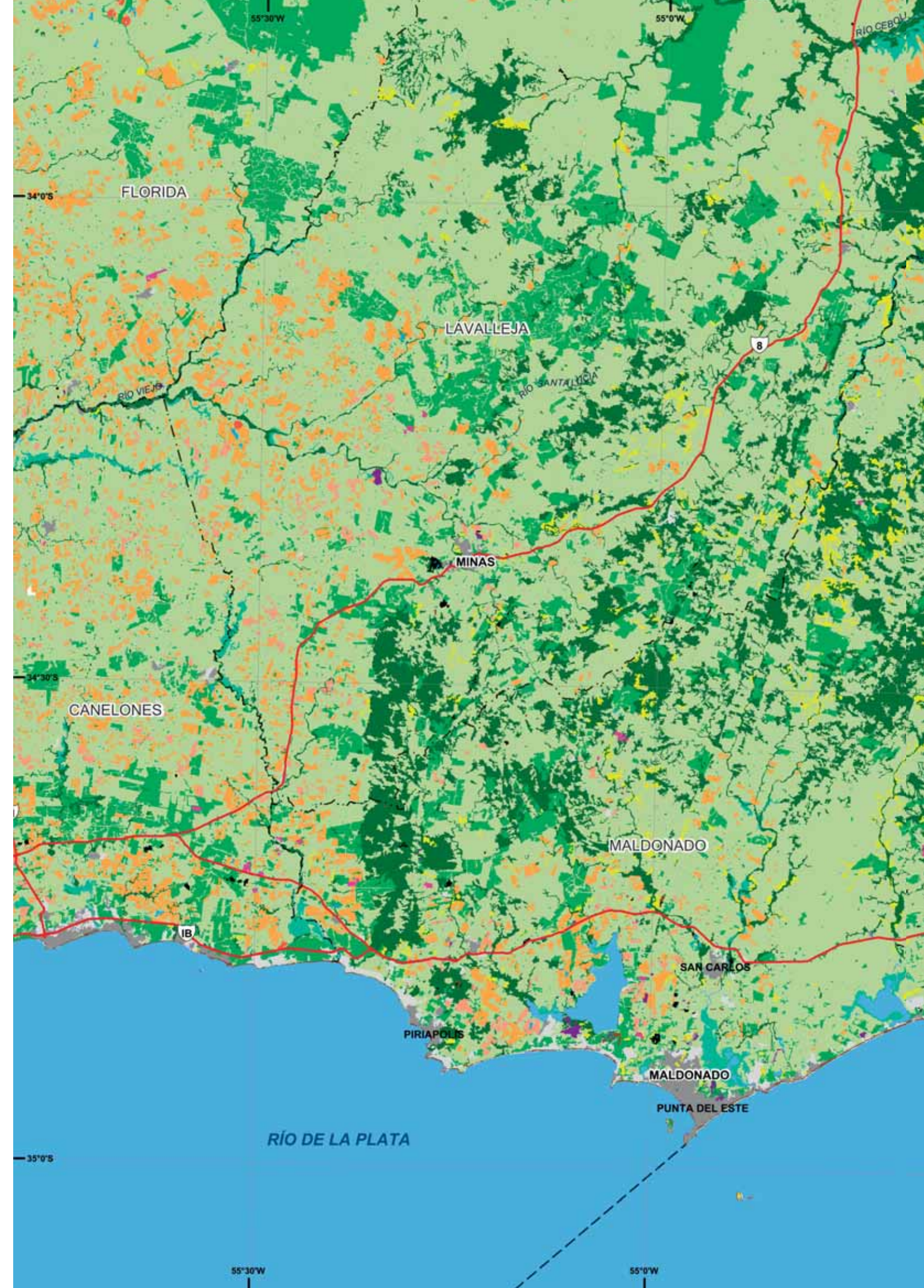
Cuerpos Artificiales de Agua, Hielo y Nieve

