



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

**Licenciatura en Gestión Ambiental
Centro Universitario Regional del Este
Universidad de la República**

**APORTE A UNA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL INCORPORANDO EL
MARCO DE INFRAESTRUCTURA VERDE EN LA AGLOMERACIÓN
CENTRAL DE MALDONADO**

Trabajo final de la Licenciatura en Gestión Ambiental

Estudiante:

German Taveira De Simone

Tutores:

Mg. Arq. Isabel Gadino* y Dr. Hugo Inda*

* CURE - Centro Universitario Regional del Este. Universidad de la República.

Maldonado, 2020

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	5
1.1.1. VEGETACIÓN URBANA Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	6
1.2. INFRAESTRUCTURA VERDE	9
1.3. ABORDAJE ESPACIAL EN BASE A TELEDETECCIÓN	11
2. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES	12
3. OBJETIVOS.....	16
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4. MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1. ÁREA DE ESTUDIO	16
4.1.1. AGLOMERACIÓN CENTRAL DE MALDONADO (ACM).....	16
4.2. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	18
4.2.1. PARTE 1_ IDENTIFICAR ESPACIALMENTE LAS PRINCIPALES TRANSFORMACIONES TERRITORIALES DE LOS ÚLTIMOS 40 AÑOS DE LA ACM Y SUS TENDENCIAS	20
4.2.2. PARTE 2_ MAPEAR Y CARACTERIZAR LAS ÁREAS CON VEGETACIÓN EXISTENTE Y ZONAS CON POTENCIAL PARA EL DESARROLLO DE NUEVA INFRAESTRUCTURA VERDE A ESCALA URBANA DEL PLAN ACM.	25
4.2.3. PARTE 3_ IDENTIFICAR DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN O MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VERDE EN LA NORMATIVA Y LOS INSTRUMENTOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA ACM. .	32
5. RESULTADOS.....	34
5.1. PARTE 1_ IDENTIFICACIÓN ESPACIAL DE LAS PRINCIPALES TRANSFORMACIONES TERRITORIALES Y SUS TENDENCIAS	34
5.1.1. CONTEXTO DEPARTAMENTAL	34
5.1.2. EVOLUCIÓN POBLACIONAL - AGLOMERACIÓN CENTRAL DE MALDONADO	35
5.1.3. TENDENCIAS DE LOS PROCESOS URBANOS	46

5.2.	PARTE 2_ MAPEO Y EVALUACIÓN DE LAS ÁREAS CON VEGETACIÓN EXISTENTE Y ZONAS CON POTENCIAL PARA EL DESARROLLO DE NUEVA INFRAESTRUCTURA VERDE	48
5.2.1.	SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	48
5.2.2.	LOS ESPACIOS VERDES URBANOS (EVU) EN LA ACM.....	50
5.2.3.	ÁREAS DE VEGETACIÓN RELEVANTE	50
5.2.4.	ANÁLISIS ESPACIAL DE PATRONES MORFOLÓGICOS DE ÁREAS VEGETADAS DENSAS	52
5.3.	PARTE 3_ IDENTIFICAR DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN O MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VERDE EN LA NORMATIVA Y LOS INSTRUMENTOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA ACM.....	57
5.3.1.	NORMATIVA	57
6.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	69
6.1.	ANÁLISIS DE RESULTADOS A TRAVÉS DEL MARCO FODA	72
7.	RECOMENDACIONES.....	75
8.	BIBLIOGRAFÍA	77
	ÍNDICE DE FIGURAS	83
	ÍNDICE DE TABLAS	84
	ANEXO I	85
	ANEXO II	86
	ANEXO III	87

Resumen

Las principales ciudades del departamento de Maldonado, conforman un conjunto llamado Aglomeración Central de Maldonado (ACM). Sostienen el mayor crecimiento poblacional del país en los últimos períodos intercensales, el cual va acompañado de una expansión y densificación urbana, justificada por este crecimiento y por inversiones inmobiliarias destinadas al turismo. Si bien, este proceso se ha caracterizado hasta el momento, por mantener vegetación densa en parte de la trama urbana, la gradual ocupación de fraccionamientos poco poblados, y la densificación de localidades ya establecidas, obliga a gestionar la vegetación urbana existente para asegurar la permanencia de los servicios ecosistémicos que proveen al área.

En este contexto, se plantea al enfoque de Infraestructura verde como estrategia de desarrollo urbano sostenible para el área, entendiendo a estas infraestructuras como una red interconectada de espacios verdes que conservan las funciones y valores de los ecosistemas naturales y provee beneficios asociados a la población humana. La misma combina las perspectivas ecológicas y sociales y tiene como objetivo la protección y valorización de la naturaleza y los procesos naturales, así como los beneficios que la sociedad puede obtener de la misma.

Para estudiar la viabilidad de este enfoque y la implementación de sus estrategias se identificaron las principales transformaciones territoriales y sus tendencias entre los años 1985 y 2019. Se mapearon y evaluaron las áreas con vegetación densa existente y zonas con potencial para el desarrollo de nueva infraestructura verde e identificaron desafíos y oportunidades para la implementación o mejora de infraestructura verde en la planificación urbana actual. La estrategia metodológica se sustentó en técnicas basadas en Sistemas de Información Geográfica, teledetección y revisión bibliográfica y documental.

Los principales resultados de este trabajo indican que dentro del área existen zonas donde la conservación de los espacios verdes urbanos hace viable el planteo de una red de vegetación urbana, mientras que otros, como en los centros históricos, aparte de conservar la vegetación existente el manejo exige estrategias para establecer nueva vegetación o permeabilidad del suelo. Las herramientas de gestión aplicables, como los instrumentos de ordenamiento territorial, son en gran medida consecuentes con el enfoque de infraestructura verde, sin embargo, todavía no se ha planificado efectivamente en ese sentido. A partir de esta información, el trabajo aporta recomendaciones para mejorar las condiciones actuales de infraestructura verde en la ACM.

Palabras clave: Infraestructura verde, sistemas socio-ecológicos, servicios ecosistémicos, planificación urbana, análisis espacial, Aglomeración Central de Maldonado.

Abstract

The main cities of the Maldonado department, make up a complex called Maldonado Central Agglomeration (ACM). They exhibited the highest population growth in the country in recent inter-census periods, which is accompanied by an urban expansion and densification, justified and explained by this growth and by real estate investments aimed to tourism development. Although, this process has been characterized so far, the maintenance of dense vegetation patches inside the urban mesh, the gradual occupation of sparsely populated areas, and the densification of already established localities, forces the management of existing urban vegetation to ensure the permanence of ecosystem services provisioning.

In this context, the Green Infrastructure approach is considered as a sustainable urban development strategy for the area, understanding these infrastructures as an interconnected network of green spaces that preserve the functions and values of natural ecosystems and provide benefits associated with the human inhabitants. It combines ecological and social perspectives and aims to protect and enhance nature and natural processes, as well as the benefits that society can obtain from them.

To study the viability of this approach and the implementation of its strategies, we identified the main territorial transformations and their trends between 1985 and 2019, we mapped and evaluated areas with existing dense vegetation and areas with potential for the development of new green infrastructure. We identified challenges and opportunities for the implementation or improvement of green infrastructure in current urban planning. We developed the methodological strategy based on techniques of Geographic Information Systems, remote sensing and bibliographic and documentary review.

The main results of this work indicate there are zones within the area where the conservation of urban green spaces makes it possible to propose a network of urban vegetation, while others, such as in historic centers, apart from conserving the existing vegetation management It requires strategies to establish new vegetation or soil permeability. The applicable management tools, such as territorial planning instruments, are largely consistent with the green infrastructure approach, however, it has not yet been effectively planned in that regard. Based on this information, the work provides recommendations to improve the current conditions of green infrastructure in the ACM.

Keywords: Green infrastructure, socio-ecological systems, ecosystem services, urban planning, spatial analysis, Maldonado Central Agglomeration.

1. Introducción

Los ecosistemas urbanos evolucionan en tiempo y espacio como resultado de interacciones dinámicas entre procesos socioeconómicos y biofísicos que operan a múltiples escalas (Hough 1998, Alberti 2008). Son un fenómeno reciente en la historia del planeta, pero se han transformado en una de las fuerzas impulsoras más relevantes de los cambios ambientales globales y las transformaciones socioeconómicas, sobre todo en los últimos siglos, en particular desde la Revolución Industrial en adelante (Wu et al. 2013).

Estos sistemas mantienen una infraestructura material rígida, que determina una dificultad en la capacidad de adaptación a fenómenos cambiantes comunes en sistemas naturales complejos a los que se exponen (Levin 1998). Los cambios en las condiciones ecológicas asociadas con los sistemas urbanos, afectan a servicios ecosistémicos en escala local y global. Este proceso, en última instancia llega a comprometer la capacidad de estos sistemas urbanos para mantener su infraestructura y la seguridad de las personas (Alberti y Marzluff 2004). Esto es especialmente relevante en el contexto actual de cambio climático, donde sus efectos multiplican los peligros en ciudades (da Silva et al. 2012).

En el esfuerzo de mantener los servicios ecosistémicos que sostienen el desarrollo de los sistemas urbanos, es necesario integrar el enfoque y conocimiento de los mismos en los procesos de planificación, dado que las decisiones en esta temática son uno de los factores más influyentes que determinan la cantidad y la distribución espacial de la oferta y la demanda de servicios ecosistémicos en las ciudades (Geneletti et al. 2020).

Este trabajo analiza las oportunidades y desafíos en cuanto a la viabilidad de incorporar el enfoque de infraestructura verde, como estrategia para mantener servicios ecosistémicos claves en la adaptación urbana ante peligros naturales y la mejora del bienestar de las personas. El marco general de este enfoque es el de sistema socio-ecológico, entendido como un sistema que incluye procesos biogeofísicos y socioculturales integrados (Delgado-Serrano et al. 2015), e implica diversidad de aspectos a incorporar en su análisis y gestión.

Efectos del desarrollo urbano

Dentro de las principales actividades que determinan el sustento y crecimiento demográfico de la población humana se encuentran la agricultura, la industria, la pesca y el comercio. Las mismas, transforman la superficie terrestre, alteran los principales ciclos biogeoquímicos y agregan o eliminan especies y poblaciones genéticamente distintas en la mayoría de los ecosistemas de la Tierra (Vitousek et al. 1997, UNFPA 2007).

Existe una evidencia creciente de que los efectos de estas transformaciones están cambiando dramáticamente los ecosistemas del planeta (Millennium Ecosystem Assessment 2005), a los que se

suman los impactos de las urbanizaciones. Las áreas urbanizadas cubren aproximadamente entre el 1% al 6% de la superficie de la Tierra, sin embargo, tienen impactos extraordinariamente grandes y efectos complejos y a menudo indirectos en los ecosistemas (Alberti 2005, Grimmond 2007, Alberti et al. 2008).

Estos efectos revisten cada vez más preocupación, debido a que la urbanización es la tendencia demográfica dominante a nivel global, donde más de la mitad de la población del planeta vive en ciudades, y para 2030 se espera que el 60% de la población global proyectada viva en áreas urbanas (UNFPA 2007). A nivel regional, en América Latina y el Caribe esta proporción es superada ampliamente ya que actualmente el 80% de las personas vive actualmente en ciudades (CEPAL 2017).

La forma y evolución de las ciudades está marcada por la aplicación de grandes paradigmas urbanos, por la implementación y análisis de conocimientos técnicos enfocados hacia su funcionalidad (Hough 1998), así como por los modelos de desarrollo locales y regionales (Lefebvre 1974), desconociendo en gran medida los procesos de muchos de los ecosistemas presentes y los servicios que estos proveen (Hough 1998).

Este tipo de desarrollo urbano implica cambios en las coberturas del suelo, que al desplazar y modificar ecosistemas preexistentes generan grandes impactos negativos que incluyen la degradación del paisaje, la alteración de los sistemas biofísicos y socioeconómicos en distintos niveles, además de ser uno de los factores plenamente implicados en la fragmentación de los ecosistemas y el cambio global, perturbando procesos y ciclos biogeoquímicos (Alberti 2005, Alberti et al. 2007, Soto 2015).

Siguiendo el enfoque de Alberti (2008), se reconoce que los patrones en los paisajes urbanos son creados por interacciones a escala micro entre procesos humanos y ecológicos, y que las funciones del ecosistema urbano se ven afectadas y mantenidas simultáneamente por patrones humanos y ecológicos (Fig. 1.1). Donde asegura que:

“Las ciudades evolucionan como resultado de innumerables interacciones entre las elecciones individuales y las acciones de muchos agentes humanos (por ejemplo, hogares, empresas, desarrolladores y gobiernos) y agentes biofísicos, como la geomorfología local, el clima y los regímenes de disturbios naturales. Estas opciones producen diferentes patrones de desarrollo, uso del suelo y densidad de infraestructura. Afectan los procesos del ecosistema tanto directamente (dentro y cerca de la ciudad) como de forma remota a través de la conversión de la tierra, el uso de los recursos y la generación de emisiones y desechos. Esos cambios, a su vez, afectan la salud y el bienestar humanos.” (Alberti 2008, p.14).

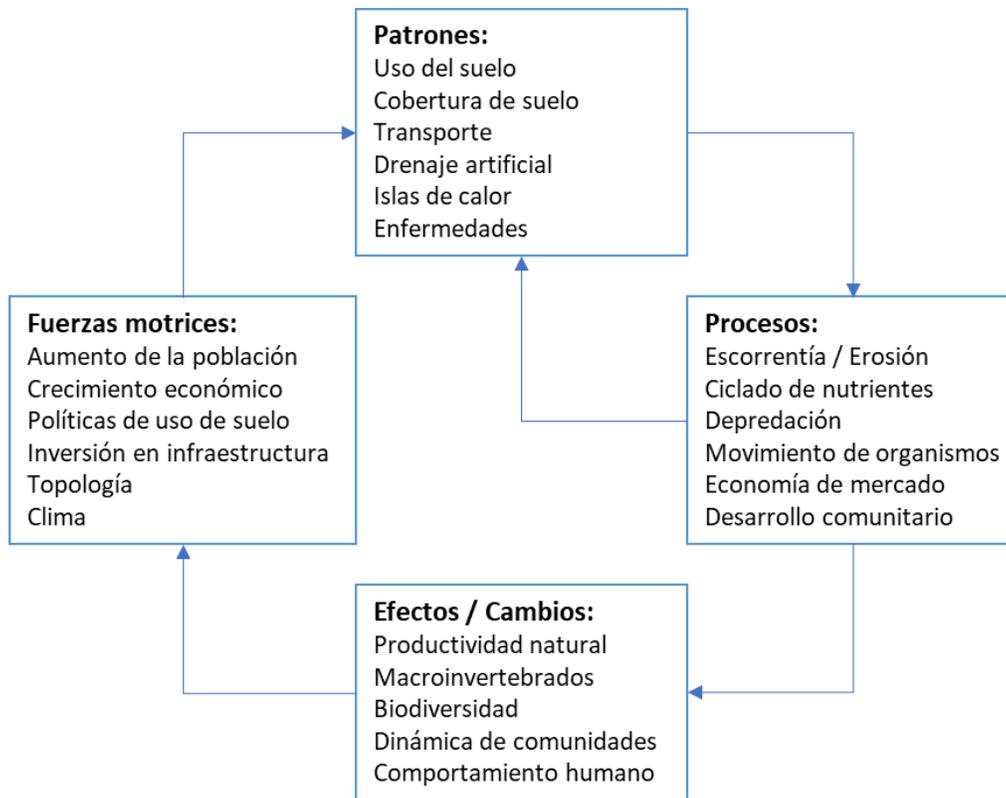


Fig. 1.1. Marco conceptual de ecología urbana (Alberti 2008).

1.1. Servicios ecosistémicos

Las ciudades están expuestas a sufrir grandes impactos ambientales derivados de amenazas de escala local, así como también de escala global como los efectos del cambio climático. Los cambios en las condiciones ecológicas asociadas con la urbanización, afectan a los servicios que proporcionan los ecosistemas a nivel local y global (Haughton y Hunter 1994). Esto implica un deterioro en la capacidad de afrontar las perturbaciones por parte de las áreas urbanas que ejercen esta presión a los ecosistemas, aumentando su vulnerabilidad frente a los cambios ambientales (Alberti y Marzluff 2004).

Los ecosistemas a través de su funcionamiento, proporcionan una gama de bienes y servicios importantes para el bienestar humano, que se denominan colectivamente servicios del ecosistema (Millennium Ecosystem Assessment 2003). Los servicios de los ecosistemas, como la purificación del aire, el filtrado del agua, el ciclado de nutrientes, la generación de suelos, la regulación del clima, el secuestro de carbono, etc., son proporcionados por áreas de bosque, humedales y otros ecosistemas naturales (Costanza et al. 1997, Millennium Ecosystem Assessment 2003).

La pérdida de áreas vegetadas plantea una amenaza sustancial para la diversidad y el funcionamiento de los ecosistemas a nivel mundial y puede causar impactos en cascada en una amplia gama de funciones y

servicios de los ecosistemas (Millennium Ecosystem Assessment 2005, Metzger et al. 2006, Pereira et al. 2010). Similares efectos genera la fragmentación, que ocurre cuando las extensiones continuas de una configuración del paisaje que sirve de hábitat a diferentes especies - como pueden ser los bosques- se dividen en partes más pequeñas, como resultado del cambio en el uso de la tierra. Se crean nuevos bordes entre el sistema original y otras coberturas del suelo, desconectando parches de hábitats contiguos o continuos y reduciendo el tamaño de los parches, interrumpiendo así los patrones de movimiento de muchos organismos y aislando poblaciones (Fahrig 2003). Las poblaciones aisladas en fragmentos son más vulnerables a eventos que puedan conducir a su disminución o extinción (Haddad et al. 2015).

Para abordar estas problemáticas y planificar ciudades ecológicamente resilientes, que a su vez mantengan servicios que sustentan el bienestar de las poblaciones, la planificación debe incorporar la noción de que las ciudades son sistemas ecológicos complejos integrados por humanos, aunque difieren de los sistemas naturales en varios aspectos: en su clima, suelo, hidrología, composición de especies, dinámica poblacional y flujos de energía y materia (Alberti 2008). Esto también implica gestionar su resiliencia, entendiéndola como la capacidad del sistema de absorber las perturbaciones y reorganizarse mientras se experimenta un cambio a fin de conservar esencialmente la misma función, estructura y retroalimentación, y por lo tanto la identidad (Folke et al. 2010).

En este sentido, la gestión de estos sistemas requiere una comprensión de los mecanismos que vinculan los procesos humanos y ecológicos en su dinámica y evolución. Debido a que el cambio es una propiedad inherente de los sistemas socio ecológicos, la capacidad de los ecosistemas urbanos para responder y adaptarse a estos cambios es un factor importante para hacer que las ciudades sean sostenibles a largo plazo (Alberti y Marzluff 2004). Según Nagy et al. (2007), no solo es necesario continuar el análisis de impactos y vulnerabilidades biofísica y socioeconómica, sino que también hay que enfocar en la sustentabilidad y calidad de vida de comunidades que permitan incorporar la variabilidad presente y escenarios climáticos futuros en la gestión integrada y las estrategias de adaptación proactivas.

1.1.1. Vegetación urbana y servicios ecosistémicos

A. PRINCIPALES APORTES DE LOS ESPACIOS VERDES URBANOS A LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CLAVES PARA EL DESARROLLO URBANO

Los espacios verdes urbanos (EVU) como los bosques, arbustales, pastizales y otros espacios verdes, son elementos ampliamente reconocidos por la cantidad de servicios que proveen a una amplia cantidad de personas. Directa e indirectamente están sirviendo de muchos beneficios que hacen al bienestar de las personas que son parte de estos sistemas o permanecen cerca. Los espacios y bosques urbanos pueden mejorar la calidad ambiental, el bienestar individual y comunitario, proporcionar una amplia gama de

servicios a individuos y comunidades, al producir un ambiente más saludable y confortable para la mayoría de los habitantes (Gu et al. 2019).

Una forma de entender el valor que adquieren estos servicios es, estimando los beneficios económicos que representan o, dicho de otro modo, el costo que generaría prescindir de los mismos y tener que afrontar con soluciones de otra índole o la restauración de los sistemas. Esta tarea no es sencilla, ya que se trata de devolver una configuración para servicios tan complejos como pueden ser: evitar la erosión de los suelos, la purificación del aire, la generación de sombra, etc. En este sentido, todos estos servicios tienen un valor sorprendentemente significativo, y la atención al diseño de los espacios verdes y bosques urbanos puede ser un medio local para capturar ese valor (De Groot et al. 2012).

Los efectos ecológicos del enverdecimiento urbano son muy variados y como se mencionó, incluyen el secuestro de carbono, la purificación del aire, el alivio del efecto de isla de calor y la filtración y reducción de la escorrentía de aguas pluviales. Al mismo tiempo, las áreas verdes ubicadas en zonas residenciales ofrecen oportunidades para la integración social y el ejercicio físico, también son beneficiosos para promover la salud mental de los ciudadanos y aliviar el estrés (Barton y Pretty 2010). Si bien, en medios urbanos se registran problemas asociados a las EVU, como lluvias plúvicas que puede provocar alergias respiratorias o la generación de zonas percibidas como “oscuras y peligrosas”, es indiscutible que en el contacto con la naturaleza y los espacios verdes urbanos superan los impactos positivos en la salud y el bienestar humano. Algunos aspectos importantes en contextos urbanos se presentan a continuación.

Provisión de hábitat

Dentro del ecosistema urbano, una de las características más relevantes de las áreas verdes es que son capaces de proveer hábitat a la diversidad biológica y es clave para la conservación de la biodiversidad (Escobedo et al. 2019). Además del valor inherente de las especies y la biodiversidad, este servicio de soporte posibilita la permanencia de estas y, por consiguiente, de la gran mayoría de los beneficios que brindan los ecosistemas.

Ciclo del agua

Los EVU son una parte importante del ciclo del agua. Estos sistemas devuelven eficientemente el agua a la atmósfera a través de la evapotranspiración y filtran los contaminantes de la escorrentía a través de la infiltración y la filtración. El cambio de uso de suelo natural o rural a uso urbano produce importantes transformaciones, como por ejemplo, el aumento de la escorrentía superficial -especialmente cuando se producen eventos puntuales de precipitaciones intensas- lo que ocasiona desbordes, inundaciones, erosión, difusión de contaminantes, entre otros efectos (Henríquez y Azócar 2006, Kuehler et al. 2017). Este proceso es importante en cuanto a la mitigación y adaptación al cambio climático, y aún más en contextos de urbanizaciones que crecen a orillas de cuerpos de agua.

Calidad del aire

La contaminación del aire es una preocupación ambiental importante en la mayoría de las principales ciudades del mundo. Un gran esfuerzo de investigación se ha centrado en el papel de la vegetación urbana en la degradación de contaminantes del aire en las ciudades (Nowak et al. 2006). Asimismo, los bosques y áreas verdes urbanas pueden hacer contribuciones significativas a la calidad del aire urbano. La eliminación de contaminantes del aire, como dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, ozono, monóxido de carbono y partículas, significa un importante servicio del ecosistema (Jim y Chen 2009).

Microclima

La influencia de los bosques urbanos en el microclima local es multidimensional y compleja, incluida la modificación de la radiación solar, la velocidad del viento, la temperatura del aire, la humedad relativa y la radiación terrestre. Tienen grandes efectos en el ahorro de energía de refrigeración y calefacción a escala local en zonas residenciales de baja densidad, debido a la generación de sombra y la evapotranspiración incide en la absorción de calor latente de vaporización de la atmósfera. Este proceso natural de “aire acondicionado” disminuye significativamente la temperatura del aire, mientras que la transferencia de agua a la atmósfera eleva la humedad relativa en las cercanías de los árboles, esto producir un “efecto oasis” en el ambiente urbano en condiciones de aumento de temperatura (Chen y Jim 2008, Jim y Chen 2009).

Culturales

La identificación y valoración de los servicios que tienen que ver con el aspecto cultural en torno a los espacios verdes no es tan sencilla, ya que adquieren muchos valores diferentes tanto para las personas, como para diferentes culturas, con cosmovisiones y formas de relacionarse con el entorno distintas. La importancia de las áreas y los bosques urbanos se basa en algunos sentimientos y vínculos muy profundos que a veces incluso tienen una calidad espiritual (Dwyer et al. 1991). En este sentido, Fuller *et al.*, (2007) han relevado que las áreas verdes tienen efectos positivos a nivel psicológico y ayudan a bajar el stress.