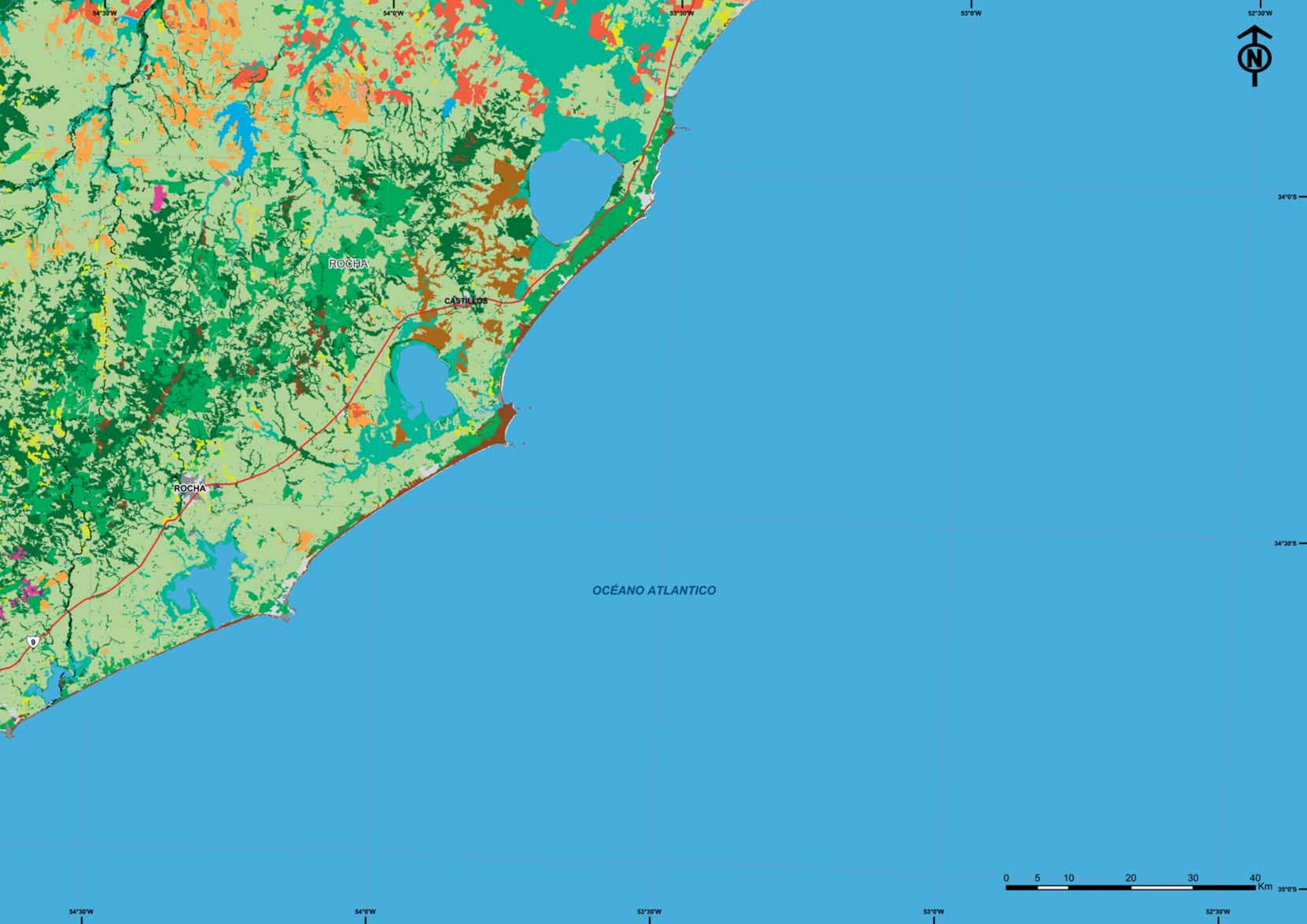
- Aguas Artificiales

Cuerpos Naturales de Agua, Hielo y Nieve

- Aguas Naturales

LCCS-UY esc. 1:500.000





OCEANO ATLANTICO

ROCHA

ROCHA

CASTILLOS



54°30'W 54°0'W 53°30'W 53°0'W 52°30'W

34°0'S

34°30'S

35°0'S



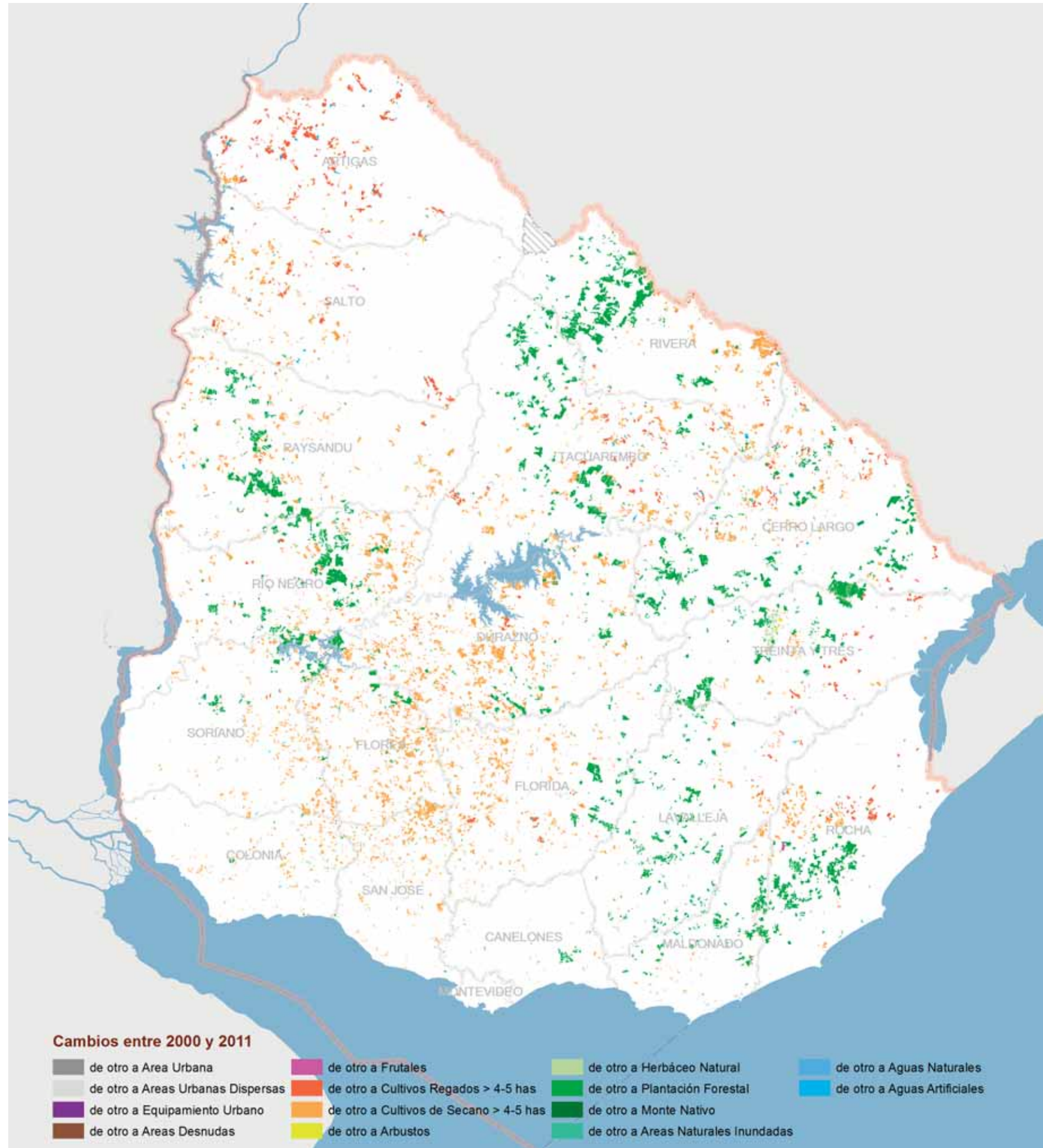
Zonas de Cambio



Realizar descripciones sistemáticas de la cobertura del suelo es esencial para detectar los cambios ocurridos, sus dinámicas y efectos en el territorio.

El sistema LCCS facilita la comparación de clases de la cobertura del suelo, sin importar la escala de mapeo, el método de recolección de datos o la ubicación geográfica.

CAMBIOS EN LA COBERTURA DEL SUELO 2000-2011



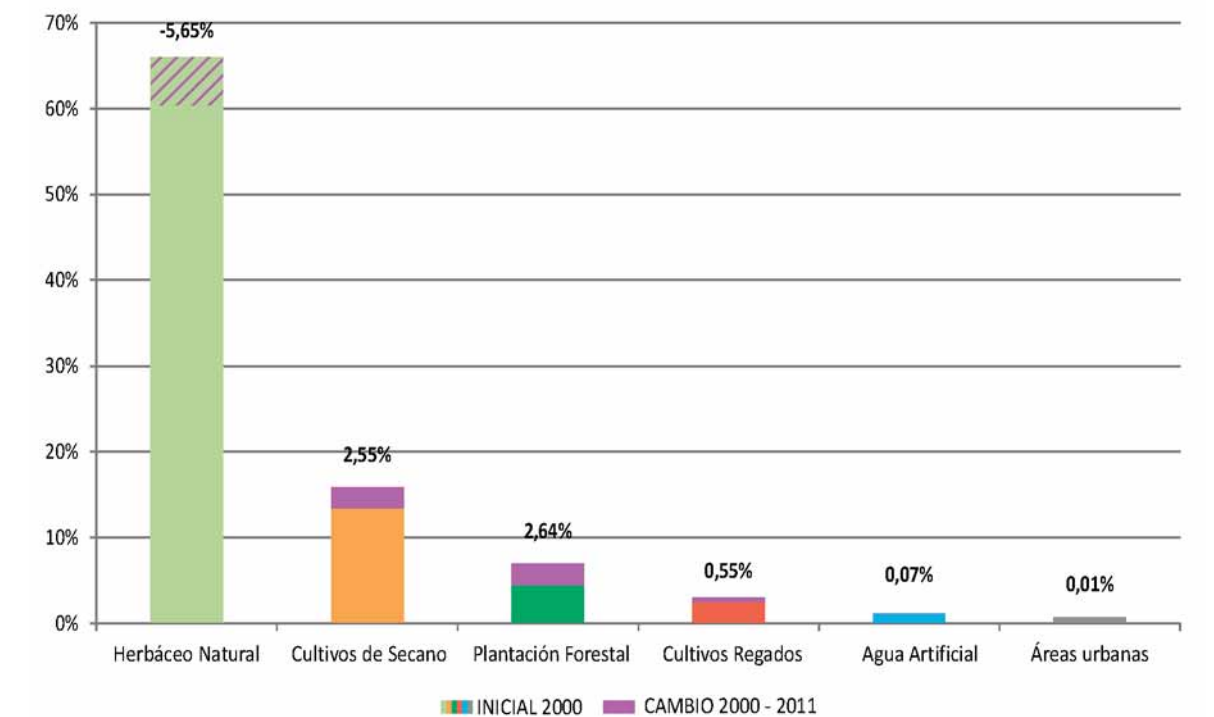
Distribución de coberturas dominantes del año 2000