Una forma común de entender el valor estético/cultural de las áreas verdes es relevando el valor agregado que le otorga el mercado a zonas con predominio verde (Brander y Koetse 2011). Otro de los aspectos que puede sumar también a este comportamiento es, por ejemplo, el efecto de la vegetación en la mitigación del ruido, principalmente proveniente del tránsito, el cual ha sido ampliamente estudiado a escala predial (Margaritis y Kang 2016).

Secuestro de carbono

Las ciudades liberan grandes cantidades dióxido de carbono (CO₂), el cual es el componente más destacado de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (IPCC 2007). Es el resultado

principalmente de la combustión de combustible en el entorno construido, para actividades como la calefacción de edificios, la movilidad urbana y la cocina. Los bosques urbanos pueden actuar como sumideros de dióxido de carbono (CO₂), mediante la absorción del CO₂ atmosférico por las hojas de los árboles a través de la fotosíntesis, donde la planta utiliza el CO₂ y el agua (H₂O) para producir carbohidratos y devolver el oxígeno (O₂) a la atmósfera. De esta forma logran almacenar carbono en la biomasa vegetal y en el suelo (Fares et al. 2017).

Si bien se reconoce que a nivel global las ciudades tienen una capacidad limitada para secuestrar carbono, y la vegetación urbana representa solo una pequeña fracción de las reservas de carbono en el mundo, las áreas verdes en la ciudad pueden afectar significativamente las concentraciones locales de CO₂ atmosférico (Alberti 2008).

1.2. Infraestructura verde

Incorporar el enfoque de los servicios ecosistémicos en la práctica del desarrollo urbano, requiere el planteo de una planificación adecuada y cuidadosa con la finalidad de normar, evitar o disminuir impactos negativos futuros, contemplando a los servicios ecosistémicos y su relación con la calidad ambiental urbana y la vulnerabilidad a los desastres (Soto 2015). En este contexto, el enfoque de Infraestructura verde representa una estrategia esencial de desarrollo sostenible en el ordenamiento territorial. Este combina las perspectivas ecológicas y sociales y tiene como objetivo la protección y valorización de la naturaleza y los procesos naturales, así como los beneficios que la sociedad puede obtener de la misma (Canto López 2014, Hansen y Pauleit 2014).

Siguiendo la definición propuesta por Benedict y McMahon (2006) la infraestructura verde es una red interconectada de espacios verdes que conservan las funciones y valores de los ecosistemas naturales y provee beneficios asociados a la población humana. Según Vásquez (2016), en esta definición “...es posible reconocer el surgimiento de concepciones, métodos y objetos de interés asociados, que definen una aproximación científico-técnica que intenta reconciliar el crecimiento urbano, bienestar social y protección ambiental, enfatizando los servicios ecológicos y sociales provistos por los espacios verdes...”. No obstante, esta no es la única forma de entender a la infraestructura verde, ni existen grandes consensos en su definición.

El enfoque de infraestructura verde ha sido adoptado por las diversas disciplinas relacionadas con el diseño, la conservación y la planificación y se ha utilizado para aplicar a conceptos ligeramente diferentes. Sin embargo, la EEA (2011) identifica características subyacentes, comunes a todas las definiciones y disciplinas que usan el término. Estos incluyen conectividad, multifuncionalidad y conservación inteligente. De entre las categorías presentadas, es clave hacer foco en la multifuncionalidad dado que

representa la capacidad de integración e interacción de diferentes servicios y beneficios en la misma área (Davies et al. 2017).

La infraestructura verde se presenta en términos estructurales como componentes que trabajan juntos para mantener una red de sitios que apoyan procesos ecológicos y sociales. Estos componentes varían en tamaño y forma dependiendo del tipo de función o servicio que se proporciona (Benedict y McMahon 2002, EEA 2011). Los mismos se pueden agrupar en tres amplias categorías según escalas territoriales, desde una escala local o de barrio (árboles callejeros, techos y paredes verdes, jardines privados, plazas urbanas, lagos y arroyos, pequeños bosques, áreas de juego, zonas baldías, etc.), escala de pueblo o ciudad (parques forestales, lagos, grandes espacios recreativos, ríos y llanuras aluviales, entre otros) y escala regional y nacional (parques regionales, ríos y llanuras aluviales, costas, senderos estratégicos y de larga distancia, bosques, embalses, algunas tierras agrícolas, parques nacionales, entre otros) (Landscape Institute 2009).

Esta variedad de ecosistemas naturales y restaurados y características del paisaje que pueden incluir los componentes de la infraestructura verde, conforman un sistema de “centros” o “nodos” y “enlaces” o “aristas”. Los centros anclan las redes de infraestructura verde, proporcionando orígenes y destinos para la vida silvestre y los procesos ecológicos que se trasladan a través de ellos. Los enlaces son las conexiones que unen el sistema y permiten que funcionen las redes de infraestructura verde. Los centros y los enlaces varían en tamaño, función y propiedad (Benedict y McMahon 2002).

El abordaje de estas características, hace necesario un enfoque holístico en la planificación de infraestructura verde, y por tanto se lo considera más adecuado para manejar la complejidad que la planificación tradicional (Kambites y Owen 2006), especialmente en las áreas urbanas debido a que estas se caracterizan por la interacción fuerte y dinámica de los sistemas ecológicos y sociales (Alberti y Marzluff 2004).

Esta perspectiva implica un cambio significativo en la forma en que los gobiernos y las comunidades en general conciben los espacios verdes y su planificación, ya que significa dejar de ver estos espacios simplemente como tierras vacantes que aún no han sido intervenidas y se encuentran a la espera de serlo, para verlos como una tipología de uso por sí misma que entrega múltiples beneficios sociales, económicos y ecológicos, y que por lo tanto, son un eje estratégico en el desarrollo urbano (Benedict y McMahon 2002, Vásquez 2016). Esta nueva tipología se puede conceptualizar como una infraestructura verde, análoga a la infraestructura tradicionalmente vinculada a, por ejemplo, la red de agua potable y alcantarillado, la infraestructura para el tratamiento de aguas residuales domésticas, la red vial o la infraestructura para la educación o atención de salud.

Según Aguilera Benavente et al. (2018), las infraestructuras verdes están asociadas a diferentes aspectos o dimensiones: multifuncionalidad, (ya que integra elementos territoriales que pueden proporcionar muchos y variados bienes y servicios); conectividad ecológica, (porque constituye una red de zonas

naturales y seminaturales y otros elementos ambientales); conservación, (al fomentar la conservación de ecosistemas naturales valiosos y la preservación de la biodiversidad); prestación de servicios a la población, (sobre todo, servicios ecosistémicos), y la multiescalaridad, (debido a que se articula a diferentes escalas, desde la supranacional a la local).

De esta forma, la infraestructura verde representa más una síntesis de diferentes enfoques de planificación que un enfoque completamente nuevo. Asimismo, la característica principal de la infraestructura verde es que se compone de un abanico de enfoques de planificación innovadores en el campo de la conservación de la naturaleza y la planificación de espacios verdes (Hansen y Pauleit 2014). Por lo tanto, mantiene una clara vinculación con la ordenación del territorio y un carácter eminentemente espacial, que surge con la intención de ofrecer un instrumento eficaz para guiar un desarrollo urbano acorde a los principios de sostenibilidad.

En síntesis y siguiendo a Benedict y McMahon (2006 p.3);

“la infraestructura verde proporciona un marco que se puede usar para guiar el crecimiento y desarrollo futuro del territorio [...] Adoptar un enfoque de infraestructura verde facilita las actividades de conservación sistemáticas y estratégicas, agrega valor a los resultados proyectados y proporciona previsibilidad y certeza, tanto para los conservacionistas como para los desarrolladores. En áreas que anticipan su crecimiento, un plan de infraestructura verde puede identificar previamente tierras clave para el futuro.”

1.3. Abordaje espacial en base a teledetección

Comprender la distribución espacial y el crecimiento de las áreas urbanas bajo un enfoque de infraestructura verde, es esencial para la planificación urbana y la gestión de recursos. Debido a esto, una de las actividades básicas necesarias para este propósito es mapear las áreas construidas y las áreas vegetadas (Maktav et al. 2005). Dicha actividad, requiere muchos recursos si se lleva a cabo a través de medios convencionales como los relevamientos en campo y la fotografía aérea (Cardozo y Da Silva 2013). Al mismo tiempo, la rápida expansión urbana también hace que la tarea de realizar un mapeo oportuno y preciso de las áreas urbanas sea bastante difícil.

En este sentido, los datos de teledetección, especialmente de los sistemas de teledetección satelital, son un recurso invaluable para mapear áreas construidas por varias razones. Éstos involucran la captación de datos de la superficie terrestre a través de sensores instalados en satélites en el espacio, y también su posterior tratamiento y análisis (Chuvienco Salinero 2008). Constituyen un recurso accesible que proporciona una visión gráfica e integral que, en el caso de áreas urbanas extensas, no es posible conocer a través de relevamientos terrestres (Rose et al. 2015). Otra ventaja práctica de utilizar datos de

teledetección para estudios urbanos es la disponibilidad de archivos históricos que pueden ayudar a mapear y comprender la expansión urbana a lo largo del tiempo (Cardozo y Da Silva 2013).

Inicialmente, los sensores en plataformas aéreas dominaron esta aplicación, pero, actualmente, los sensores basados en satélites están siendo cada vez más competitivos debido a que su desarrollo es el resultado de mejoras técnicas que ahora permiten la adquisición de imágenes de alta resolución espacial. Por otro lado, la fotografía aérea puede complementar este abordaje ya que tiene registros de datos archivados durante mucho tiempo, mientras que la detección remota por satélite para observación de la Tierra comenzó en 1972 con el primer satélite Landsat (Maktav et al. 2005).

Si se considera la composición de los paisajes urbanos, se puede ver que hay gran cantidad de objetos pequeños compuestos por materiales diferentes en una disposición espacial que no proporciona muchos píxeles homogéneos en las imágenes de satélite tradicionales de observación de la Tierra. Además de eso, las áreas urbanas tienen un componente 3D sustancial. Estos factores determinan que, para aplicaciones de teledetección urbana, uno debe considerar la resolución geométrica (para separar objetos espacialmente), la resolución espectral y radiométrica (para distinguir objetos temáticamente) y la resolución temporal (para obtener material de imagen consistente en una fecha separada) (Maktav et al. 2005).

2. Justificación y antecedentes

Nivel internacional

Las urbanizaciones se han distinguido como uno de los sistemas amenazados por los cambios generados en el ambiente y donde es más urgente intervenir con nuevos enfoques en su planificación y gestión. En el año 2015 la Organización de Naciones Unidas (ONU) planteó los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para el año 2030, siendo el número 11 el que reconoce que “[...] No es posible lograr un desarrollo sostenible sin transformar radicalmente la forma en que construimos y administramos los espacios urbanos. [...]”. Al año siguiente, este planteo es retomado en la Conferencia “Hábitat III” de la ONU del año 2016, donde se declara una Nueva Agenda Urbana en donde se reconoce:

“[...] las ciudades y los asentamientos humanos se enfrentan a amenazas sin precedentes planteadas por las pautas insostenibles de consumo y producción, la pérdida de diversidad biológica, la presión sobre los ecosistemas, la contaminación, los desastres naturales y los causados por el ser humano, y el cambio climático y los riesgos conexos, socavando los esfuerzos para poner fin a la pobreza en todas sus formas y dimensiones y lograr el desarrollo sostenible [...]” (ONU 2016 p.22).

Al mismo tiempo, plantea como uno de los compromisos asumidos con horizonte en el año 2030, el de facilitar la ordenación sostenible de los recursos naturales en las ciudades y los asentamientos humanos

de una forma que proteja y mejore los ecosistemas urbanos y los servicios ambientales, y propone para lograrlo, planificaciones urbanas y territoriales racionales desde el punto de vista ambiental (ONU 2016).

Nivel nacional

En el segundo Informe Bienal de Actualización a la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático Uruguay del 2017, se destaca que el país es particularmente sensible a los eventos extremos, como sequías, inundaciones, olas de frío y de calor, vientos fuertes, tornados, granizadas, heladas, lluvias fuertes y tormentas severas. Estas amenazas, en interacción con la exposición y vulnerabilidad social, han ocasionado múltiples impactos sobre las poblaciones, las infraestructuras, los ecosistemas, la biodiversidad. Asimismo, afirma que en los últimos 30 años aumentaron las precipitaciones acumuladas anuales en todo el país y particularmente en el litoral atlántico a partir del año 2001 (MVOTMA-SNRCC 2017).

Sumado a los fenómenos constatados, los efectos del cambio climático imprimen mayores intensidades y frecuencias a los fenómenos asociados a los riesgos, como los eventos extremos (lluvias y vientos intensos, tormentas y granizadas de gran intensidad, etc.), pero también, se reconoce que las inundaciones serán cada vez más intensas y causarán mayores daños a la agricultura y la infraestructura. Se estima que la temperatura en Uruguay podría aumentar de 2 a 3 grados Celsius para el año 2100 y se prevé un aumento del nivel del mar de entre 12 y 20 cm para la década del 2050 y de entre 40 y 65 cm para el 2100 (Nagy et al. 2007b, PNUD 2007, Bidegain et al. 2013).

Si bien, los principales estudios sobre efectos del cambio climático en el país hacen hincapié en el sector agropecuario (Bidegain et al. 2013, MGAP-FAO 2013, MVOTMA-SNRCC 2017), la repercusión de estos sobre las áreas urbanas es muy considerable dado que el 95% de la población del país vive en urbanizaciones (INE 2011a).

Atendiendo a esta realidad, en 2009 se estableció el Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático y variabilidad (SNRCC), el que ayudó a crear en 2010 el Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático, donde se establece que la adaptación en este tema es una prioridad estratégica para el país. Luego en 2016, se aprueba la Política Nacional de Cambio Climático, donde se acuerda promover el desarrollo de ciudades, comunidades, asentamientos humanos e infraestructuras sostenibles y resilientes con tres grandes líneas de acción que incluyen: a) la incorporación adecuada de la mitigación y la adaptación al cambio y variabilidad climática en la planificación urbana, en los instrumentos de ordenamiento territorial y el paisaje; b) la integración adecuada de la mitigación y la adaptación y los servicios ecosistémicos en el diseño, construcción, gestión y mantenimiento de viviendas, infraestructura, equipamiento y provisión de servicios públicos; c) el fortalecimiento de las capacidades a nivel nacional, departamental y municipal a través de la capacitación de recursos humanos y la financiación de acciones relativas a la mitigación y adaptación.

En mayo de 2019 se realizó el lanzamiento del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en ciudades e infraestructuras (NAP Ciudades), liderado por el ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) con los objetivos de reducir la vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático mediante la creación de capacidades de adaptación y resiliencia en ciudades, infraestructuras y entornos urbanos y facilitar la integración de las medidas de adaptación al cambio climático, de manera uniforme, en las políticas, programas y actividades, en procesos y estrategias de planificación de desarrollo concreto dirigidos a las ciudades y la planificación local (MVOTMA-PNUD 2019).

Sumado a lo anterior, el Plan Nacional Ambiental recientemente aprobado, retoma en su meta “Ciudades sostenibles” el Objetivo 11 de los ODS (MVOTMA-SNA 2019), donde se propone:

- Incorporar a la planificación y ejecución de ciudades la definición de espacios verdes, de recreación y arbolado público que incluyan ejemplares de flora nativa.
- Considerar la existencia de espacios verdes y arbolado urbano en relación a la salud y el bienestar de la población, por ejemplo, la presencia de arbolado para reducir la contaminación ambiental.
- Mejorar los procesos participativos de los IOT, promoviendo el tratamiento de temas ambientales que surgen de la sociedad.
- Promover la incorporación de la movilidad sostenible en la planificación territorial.
- Reconociendo el rol y la importancia de la vegetación y los servicios ecosistémicos que esta provee, en la planificación de ciudades sostenibles.

Nivel departamental

Luego de Montevideo, Maldonado es el departamento que tiene la mayor proporción de población viviendo en ámbitos urbanos, llegando al 97% de su población (INE 2011a). Este fenómeno se ha consolidado principalmente en la costa, de la mano de una gran transformación originada a principios de siglo XX. La misma involucró la plantación de miles de pinos y eucaliptus que determinó no sólo la fijación de dunas hacia su futura urbanización balnearia, sino la transfiguración del paisaje local en un nuevo paisaje, artificial pero definitivamente “naturalizado”. El bosque urbanizado sucedió al campo dunar, y posteriormente, el chalet individual fue dando lugar al bloque bajo y a la torre. Proceso que se fue ampliando desde la península a lo largo de la primera línea frentista a la costa (Varela Martínez, 2017).

Esta condición de bosque urbanizado es bien valorada en la zona balnearia Maldonado-Punta del Este. El rápido crecimiento y la expansión de la urbanización que se experimenta desde la década de 1930, se caracteriza por un interés de los promotores de fraccionamientos, en mantener como valor destacado el bosque plantado que existían a lo largo de la costa. Ellos mismos, se ocuparon de agregar condiciones de

ocupación, con el fin de mantener el bosque y la condición de barrio jardín de dichos fraccionamientos (Trochon Ghislieri 2017).

El marcado interés por mantener la configuración ciudad bosque, oficializa a nivel departamental la protección de llamado “bosque urbanizado” con un decreto de la Junta Departamental en el año 1988. El mismo surge como reglamentación de la Ley Forestal de diciembre de 1987 y busca regular “el uso y el manejo de los bosques costeros urbanizados del Departamento, destacando que “[...] El bosque urbanizado se integra como una específica condicionante a la definición microclimática y ambiental de la costa del Departamento, complementando el cordón de playas y otros atractivos que la han convertido en el principal recurso del Departamento.” (Dto. JDM 3602/1988 Art.1).

La gestión de este recurso requiere como acción prioritaria, operaciones de manejo que compatibilicen sus necesidades con los requerimientos de las áreas urbanizadas. Deben congeniarse también la necesidad colectiva de la preservación del bosque con los intereses de los propietarios de los distintos solares urbanos sobre los que está asentado. El manejo del bosque incluye medidas que tienden a preservar el género dominante del mismo (*Pinus*), ya que su imagen es parte fundamental en la percepción de la identidad de la zona. El instrumento básico de la preservación del bosque será la reforestación continua de todos los predios que aseguren en el tiempo y en el espacio, la existencia del bosque (Dto. JDM 3602/1988).

Esta planificación que el departamento ha aprobado es consecuente con lo planteado en las políticas y planes recientes que apuntan a concretar ciudades sostenibles, sin embargo, no profundizan en las herramientas para llevar a cabo esas intenciones. En el caso de las Directrices Departamentales y Microrregionales de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible de Maldonado del año 2010, (desarrolladas como parte de la planificación territorial departamental por convenio entre la IDM y la Udelar) establecen como uno de los objetivos generales el manejo responsable y profundización en los condicionamientos de sostenibilidad para el proceso urbanizador con perfil de expansión y dispersión territorial, con una mejora significativa del soporte construido y de la calidad de vida de la población residente en especial de los sectores de menores ingresos (Dto. JDM 3867/2010 Art. 6).

En este contexto de desarrollo territorial, las ciudades de Maldonado, San Carlos y Punta del Este constituyen hoy día la segunda aglomeración urbana del país. Su conformación en el espacio, así como sus dinámicas poblacionales, determinan que actualmente se la conciba como la Aglomeración Central de Maldonado (ACM). Durante el proceso de planificación territorial departamental se presentó en 2013 un plan local para la zona, que atiende entre otros, los objetivos de cuidado ambiental de la zona, pero aún se mantiene en proceso de elaboración.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Identificar oportunidades y desafíos para el desarrollo o mejora de infraestructura verde urbana de la Aglomeración Central de Maldonado.

3.2. Objetivos específicos

- Identificar espacialmente las principales transformaciones territoriales de los últimos 40 años de la ACM y sus tendencias.
- Mapear y caracterizar las áreas con vegetación existente y zonas con potencial para el desarrollo de nueva infraestructura verde a escala urbana del plan ACM.
- Identificar desafíos y oportunidades para la implementación o mejora de infraestructura verde en la normativa y los instrumentos de ordenamiento territorial de la ACM.

4. Materiales y métodos

4.1. Área de estudio

4.1.1. Aglomeración Central de Maldonado (ACM)

El departamento de Maldonado, ubicado al sureste del país, limita al este con el departamento de Rocha, al norte con el departamento de Lavalleja, al oeste con el departamento de Canelones y al sur cuenta con una costa de 107 km de las que 63 km son sobre el Río de la Plata y 44 km sobre el océano Atlántico.

Es el tercer departamento en cantidad de población del país con unos 160.000 habitantes en 2011, y el departamento con mayor crecimiento poblacional en el país en los últimos dos períodos intercensales, alcanzando en este último un crecimiento del 15% a nivel departamental, donde los mayores crecimientos poblacionales se dan en localidades dentro de la Aglomeración Central de Maldonado. Este crecimiento es importante a nivel nacional, teniendo en cuenta que el promedio nacional de 1% en el mismo período (INE, 2011a).

La ACM se compone por el conjunto de áreas urbanas del departamento de Maldonado cuyo núcleo son las ciudades de Maldonado - Punta del Este y San Carlos (Figura 4.1.1). Las mismas están fuertemente vinculadas entre sí y cumplen actividades complementarias, sin embargo mantienen características muy distintas (ITU 2013).

La ACM nuclea las secciones urbanas más densas del departamento y es en mayor medida responsable de su creciente importancia demográfica y económica. Conformar la segunda área urbana del país, luego de la aglomeración metropolitana de Montevideo, y pasó de tener el 0,64 % del total nacional en 1908, a ser el 4,1 % con 135 mil habitantes en 2011, creciendo con una tasa muy superior a la del promedio nacional incluida la aglomeración metropolitana de Montevideo (INE 2011b).

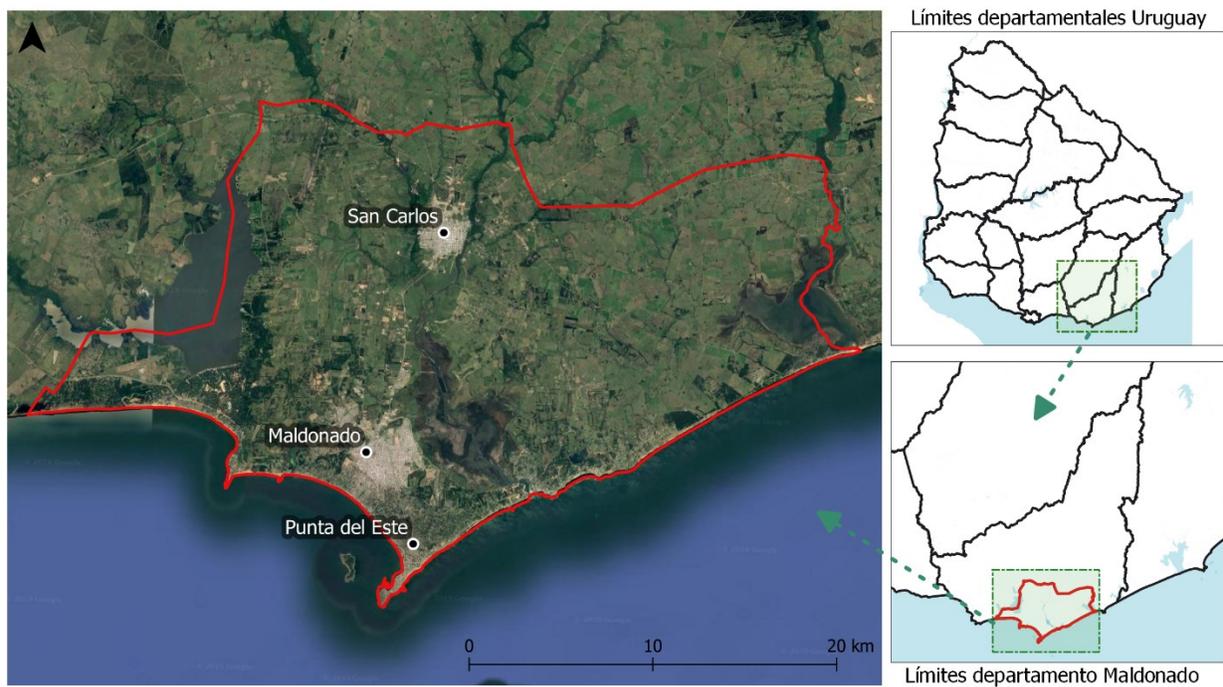


Fig. 4.1.1. Ubicación Aglomeración Central de Maldonado (ACM) dentro departamento de Maldonado (Google 2019, SIT-MVOTMA 2019).