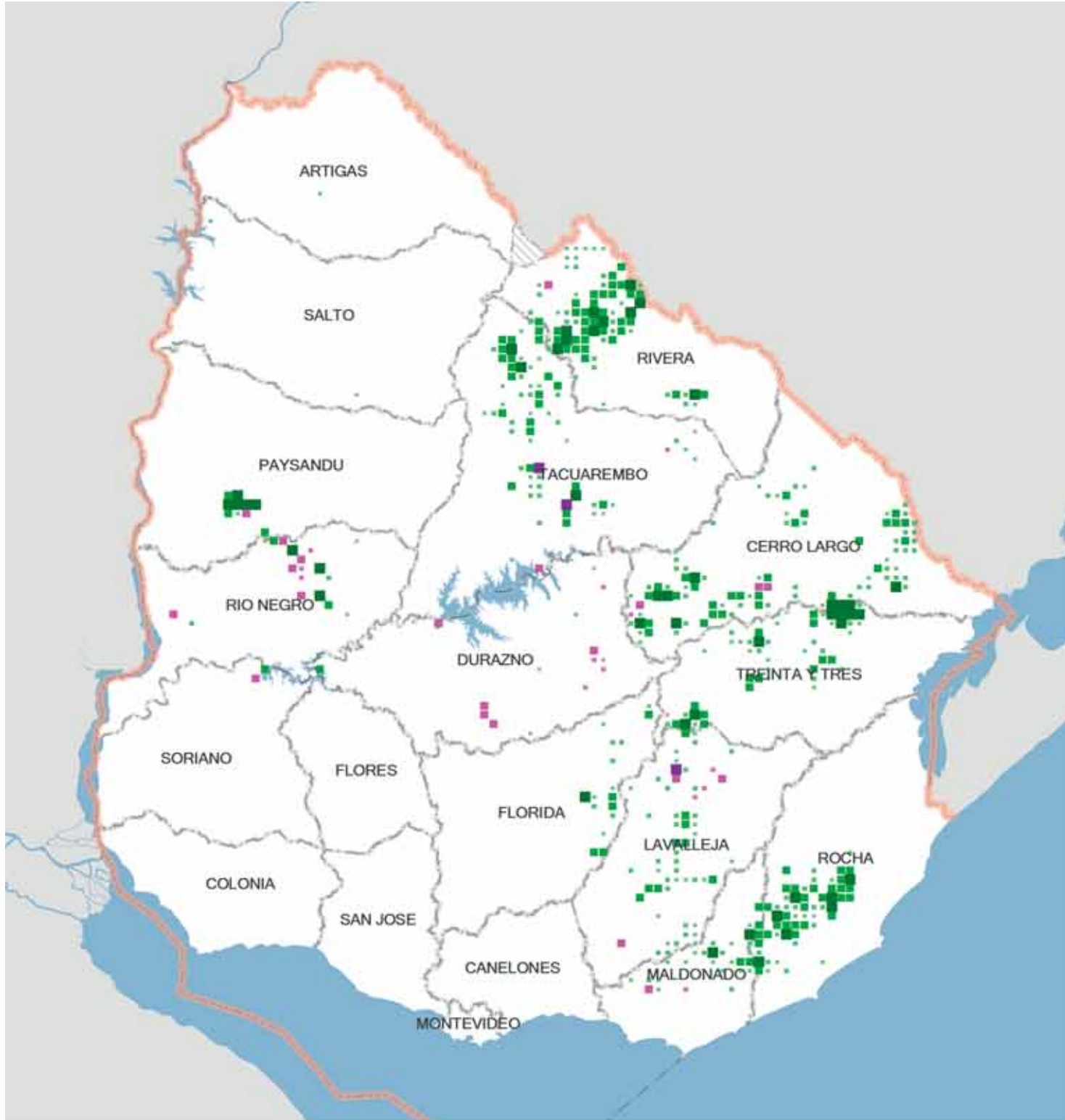
Distribución de coberturas dominantes del año 2011