El área de influencia de la ACM tiene una geografía que le otorga singularidad, debido a que se enmarca por la costa marítima al sur, la Laguna del Sauce y la Laguna del Diario al oeste, y el arroyo Maldonado al este. Todos ellos constituyen ecosistemas sensibles y se encuentran presionados por los efectos de la antropización. La Laguna del Sauce, es la fuente de agua potable para el departamento y al igual que la Laguna del Diario, en menor escala (Basset et al. 2014), está sometida a los fuertes impactos generados por usos y actividades recientes e históricos en su cuenca, como la agricultura, forestación, ganadería, y urbanización (Mazzeo et al. 2010). Por su parte, el arroyo Maldonado y su humedal en la cuenca baja, es amenazado en sus bordes debido a un proceso que los rigidiza con infraestructuras y ocupación tanto por

viviendas con carencias críticas en algunos sectores, como por edificaciones suntuosas en otros (Leicht et al. 2013).

4.2. Estrategia metodológica

Se analiza la configuración del paisaje urbano de la ACM usando como guía aspectos relacionados con las infraestructuras verdes planteados por Aguilera Benavente et al. (2018). Estos incluyen la conectividad, multifuncionalidad, conservación y multiescalaridad. Los cuatro aspectos son de gran interés para el análisis territorial en este contexto. Este trabajo hará especial hincapié en la multifuncionalidad, debido que representa la capacidad de integración e interacción de diferentes servicios y beneficios en la misma área, así como en la conectividad, dado que las principales definiciones de infraestructura verde indican que ésta constituye una red de zonas naturales y seminaturales.

Para cumplir con cada uno de los objetivos planteados se emplean herramientas de análisis espacial propias de los Sistemas de Información Geográfica y la teledetección, complementado con información bibliográfica y datos oficiales, así como una revisión bibliográfica y documental específica sobre la planificación existente y en elaboración. A partir de los datos obtenidos se realiza un análisis FODA (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) que sustenta recomendaciones en favor de la adopción de un enfoque de planificación y ordenamiento territorial que incorpore infraestructura verde como estrategia.

A continuación, se presentan las estrategias, técnicas y materiales utilizados para cumplir cada objetivo específico, y en la Tabla 4.2.1 se presenta una síntesis de la estrategia metodológica dedicada a cada uno.

Tabla 4.2.1. Esquema de síntesis de metodología dedicada a cada objetivo específico.

OBJETIVO	DIMENSIÓN	VARIABLES	FUENTES/TÉCNICAS
1 Identificar espacialmente las principales transformaciones territoriales de la ACM y sus tendencias	a. Evolución de la población y la vivienda.	Población por zona censal en censos 1985-2011	Capas vectoriales y marcos censales (INE)
		Vivienda por zona censal en censos 1985-2011	Capas vectoriales y marcos censales (INE)
		Ocupación de zonas censales en censos 1985-2011	Capas vectoriales y marcos censales (INE)
	b. Expansión urbana	Densidad de padrones urbanos	Capa de padrones urbanos (DNC)
		Cambios en coberturas de suelo	Capas de cobertura de suelo (1985-2015), DINOT, DINAMA. Creación en base a imagen satelital Landsat 5 (USGS)

	c. Densificación	Índice BU en años de censo 1985-2015 y 2019	Álgebra de mapas en base a imágenes Landsat 5 y 8 (USGS)
	d. Descripción de la dinámica urbana	Caracterización del crecimiento poblacional, migración y del desarrollo inmobiliario	Fuentes bibliográficas
2	a. Servicios ecosistémicos aportados por vegetación urbana	Lista de servicios ecosistémicos presentes, clasificados en base a TEEB	Fuentes bibliográficas y aportes de Oe1
Mapear y caracterizar las áreas con vegetación existente y zonas con potencial para el desarrollo de nueva infraestructura verde a escala urbana del plan ACM.		Criterios de selección de vegetación	Fuentes bibliográficas
	b. Caracterización de la vegetación urbana	Identificación espacial de distintos parches de vegetación en base a NDVI	Álgebra de mapas en base a imágenes Landsat 5 y 8 (USGS)
		Zonas de influencia de la vegetación densa	Se logran áreas buffer de parches obtenidos e intersección con información de población por zona censal (INE)
	c. Morfología de parches	Selección de áreas verdes preexistentes en base a valores de índice GLC (1)	Álgebra de mapas en base a imágenes Landsat 5 y 8 (USGS)
		Análisis de patrones espaciales morfológicos	Se analiza (1) a través de MSPA de Soille y Vogt, (2009)
3	a. Instrumentos de ordenamiento aplicados al área	Expansión urbanística prevista, densificación urbana prevista, proyectos planteados, incompatibilidades con la IV, excepciones a la normativa y otros surgidos del relevamiento bibliográfico.	Fuentes bibliográficas y reglamentación
Identificar desafíos y oportunidades para la implementación o mejora de infraestructura verde en la normativa y los instrumentos de ordenamiento territorial de la ACM		Porcentajes de FOS y FOSV	Relevamiento de reglamentación
	b. Sintetizar información y evidenciar oportunidades y desafíos	Oportunidades y desafíos	Análisis FODA a partir de resultados en Oe1, Oe2 y Oe3

4.2.1. Parte 1_ Identificar espacialmente las principales transformaciones territoriales de los últimos 40 años de la ACM y sus tendencias

A. EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN Y LA VIVIENDA

Para relevar la evolución de la población y vivienda en la ACM en este estudio, se emplea información oficial proporcionada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Se utilizan capas vectoriales de polígonos correspondientes a las zonas censales, las cuales, se vinculan con los datos de los censos de los años 1985, 1996, 2004 y 2011. Se toman las zonas censales correspondientes a localidades urbanas y en base a esta información se mapea la evolución poblacional y de vivienda, además de varios indicadores importantes como las densidades y crecimiento. Al mismo tiempo, se presentan los valores proyectados para el departamento tomados de publicaciones del INE (INE 2004, 2011c, 2011a, 2011d, 2018).

B. CAMBIOS DE COBERTURA (EXPANSIÓN URBANA)

La representación de un proceso de la realidad con cartografía, varía dependiendo de los objetivos que hayan motivado la creación de la misma. Para el caso de estudio, existen varias fuentes de información cartográfica oficial que sirven para acercarse a la realidad desde distintos acercamientos.

Para el relevamiento de la evolución de la expansión urbana en la ACM, se toma información oficial de distintos modelos y fuentes combinadas. Por una parte, del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), se utilizaron capas vectoriales de polígonos correspondientes a las zonas censales, las cuales se vinculan con los datos de los censos de los años 1985, 1996, 2004 y 2011, lo que permite conocer cuáles de las zonas censales categorizadas como urbanas estaban ocupadas por al menos una persona o vivienda en cada uno de los años de censos.

El mapeo de la evolución de límites urbanos según INE, se realiza basado en las capas vectoriales de zonas censales urbanas (INE 2011d) y marcos censales de los años 1985, 1996, 2004 y 2011. En el mismo, es posible identificar las zonas en que al menos hay una persona o vivienda en cada año.

A este dato, se le suma el relevamiento de la capa de padrones urbanos, de la cual, se obtiene una capa de puntos correspondientes al centroide de cada uno, y dicha capa se representa a través de un 'mapa de calor' indicando espacialmente de forma continua en colores graduados las densidades relativas, dadas por la cantidad de padrones catastrales al 2019 con la información proporcionada por la Dirección Nacional de Catastro (DNC) del Ministerio de Economía y Finanzas.

Con esta información, no sólo demográfica sino también geográfica, es posible aproximar espacialmente la evolución de la urbanización en el territorio, dictado por el número de personas y/o viviendas y su densidad en determinados lugares. Para completar la serie de años hasta la actualidad, se accedió a la información catastral urbana que indica para el año 2019, los padrones urbanos, donde existe o se espera

que exista dicho uso en un futuro cercano. Así, las fronteras urbanas pueden ubicarse en base al trazado administrativo, pero también es posible completar un modelado de la realidad con los datos provenientes de la interpretación de imágenes satelitales, los cuales ayudan a conocer mejor cómo se expresa en el territorio lo relevado desde otras aproximaciones como los censos.

Para este estudio se utilizan las capas vectoriales de coberturas de suelo que proporciona el MVOTMA, a través del Observatorio Ambiental Nacional (OAN) de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) y el Sistema de Información Territorial (SIT) de la Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial (DINOT).

Para lograr una serie temporal que permita conocer la evolución del fenómeno se utilizó la capa con datos más antiguos, correspondiente al año 2000 y la más actualizada, que corresponde al año 2015. Las mismas son una clasificación de la cobertura física y biofísica del Uruguay a escala 1:100.000 elaborada a partir del procesamiento digital de imágenes del satélite LANDSAT 5 TM de los períodos 2000, 2008 y 2011 con el uso de la metodología Land Cover Classification System (LCCS) de la Global Land Cover Network (GLCN) de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) (Álvarez et al. 2015, DINAMA-MVOTMA 2019, DINOT-MVOTMA 2019).

Para completar el análisis espacial desde la perspectiva de la interpretación de imágenes y ampliar la escala histórica de la evolución de las transformaciones, se analiza una escena LT52220841985012CUB00 del 01/12/1985 correspondiente al de satélite LANDSAT 5 sensor TM (USGS), mediante una clasificación supervisada en 10 clases de cobertura de suelo software libre QGIS 3.4 y Semi-Automatic Classification plug-in (Congedo 2019).

Los productos relevados y elaborados a partir de estas fuentes mencionadas, tienen características y escalas diferentes, lo que las hace no comparables directamente. Sin embargo, se adapta bien al objetivo principal de esta parte del estudio, que implica identificar grandes cambios en las coberturas de suelo urbano en años claves. Para los casos de los años de 2000 y 2015 se calculó el área de polígonos de cobertura asociada a uso urbano dentro del área de estudio. Para el año 1985 al área urbana obtenida en la clasificación se la corrigió manualmente en base interpretación de la combinación de las bandas RGB en color real.

B. DENSIFICACIÓN

Los datos de teledetección satelital se han usado cada vez más para el mapeo automatizado y semiautomático de la vegetación, la urbanización, el agua y otras características de la cobertura del suelo. Se han formulado varias técnicas para este propósito, que se pueden agrupar en dos categorías genéricas. El primero se basa en la clasificación de imágenes de entrada que abarca ampliamente los métodos de clasificación basados en píxeles y objetos, mientras que el segundo tipo implica la segmentación de las imágenes a través de índices (He et al. 2010).

Cada método tiene su propio conjunto de ventajas y limitaciones, sin embargo, los índices tienen una cierta ventaja sobre otros métodos de clasificación en términos de tiempo necesario para generar resultados. Se ha desarrollado una variedad de índices para la extracción de características de interés de imágenes de satélite. El índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés) es el más utilizado para la extracción de vegetación. De forma análoga, el índice de área edificada de diferencia normalizada (NDBI por sus siglas en inglés) es el índice específico de más uso para la extracción de áreas edificadas. Otros índices incluyen el índice de diferencia de nieve normalizado (NDSI por sus siglas en inglés), el índice de diferencia de agua normalizado (NDWI por sus siglas en inglés) para la extracción de nieve y agua, respectivamente (He et al. 2010). Los cálculos de estos índices se basan en las propiedades específicas de las características de interés en términos de fuerte absorción o reflexión en diferentes bandas espectrales de imágenes multiespectrales (Jensen y Im 2007).

La extensión del área urbana se vincula a la superficie impermeable que puede ser utilizado para cuantificar y mapear la urbanización, sin embargo, este mapeo aún es un desafío debido a la variabilidad espacial, espectral y temporal en áreas construidas. Para ayudar a la cartografía de áreas urbanas construidas, Zha et al. (2003) desarrollaron el NDBI en basado en el método de obtención del NDVI. Este procesa el NDBI de salida resultando el llamado *Build-up Index* (BU) o Índice de área construida, eliminando posibles distorsiones en resultados que se generan utilizando NDVI. En lugar de utilizar imágenes rasterizadas continuas de NDBI y NDVI para el cálculo final, este enfoque las recodifica en imágenes binarias con la presunción de que los valores positivos de NDBI y NDVI representaban áreas construidas y vegetación, respectivamente.

Las deficiencias del enfoque de NDBI de Zha et al. (2003) en términos de la corrección de la producción fueron abordadas por He et al. (2010), ya que propusieron una versión modificada del método NDBI convencional. Sin embargo, la metodología central siguió siendo la misma, en lugar de utilizar las imágenes binarias de NDBI y NDVI, este enfoque modificado empleó imágenes continuas de ambos índices. La salida es un ráster continuo en el que los píxeles con valores más altos indicaban una mayor probabilidad de que representaran áreas construidas. La segmentación final en clases construidas y no construidas se lleva a cabo utilizando la técnica de búsqueda del valor óptimo. Aunque no es tan sencillo como el método NDBI habitual, este enfoque fue comparativamente mejor en términos de precisión general (Bhatti y Tripathi 2014).

Cálculo de índice BU

Para conocer la evolución en la densidad de las áreas urbanas en el área de estudio se basa en el enfoque NDBI (BU) desarrollado por Zha *et al.* (2003), modificado por el enfoque de He *et al.* (2010) implementando tres manipulaciones aritméticas de las bandas espectrales de los sensores *Thematic Mapper* (TM) de Landsat 5 y *Operational Land Imager* (OLI) de Landsat 8.

En primer lugar, se obtuvo una imagen NDVI continua mediante la siguiente ecuación [1]:

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad [1]$$

NIR = banda del infrarrojo cercano *R = Banda del rojo*

Segundo, la imagen NDBI continua se produce por la siguiente ecuación [2]:

$$NDBI = (SWIR - NIR) / (SWIR + NIR) \quad [2]$$

SWIR = banda del infrarrojo de onda corta *NIR = banda del infrarrojo cercano*

En tercer lugar, la imagen continua BU se produjo mediante la siguiente ecuación [3]:

$$BU = NDBI - NDVI \quad [3]$$

A diferencia de la imagen binaria BU obtenida únicamente en base al enfoque NDBI de por Zha et al. (2003), BU es una imagen continua. Cuanto mayor sea el valor de un píxel en BU, mayor será la posibilidad de que el píxel sea un área construida.

En cuarto lugar, utilizando un valor de umbral óptimo en la imagen continua BU se segmentó en una imagen binaria, con el área construida de 1 y otras áreas de 0. Con frecuencia, el valor de umbral óptimo para segmentar una imagen continua se determina de acuerdo con las estrategias empíricas o de procedimientos manuales de prueba y error (He et al. 2010).

Para este trabajo se utilizaron escenas del satélite Landsat 5, sensor TM y se completó la serie con una escena Landsat 8, sensor OLI, debido a que el archivo del Landsat 5 abarca hasta el año 2012 (Tabla 4.2.2). Todas las escenas seleccionadas mantienen una cobertura por nubes inferior al 20%. Las mismas fueron obtenidas desde la página del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés de U.S. Geological Survey) (<http://earthexplorer.usgs.gov>). En todas las escenas utilizadas se realizó una corrección a reflectancia TOA y corrección atmosférica DOS1 en complemento *Semi-Automatic Classification* (Congedo 2019).

Tabla 4.2.2. Escenas Landsat utilizadas

FECHA	LANDSAT ID¹
4/5/1985	LT52220841985124CUB00
26/11/1996	LT52220841996331CUB00
20/9/2004	LT52230842004264COA00
8/9/2011	LT52230842011251CUB01

¹ LXSPPPRRRRYYYYDDDGSI VV; L = Landsat, X = Sensor (T = TIRS, O = OLI, C = OLI_TIRS), S = Satélite, PPP = WRS Path, RRR = WRS Row, YYYY = Año de la adquisición, DDD = Día del año de la adquisición, GSI = Identificadores de estaciones terrestres, VV = Versión (USGS).

A partir de los valores de reflectancia en las bandas 3 y 4 de Landsat 5 (LT5) (Tabla A.1 en ANEXO I), y las bandas 4 y 5 del Landsat 8 (LT8) (Tabla A.2 en ANEXO I), se calculó el NDVI siguiendo la ecuación [1].

$$NDVI = (Banda\ LT5_4 - Banda\ LT5_3) / (Banda\ LT5_4 + Banda\ LT5_3)$$

y

$$NDVI = (Banda\ LO8_5 - Banda\ LO8_4) / (Banda\ LO8_5 + Banda\ LO8_4)$$

El segundo índice mencionado se realiza mediante la aplicación de la ecuación [2]

$$NDBI = (Banda\ LT5_5 - Banda\ LT5_3) / (Banda\ LT5_4 + Banda\ LT5_3)$$

y

$$NDBI = (Banda\ LO8_5 - Banda\ LO8_4) / (Banda\ LO8_5 + Banda\ LO8_4)$$

Finalmente, se aplica la diferencia entre los dos índices anteriores para calcular el Índice de área construida (BU) aplicando la ecuación [3]:

$$BU = NDBI - NDVI$$

Para este caso de estudio, luego de pruebas y una revisión de la coherencia de resultados, se identificó a la media aritmética de los valores obtenidos en el BU del área catalogada como urbana, como la mejor forma de dividir los valores en categorías.

El polígono del área urbana utilizado, se construyó a partir de la información proporcionada por la IDM (2019) de categorización de suelo, utilizando para este caso la información categorizada como "Categoría Urbano". La misma fue dividida en localidades a según localidades de Padrones urbanos de la Dirección Nacional de Catastro (DNC). A partir de esta área se calcula el porcentaje de BU para los años 1985, 1996, 2004, 2011 y 2019 respecto al área actual de cada localidad.

Aclaración sensor OLI de Landsat 8

Dado que la base de los índices utilizados y presentados anteriormente es la respuesta espectral de las áreas construidas en diferentes bandas de datos de sensor TM de Landsat 5, la salida de estos enfoques se supone que será diferente si se aplica a los datos más recientes de Landsat 8 sensor OLI. La razón es que OLI utiliza rangos de longitud de onda más estrechos para la adquisición de las bandas NIR y MIR en comparación con las de los datos TM (USGS s/f, 2019). Según Bhatti y Tripathi (2014), tanto el NDBI como los métodos modificados, logran extraer áreas construidas con una precisión razonable cuando se aplican

a los datos de Landsat TM. Sin embargo, este estudio encontró que la precisión del enfoque NDBI de He et al. (2010) disminuyó cuando se aplicó a datos OLI Landsat 8 de áreas urbanas de su área de estudio. Este aspecto se explica por las diferencias entre los rangos de longitud de onda espectral de las diferentes bandas de los dos conjuntos de datos. Teniendo en cuenta este aspecto importante de la metodología utilizada, es posible interpretar los valores de los resultados de forma de contemplar posibles incoherencias entre los datos provenientes de los distintos sensores.

C. DESCRIPCIÓN DE LA DINÁMICA URBANA

Para la descripción de la dinámica urbana se realizó una revisión bibliográfica en base a los ejes: caracterización del crecimiento poblacional, migración y del desarrollo inmobiliario.

4.2.2. Parte 2_ Mapear y caracterizar las áreas con vegetación existente y zonas con potencial para el desarrollo de nueva infraestructura verde a escala urbana del plan ACM.

A. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS APORTADOS DE LA VEGETACIÓN URBANA

Se realizó una revisión bibliográfica en buscadores web con palabras clave y se listó el resultado en una tabla ordenada por la clasificación de los servicios ecosistémicos propuesta por De Groot *et al.*, (2012) en el macro los informes de “*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*” (TEEB) centrados en hacer visibles los aspectos de la naturaleza que permiten incorporar los valores de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas en la toma de decisiones a todos los niveles.

En la misma tabla se agregaron ejemplos de cada servicio revisable en el área de estudio, así como una categorización primaria del impacto de los mismos en el área, a partir de los insumos bibliográficos, la interpretación de los resultados de la [Parte 1](#).

B. CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN URBANA

En el territorio urbano conviven gran variedad de áreas vegetadas y esta diversidad hace difícil categorizar cada uno de los tipos diferentes. La clasificación y caracterización de estas áreas para su estudio constó de una construcción de categorías basada en revisión bibliográfica y una síntesis y selección que se menciona a continuación.

En una primera clasificación de la vegetación urbana, Hough, (1998) destaca tres grupos diferentes de vegetación urbana según su relación con el diseño urbano: la vegetación nativa (parches remanentes del ecosistema natural preexistente a la urbanización), cultivada (aquella vegetación que es plantada

siguiendo un diseño urbano dependiente de los valores estéticos y culturales, más que los ecosistémicos) y la vegetación urbana naturalizada (es la que prospera en ámbitos urbanos sin intervención humana).

Los grupos y características mencionadas por Hough, (1998) de cada grupo se asemejan a los ecosistemas identificados por Bolund y Hunhammar, (1999), pero en éste caso atendiendo los tipos de estructuras comunes en los ámbitos urbanos. Los autores identifican seis ecosistemas urbanos, incluyendo cuerpos de agua: árboles callejeros, césped (parques), bosques urbanos, tierras cultivadas, humedales, cuerpos de agua (mar y arroyos).

En este sentido, Breuste et al., (2013) sintetizan las categorías trabajadas Hough, (1998) y Bolund y Hunhammar, (1999), en cuatro grupos principales de cobertura vegetal, que son el resultado de diferentes usos del suelo e intensidades de utilización y mantenimiento. Las mismas se componen de:

- Parches verdes conformados desde los restos de vegetación del paisaje natural original o preexistente a la urbanización, (principalmente bosques y humedales),
- Vegetación de los paisajes culturales agrícolas (por ejemplo, praderas y tierras de cultivo),
- Ornamentales, hortícolas y espacios de vegetación urbanos diseñados (parques y jardines)
- Vegetación urbana espontánea (terrenos abandonados).

Al mismo tiempo, Breuste et al., (2013), entienden que cada categoría brinda de servicios ecosistémicos forma diferenciada, así como el potencial para generar más servicios (Tabla 4.2.3).

Tabla 4.2.3. Servicios ecosistémicos por tipo de estructura vegetal. Modificado siguiendo revisión del punto anterior en base a (Hough 1998, Bolund y Hunhammar 1999, Breuste et al. 2013).

GRUPO DE VEGETACIÓN	TIPO DE ESTRUCTURA VEGETAL	PRINCIPALES SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EXISTENTES	PRINCIPALES SERVICIOS POTENCIALES DEL ECOSISTEMA
(a) Restos de vegetación del paisaje natural original	Bosques y forestación	Producción de madera, recreación, biodiversidad, regulación de microclimas, drenaje de aguas pluviales, tratamiento de aguas residuales.	Experiencia de la naturaleza
	Humedales		
(b) Vegetación de los paisajes culturales formados por la agricultura.	Prados, pastizal, tierras de cultivo.	Producción de alimentos, regulación de microclimas, drenaje de aguas pluviales.	Recreación, biodiversidad, experiencia en la naturaleza.
(c) Espacios de vegetación urbana ornamentales,	Verde decorativo (flores, pequeños	Decoración, valores culturales.	Biodiversidad, drenaje de aguas pluviales

culturales y diseñados	parches de césped, arbustos, etc.)		
	Canteros a lo largo de líneas viales o como complemento para entre edificios o viviendas	Filtración de aire, regulación de microclimas, drenaje de agua de lluvia.	Recreación, biodiversidad.
	Jardines / parques		
	Jardines de parcelas Árboles de calle		
		Recreación, regulación de microclimas, filtración de aire.	Biodiversidad, experiencia en la naturaleza, aprendizaje sobre la naturaleza.
(d) Espacios espontáneos de vegetación urbana	Arbusto herbáceo espontáneo y vegetación pre-forestal.	Biodiversidad, regulación de microclimas.	Biodiversidad, aprendizaje sobre la naturaleza, experiencia en la naturaleza, recreación.

Si bien, toda la vegetación urbana hace un aporte significativo al bienestar de las personas e interviene en varios servicios ecosistémicos de soporte, existen tipos de estructura vegetal con diferencias en cuanto su aporte a los servicios ecosistémicos (Tabla 5.2.2 en [Parte 2](#)). Esto responde a las diferencias propias de tipo de estructura vegetal en cada uno de los casos. Según plantea Hough, (1998), la vegetación nativa o preexistente, compuesta en su mayor parte por bosques urbanos con árboles de gran porte, parches de vegetación nativa y vegetación asociada a humedales. Esta configuración junto con la vegetación que encuentra lugar en el entorno urbano sin manejo, crece formando parches densos de vegetación que en contra parte con la vegetación cultivada ornamental, conforma áreas con mayores valores para la conservación, debido a que son las que aportan en mayor medida los servicios ecosistémicos de soporte, y sin los cuales el ecosistema urbano sería más vulnerable.

La vegetación densa no requiere del esfuerzo de mantención ni el costo energético que se le aplica a la vegetación ornamental como el césped o los arbustos, y al mismo tiempo mantienen gran diversidad de hábitat para la fauna. También es más importante su mantenimiento respecto al del bosque urbano, ya que tiene tendencia a disminuir en entornos urbanos y su restablecimiento es muy dificultoso.

Si bien esta clasificación involucra a especies nativas y no nativas como las preexistentes de forma indistinta dada la escala y enfoque de la aproximación del trabajo, es importante mencionar como se reconoció al

inicio de este trabajo, que la urbanización es una de las actividades humanas que causan pérdida de hábitat, produciendo algunas de las mayores tasas de extinción local, y con frecuencia elimina a la gran mayoría de las especies nativas (Vitousek et al. 2008, Schlaepfer et al. 2011).

En el ámbito urbano se tiende a revegetar con especies de plantas no nativas en distribuciones espaciales no naturales. Las especies no nativas presentan una variedad de amenazas para los ecosistemas nativos y el bienestar humano. Proteger de las perturbaciones los hábitat nativos y revegetar con diversidad de especies de plantas nativas permite la sucesión ecológica, y esto no solo aumenta la diversidad de plantas y animales, sino que también ayuda a reducir la diversidad de especies no nativas (McKinney 2002).

Por otro lado, se debe considerar que no todas las especies no nativas causan daños biológicos, incluso pueden tener efectos deseables en un ecosistema y prestar servicios ecosistémicos importantes. Por ejemplo, se han introducido repetidamente y deliberadamente especies numerosas fuera de su área de distribución nativa para fines agrícolas o recreativos, dando como resultado que especies no nativas formen parte integral de la cultura y las economías de muchos países (Schlaepfer et al. 2011).

Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)

Dentro de las distintas áreas urbanas que presenta la zona de estudio, existe un amplio abanico de tipos de parche de vegetación -entendido como la sección del paisaje con características internas homogéneas- que responden a diversos manejos. Para identificar los diferentes grupos de vegetación se calcula Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), el cual es uno de los índices de vegetación más utilizados en la teledetección, y sirve para estimar cantidad, grado de desarrollo y calidad de la vegetación en un determinado territorio (Olaya 2014).

Como se explicó anteriormente (3.2.1), los índices resultantes de teledetección son medidas cuantitativas, basadas en los valores digitales, que tienden a medir la biomasa o vigor vegetal (Olaya 2014). El índice de vegetación es una combinación de las bandas espectrales, siendo el producto de varios valores espectrales que son sumados, divididos, o multiplicados en una forma diseñada para producir un simple valor que indique la cantidad o vigor de vegetación dentro de un píxel. Permitiendo estimar y evaluar el estado de salud de la vegetación, en base la medición de la radiación que las plantas emiten o reflejan. Altos valores de índices de vegetación identifican píxeles cubiertos por proporciones substanciales de vegetación saludable (Sánchez et al. 2017).

Cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)

El índice se basa en el contraste de la alta absorbancia (baja reflectancia) de la banda Roja (R) del espectro visible con la alta reflectancia del Infrarrojo Cercano (NIR) mediante la ecuación: $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$. Este índice se basa en el comportamiento radiométrico de la vegetación, relacionado con la actividad

fotosintética y la estructura foliar de las plantas, permitiendo determinar el vigor de la planta (Zha et al. 2003).

Este índice genera valores entre -1,0 y 1,0. Cualquier valor negativo corresponde principalmente a las nubes, el agua y la nieve y los valores cercanos a cero corresponden principalmente a las rocas y al terreno desnudo. Chen et al., (2006) y Chuvieco Salinero, (2008) plantean que a medida que este valor incrementa el estado de las cubiertas vegetales será más vigorosa y densa.

Atendiendo a esto, en este trabajo se definió la categorización del resultado a partir de valores positivos en cuatro clases divididas en intervalos iguales donde cada clase corresponde a una calidad verde, es decir, calidad verde baja, moderada, alta y muy alta. De esta forma se simplifica la visualización, ya que este índice proporciona el valor relativo para la evaluación comparativa entre diferentes vecindarios en lugar de cualquier valor absoluto.

Zonas de influencia de la vegetación densa

La valoración de esta dimensión tiene como objetivo conocer la cantidad de personas alcanzadas por la vegetación densa de la aglomeración central, en el entendido de que esta variable es clave a la hora de favorecer el acceso a las áreas. Para ello se recurre al trazado de las zonas de influencia de cada parche de vegetación con la herramienta *Buffer* de QGIS. Se adjudicó una distancia diferenciada para el área de influencia dependiendo del tamaño de parche. Se dividieron en tres categorías: pequeños, medianos y grandes y se adjudicó para las áreas pequeñas 50 metros de distancia, las medianas 500 metros y las grandes de 1000 metros.

A partir de la capa resultado del proceso anterior, se seleccionan por localización las zonas censales que tocan dicha capa, y se calcula la suma de personas de dicha selección por localidad.

C. MORFOLOGÍA DE PARCHES

Selección de áreas verdes preexistentes

En base a la revisión bibliográfica realizada para el punto A de la metodología dedicada a la Parte 2, se reconoció como prioritaria la vegetación mayoritariamente representada por los parches de bosque urbano y vegetación densa, debido a los mayores tamaños de los parches, dificultad de restauración y su capacidad de brindar mayor cantidad de servicios ecosistémicos incluyendo la diversidad de hábitat (Hough 1998, Alvey 2006, Vásquez 2016).

Para delimitar las áreas verdes de interés se utilizó el Índice de clorofila - verde (CLG por sus siglas en inglés), el mismo es un índice de vegetación que permite obtener una estimación del contenido de clorofila de las hojas a partir de la tasa de reflectividad en las bandas infrarroja cercana (NIR) y verde. Es utilizado para diferenciar los píxeles con mayor presencia de vegetación (Gitelson et al. 2003, Raymond

Hunt et al. 2011). El cálculo del mismo se realizó mediante la ecuación [4], basándose en datos de imágenes de sensor OLI de la escena 'LC82230842019145LGN00'.

$$GLC = [(NIR / Verde) - 1] \quad [4]$$

NIR = valores de píxel de la banda infrarroja cercana

Verde = valores de píxel de la banda verde

El resultado fue dividido en quintiles, y se extrajeron los valores correspondientes al último quintil, correspondientes a la vegetación más densa, adecuada a la clasificación revisada.

Análisis de patrones espaciales morfológicos (MSPA)

El análisis morfológico de los patrones espaciales (MSPA por *Morphological Spatial Pattern Analysis*), ha sido promovido en la última década por el Centro Conjunto de Investigación de la Comisión Europea (JRC, por sus siglas en inglés) para contribuir con el conocimiento e intercambio de información sobre temas relacionados con los patrones de fragmentación y conectividad. MSPA es descrito por Soille y Vogt, (2009) como “una secuencia personalizada de operadores morfológicos matemáticos para describir la geometría y la conectividad de los componentes de una imagen”. Utiliza un método binario de clasificación de imágenes basado en la geometría y formas de los elementos para clasificar los patrones en siete categorías.

El enfoque MSPA se ha sido ampliamente aplicado en ecología del paisaje para identificar y cartografiar los patrones estructurales de los bosques en el nivel de píxel, permitiendo identificar la fragmentación interna-externa y los elementos conectores del paisaje como los corredores. También ha sido implementado para analizar la conectividad de los bosques en Europa por medio de la identificación de elementos estructurales clave que cumplen la función de conectores y la integración de índices de conectividad basados en disponibilidad de hábitat. Otros elementos estructurales como los corredores riparios han sido identificados por medio del enfoque MSPA para estudiar su aporte en la conectividad estructural y establecer criterios de valoración para la conservación. Asimismo la infraestructura verde de Estados Unidos, donde se ha clasificado morfológicamente y cartografiado para conocer su distribución con miras a la protección de los bosques y la correcta toma de decisiones en cuanto a planificación del paisaje (Soille y Vogt 2009, Correa y Mendoza 2013).

Esta metodología se basa únicamente en principios geométricos, por lo tanto, se puede aplicar a cualquier tipo de mapas de trama forestal o parche de vegetación, independientemente de la definición del contenido y la resolución espacial del mapa. Se basa en asignar a todos los píxeles de primer plano (cobertura a estudiar) a una de las clases de entidad geométrica mutuamente excluyentes. Este principio implica que la cobertura espacial del primer plano inicial y las clases de MSPA resultantes es idéntica, y

también, que el MSPA es una segmentación matemática debido a la asignación en clases mutuamente excluyentes que comprenden el área de primer plano (Soille y Vogt 2009).

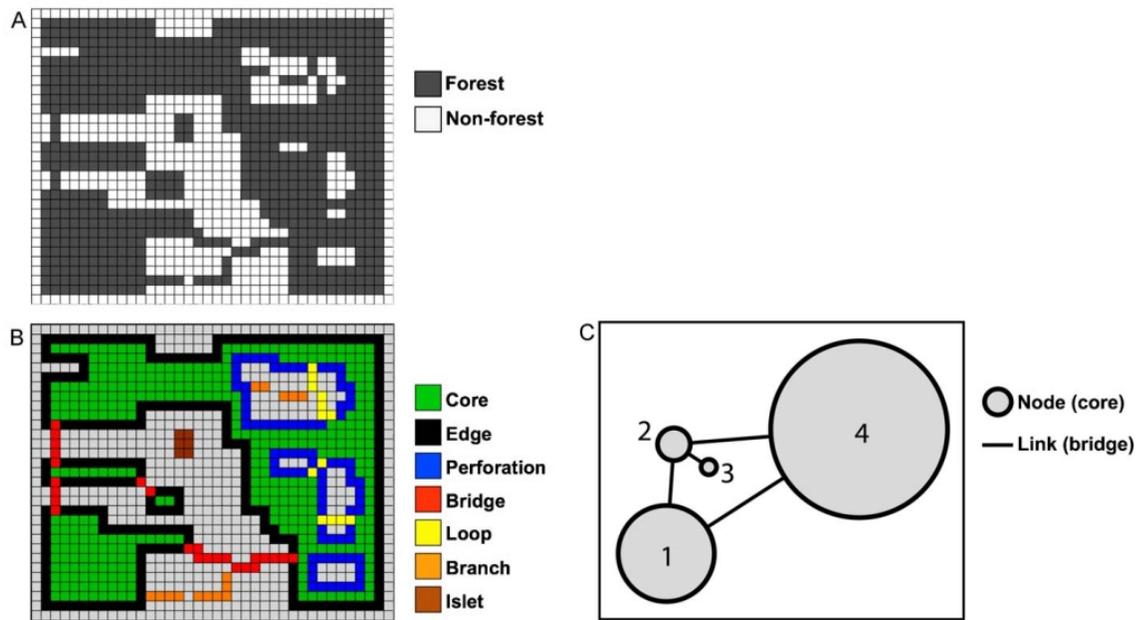


Fig. 3.2.1. Ejemplo simple que ilustra del enfoque del MSPA (Saura et al. 2011).

La Figura 3.2.1 ilustra las dos etapas del método, en (A) se muestran las clases binarias; donde los píxeles son divididos entre la cobertura a estudiar, y todo lo que no lo sea. El resultado de la división en clases excluyentes del proceso de MSPA se muestra en (B). El gráfico (C) representa la red estructural esquemática que se vincula con el marco conceptual del estudio de sistemas en forma de nodos y enlaces. El tamaño de los nodos en (C) es proporcional a la cantidad del área central en cada nodo, y sus números se refieren a cada uno de los cuatro núcleos identificados de MSPA. Se supone que todos los puentes aquí conducen sus fines independientemente de su longitud (Vogt 2018a).

En este trabajo el análisis se realizó aplicando el módulo MSPA del software *GuidosToolbox* (Vogt y Riitters 2017), y el resultado se visualiza utilizando 7 colores correspondientes a las clases de patrón de primer plano, 3 tonos de gris correspondientes al fondo externo, apertura de borde, apertura de núcleo, y el color blanco correspondiente a falta de datos si esta clase estaba en el mapa de entrada. La leyenda de estas 11 clases propuesta por Vogt, (2018b) se definen a continuación. Sumada a esta clasificación se dividieron las áreas núcleo por tamaño (Grandes, Medianas y Chicas), en base a una clasificación de cortes naturales (Jenks). Esta clasificación se caracteriza por agrupar los valores similares y maximizar las diferencias entre clases. Las entidades se dividen en clases cuyos límites quedan establecidos dónde hay diferencias considerables entre los valores de los datos (Jenks y Caspall 1971).

Categorías

A continuación se describen brevemente las principales categorías del primer plano del MSPA a partir del aporte de Soille y Vogt, (2009) donde desarrollan estos aspectos en más detalle.

Núcleo

Los Núcleos o píxeles centrales se definen como aquellos píxeles en primer plano cuya distancia al fondo es mayor que le tamaño del borde.

Isla

Los píxeles que conforman las Islas se definen como los píxeles en el primer plano que no contienen ningún píxel centrales o Núcleos.

Conectores: puente y bucle

Los píxeles conectores son grupos de píxeles de primer plano que unen a los núcleos. Inicialmente, se calcula utilizando sus píxeles centrales como conjunto de anclaje. Estos se definen como aquellos píxeles cuya distancia desde el centro es menor que el valor dado. Los píxeles conectores se subdividen en dos categorías dependiendo de si las conexiones vinculan el mismo Núcleo o no: los píxeles de Puente son píxeles de dos o más núcleos diferentes y los píxeles de Bucle son píxeles de conector que emanan del mismo Núcleo.

Límites: borde y perforación

Los píxeles de límite se definen como aquellos píxeles de primer plano aún no clasificados cuya distancia a los píxeles del núcleo es menor o igual que el parámetro de tamaño dado. Los píxeles de límite se subdividen en límites externos, que son los límites de los bordes externos, e internos los cuales son los límites internos de perforación.

Ramificación

Los píxeles que no pertenecen a ninguna de las categorías definidas previamente se denominan píxeles de ramificación. Emanan de límites (borde o perforación) o conectores (puente o bucle).

4.2.3. Parte 3_ Identificar desafíos y oportunidades para la implementación o mejora de infraestructura verde en la normativa y los instrumentos de ordenamiento territorial de la ACM.

A. REVISIÓN DOCUMENTAL DE LOS INSTRUMENTOS DE ORDENAMIENTO APLICADOS AL ÁREA

Se realiza una búsqueda bibliográfica que, en primer término, parte por el relevamiento de la normativa territorial. Además de revisar las normas que dan contexto al ordenamiento territorial, como las leyes

nacionales, se revisan instrumentos de ordenamiento aplicados, aprobados o en etapa de elaboración. Luego se indaga en la reglamentación dedicada específicamente al área de estudio en decretos departamentales referidos a conceptos o procesos claves como: expansión urbanística prevista en los planes territoriales, densificación urbana prevista, proyectos planteados, incompatibilidades con la IV, excepciones a la normativa y otros surgidos del relevamiento bibliográfico.

Para el caso de la normativa departamental, se dispuso del Digesto Departamental, el cual compila de forma ordenada y sistemática las normas jurídicas vigentes emanadas de los órganos departamentales y se encuentra estructurado en diez volúmenes por tema (IDM s/f). Se analizan en particular el VOLUMEN V - TEXTO ORDENADO DE NORMAS DE LA EDIFICACIÓN (TONE) y el VOLUMEN VI - ORDENAMIENTO TERRITORIAL - DESARROLLO SOSTENIBLE - MEDIO AMBIENTE, por ser los más relacionados a los objetivos de este trabajo.

Polígono de manejo de Ordenanza de Uso y Manejo de Bosques Costeros Urbanizados en el Departamento de Maldonado

En cuanto a la delimitación del polígono correspondiente al área afectada por la Ordenanza de Uso y Manejo de Bosques Costeros Urbanizados en el Departamento de Maldonado, se utilizó el área definida para el manejo de los bosques de las zonas urbanas y suburbanas de las localidades costeras².

Tabla promedio de porcentajes de FOS y FOSV.

Los parámetros de edificación que establece el TONE, se disponen según el área geográfica a la que se refiera. Las mismas se ordenan jerárquicamente en Sectores, Zonas y Subzonas, pudiendo haber diferencias también entre secciones de éstas dependiendo de la altura permitida en cada padrón y la cantidad de metros cuadrados del mismo.

Para cada una de las Zonas y Sub zonas se especifica la ocupación permitida, y se expresan en forma de factor (porcentaje en relación a la superficie total del predio) los máximos y mínimos permitidos. Se tomó el mínimo establecido para el factor de ocupación de suelo verde (FOSV) y el factor de ocupación de suelo

² "Maldonado (01): excluidos los predios que conforman el Arboretum Antonio D. Lussich, incluida la quinta nueva y las Zonas comprendidas entre el límite de la zona suburbana, Camino Lussich, límite oeste de los padrones 2798, 2694, 2695, 2696, 2697, 2698, 2699, 2700, 2702, 2703, 2704 y 2706, Ruta 10, Camino del Hospital Marítimo, límite norte del fraccionamiento de Pinares de Maldonado y su prolongación hasta el Camino del hospital Marítimo, Laguna del Diario, Arroyo Marrero, límite sur del padrón 2642, límite oeste del padrón 2638, Camino Vecinal, Camino Lussich, Avenida Artigas, Avenida Roosevelt, calle Burnett, calle Cachimba del Rey hasta la carretera Al Placer; Punta del Este (03): excluidos los padrones al sur de la calle 32; Balneario Buenos Aires (13); Eden Rock (22); El Chorro (23): excluidos los padrones al sur de la Ruta 10; El Tesoro (25); La Barra (34), excluidos los padrones comprendidos entre la calle Pública (entre manzanas 11 y 12, con 13, 14 y 15), Ruta 10 y Océano Atlántico; Balneario Manantiales (43): excluidos los padrones situados al sur de la Ruta 10; Miramar (45); Ocean Park (47); Punta Ballena (58): excluidos los padrones ubicados al sur del límite del fraccionamiento del Club de La Ballena S.A., calle F y calle Nª4 del fraccionamiento de Franca S.A.; Santa Mónica (64); San Vicente (65); Sauce de Portezuelo (67); La Capuera (75)". (Dto. JDM 3602/1988 Art, 2)

total (FOS), y se resumió por Zona el promedio del valor de cada factor en los casos en los que existía diferencia interna, o sea, donde los valores entre Subzonas eran diferentes.

B. SINTETIZAR INFORMACIÓN Y EVIDENCIAR OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS

Matriz FODA

A partir de los resultados en cada objetivo, se realiza un análisis FODA, para sintetizar e ilustrar la problemática, y pensar en la estrategia de implementación de IV.

El término FODA viene del acrónimo en inglés SWOT, el que alude a fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. El análisis FODA es una técnica de planificación estratégica que consiste en realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles que, en su conjunto, diagnostican la situación interna de una estrategia, así como su evaluación externa, es decir, las oportunidades y amenazas. Si bien el análisis o la matriz FODA nace como herramienta en el mundo empresarial, su uso se ha extendido a muchas otras áreas, debido a su simpleza y generalidad que permite a personas u organizaciones obtener una perspectiva general de la situación estratégica de una propuesta determinada (Talancón 2007).

5. Resultados

5.1. Parte 1_ Identificación espacial de las principales transformaciones territoriales y sus tendencias

5.1.1. Contexto departamental

El departamento de Maldonado ha venido experimentando un sostenido crecimiento demográfico desde inicios del siglo pasado, manteniendo una tasa de crecimiento siempre por encima de la del promedio del país. Según proyecta INE, la tendencia es que continúe al menos hasta el 2025, donde se espera que la cantidad de población departamental proyectada sobrepase las 200 mil personas (Fig. 5.1.1).

Maldonado es el único departamento con saldo migratorio positivo con respecto a todos los demás, incluido Montevideo. Asimismo, a nivel nacional, ha sido uno de los departamentos que han tenido el crecimiento poblacional inter-censal 1996-2004 y 2004-2011 más alto y continúa siendo un centro de atracción migratoria de uruguayos de otros departamentos, así como de argentinos y otros extranjeros atraídos por su calidad de vida. Por otro lado, sus tasas de emigración departamental también son relativamente bajas en estos últimos años (Veiga et al. 2012, ITU 2013).

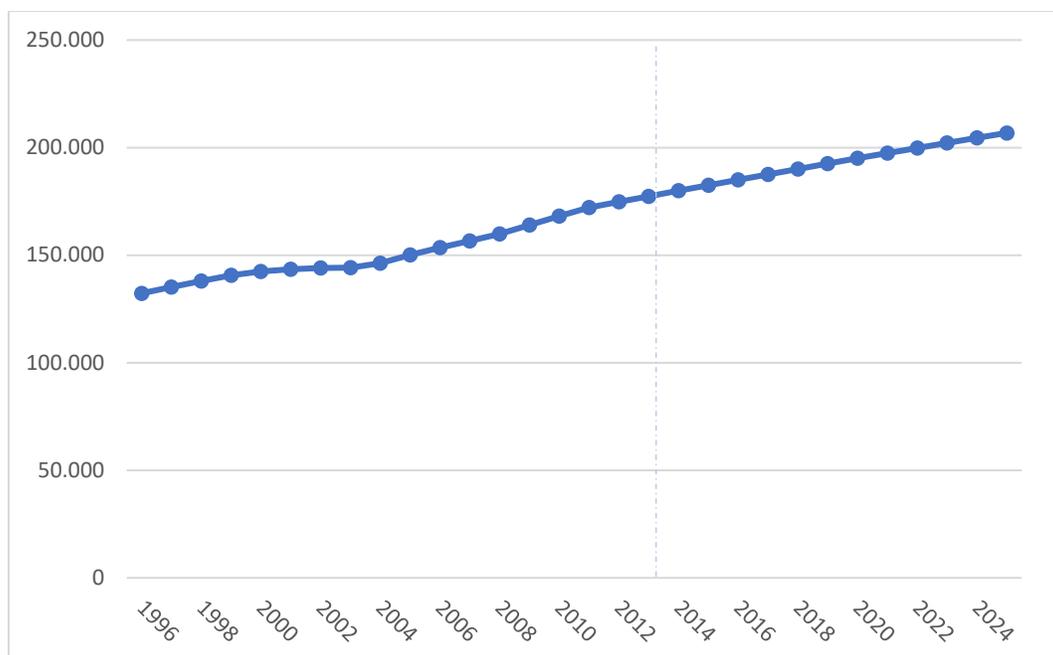


Fig. 5.1.1. Población total estimada y proyectada del departamento de Maldonado. Período 1996-2025. Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE) – Estimaciones y proyecciones de población al 30 de junio de cada año (revisión 2013).

La población en el departamento se distribuye afirmando la tendencia nacional, donde se observa un aumento en la diferencia entre personas viviendo en áreas rurales y urbanas, llegando estas últimas a representar el 94,7% el a nivel nacional y un 96,9% de personas de Maldonado que viven en áreas urbanas.

5.1.2. Evolución poblacional - Aglomeración central de Maldonado

A. URBANIZACIÓN

Evolución de la población y la vivienda

En la ACM se repite la tendencia departamental en cuanto a la preferencia urbana y de crecimiento poblacional. Asimismo, los núcleos urbanos de la Aglomeración Central, tienen desde hace décadas un sostenido crecimiento de población, resultante de su crecimiento vegetativo, de la recepción de migración interna y en menor medida de la externa (ITU 2013).

Según INE, desde 1985 dentro de la ACM existen 29 localidades/barrios (Tabla AII.1 en ANEXO II). La localidad con mayor población en el último censo es la zona céntrica de Maldonado, a lo que también se le suman barrios conformados en los entornos del misma, como Cerro Pelado, Pinares-Las Delicias, Villa Delia, La Sonrisa, etc.

En cuanto a la distribución de la población dentro de a las localidades urbanas, se relevan en los últimos períodos grandes diferencias en las tasas de crecimiento de la población ya que, grandes áreas periféricas crecen con altas tasas respecto al promedio nacional y en las áreas centrales de las ciudades. Esto se puede apreciar en la figura Fig. 5.1.2.