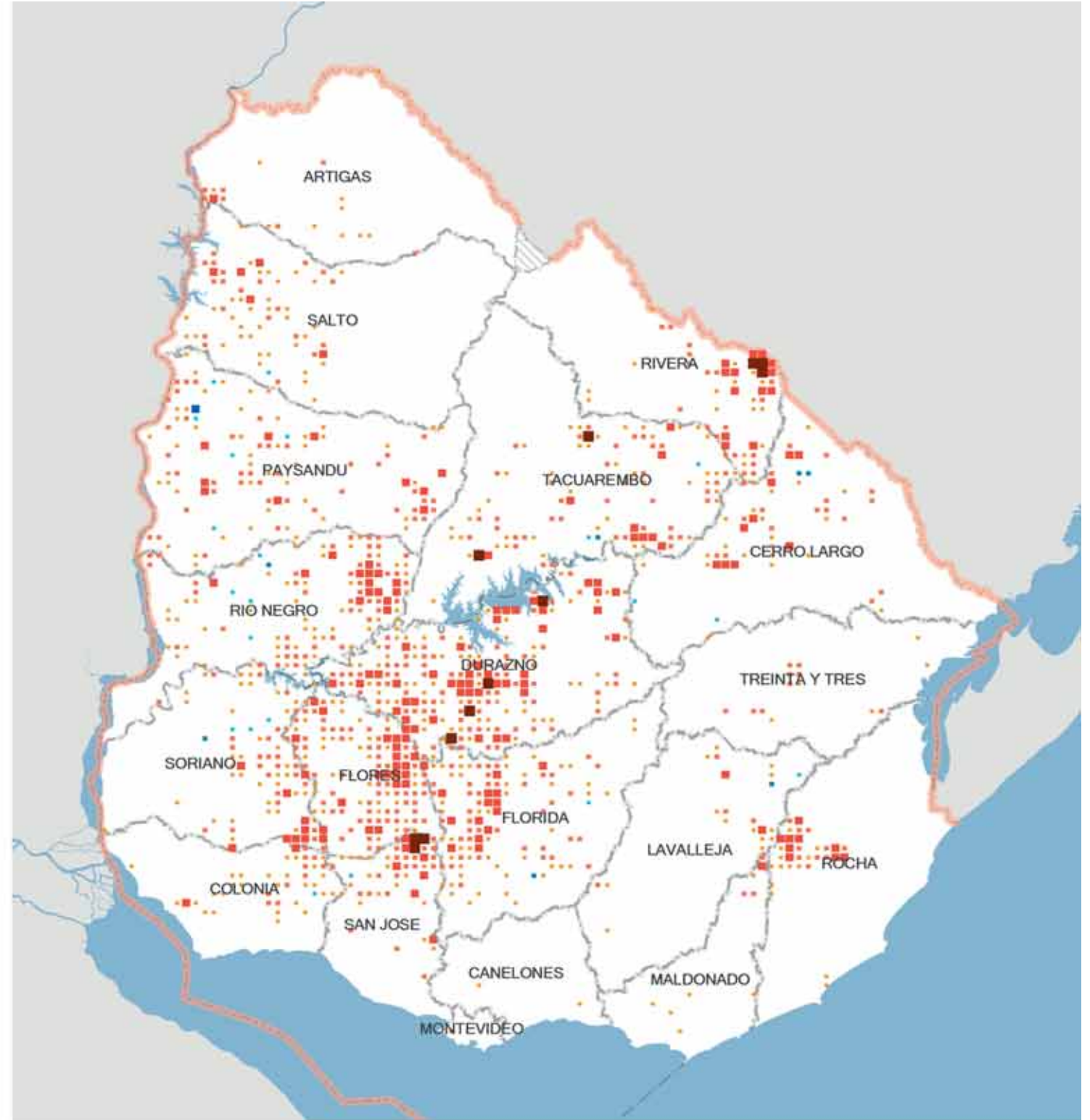
Cambios 2000 - 2011 de coberturas dominantes según área (%)



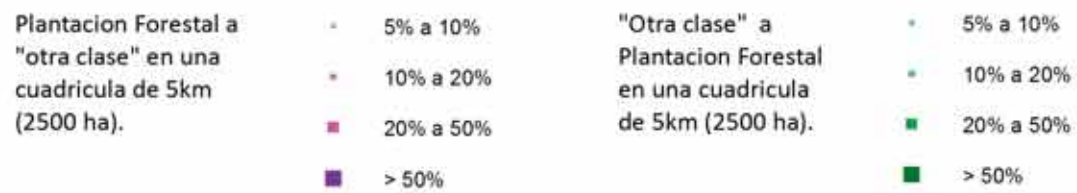
Puntos calientes de cambio: Plantación Forestal



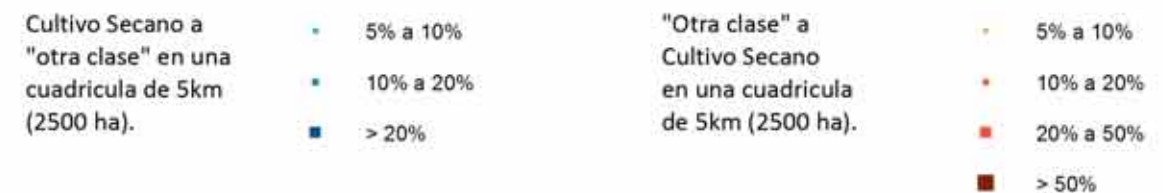
Puntos calientes de cambio: Cultivos de Secano