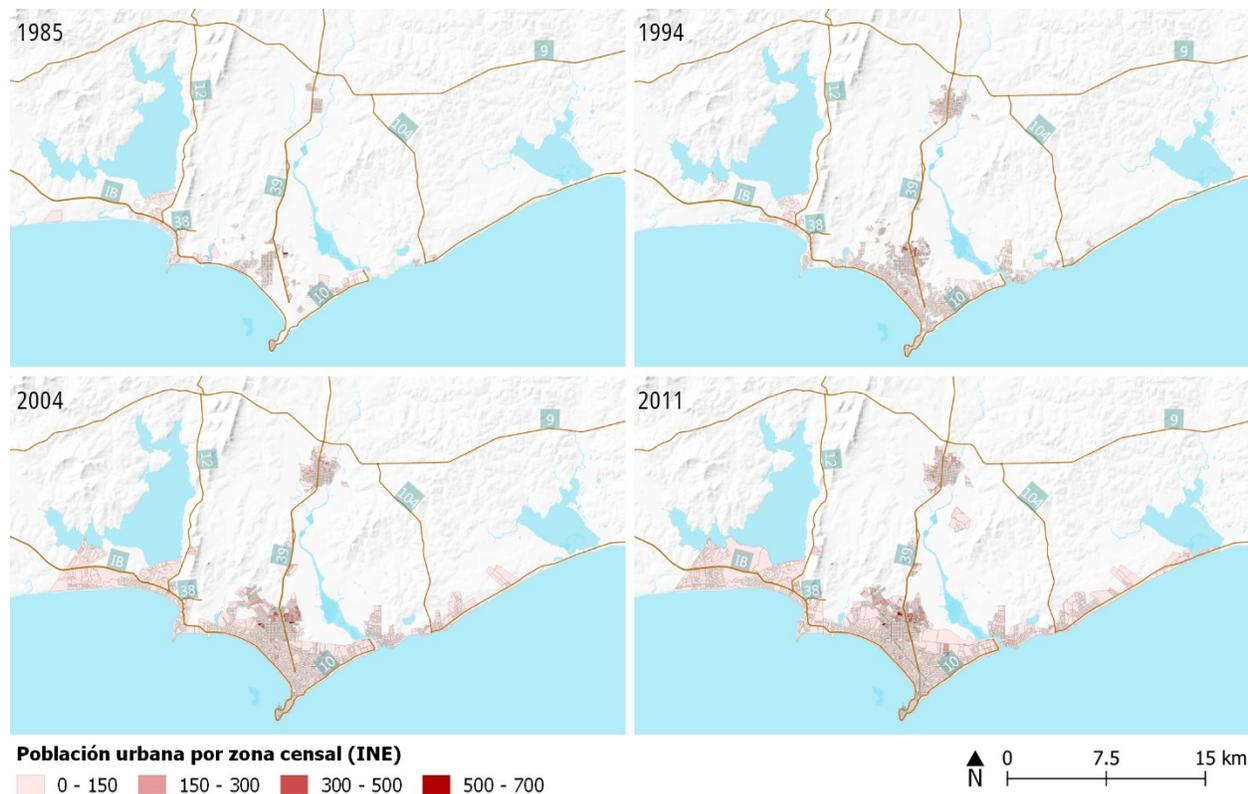
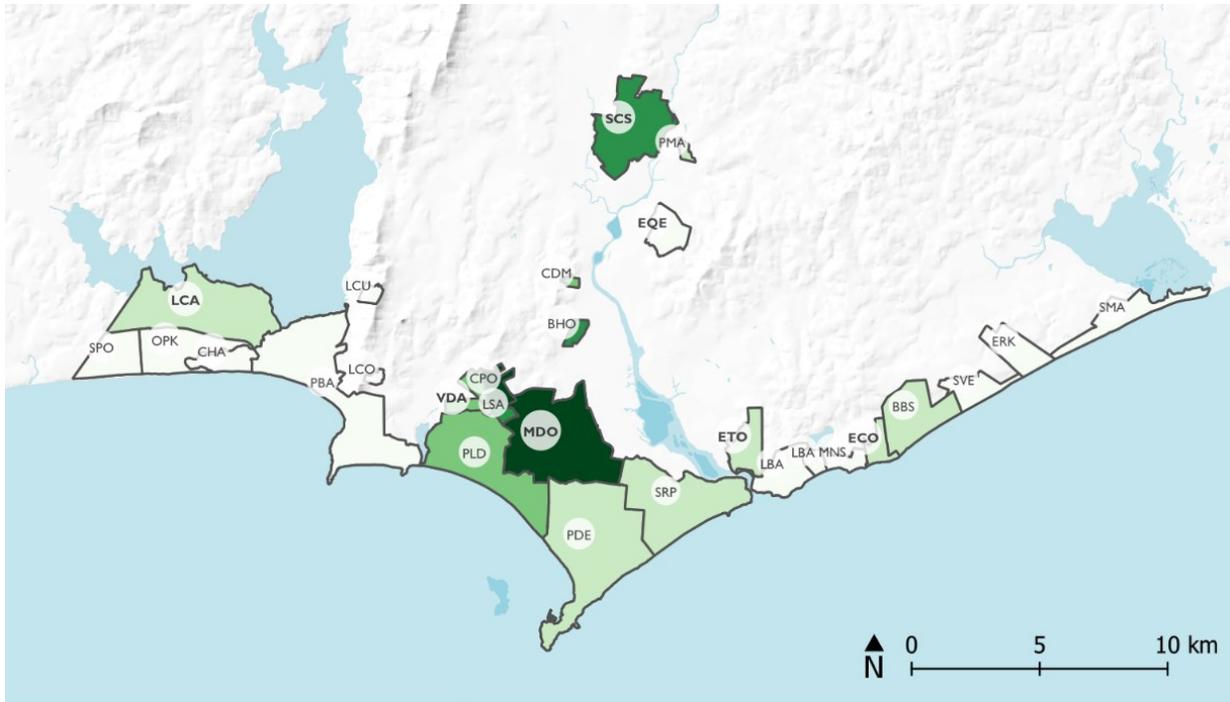


Fig. 5.1.2. Población urbana por zona censal en base a Censos 1985, 1996, 2004 y 2011. Representación de los valores clasificados a intervalos iguales redondeados.

Se observa que los mayores incrementos de la población ocurren, por una parte, en áreas de la periferia del tejido urbano de las ciudades principales, como alrededor del centro de Maldonado, la Península de Punta del Este y el casco central de San Carlos. La otra parte del crecimiento se da en las localidades de la periferia al Este y al Oeste de la ACM como es el caso de La Capuera (LCA) -que registra un crecimiento de más del 400% en el último período intercensal-, Ocean Park (OPK) y Sauce de Portezuelo (SPO) al Oeste y El Tesoro (ETO) y Balneario Buenos Aires (BBS) al Este (ver Tabla 5.1.1).

De acuerdo también al INE, la ciudad de Maldonado (MDO) presenta la mayor densidad de habitantes, seguida por San Carlos (SCS) y luego zonas como Pinares - Las delicias (PLD) y Punta del Este (PDE) (Fig. 5.1.3). En este último caso, es importante señalar que, por tratarse de un área con importante actividad turística, no solo nacional sino mayormente internacional, este indicador cambia significativamente dada la presencia de población visitante durante la temporada turística (ITU 2013).



Densidad de población por localidad en 2011 (Ha)

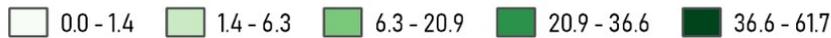


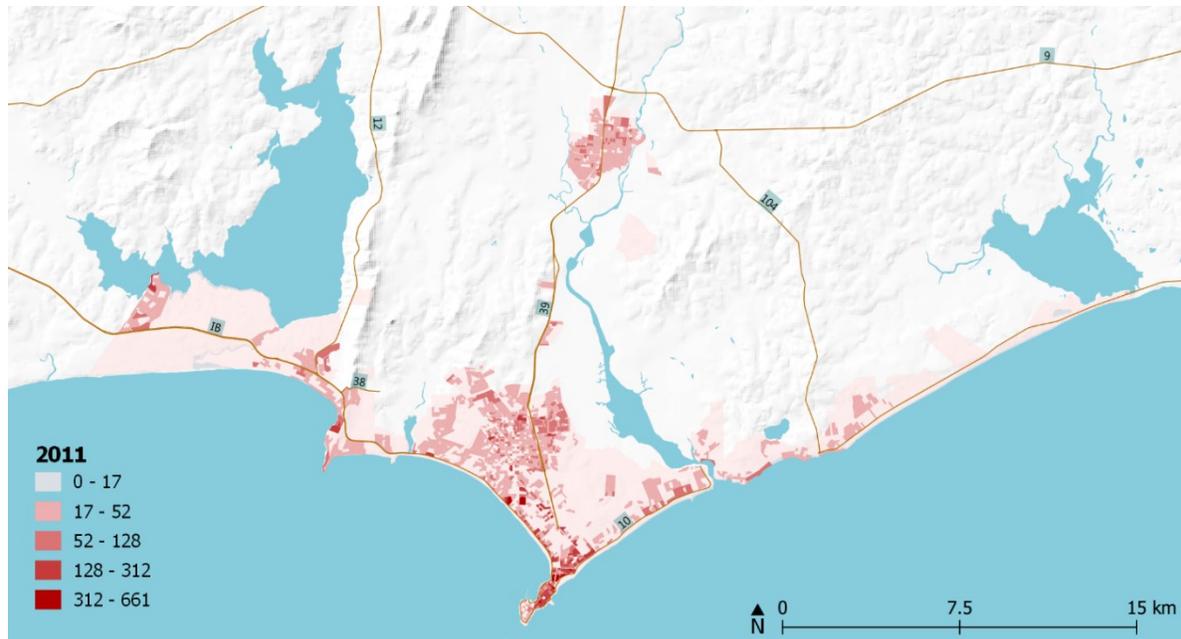
Fig. 5.1.3. Densidad de población por localidad según INE en hectáreas. Censos 2011. Clasificación de los valores por cortes naturales (Jenks).

Sin embargo, en cuanto a la densidad de viviendas por localidad, si bien en Maldonado (MDO) presentaba el mayor valor en 2011 -al igual que de población- en este caso, es seguido por Punta del Este y San Carlos y luego zonas como Pinares - Las delicias. Este fenómeno se explica por la cantidad de personas promedio por vivienda, donde, en localidades como Punta del Este se observa que tienen promedios de personas por vivienda de los más bajos, junto con La Barra (LBA) y Punta Ballena (PBA).

Efectivamente, el crecimiento de viviendas se ha mantenido siempre por delante que el de la población en los últimos censos, como se puede ver en la Tabla 5.1.1. Sin embargo, el mismo se da localizado, por un lado, de forma concentrada en su mayoría en de Punta del Este y sobre el borde costero y, por otro lado, en los barrios más densamente poblados próximos a la capital (Fig. 5.1.4).

Tabla 5.1.1 Población y vivienda en la ACM según censos 1985, 1996, 2004 y 2011.

AÑO	POBLACIÓN	CRECIMIENTO (%)	VIVIENDA	CRECIMIENTO (%)
1985	24785		11975	
1996	81167	227.5	48461	304.7
2004	110811	36.5	68933	42.2
2011	135067	21.9	85558	24.1



Vivienda urbana por zona censal (INE)

Fig. 5.1.4. Vivienda por zona censal al 2011. Clasificación de los valores por cortes naturales (Jenks).

Otra zona con gran crecimiento en viviendas es La Capuera (LCA), en el extremo Oeste de la ACM, acompañando el rápido crecimiento de su población (Fig. 5.1.4 y Tabla 5.1.1). Algo similar sucede en casos como Balneario Buenos Aires (BBS). A este proceso se le suma otra variable que es la densidad de padrones de cada una de las zonas. Estas zonas, así como también, otras localidades sobre la costa como Sauce de Portezuelo (SPO) y El Chorro (ECO), mantienen aún un gran margen para su crecimiento futuro, ya que, presentan una baja densidad de viviendas construidas, sin embargo, son de las zonas con mayor densidad de padrones urbanos, dado su tamaño promedio (Fig. 5.1.5).

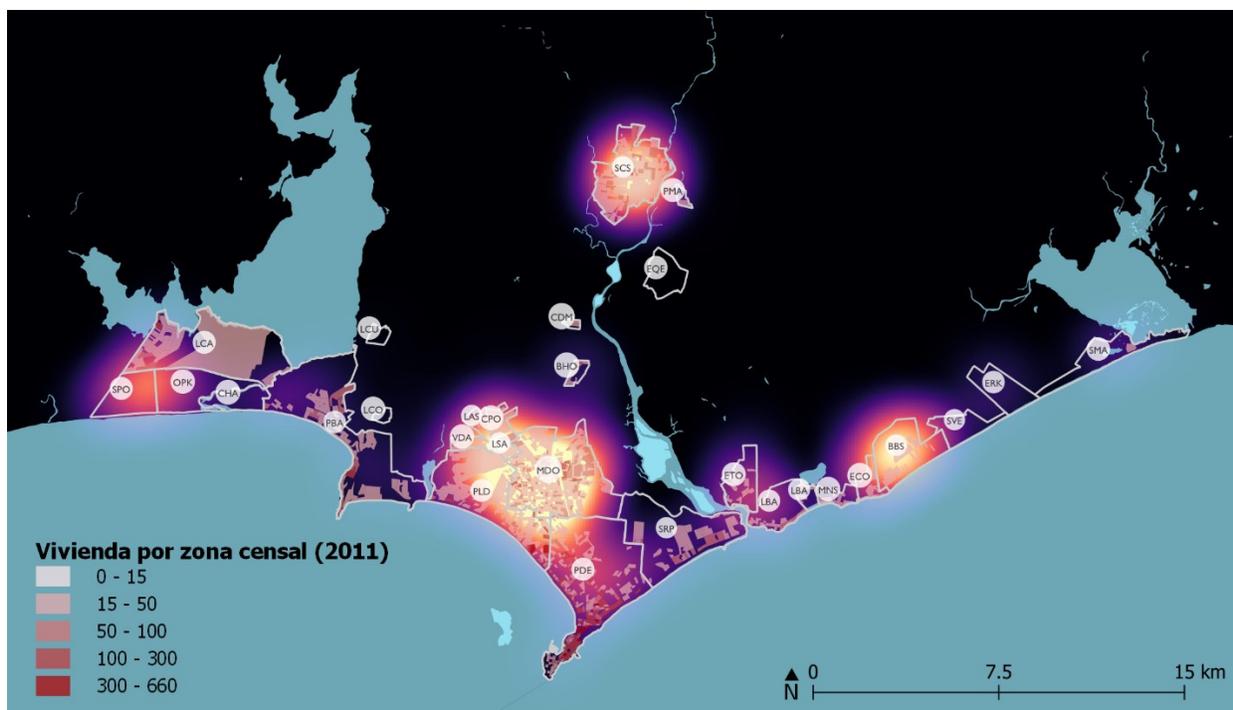


Fig 5.1.5. 'Mapa de calor' donde colores más claros indican mayor densidad de padrones urbanos (DNC 2019) y viviendas por zona censal, clasificados por cortes naturales (Jenks), INE 2011.

Un ejemplo concreto, en un extremo de este fenómeno, se puede ver en la localidad de Sauce de Portezuelo (SPO), la misma cuenta al 2011 con 173 viviendas y 128 personas en un total de 3057 padrones urbanos, de esta forma, se conoce que dicha localidad mantiene todavía grandes posibilidades de crecimiento de población y vivienda, sustentado en las tasas de crecimiento de la ACM.

B. EVOLUCIÓN DE LA MANCHA URBANA

La mancha urbana de la ACM, ha crecido conforme creció la población en la misma. Si bien la fuente de los datos entre los dos primeros años relevados y los dos últimos son diferentes, coinciden en el rango de variación con los observados en la población. Entendiendo los valores relevados como aproximados, igualmente, se distingue un sostenido crecimiento de la mancha urbana del orden de 5.000 hectáreas aproximadamente en entre 1985 y el año 2000, y hasta el 2015 acumula un aproximado de 3.900 hectáreas (Tabla 5.1.2).

Tabla 5.1.2. Áreas urbanas y urbanas dispersas en hectáreas.

AÑO	HECTÁREAS
1985	5004.0
2000	7614.7
2015	8955.6

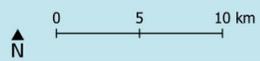
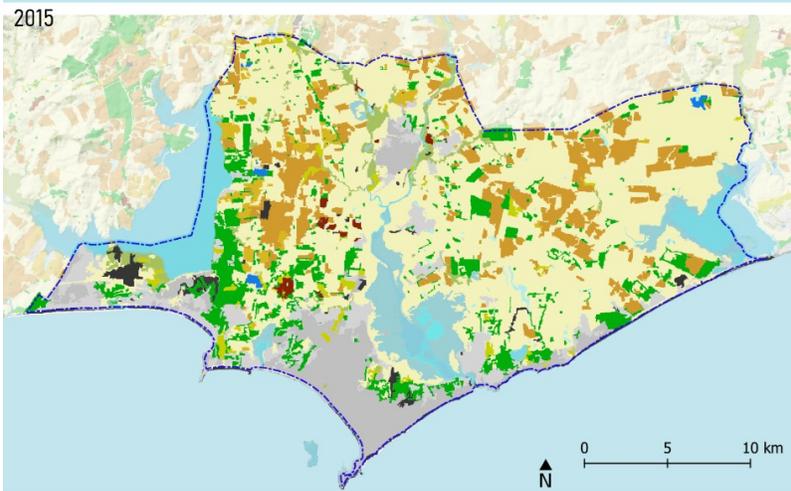
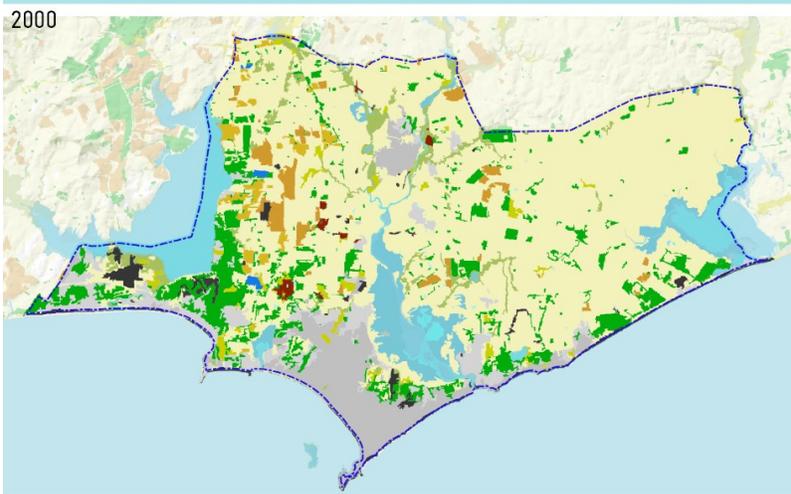
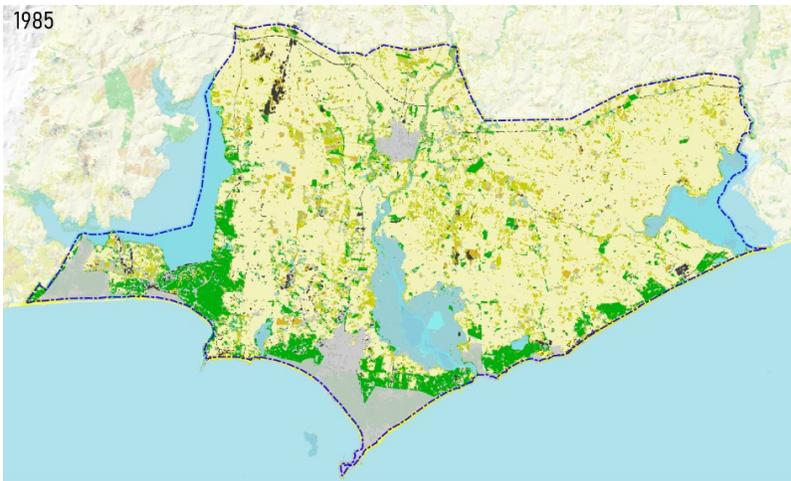
El cambio en la cobertura del suelo que provoca el avance de la frontera urbana, se da mayoritariamente en sustitución de vegetación arbórea preexistente, generando entre los años 1985 y 2000 una

urbanización continua que ocupa desde Punta del Este hasta Maldonado, pero también longitudinalmente sobre la costa siguiendo a la ruta 10, la rambla y la ruta Interbalnearia, llegando así a cubrir casi la totalidad de la costa de la ACM con suelo mayormente de uso urbano. Este proceso continúa y aumenta para el año 2015, donde se constata un gran avance de la mancha urbana sobre el Oeste del humedal de del arroyo Maldonado, con el crecimiento hacia el Norte de la trama urbana de la ciudad de Maldonado, pero también por el Este del humedal (Fig. 5.1.6).

En el caso de San Carlos, el aumento es menor que en la zona costera de la ACM, sin embargo, se logra identificar un crecimiento sostenido hacia el Norte de la ciudad contenido por los arroyos Maldonado y San Carlos, avanzando también sobre vegetación, en este caso asociada a los cursos de agua.

Otro punto a destacar sobre los cambios en las coberturas, en este caso en los entornos a la mancha analizada, es el gran crecimiento de cultivos agropecuarios en las cercanías de la urbanización en forma de parches, sobre una matriz de campo natural (Herbáceo) (Fig. 5.1.6).

Cabe destacar que, dada la falta de información oficial de coberturas de suelo previas al año 2000, la utilizada para el año 1985 surge de la elaboración propia en base a análisis de imágenes satelitales. La misma, busca una aproximación a grandes rasgos de las áreas y ubicaciones de las principales coberturas. En primera instancia se trabajó con algoritmos específicos de clasificación automática y en una segunda etapa corregida de forma manual con polígonos en áreas urbanas (ver punto [4.2.1 - B](#)).



Leyenda

- | | | |
|------------------------|---|-----------------------|
| Aguas Naturales | Areas Urbanas Dispersas | Frutales |
| Arbustos | Canteras, Areneras, Minas a Cielo Abierto | Herbaceo Natural |
| Area Natural inundable | Cultivos > 4-5 ha | Monte Nativo |
| Area Urbana | Cultivos Regados y de Secano < 4-5 ha | Plantacion Forestal |
| Areas Desnudas | Equipamiento Urbano | Límite Plan Local ACM |

Fig. 5.1.6. Coberturas de suelo de los años 1985, 2000 y 2015. Fuente de cobertura de año 1985 elaboración propia. Fuente de cobertura años 2000 y 2015: DINAMA-MVOTMA, 2019.

Este proceso también es relevado desde el punto de vista de la sistematización de la información proporcionada por el INE, en base a censos de los años 1985, 1996, 2004 y 2011, donde se logra identificar claramente la evolución de un crecimiento de la mancha urbana que termina por ocupar la gran mayoría de la línea de costa y al mismo tiempo densifica áreas centrales como en San Carlos y entre Maldonado y Punta del Este (Fig. 5.1.7).

La figura 5.1.7 muestra una superposición de zonas en colores distintos, formados por las zonas censales urbanas ocupadas por al menos una persona o vivienda en cada año de censo, y el área que forman los padrones catastrales urbanos. Es importante considerar que el criterio del INE para definir las zonas censales no necesariamente acompaña la evolución urbana en detalle, y áreas urbanas dispersas quedan incluidas en zonas censales rurales. Por otro lado, las áreas que forman los padrones catastrales urbanos, sí delimitan con mayor detalle las zonas urbanas formales, sin embargo, estas no necesariamente están completamente ocupadas.

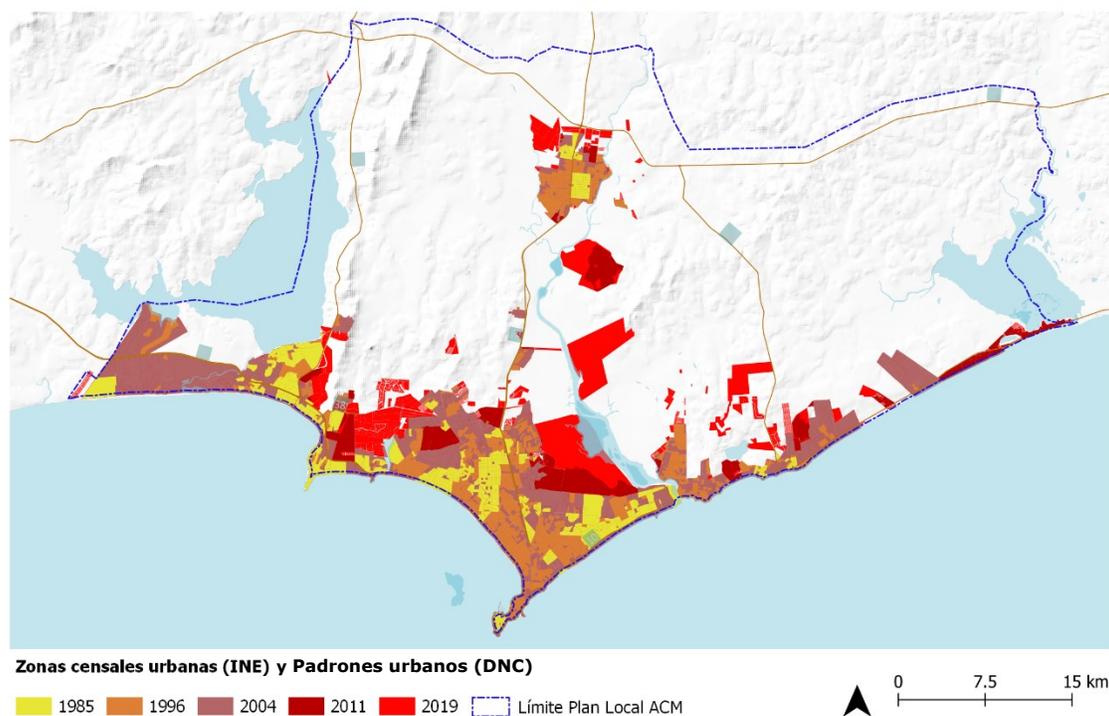


Fig. 5.1.7. Evolución de la mancha urbana. Zonas censales ocupadas en los censos 1985, 1996, 2004 y 2011, y padrones catastrales urbanos al 2019.