Cambio de cobertura - Plantación Forestal



Cambio de cobertura - Cultivo Secano > 4-5 ha



BIBLIOGRAFÍA

- BAEZA, S.; BALDASSINI, P.; AROCENA, D.; PINTO, P. y PARUELO, J. Clasificación de uso/ cobertura del suelo en Uruguay mediante serie temporales de imágenes de satélite y árboles de decisión. En: 25° Reunión Argentina de Ecología. Universidad Nacional de Luján, Provincia de Buenos Aires, Argentina, setiembre de 2012.
- BAEZA, S.; GALLEGO, F.; LEZAMA, F.; ALTESOR, A. y PARUELO, J. Cartografía de los pastizales naturales en las regiones geomorfológicas de Uruguay predominantemente ganaderas. En: Bases ecológicas y fisiológicas para el manejo de los pastizales naturales. Montevideo: INIA, 2010. pp.: 33-54.
- BALDI, G. y PARUELO, J. Land-use and land cover dynamics in South American temperate grasslands. En: Ecology and Society 13(2): 6, 2008.
Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art6/>
Fecha de consulta: 20/12/2014
- CAL, A.; ÁLVAREZ, A.; PETRAGLIA, C.; DELL ACQUA, M.; LÓPEZ, N. y FERNÁNDEZ, V. Mapa de Cobertura del Suelo de Uruguay = Land Cover Classification System. Montevideo: OPP, 2011. 56 p.
CHAPIN, F.S.; MATSON, P.A. y MOONEY, H.A. Principles of terrestrial ecosystem ecology. New York: Springer, 2002. 398 p.
ISBN: 0-387-95439-2
- CONGALTON, R. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. En: Remote Sensing of Environment. (37): 35-46, 1991.
- CONSEIL D'EUROPE; BLUM, A. (trad.) Charte Européenne de l'aménagement du territoire. Charte de Torremolinos, 1983. p. 3
Disponible en: http://www.coe.int/t/dgap/localdemocracy/cemat/VersionCharte/Charte_bil.pdf
Fecha de consulta: 20/12/2014
- DEFRIES, R. S.; HANSEN, M. C.; TOWSHEND, J. R. y SOHLBERG, R. S. Global land cover classifications at 8 km spatial resolution: the use of training data derived from Landsat imagery in decision tree classifiers. En: International Journal of Remote Sensing (19): 3141-3168, 1998.
- DI GREGORIO, A. Introducción. En: Atlas de cobertura del suelo del Uruguay. Montevideo: DINOT; FAO, 2015. pp. 8
- DI GREGORIO, A. y JANSEN, L. Land Cover Classification System: classification concepts and user manual. 2a ed. Roma: FAO, 2005.
Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/008/y7220e/y7220e00.htm>
Fecha de consulta: 21/12/2014
- FAO. Global Land Cover Network (GLCN). MApping Device-Change Analysis Tool (MAD-CAT). Roma: FAO, 20069.
Disponible en: http://www.glcn.org/index_en.jsp
Fecha de consulta: 20/12/2014
- FOLEY, J.; DEFRIES, R.; ASNER, G.P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S.R.; CHAPIN, F.S.; COE, M.T.; DAILY, G.C.; GIBBS, H.K.; HELKOWSKI, J.H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E.; KUCHARIK, C.J.; MONFREDA, C.; PATZ, J.; PRENTICE, I.C.; RAMANKUTTY, N. y SNYDER, P.K. Global consequences of land use. En: Science (309): 570-574, 2005.
Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rome2007/docs/Global_Consequences_of_Land_Use.pdf
Fecha de consulta: 21/12/2014
- HOUGHTON, R.A. y HACKLER, J.L. Carbon Flux to the Atmosphere from Land-Use Changes: 1850 to 1990. Tennessee: Oak Ridge National Laboratory, 2001. 74 p.
Disponible en: <http://cdiac.ornl.gov/ftp/ndp050/ndp050.pdf>
Fecha de consulta: 22/12/2014
- HOUGHTON, R.A. How well do we know the flux of CO2 from land-use change? En: Tellus B, 62(5): 337-351, 2010.
- KALNAY, E. y CAI, M. 2003. Impact of urbanization and land-use change on climate. En: Nature (423): 528-531, 2003.
- PARUELO, J. M.; EPSTEIN, H. E.; LAUENROTH, W. K. y BURKE, I.C. ANPP estimates from NDVI for the Central Grassland Region of the US. En: Ecology (78): 953-958, 1997.
- PARUELO, J.M.; JOBBAJY, E. y SALA, O.E. Current distribution of ecosystem functional types in temperate South America. En: Ecosystem (4): 683-698, 2001.
- PARUELO, J.M.; GUERSCHMAN, J.; PIÑEIRO, G.; JOBBÁGY, G.; VERÓN, S.; BALDI, G. y BAEZA, S. Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: marcos conceptuales para su análisis. En: Agrociencia (2): 47-61, 2006.
Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/~agrociencia/VOL10/2/pp47-61.pdf>
Fecha de consulta: 20/12/2014
- PIELKE, R.A.; MARLAND, G.; BETTS, R.A.; CHASE, T.N.; EASTMAN, J.L.; NILES, J.O.; NIYOGI, S. y RUNNING, W. The influence of land-use change and landscape dynamics on the climate system: relevance to climate-change policy beyond the radiative effect of greenhouse gases. En: Philosophical Transaction A (373): 1705-1719, 2002.
- PRINCE, S.D. Satellite remote sensing of primary production: comparison of results for Sahelian grasslands 1981-1988. En: International Journal of Remote Sensing (12): 1301- 1311, 1991.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la lengua española. Madrid: RAE, 2014.
Disponible en: <http://www.rae.es/recursos/diccionarios/drae>
Fecha de consulta: 18/12/2014
- RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J.A. y OLEJNICZAK, N.J. People on the Land: Changes in Global Population and Croplands during the 20th Century. En: Ambio 31 (3): 251-257, 2002.
- SALA, O.E.; CHAPIN III, F.S.; ARMESTO, J.J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; HUBER-SANWALD, E.; HUENNEKE, L.F.; JACKSON, R.B.; KINZIG, A.; LEEMANS, R.; LODGE, D.M.; MOONEY, H.A.; OESTERHELD, M.; PÖFF, N.L.; SYKES, M.T.; WALKER, B.H.; WALKER, M. y WALL, D.H. Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. En: Science (5459): 1770-1774, 2000.
- SANDERSON, E.W.; JAITEH, M.; LEVY, M.A.; REDFORD, K.H.; WANNEBO, A.V. y WOOLMER, G. The human footprint and the last of the wild. En: BioScience (52): 891-904, 2002.
- SELLERS, P. J. Canopy reflectance, photosynthesis and transpiration. En: International Journal of Remote Sensing (6): 1335-1372, 1985.
Disponible en: <http://dgc.stanford.edu/publications/berry/AnnRev2012/Int.%20J.%20of%20Remote%20Sensing%201985%20Sellers.pdf>
Fecha de consulta: 22/12/2014
- SOKAL RR. Classification - purposes, principles, progress, prospects. En: Science (185): 1115-1123, 1974.
- SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M. CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR, M. y MILLER, H.L. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (eds.) Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 996 p.