A la evolución de la zona urbana lograda a través de los datos de ocupación de INE, se le suman los datos de la Dirección Nacional de Catastro (DNC), que muestra los padrones urbanos dentro de la ACM, y da una nueva perspectiva sobre el probable crecimiento de la misma y/o la futura ocupación del territorio

relevadas a través del método mencionado a partir de datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) y análisis de imágenes satelitales históricas.

C. DENSIDAD

Según lo visto en el punto anterior, el crecimiento de la urbanización de la ACM, no se ha expresado en el territorio de la misma manera. Lo mismo se logra observar en el resultado del Índice de área construida presentado en la Fig. 5.1.8. En las áreas urbanizadas existen grandes diferencias en cuanto a la densidad de la trama urbana.

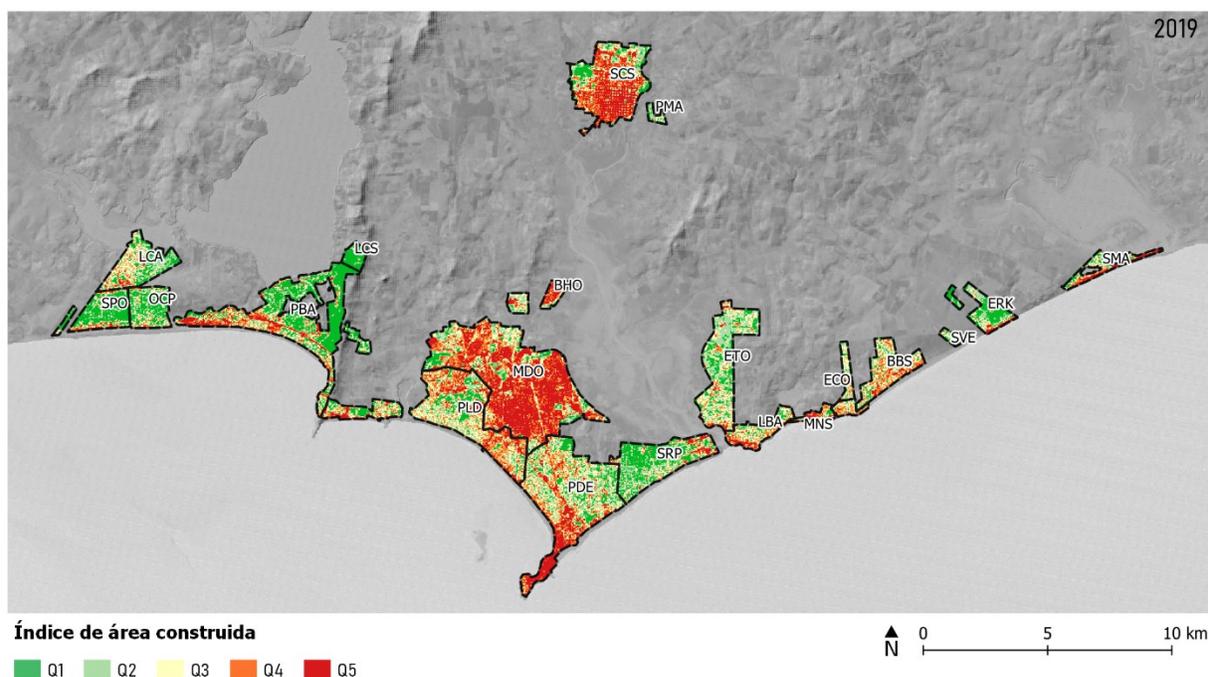


Fig. 5.1.8. Índice de área construida al año 2019. Representada en intervalos discretos por quintiles.

Asimismo, se desprende a partir de los datos generados que, en las zonas correspondientes a los centros de las ciudades principales de la ACM, se encuentran los valores más altos del BU o índice de área construida. Y dentro de las mismas también hay grandes diferencias. En el caso de Punta del Este, los valores más altos se encuentran en la península, donde casi en su totalidad corresponden a valores del último quintil, luego los mayores valores siguen las principales avenidas de la ciudad. La ciudad de Maldonado (MDO) presenta la mayor densidad de área construida, seguida por San Carlos. Ambas se presentan como manchas urbanas casi continuas, sin embargo, San Carlos mantiene una compactación menor del área construida.

Tabla 5.1.3. Porcentaje del área construida y no construida por localidad, 2019.

LOCALIDAD	CÓDIGO	CONST. (%)	NO CONST. (%)
BARRIO HIPODROMO	BHO	77.5	22.5
MALDONADO	MDO	75.9	24.1
MANANTIALES	MNS	73.8	26.2
SAN CARLOS	SCS	65.1	34.9
PINARES - LAS DELICIAS	PLD	58.2	41.8
SANTA MONICA	SMA	53.9	46.1
LA BARRA	LBA	53.7	46.3
BALNEARIO BUENOS AIRES	BBS	53.7	46.3
PUNTA DEL ESTE	PDE	50.3	49.7
EL CHORRO	ECO	46.9	53.1
PUNTA BALLENA	PBA	33.6	66.4
LA CAPUERA	LCA	26.9	73.1
EL TESORO	ETO	24.0	76.0
SAN VICENTE	SVE	21.2	78.8
SAN RAFAEL - EL PLACER	SRP	21.2	78.8
SAUCE DE PORTEZUELO	SPO	19.8	80.2
OCEAN PARK	OCP	17.8	82.2
EDEN ROCK	ERK	16.1	83.9
PARQUE MEDINA	PMA	14.7	85.3
LAS CUMBRES	LCS	4.1	95.9
TOTAL		48.0	52.0

A nivel cuantitativo, la localidad con mayor porcentaje de suelo ocupado por una construcción es el Barrio Hipódromo con un 77,5% de su área construida, seguido por Maldonado con casi un 76% del área que ocupa, impermeabilizada con el área edificada (Tabla 5.1.3).

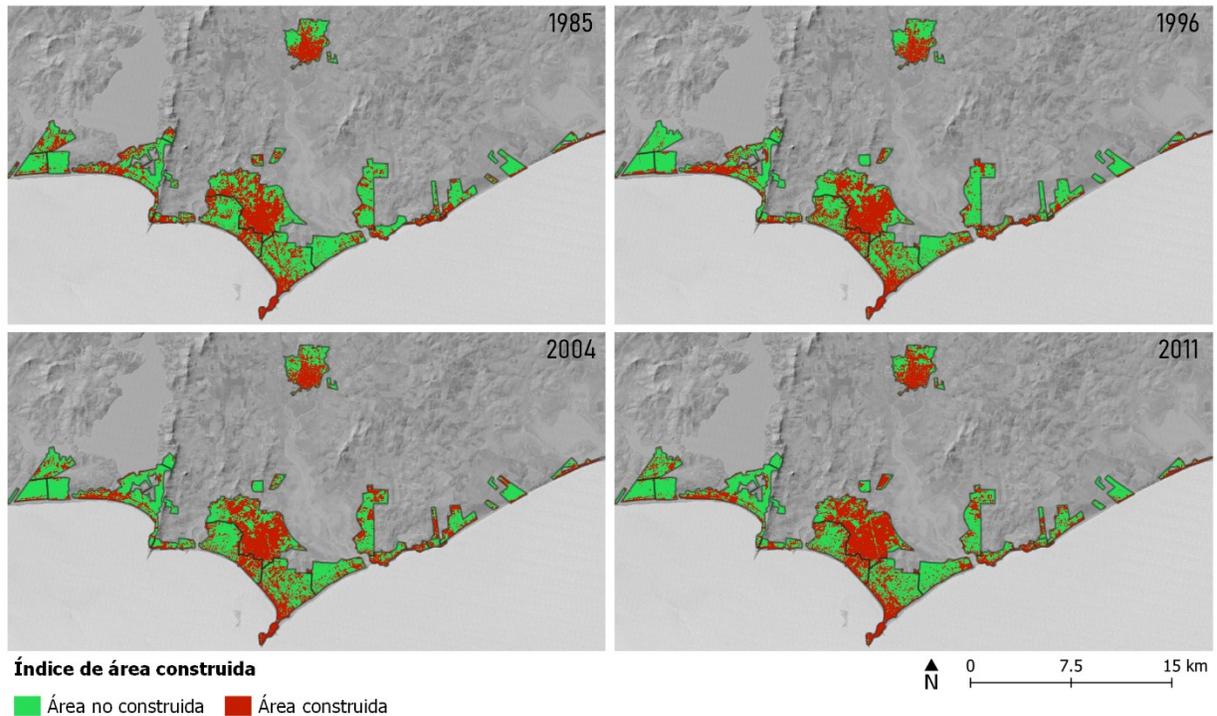


Fig. 5.1.9. Representación binaria de Índice de área construida de los años 1985, 1996, 2004 y 2011.

La evolución de los porcentajes de área construida, se puede apreciar en la Fig. 5.1.9. Se observa con claridad el proceso de impermeabilización del suelo que progresivamente que generaron las áreas continuas en el período de tiempo entre el 1985 y 2011. Las tramas urbanas de San Carlos y Punta del Este se muestran densas, sin zonas no construidas en sus centros. En el caso de la ciudad de Maldonado, constata un sostenido crecimiento en cuanto a la extensión y también la densidad, pero con intrusiones de áreas no edificadas dentro de la trama urbana densa.

Comparando la serie histórica, las localidades que presentan mayor cobertura urbana en relación al área que ocupa la localidad, han tenido un crecimiento significativo en las últimas décadas, como es en el caso del Barrio Hipódromo, Maldonado y en menor medida también San Carlos. El caso de Punta del Este, si bien tiene zonas muy densamente construidas, el área total de la localidad ocupa muchas zonas que tienen áreas no construidas al Norte de la localidad.

5.1.3. Tendencias de los procesos urbanos

A. PRINCIPALES TENDENCIAS DEL MODELO DE DESARROLLO URBANO

Turismo

En el departamento de Maldonado, se desarrolla la actividad turística como principal factor de crecimiento de la economía y el empleo, no solo del departamento sino de todo el país. Asimismo, Punta del Este y su área influencia turística, recibe a la segunda mayor cantidad de turistas del país, siguiendo a Montevideo y con la mayor cantidad de días de estadía en promedio, consolidando a esta como principal industria departamental (Tabla 5.1.4). También se releva una clara tendencia al crecimiento, ya que, en el último año registrado -entre 2017 y 2018- la cantidad de visitantes aumentó cerca del 20%, en un marco de sostenido crecimiento del sector turístico en el país, registrado desde el año 2008 (MINTUR 2018).

Tabla 5.1.4. Turismo receptivo. Visitantes ingresados a Uruguay, días de estadía y gasto según zona de destino. Año 2017. MINTUR (2017).

DESTINO	VISITANTES	CRECIMIENTO DE VISITANTES 16/17	DÍAS DE ESTADÍA	U\$S TOTAL	U\$S P/PERSONA AL DÍA
PUNTA DEL ESTE	824016	19.5%	7.7	1009415226.2	159.9
COLONIA	303257	6.9%	3.4	90555630.8	87.7
MONTEVIDEO	1077526	13.4%	5.7	617841828.1	99.8
COSTA DE ORO	210195	22.6%	6.9	84546437.6	58.2
PIRIÁPOLIS	217484	31.2%	8.3	156545416.8	86.8
COSTA DE ROCHA	220684	51.7%	8.9	153283779.2	77.9
LITORAL TERMAL	670134	35.0%	4.0	175530505.5	65.7
TRÁNSITO	262249	-3.9%	0.6	8541207.3	54.3
OTROS - SIN DATOS	155245	1.2%	4.8	37998443.7	51.4
TOTAL/MEDIA	3940790	18.4%	5.7	2334258475.1	104.5

B. FRAGMENTACIÓN SOCIAL

Los efectos del crecimiento económico, urbano y poblacional de la mano del despliegue de actividad turística mayormente relacionada con la modalidad de sol y playa, han generado un desarrollo territorial tensionado. Dicha actividad cambia las relaciones territoriales existentes, construyendo nuevos territorios y zonas separadas en términos sociales, espaciales y temporales (Veiga et al. 2012, Varela Martínez 2017).

Asimismo, se manifiesta un proceso acelerado de segregación espacial y fragmentación social dentro del área de la ACM: por un lado, crecimiento de asentamientos precarios con escasa infraestructura o en zonas de fragilidad ambiental, y por otro, población estacional de altos ingresos en zonas turístico-residenciales cerradas de perfil rur-urbano, separadas del resto de las áreas urbanas, ocupando amplias

extensiones de lo que anteriormente era suelo rural. Estas formas de ocupación pueden generar impactos acumulativos en lo social y paisajísticos, que terminen afectando al desarrollo sustentable de la zona (Varela Martínez 2017).

El relevamiento de la necesidades básicas insatisfechas (NBI) en Maldonado realizado por Labat Rodríguez (2019), muestra que en el transcurso comprendido entre 1985 y 2011 se han producido un conjunto de cambios sustantivos en la localización en el territorio de los estratos definidos según cantidad de NBIs (Fig. 5.1.10). Se aprecia que el importante proceso de crecimiento del espacio habitado fue acompañado de un retiro relativo de la pobreza medida por NBI del espacio costero y central de la ciudad para disponerse en un espacio más periférico y expandido aproximadamente paralelo a la costa.

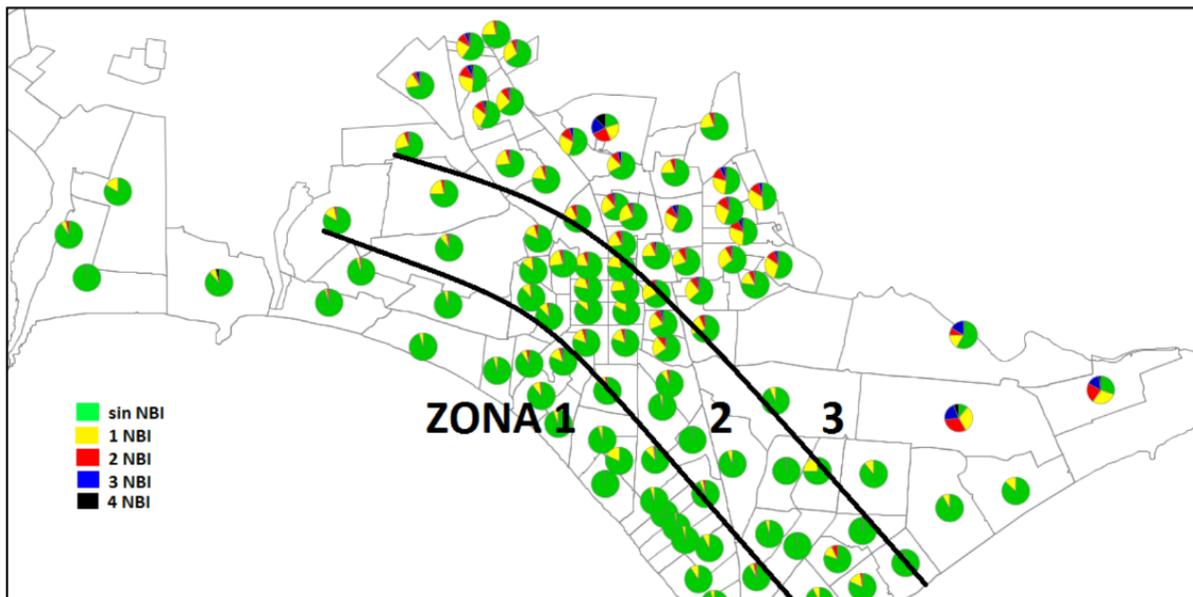


Fig. 5.1.10. Estructura social según NBIs para segmentos 2011 (Labat Rodríguez 2019).

Este proceso de distribución territorial estratificada no difiere cualitativamente del que existía en el año 1985 pero la densificación y la expansión del espacio habitado por una población que más que se duplicó en estos veinticinco años muestra un patrón de consolidación de esta tendencia.

C. CONSTRUCCIÓN

El rápido crecimiento poblacional puede ser explicado en buena medida por momentos de auge de la construcción, los cuales son acompañados de movimientos migratorios de población asociada a la construcción. Estos “booms de la construcción” se han experimentado en varias oportunidades desde fines de los años 60, 70, mediados de los 80, más cercano a esta época, nuevamente en el 2005 y más recientemente en el 2011-2012, todos asociados a inversión inmobiliaria de inversores internacionales de gran porte (Veiga et al. 2012, Diario El Observador 2018 Accedido: octubre de 2019).

De esta forma, el departamento se presenta como seguro y atractivo para el inversor, pero también como una promesa de fuentes de trabajo en una variada gama de rubros para la población de otros departamentos, lo que repercute en los índices de inmigración interdepartamental mencionados anteriormente (Veiga et al. 2012). Esto resulta en que parte de los trabajadores del dependen del desarrollo inmobiliario para mantener sus fuentes laborales, un modelo supeditado, en buena medida, al sector de la construcción.

En este sentido, el actual Ejecutivo Departamental entiende que la industria de la construcción y el desarrollo inmobiliario se debe mantener e impulsar, reforzando de esta forma ese mismo modelo de crecimiento. Un ejemplo de esto es el anuncio realizado en enero de 2019:

“El intendente de Maldonado dijo que están aprobados solo en Maldonado más de 1.100.000 metros cuadrados de construcción, y que son todos proyectos arquitectónicos de calidad internacional. “Estamos hablando de 4 mil millones de dólares para los próximos cuatro años y 10 millones de jornales” (Maldonado Noticias 2019. Accedido: octubre de 2019)

Según García (2018), en los momentos donde la industria de la construcción no crece lo suficiente, esta percepción de dependencia justifica una flexibilización en la aplicación de la planificación urbana por parte del Ejecutivo Departamental, a través de un argumento central que es el reactivar la industria de la construcción local. En este sentido es que actualmente se impulsan proyectos con diferentes tipos de excepciones a la normativa y exoneraciones tributarias solicitadas por particulares y autorizadas por el gobierno departamental, donde sobresalen el factor de ocupación total (FOT), factor de ocupación de la superficie (FOS) y alturas máximas, muy por encima de la normativa vigente.

5.2. Parte 2_ Mapeo y evaluación de las áreas con vegetación existente y zonas con potencial para el desarrollo de nueva infraestructura verde

5.2.1. Servicios ecosistémicos

En base a la clasificación de los servicios ecosistémicos propuesta por De Groot *et al.*, (2012) y a las revisiones hechas por Bolund y Hunhammar, (1999) y por Gómez-Baggethun y Barton, (2013), se sintetizan en la Tabla 5.2.1. los servicios ecosistémicos que brindan los EVU, que surgen realizado a partir de revisión bibliográfica realizada. Al mismo tiempo, se exponen ejemplos de cada caso que pueden relevarse a nivel local en la ACM y una valoración básica que se desprende del análisis de la bibliografía consultada en la [Parte 1](#). La última columna corresponde a referencias relevantes a modo de ejemplo por cada servicio identificado.

Tabla 5.2.1. Servicios ecosistémicos prestados por áreas verdes urbanas y ejemplos para el área de estudio³.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	POSIBLES EJEMPLOS LOCALES	PRESENCIA Y RELEVANCIA	REFERENCIAS
APROVISIONAMIENTO			
ALIMENTOS	Frutos y hongos silvestres. Huertas de jardín	1	
MATERIAS PRIMAS	Leña para calefacción	1	
AGUA DULCE		Sin info	
RECURSOS MEDICINALES		Sin info	
REGULACIÓN			
CLIMA LOCAL Y CALIDAD DEL AIRE	Los árboles y otra vegetación urbana proporcionan sombra, crean humedad y bloquean el viento.	2	(Escobedo et al. 2011, Wang et al. 2018)
SECUESTRO Y ALMACENAMIENTOS DE CARBONO	Secuestro y almacenamiento de carbono por la biomasa de arbustos y árboles.	1	
MODERACIÓN DE EVENTOS EXTREMOS	Amortiguamiento de tormentas, inundaciones y olas por barreras vegetales. Absorción de calor durante olas de calor severas	2	(Kuehler et al. 2017)
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Eliminación y fijación de contaminantes en hojas, tallos y raíces.	2	(Kuehler et al. 2017)
PREVENCIÓN DE LA EROSIÓN	El suelo y la vegetación disminuye la velocidad y el arrastre de sedimentos durante los eventos de precipitación intensa y/o prolongada.	3	
POLINIZACIÓN		1	
CONTROL BIOLÓGICO		Sin info	
APOYO			
HABITAT PARA ESPECIES	Proporciona hábitat para aves, insectos y polinizadores.	2	(Jim y Chen 2009)
MANTENIMIENTO DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA		Sin info	
CULTURALES			
RECREACIÓN Y SALUD MENTAL Y FÍSICA	Absorción de ondas sonoras por barreras vegetales, especialmente vegetación densa. Áreas para deporte y esparcimiento al aire libre.	2	(Dwyer et al. 1991, Lee y Maheswaran 2011)
TURISMO	Recorridos turísticos, Senderos y paseos.	3	
APRECIACIÓN ESTÉTICA E INSPIRACIÓN PARA LA CULTURA	Paisajes icónicos. Uso de flores y especies vegetales ornamentales.	3	(Morancho 2003)
EXPERIENCIA ESPIRITUAL Y SENTIDO DE LUGAR	Múltiples oportunidades para recreación, meditación y pedagogía.	3	(Dwyer et al. 1991)

³ Benedict y McMahon, 2006; Chen y Jim, 2008; de Groot *et al.*, 2010; De Groot *et al.*, 2012; Larsen, 2015; Margaritis y Kang, 2016; Wang *et al.*, 2018; Gu *et al.*, 2019.

5.2.2. Los espacios verdes urbanos (EVU) en la ACM

Cada localidad urbana de la ACM, cuenta con áreas de vegetación con altos valores de NDVI (Fig. 5.2.1). El promedio del índice en las áreas urbanas es de 0,5 y la desviación estándar de todas las medias es baja, de 0,14, los valores extremos se encuentran en las localidades como Las Cumbres (LCS) con 0,68, y luego ya más cercano a la media Sauce de Portezuelo (SPO) y Ocean Park (OCP), ambas con 0,57. Los centros históricos de las ciudades de San Carlos (SCS), Maldonado (MDO) y Punta del Este (PDE), son las zonas que tienen menos presencia de vegetación sana, junto con manantiales (MNS) y el Barrio Hipódromo (BHO). La diferencia de estas últimas, con los valores del indicador, fuera de las áreas urbanas es también notable.

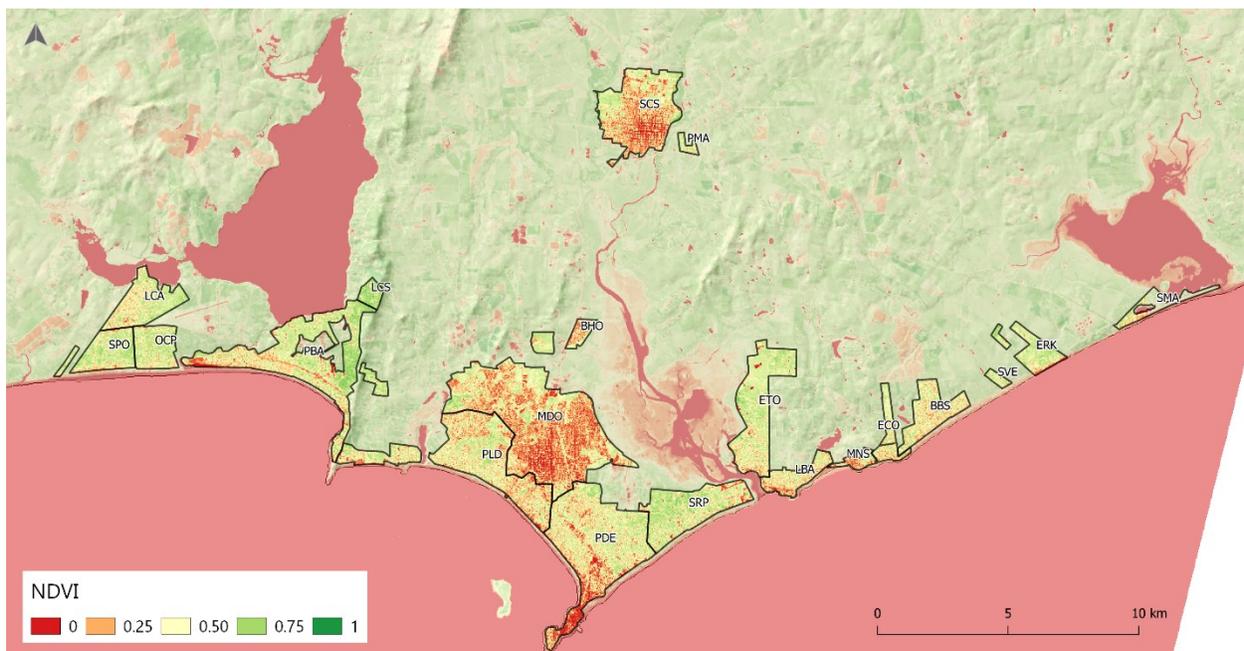


Fig. 5.2.1. Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) de la ACM.

Al mismo tiempo, las áreas con mayores valores de NDVI, corresponden en gran parte, a una tipología de vegetación mayormente descrita por las categorías “(a) Restos de vegetación del paisaje natural original” y “(d) Espacios espontáneos de vegetación urbana”, como se pudo observar a través de una revisión más detallada de las coberturas de suelo, a partir del análisis de imágenes satelitales. Los parches se muestran en la Fig. 5.2.1. Están mayormente relacionados con parches de bosques, los cuales se componen con una gran diversidad de especies, pero predominan las áreas plantadas de *Eucalyptus spp* y *Pinus spp*.

5.2.3. Áreas de vegetación relevante

En el área de la ACM todavía existen parches con vegetación densa que conserva estas características (Fig. 5.2.2) y varias de localidades, de hecho (7 de 20), que aún mantienen estos espacios en más de 50% de su extensión. Sin embargo, estas son las áreas más pequeñas y despobladas del área de estudio como en el

caso de Las Cumbres (LCS) donde un 91,04% de su extensión lo ocupan áreas verdes densas, en El Chorro (ECO) lo hace un 69,85% y en San Vicente (SVE) un 68,99%. Otros casos, donde las áreas son más grandes y aun así la proporción de áreas verdes densas es mayor son Ocean Park (OCP) con 61,26% del área y Sauce de Portezuelo (SPO) con un 51,50%.

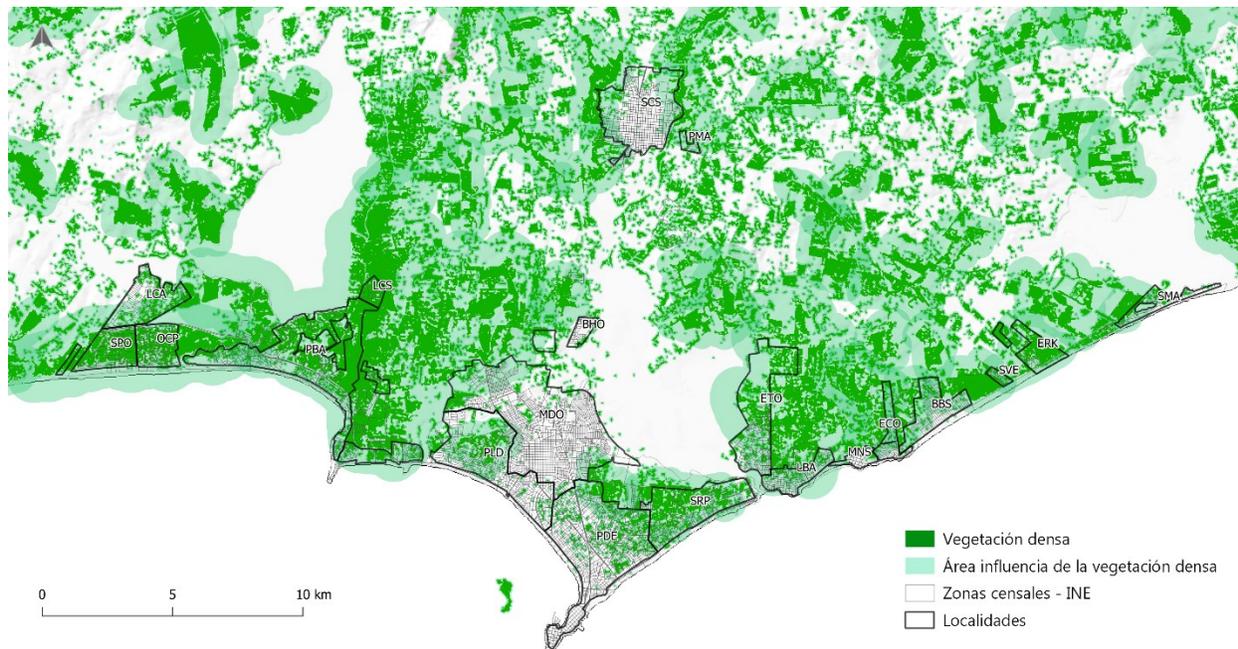


Fig. 5.2.2. Áreas de vegetación densa en zonas de categoría urbana de la ACM.

En cuanto a la cercanía de las personas a las áreas de vegetación del total de la ACM, se puede decir que un 45% de la población urbana de la ACM vive cerca a una de estas áreas incluidas las que se encuentran dentro y fuera de las zonas urbanas, teniendo en cuenta la distancia relativa al tamaño de del parche ya que, se valoró un área de influencia mayor para los parches más grandes. Según esta segmentación, casi la mitad de las localidades de la aglomeración (9 en 20), tienen un 100% de su población comprendida por el área de influencia de los parches. Sin embargo, otras localidades cuentan con menos población comprendida en dichas áreas como Maldonado (MDO), que tiene un 29% de su población comprendida por dicha área, seguida el Barrio Hipódromo (BHO) con un 44% y San Carlos con un 55%.

Cuando se tiene en cuenta solo las áreas vegetas estudiadas que se encuentran dentro de la zona urbana -gestionables en el marco de este estudio- las proporciones son menores. En este caso, el total de la población que se encuentra cerca a la vegetación mencionada es del 39%, y en los casos del Barrio Hipódromo (BHO) alcanza al 19% de su población, luego Maldonado (MDO) llega a un 22% y San Carlos a 36%.

5.2.4. Análisis espacial de patrones morfológicos de áreas vegetadas densas

A partir de las áreas vegetadas obtenidas y mencionadas en el punto anterior (5.2.3), se presentan los resultados del análisis espacial de patrones morfológicos (MSPA) y el análisis de fragmentación espacial. De la aplicación del módulo MSPA, se logra conocer que la distribución y las características morfológicas de las áreas vegetadas densas en la ACM, el mapa resultante se muestra en la Fig. 5.2.3 y la Tabla 5.2.2 sintetiza la definición de cada clase. Cabe aclarar que las intensidades del color verde, refieren al tamaño de los parches.

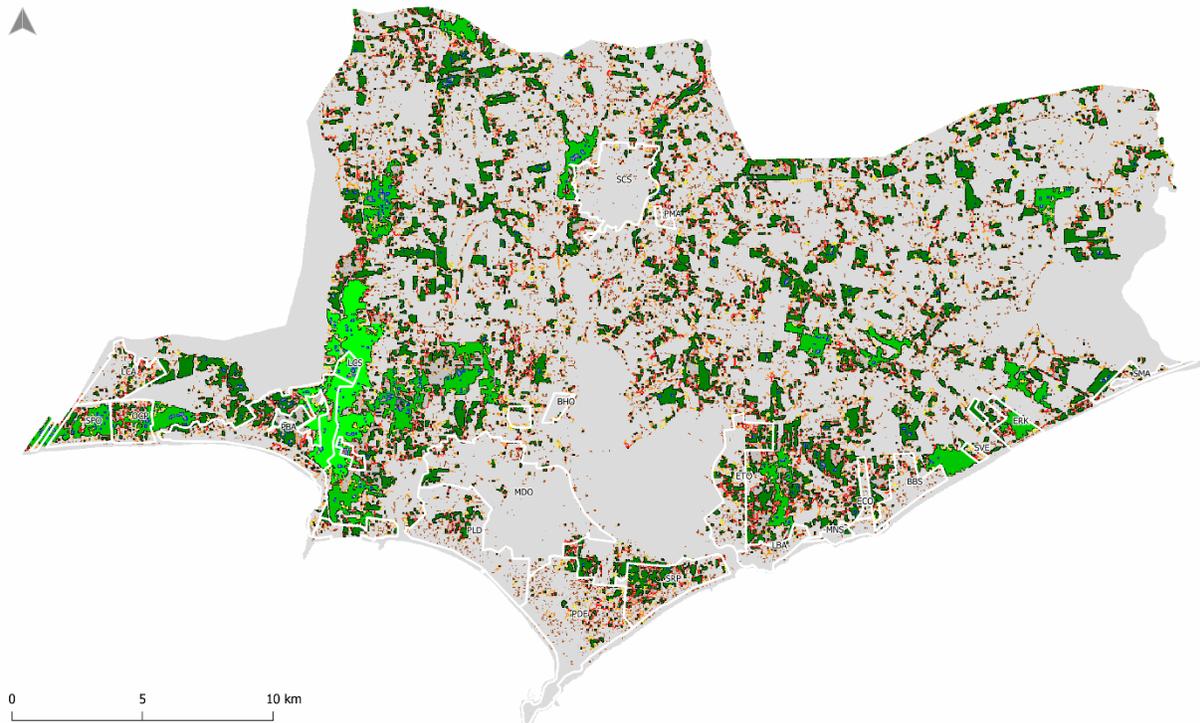


Fig. 5.2.3. Mapa de las áreas con vegetación densa dividida en clases como resultado del MSPA.

Tabla 5.2.2. Leyenda y definición de clases resultantes del MSPA.

CLASE	DEFINICIÓN	COLOR
NÚCLEO	Áreas centrales excluyendo al perímetro	Grandes
		Medianas
		Chicas
ISLA	Áreas muy pequeñas para formar un Núcleo	
PERFORACIÓN	Borde interno de áreas Núcleos	
BORDE	Borde externo de áreas Núcleos	
BUCLE	Conecta a la misma área Núcleo	
PUENTE	Conecta a diferentes áreas Núcleo	
RAMIFICACIÓN	Conectado a un Borde, Perforación, Puente o Bucle.	

FONDO	Área fuera del primer plano	
ABERTURA EXTERNA	Área del fondo por fuera de los bordes	
ABERTURA INTERNA	Área del fondo dentro de perforación	
SIN DATO	Píxeles sin datos	

Del mapa general (Fig. 5.2.2), se desprende que la distribución de parches grandes y medianos se encuentra en casi todos los casos por fuera de las áreas, actualmente declaradas como urbanas, a excepción de los casos como Sauce de Portezuelo (SPO) y Ocean Park (OCP), donde hay presencia de parches medianos. También en Punta Ballena (PBA), donde el parche más grande de esta área corresponde con el Parque Arboretum Lussich. La siguiente localidad con presencia de parches grandes de vegetación densa es San Rafael – El Placer (SRP) sobre el eje Aparicio Saravia (5.3.1) y el norte de Punta del Este (PDE). El resto de los parches grandes relevados, permanecen por fuera de las urbanizaciones, pero en sus áreas perimetrales.

Asimismo, del total de parches relevados, el 41% están dentro de las áreas categorizadas como urbanas. En la mayor parte de las localidades, existe la presencia de parches de vegetación densa, pero en su gran mayoría de pequeño tamaño. Están asociadas entre sí por Puentes, y sobre todo hay un predominio de áreas consideradas como Islas y Ramificaciones asociadas a éstas.

A nivel general, siguiendo la Tabla 5.2.3, el área total de vegetación relevada en toda la ACM alcanza casi los 255km² y, de estos, las áreas Núcleo más pequeñas ocupan un 28% y son más de 3.000 casos, mientras que medianas, se registran 17 y ocupan el 10% que incluye el arboretum Lussich. Existe un solo parche considerado grande que ocupa casi el 5% del área vegetada estudiada.

Tabla 5.2.3. Áreas y recuento de casos por categoría de áreas vegetadas del MSPA.

	% EN VEGETACIÓN	% DEL TOTAL	RECUESTO	ÁREA (KM2)
NÚCLEO (PEQ)	28,3	8,2	3064,0	72,1
NÚCLEO (MED)	10,1	2,9	17,0	25,7
NÚCLEO (GRA)	5,0	1,5	1,0	12,7
ISLA	6,9	2,0	4572,0	17,5
PERFORACIÓN	1,4	0,4	239,0	3,6
BORDE	32,8	9,6	2066,0	83,6
BUCLE	1,3	0,4	765,0	3,2
PUENTE	4,2	1,2	2062,0	10,6
RAMIFICACIÓN	10,2	3,0	8291,0	25,9
TOTAL, DE ÁREA VEGETADA	100,0	29,1	21077,0	254,8
ABERTURA INTERNA		0,2	356,0	1,4
ABERTURA EXTERNA		3,0	3258,0	26,2
TOTAL, ABERTURA		3,2	3614,0	27,6
FONDO		70,92	3671	621,2
TOTAL, MATRIZ		77,2	10899,0	676,5

Las áreas no vegetadas pero que se encuentran contenidas por áreas que sí lo están, ya sea dentro de una Perforación (Abertura interna) o dentro de algún Puente o Bucle (Abertura externa) suman algo más de 27 km² (Tabla 5.2.3), y en relación al total del área vegetada estudiada se puede decir que la misma tiene una integridad cercana al 90%.

Este valor de integridad, podría significar que la vegetación es compacta, sin embargo, la cantidad y proporción de áreas vegetadas que se ubican al borde de los Núcleos, llega a ser el 32% del área vegetada (Tabla 5.2.3), y la gran cantidad de Núcleos pequeños indica que, en realidad, la integridad responde a que las áreas vegetadas se conectan poco entre sí. También existen relativamente pocas perforaciones y, por consiguiente, menores aberturas internas. Entonces las áreas vegetadas densas que se mantienen son en mayor medida homogéneas pero pequeñas.

En cuanto a las Islas, las mismas se distribuyen por gran parte de la ACM, pero son realmente importantes dentro de las áreas urbanas. En las más urbanizadas, es donde la presencia de vegetación relevada se da casi exclusivamente mediante islas, como en el caso de Pinares – Las Delicias (PLD), y Punta del Este (PDE) mostrado en la Fig. 5.2.4. Esta configuración responde a un paisaje heterogéneo donde conviven las edificaciones en padrones amplios y arbolados, pero no necesariamente conectados, formando en esos casos “bosques distanciados”, sin embargo, existen todavía en ambos casos parches de áreas Núcleo, y en el caso de Pinares – Las Delicias, todavía conectados por áreas Puente.

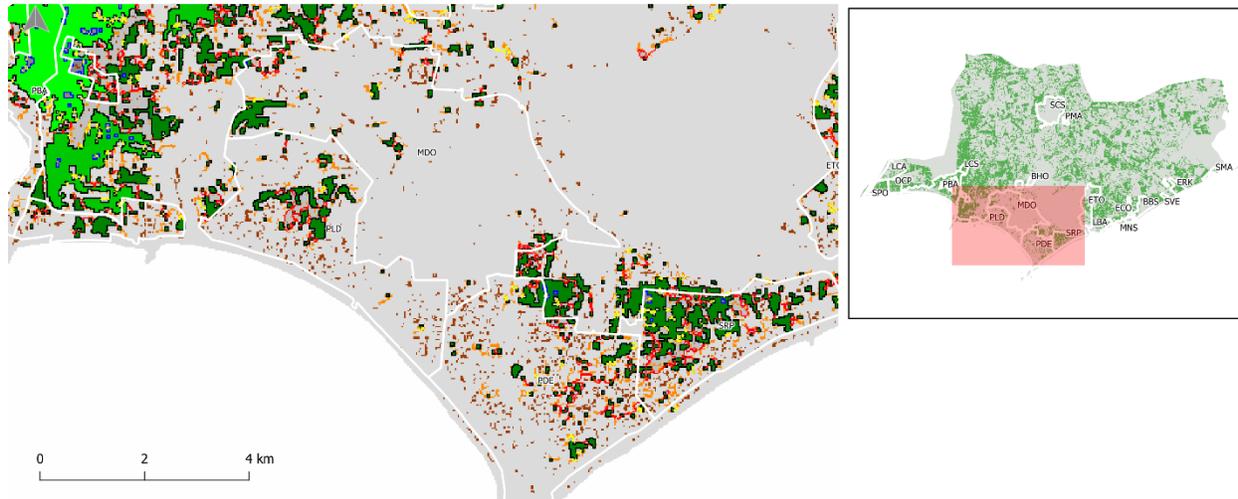


Fig. 5.2.4. Resultado de MSPA. Acercamiento a localidades de Maldonado (MDO), Pinares – Las Delicias (PLD), Punta del Este (PDE) y San Rafael – El Placer (SRP).

En cuanto a los Bucles, los mismos fortalecen la conexión de un mismo parche a través de sus perforaciones, también pueden indicar etapas tempranas de la paulatina fragmentación de los parches, como puede ser el caso de la localidad de Ocean Park (OCP) y en menor medida -por su nivel de ocupación- Sauce de Portezuelo (SPO).

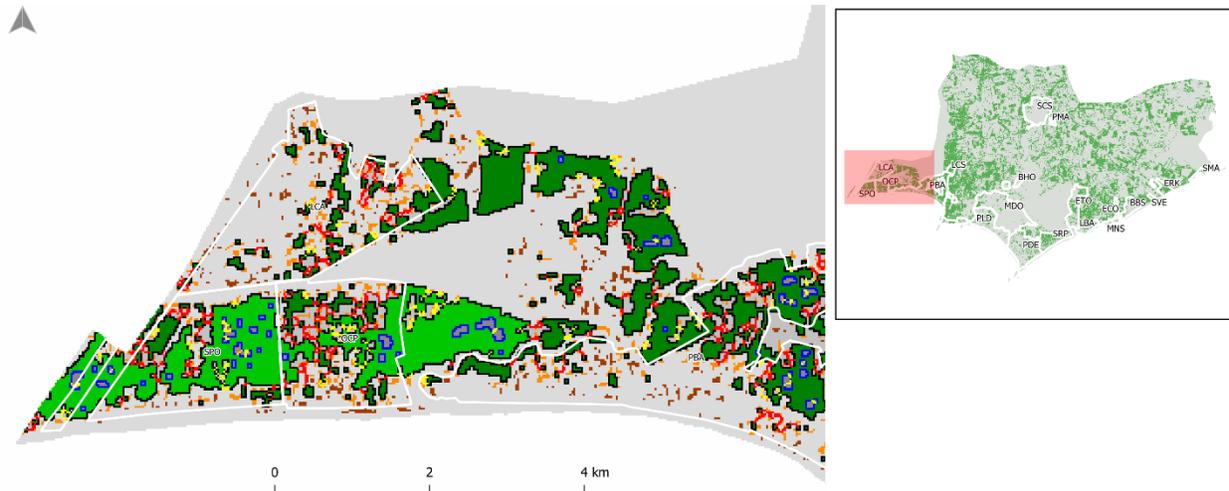


Fig. 5.2.5 Resultado de MSPA. Acercamiento a localidades de La Capuera (LCA), Sauce de Portezuelo (SPO), Ocean Park (OCP) y parte de Punta Ballena (PBA).

Asimismo, en la Fig. 5.2.5 se logra apreciar de forma muy concentrada una progresión en el estado de morfología de los parches. En el Sauce de Portezuelo (SPO), la vegetación densa se mantiene en grandes parches con pocas Perforaciones, y la mayoría de estas con Bucles, volviéndolo a conectar. También hay presencia de Puentes conectando los parches vecinos. En el caso de Ocean Park (OCP) –con más población– los parches Núcleo son más pequeños unidos por puentes, donde estos terminan ocupando gran parte del fraccionamiento, y de los cuales depende la conexión entre grandes parches vegetados, los cuales se ven divididos por este fraccionamiento. Ya en el caso de La Capuera –todavía más población y consolidación– la situación es diferente, quedan pocas áreas Núcleo, buena cantidad de Ramificaciones y lo que mantiene a la localidad vegetada son puentes en zonas menos pobladas y en las que lo están solamente Islas.

En cuanto a los cascos históricos, tanto la ciudad de Maldonado (MDO) como la de San Carlos (SCS) y Punta del Este (PDE), no tienen áreas Núcleo en sus centros (Fig. 5.2.6 y Fig. 5.2.4).

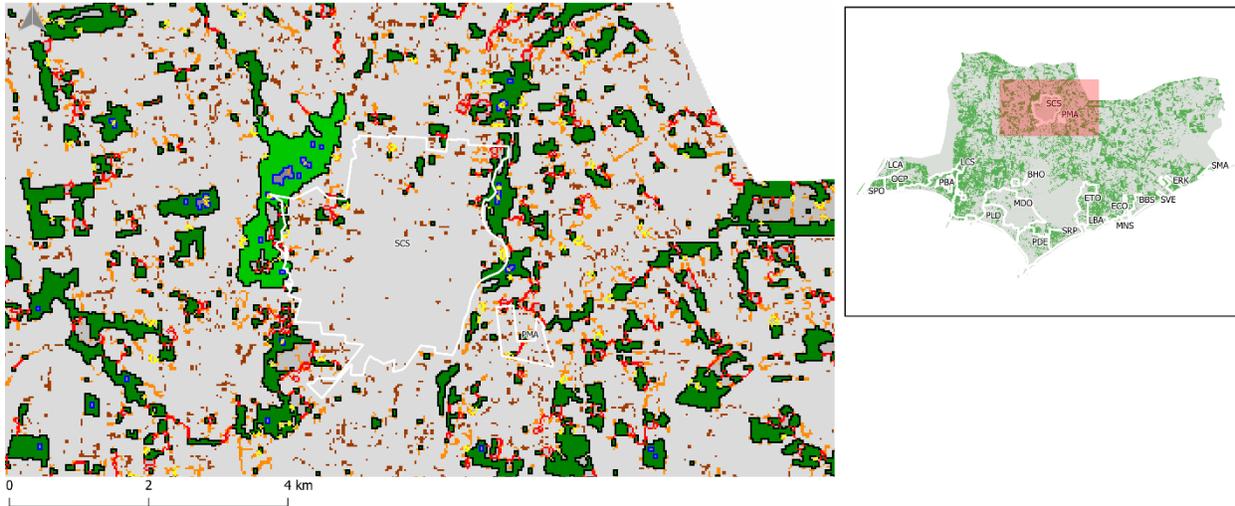


Fig. 5.2.6. Resultado de MSPA. Acercamiento a localidades de San Carlos (SCS) y Parque Medina (PMA).

En las zonas más urbanizadas como son los centros históricos, se relevan pocas Islas, algunas Ramificaciones y las pocas áreas Núcleo que se observan, están cerca de los límites de la misma. En estos casos, también se releva -y más marcadamente en San Carlos-, que inmediatamente por fuera de las áreas categorizadas como urbanas, existen grandes áreas Núcleo a modo de corredor biológico o zona de amortiguación.

Las urbanizaciones al Este de la capital, sufren procesos similares a los relevados al Oeste. Sin embargo, la línea de urbanización paralela a la línea de ribera, en este caso es discontinua al Norte de la ruta 10, lo que genera zonas de vegetación muy densas y grandes entre las áreas urbanizadas (Fig. 5.2.7).



Fig. 5.2.7. Resultado de MSPA. Acercamiento a localidades de El Tesoro (ETO), Manantiales (MNS), El Chorro (ECO), Balneario Buenos Aires (BBS) y San Vicente (SVE).

Dentro de los fraccionamientos, el desarrollo de caminería, atomiza la vegetación densa en pequeños parches Isla y Ramificaciones, como se puede ver en el caso de la parte Sur de El Tesoro (ETO), Manantiales (MNS), El Chorro (ECO), Balneario Buenos Aires (BBS) y San Vicente (SVE).

5.3. Parte 3_ Identificar desafíos y oportunidades para la implementación o mejora de infraestructura verde en la normativa y los instrumentos de ordenamiento territorial de la ACM.