Disponible en: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm

Fecha de consulta: 20/12/2014
UNITED STATES. UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). Aerial Photographs and Satellite Images. Washington: USGS, 2014.

Disponible en: <http://www.usgs.gov/>
Fecha de consulta: 20/12/2014

URUGUAY. AGENCIA PARA EL DESARROLLO DEL GOBIERNO DE GESTIÓN ELECTRÓNICA Y LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN Y DEL CONOCIMIENTO (AGESIC). IDE-Uy, Infraestructura de datos espaciales. Montevideo: AGESIC, 2014.

Disponible en: <http://www.agesic.gub.uy>
Fecha de consulta: 20/12/2014
URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN GENERAL FORESTAL. Carta Forestal 2012. Montevideo: DGF, 2012.

Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy>
Fecha de consulta: 20/12/2014
URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. Censo General Agropecuario 2011. Montevideo: DIEA, 2013.

Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-censo-2011,O,es,O>,
Fecha de consulta: 19/12/2014

URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. Planes de uso y manejo del suelo 2013. Montevideo: Dirección General de Recursos Naturales Renovables, 2013.

Disponible en: <http://www.cebra.com.uy/renare/planes-de-uso-y-manejo-de-suelos/>
Fecha de consulta: 19/12/2014

URUGUAY. MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINERÍA. DIRECCIÓN NACIONAL DE MINERÍA Y GEOLOGÍA. Sistema de información geográfica. Montevideo: DINAMIGE, 2014.

Disponible en: <http://www.dinamige.gub.uy/web/mineria-y-geologia/principal>
Fecha de consulta: 20/12/2014

URUGUAY. MINISTERIO DE VIVIENDA, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE. Sistema Nacional De Áreas Protegidas. Montevideo: MVOTMA, 2013.

Disponible en: <http://www.snap.gub.uy/>
Fecha de consulta: 21/12/2014

URUGUAY. MINISTERIO DE VIVIENDA, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE. DIRECCIÓN NACIONAL DE AGUAS. Inventario de Recursos Hídricos 2012-2013. Montevideo: DINAGUA, 2014.

Disponible en: <http://www.mvotma.gub.uy>
Fecha de consulta: 20/12/2014

VITOUSEK, P.M.; EHRlich, P.R.; EHRlich, A.H. y MATSON, P.A. Human appropriation of the products of photosynthesis. En: BioScience (36): 368-373, 1986.

Disponible en: http://mahb.stanford.edu/wp-content/uploads/2012/02/1986_Vitousek.pdf
Fecha de consulta: 21/12/2014

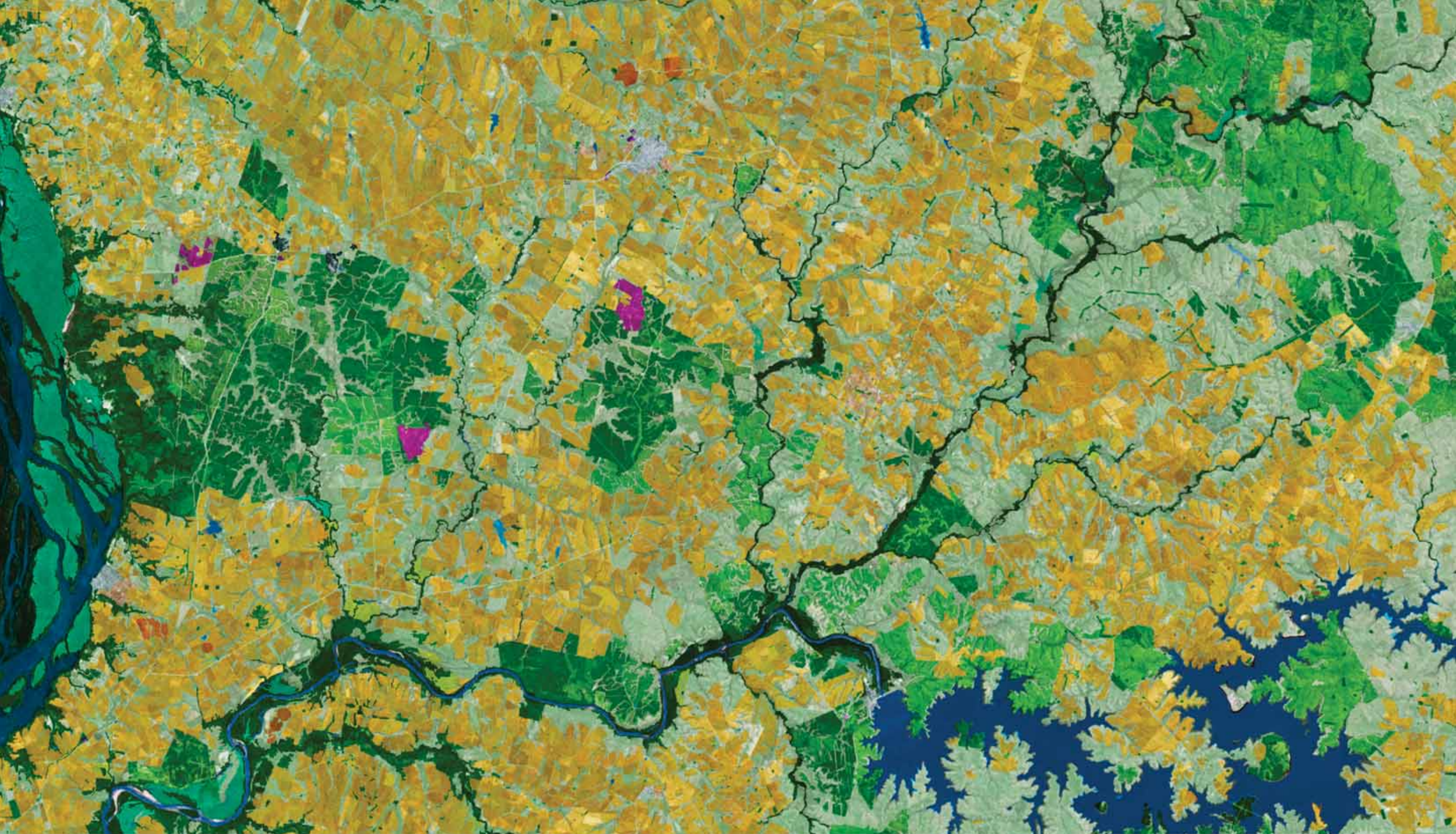
VITOUSEK, P.M.; MOONEY, H.A.; LUBCHENCO, J. y MELILLO, J.M. Human domination of earth's ecosystems. En: Science (277): 494-499, 1997.

Créditos de las fotos

Pág.	Autor	Descripción
6	Equipo de proyecto	Pinos en San Gregorio del Polanco, TACUAREMBÓ
10	SNAP/Equipo de proyecto	Paisajes, URUGUAY
18	SNAP	Laguna Negra, ROCHA
20	Equipo de proyecto	Girasoles, SAN JOSE
22	SNAP	Monte de Ombúes, ROCHA
23	SNAP/Equipo de proyecto	Paisajes, URUGUAY
24	SNAP	Humedales, ROCHA
25	SNAP	Salto del Penitente, LAVALLEJA
26	Equipo de proyecto	Accesos-bahía, MONTEVIDEO
27	SNAP/Equipo de proyecto	Paisajes, URUGUAY
28	Equipo de proyecto	Embalse Represa Hidroeléctrica Salto Grande, SALTO
29	SNAP	Arroyo Valizas, ROCHA
20-29	SNAP/Equipo de proyecto	Clases de la Leyenda Uruguay
30	Equipo de proyecto	Sorgo, SORIANO
32-33	SNAP/Equipo de proyecto	Clases de la Leyenda Uruguay
48	SNAP	Costa Atlántica, ROCHA

Cita recomendada:

ÁLVAREZ, A, BLUM, A y GALLEGO, F. Atlas de cobertura del suelo del Uruguay. Montevideo: DINOT; FAO, 2015. 52 p.
ISBN 978-92-5-308711-2



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



MVOTMA
Ministerio de Vivienda
Ordenamiento Territorial
y Medio Ambiente

DINOT

Dirección Nacional
de Ordenamiento
Territorial

ISBN 978-92-5-308711-2



9 789253 087112

14372S/1/02.15