5.3.1. Normativa

El concepto, alcance e instrumentos del ordenamiento territorial nacional se define en la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible. En concordancia, hay regulaciones departamentales que involucran la gestión del uso de la tierra y el desarrollo territorial. A la fecha, el departamento de Maldonado y específicamente el área de la ACM dispone de varios Instrumentos de Ordenamiento Territorial (IOT) y otras normas jurídicas vigentes que regulan el uso y la ocupación de su territorio. A continuación, se describe el rol de cada uno para el caso del tema de estudio del presente trabajo.

A. LEY DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE (LOTDS)

La Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible (LOTDS) N° 18308 aprobada en junio de 2008, establece el marco regulador general para el ordenamiento territorial y desarrollo sostenible nacional. Define las competencias e instrumentos de planificación, participación y actuación en la materia (Art 1). Los tipos de instrumento que involucran al ámbito departamental son las directrices departamentales, las ordenanzas departamentales y planes locales (Art. 8), así como también, instrumentos especiales que pueden ser planes parciales o sectoriales, o programas de acción integrada (PAI) (Art. 19, 20 y 21).

Le otorga (o reafirma) a los Gobiernos Departamentales la competencia para categorizar el suelo, establecer y aplicar regulaciones territoriales sobre usos, fraccionamientos, urbanización, edificación, demolición, conservación, protección del suelo y policía territorial, en todo el territorio departamental (Art. 14). Uno de los instrumentos mencionados para llevar estas competencias son las Directrices Departamentales de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible, que determinan las principales decisiones sobre el proceso de ocupación, desarrollo y uso del mismo. Tienen como objeto fundamental planificar el desarrollo integrado y ambientalmente sostenible del territorio departamental, mediante el ordenamiento del suelo y la previsión de los procesos de transformación del mismo (Art. 16).

Bajando de escala, los Planes Locales de Ordenamiento del Territorio se establecen para el ordenamiento de ámbitos geográficos locales dentro de un departamento (Art. 17). Asimismo, a esta escala se cuenta con Instrumentos Especiales, como los Planes Parciales que derivan de algún otro instrumento aplicado

en el territorio con el fin de ejecutar actuaciones territoriales específicas, en donde se prevé, entre otras cosas, la conservación ambiental y de los recursos naturales o el paisaje (Art. 20).

Al mismo tiempo, la LOTDS también prevé instrumentos complementarios de ordenamiento territorial, que identifican y determinan el régimen de protección para, entre otras cosas, espacios públicos, sectores territoriales o zonas de paisaje en los que las intervenciones se someten a requisitos restrictivos a fin de asegurar su conservación o preservación acordes con su interés cultural de carácter histórico, arqueológico, artístico, arquitectónico, ambiental o patrimonial de cualquier orden (Art. 22).

A continuación, se presentan los instrumentos derivados más relevantes para este estudio, así como las regulaciones departamentales que intervienen en la planificación territorial.

B. DIRECTRIZ COSTERA

La Directriz Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible del Espacio Costero del Océano Atlántico y del Río de la Plata, recientemente publicada en la Ley 19.772 de agosto de 2019, define los lineamientos fundamentales para las actividades en el espacio costero, dando coherencia a planes desarrollados por intendencias, municipios, prefectura y Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, aportando un marco de gestión integrada de la costa y permitiendo la planificación de los procesos futuros y el desarrollo sostenible.

Su objetivo es alcanzar un mayor grado de protección de la costa, incluyendo los paisajes naturales y culturales que presenta y todos sus componentes vulnerables. Para lograrlo propone orientar los procesos de desarrollo urbano, alternando urbanizaciones con áreas de baja intensidad de uso y espacios naturales, contribuyendo así a conservar ecosistemas costeros y afrontar las amenazas causadas por el cambio climático.

C. DIRECTRICES DEPARTAMENTALES Y MICRORREGIONALES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Las directrices departamentales de Maldonado se estructuran en base a 9 cuadernos con informes resultantes de talleres participativos realizados en 8 zonas del departamento que llamaron Microrregiones, y constituyen la fundamentación de las Directrices Departamentales y Microrregionales de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible y su exposición de motivos. Si bien, en los decretos expresan ser un conjunto de intenciones, procedimientos y métodos que se consideran estratégicos para alcanzar la imagen-objetivo propuesta, sobre estas directrices, luego se sustentarán luego los Planes Locales.

A nivel general, en cuanto a su aporte al desarrollo sostenible, las directrices consideran la “promoción y el manejo responsable de modalidades de uso y ocupación de los bienes y recursos naturales y culturales que conforman la significativa oferta ambiental”. Declara también que se pretende un manejo

responsable y la profundización en los condicionamientos de sostenibilidad para el proceso urbanizador con un perfil de expansión y dispersión territorial, procurando la mejora de la calidad de vida de la población residente, en especial de los sectores de menores ingresos (Dto. JDM 386/2010, Art. 6).

Asimismo, dentro de las disposiciones generales estructura los componentes básicos de las directrices por microrregión y establece un componente para las estrategias dedicadas a la sustentabilidad ambiental, las cuales, están comprendidas en la directriz Ecosistémica, que establece las reglas para “el aseguramiento de la sustentabilidad ambiental...” (Dto. JDM 386/2010, Art. 4). La forma en la que esta dimensión es tomada en cada directriz específica de cada microrregión, o a nivel departamental es distinta, atendiendo a las particularidades del territorio.

En la ACM corresponden, además de las directrices departamentales, las de la microrregión Maldonado/Punta del Este, Laguna del Sauce/Protezuelo/Punta Ballena/Laguna del Diario y la de San Carlos. Para el caso departamental, las directrices específicas según la dimensión Ecosistémica, se limitan al manejo integrado de los recursos hídricos y marítimos, la protección de la línea de costa y la gestión sustentable de los residuos sólidos urbanos (Dto. JDM 386/2010, Art. 10).

Para el caso de la microrregión Maldonado/Punta del Este, a nivel general expresa el interés en el mejoramiento de la calidad del hábitat de la población residente, y en especial de las condiciones de vida de la población más vulnerable, y si bien también plantea la identificación de áreas a densificar en la trama urbana existente (Dto. JDM 386/2010, Art. 31), en sus directrices específicas de la dimensión Ecosistémica, incorpora un punto específico para la puesta en valor de la flora y fauna local incluyendo como línea de acción el relevamiento y difusión de capacidades y valores (Dto. JDM 386/2010, Art. 34).

Las directrices según la dimensión Ecosistémica de la microrregión de San Carlos, indica como prioridad la mitigación de los impactos negativos de las inundaciones en la ciudad de San Carlos, y específicamente plantea la recalificación de imagen urbana y definición de usos y actividades (Dto. JDM 386/2010, Art. 28).

En el caso de la microrregión compuesta por Laguna del Sauce/Protezuelo/Punta Ballena/Laguna del Diario, las estrategias dedicadas a la dimensión Ecosistémica, se limitan al manejo integrado de los recursos hídricos y la protección costera (Dto. JDM 386/2010, Art. 16).

A nivel local, en un orden jerárquico inferior a las directrices departamentales, Maldonado tiene aprobados varios instrumentos de ordenamiento territorial (IOT). En principio cuenta con un plan local, el del Eje Avenida Aparicio Saravia y en elaboración tres más, incluido el de la Aglomeración Central de Maldonado/Punta del Este/San Carlos. También cuenta con varios instrumentos especiales, dedicados a sectores o propósitos concretos (Tabla AIII.1 en ANEXO III), algunos de los cuales se desarrollan a continuación.

D. PLANES LOCALES

Eje avenida Aparicio Saravia

El Plan Local de Ordenamiento Territorial del Eje avenida Aparicio Saravia (PLOTEAS), único plan local de ordenamiento territorial aprobado actualmente en el área de estudio, establece como una de las consignas estratégicas el “Buen manejo de los servicios ambientales que provee este gran recurso natural y de la colectividad biológica que exige el mismo para su mantenimiento” según se expresa en el Informe final de IDM, (2012) sobre el cuál se decreta el Plan.

También resalta la necesidad de “fortalecer los paisajes de alta calidad, en este caso el bañado Maldonado, el bosque urbanizado y las costas sobre la Barra de Maldonado y el mar. Se trata de recursos escasos y potentes tanto en lo biológico, en la identidad de turistas y residentes”.

El polígono de actuación del plan abarca buena parte de la localidad de San Rafael – El Placer por el sur, y se extiende casi hasta el centro histórico de Maldonado por el oeste. Por su parte norte, bordea al humedal del arroyo Maldonado y al padrón destinado “Eco-parque Metropolitano del Humedal del Arroyo Maldonado y San Carlos” (Fig. 5.3.1). Este último, fue creado en el decreto de la Junta Departamental de Maldonado N°3931 del año 2015, con el objetivo de reservar el ecosistema y poner en valor la biodiversidad (Art. 2).

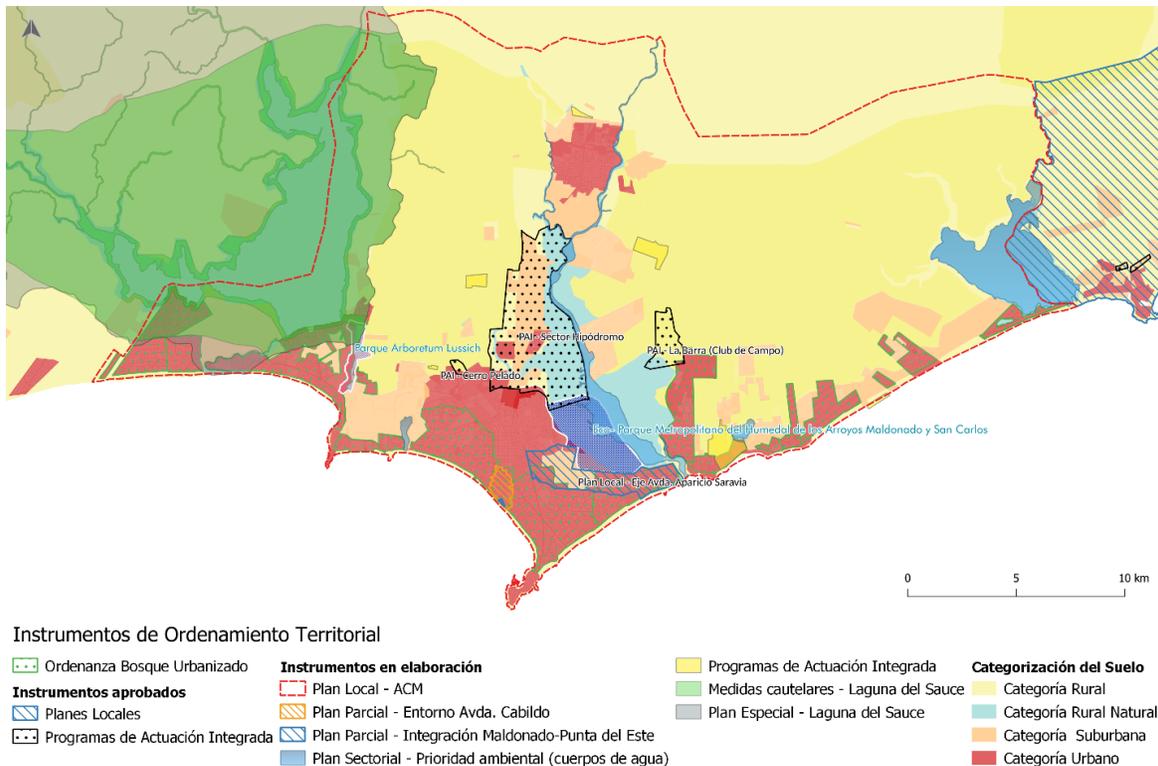


Fig. 5.3.1. Ordenamiento territorial de la ACM. Instrumentos aprobados y en elaboración.

El primer PAI aprobado en el área fue en 2015 el “PAI Sector Hipódromo”, el cual ordena áreas de restricción severa sobre el humedal del Arroyo Maldonado. Al mismo tiempo, declara las zonas al contorno al Este y Oeste de la ruta 39 como zona de “servicios y logística”, y “residencial” a zonas ubicadas al Oeste de las primeras, que a su vez se encuentran al Oeste de la ruta 39 (en este momento ya incluidas como de categoría urbana) (Fig. 5.3.1). También prevé áreas de protección visual y paisajística en forma de parque lineal asociado a los hilos de agua presentes en el área.

El resto de los PAIs actualmente aprobados son el “PAI Cerro Pelado” del año 2018, y el PAI aprobado a fines de 2018 es el “PAI La Barra”. El primero tiene como objetivo la creación de nuevo suelo residencial planteando un fraccionamiento abierto, al norte de la trama urbana del barrio Cerro Pelado. El segundo está dedicado al desarrollo de una urbanización en propiedad horizontal bajo el modelo de Club de Campo, ubicado al norte de la localidad El Tesoro (Fig. 5.3.1).

F. INSTRUMENTOS EN ELABORACIÓN

Plan Local ACM

En el año 2011 se publica un informe de avances sobre a planificación de la ACM a varias escalas, la cual, surge de la imagen objetivo a 2015 expresadas en las Directrices departamentales. Entre otros, propone un conjunto de Instrumentos de Ordenamiento Territorial a tres escalas diferentes y son: el Plan Maestro del conjunto de la Aglomeración Central con su entorno rural inmediato, el Plan Local del sistema de las ciudades componentes: Maldonado-Punta del Este con los balnearios próximos desde Sauce de Portezuelo hasta balneario Buenos Aires y la Ciudad de San Carlos y luego Planes Especiales para balneario Buenos Aires y La Capuera, son objeto de propuestas más detalladas.

De estos instrumentos, el llamado “Plan Local de la Aglomeración Central San Carlos – Maldonado – Punta del Este” avanza en 2013 hasta la etapa de Audiencia pública, siendo esta la última etapa publicada (Tabla AIII.1 en ANEXO III).

Sobre el documento en el que se basa el Plan local presentado, cabe destacar particularmente los Lineamientos Estratégicos dado que avanzan en cuanto a la pretensión de ordenamiento. Estos lineamientos plantean la limitación del proceso de expansión urbana a través de la Categorización de Suelo, y al mismo tiempo, la consolidación de las áreas urbanas poco desarrolladas, basándose en el abordaje diferenciado por zonas caracterizadas de forma distinta, según el principal componente a conservar o mejorar (Tabla AIII.2 en ANEXO III).



Fig. 5.3.3. Sistema de espacios públicos propuesto en Documento Avance (IDM 2011)

En cuanto a los espacios públicos, se proponen diferentes estrategias, entre las cuales se destaca la conformación de un sistema de parques, que brinden equipamiento a la escala de toda la Aglomeración Central, donde “La intención es articular una serie de espacios verdes y públicos existentes junto a otros que deberían ser creados, con el objetivo de crear un sistema de parques accesibles, equipados y distribuidos para servir a las diferentes poblaciones” (Fig. 5.3.3) (IDM, 2011 p.122).

Si bien, el principal objetivo destacado en el documento sobre los parques públicos es el de promover una mayor integración social, se plantean de forma tal que procuran generar o conservar la conectividad entre los mismos, haciendo énfasis en el componente ecosistémico de estas áreas sin nombrarlo específicamente.

En cuanto a las propuestas específicas en este sentido, la más destacada es el Sistema Metropolitano de Espacios Públicos Abiertos, que según el Informe tiene como objetivo revertir situaciones de desequilibrio que presenta hoy el territorio, dotando de nuevos espacios públicos a los barrios más carenciados, orientar los procesos de urbanización, asegurando a la vez espacios de reserva de características ambientales destacadas, revertir situaciones de deterioro o abandono que presentan algunos espacios públicos y alcanzar los estándares indicados por la Organización Mundial de la Salud, respecto a la superficie recomendada de espacio público por habitante.

En este sentido, se toman en cuenta dentro del sistema de parques, a nivel público: las playas y roquedales de la aglomeración, el área inundable del Arroyo Maldonado incluyendo tierras privadas y públicas, el Parque Jagüel, Parque Indígena, también se planea un Parque del Agua, como propuesta de accesibilidad a la Laguna del Sauce, así como la de dicha Laguna y el Arboreto Lussich.

Otra propuesta de carácter estratégico que vale la pena mencionar, es el proyecto “Arco Costero”, el cual tiene como una de sus principales estrategias la preservación del patrimonio arbóreo del balneario, especialmente San Rafael y alrededores, la preservación del patrimonio ecosistémico del balneario Buenos Aires y la creación de un parque público en Laguna Blanca.

En cuanto a propuestas de gestión se puede mencionar avances sobre el drenaje pluvial, las cuales, se planifican sobre los principios de recuperación y preservación el estado natural del escurrimiento, contemplando los ecosistemas naturales, la incorporación de los cursos de agua y su entorno al paisaje urbano y la protección de zonas vulnerables de importancia ecosistémica (dunas, humedales, lagos, etc.) entre otros.

G. OTROS INSTRUMENTOS EN ELABORACIÓN

Existen actualmente varios instrumentos en elaboración dentro del área de la ACM. Vale la pena comentar el “PAI de Laguna Blanca” actualmente en etapa de Inicio que incluye la Cuenca de la Laguna Blanca, donde según la comunicación del proyecto, se trata de un cambio de categoría de suelo de rural a suburbano para el Desarrollo urbanístico residencial, comercial y deportivo en régimen de propiedad horizontal, el área que ocupa es de 205 hectáreas e implica una zona sensible para el sistema acuático Laguna Blanca, fuente de agua potable para la zona este del departamento.

En cuanto a los planes parciales, en el año 2015, se puso en manifiesto el Plan Parcial "Entorno Avda. Cabildo", ubicado sobre la costa, entre Maldonado y Punta del Este, el cual planteaba según García, (2018) varias exoneraciones de normativa donde se pretendía intensificar el uso de los terrenos.

También cabe destacar que se encuentra en elaboración el “Plan Especial de Manejo Integral de la Cuenca de la Laguna del Sauce”, la que ocupa parte del área de estudio y las localidades de La Capuera, Las Cumbres, Ocean Park y parte de Punta Ballena. El cual plantea medidas cautelares en favor de disminuir de forma abrupta la contaminación por nutrientes que sufre el sistema lagunar de Laguna del Sauce, fuente principal de agua potable para todo el departamento de Maldonado (Bianchi et al. 2016).

H. REGULACIONES DEPARTAMENTALES

Ordenanza de Uso y Manejo de Bosques Costeros Urbanizados en el Departamento de Maldonado

El objetivo principal de esta Ordenanza es regular el uso y el manejo de los bosques costeros urbanizados buscando su conservación, en el entendido de que el bosque urbanizado es uno de los principales condicionantes para la definición microclimática y ambiental de la costa del Departamento, y complementa el cordón de playas y otros atractivos que la han convertido en el principal recurso del Departamento al ser parte de una construcción cultural identitaria y conformar uno de los atributos determinantes del paisaje local (Dto. JDM 3602/1988, Art. 1).

El manejo del bosque incluye medidas que tienden a preservar solo el género dominante del mismo (*Pinus*), ya que entiende que su imagen es parte fundamental en la percepción de la identidad de la zona. El instrumento básico de la preservación del bosque será la reforestación continua de todos los predios, procurando compatibilizar las necesidades colectivas de la preservación del bosque implantado, con los intereses de los propietarios de los distintos solares urbanos sobre el que está asentado (Dto. JDM 3602/1988, Art. 1).

Las áreas comprendidas por la Ordenanza, abarcan casi la totalidad de las localidades costeras de la ACM, quedando excluidas las localidades como la ciudad de San Carlos, El Barrio Hipódromo, y barrios ubicados al norte de Maldonado (Dto. JDM 3602/1988, Art. 2). Dichas zonas no son consideradas zonas costeras ni han tenido previamente desarrollo de bosque de pinos, el cual, es materia central esta ordenanza.

Para mantener la densidad del bosque de pinos, la ordenanza plantea una densidad mínima exigible de un pino cada 75 metros cuadrados de superficie total del predio. Los predios baldíos deben tener una densidad mínima de un pino marítimo cada 30 metros cuadrados de superficie del predio (Dto. JDM 3602/1988, Art. 3).

En cuanto a las especies, la ordenanza sólo protege la permanencia y densidad del género *Pinus* y en este sentido establece que, al menos el 50% de los pinos de cada predio sean pinos marítimos (sp. *Pinus pinaster*). En caso de tratarse de un predio forestado con otras especies, se podrán disminuir en un 50% la densidad mínima exigible de pinos, siempre y cuando la densidad total se mantenga por encima del 30% de la mínima exigible (Dto. JDM 3602/1988, Art. 3). Asimismo, prevé la sustitución de las especies previas que no sean de *Pinus* por éstas, en las áreas comprendidas por la ordenanza (Dto. JDM 3602/1988, Art. 57).

El mecanismo utilizado para consolidar el bosque es beneficiando a los contribuyentes de cada predio si superan los mínimos establecidos, por ejemplo, exonerando del pago de la Tasa Forestal o realizando descuentos en la contribución inmobiliaria a los predios que además de la forestación obligatoria, tengan pinos jóvenes o superen las densidades mínimas (Dto. JDM 3602/1988, Arts. 27 y 28), o el caso una flexibilización en las exigencias en cuanto al Factor de Ocupación del Suelo Verde y Forestado (FOS V y F), si el predio supera la densidad mínima exigible de pinos (Dto. JDM 3602/1988, Art. 29).

Sumado a esto, los propietarios de terrenos comprendidos en zonas costeras con bosques de pinos, deben asumir varias tareas de prevención de riesgo a incendios, realizando podas y limpiezas sanitarias a su costo (Dto. JDM 3602/1988, Arts. 15, 19 y 34). Sobre éstos se prevén multas y sanciones monetarias por el incumplimiento a cada uno de las disposiciones incumplidas a la ordenanza (Dto. JDM 3602/1988, Arts. 41 al 49).

En cuanto al bosque urbano en predios públicos, la ordenanza plantea la forestación con pinos en partes de la faja costera, así como su utilización también en las aceras de las vías públicas sumado a las plazas, parques y espacios públicos (Dto. JDM 3602/1988, Arts. 20, 21 y 22).

Es importante destacar que, se reconoce en el informe final sobre el Plan local Eje Avenida Aparicio Saravia, que la Ordenanza de Manejo Bosque Costero actualmente se aplica parcialmente y debería ser actualizada a la brevedad, en referencia a la diversidad de especies que componen el bosque urbano y el privilegio que se pretende en éste a especies autóctonas en los instrumentos de ordenamiento territorial posteriores a esta norma.

Texto Ordenando de Normas de Edificación (TONE)

El Texto Ordenando de Normas de Edificación (TONE), es un documento generado a partir del Decreto de la Junta Departamental Nº 3718 de diciembre de 1997, que reúne todas las normativas departamentales asociadas a obras edilicias y construcciones. El mismo desde que fue aprobado, se ha actualizado a medida que se sanciona nueva normativa en la materia.

Para este trabajo se centró en la revisión de los parámetros de edificación de la ordenanza, específicamente en los numerales correspondientes a los factores de ocupación del suelo. De ellos se seleccionaron el Factor de Ocupación de Suelo (FOS), el cual expresa como porcentaje y es el resultado del cociente entre: el área cubierta proyectada en un plano horizontal y la superficie del terreno (Dto. JDM 3718/1997, Art. 158), y el Factor de Ocupación de Suelo Verde (FOS V), que de expresa como porcentaje y es el resultado del cociente entre: el área enjardinada del predio y la superficie del terreno. No son áreas enjardinadas las ocupadas por pavimentos, piscinas o canchas. En las normas particulares se establecen los valores mínimos que debe alcanzar este parámetro en cada zona o subzona (Dto. JDM 3718/1997, Art. 160).

Este último, es el principal factor a revisar en este trabajo, dado que se entiende que el mismo se refiere a aquellas superficies del terreno con cobertura vegetal y que son permeables. Si bien, el TONE de Maldonado no profundiza en su definición, las Intendencias de Canelones y Montevideo, expresan explícitamente que en el cálculo del FOS V, no se incluyen a las veredas, huellas vehiculares, terrazas y pavimentos exteriores en general, además de las superficies ocupadas por las construcciones a nivel del terreno. En ambos casos, se contabiliza como área pavimentada o impermeable a toda el área destinada a estacionamientos, aún si ésta contara con pavimento permeable (Dto. JDMo. 34.889/2013 y Dto. JDC 70/13).

Dentro de la ACM existen varias zonas que promedian un FOS V mínimo mayor al 50% del predio. En el caso del sector de La Barra y Manantiales, destacan pequeñas zonas de Pedro Campbell y manzanas adyacentes al Norte (60%) así como, el Barrio Jardín y los Predios frentistas a la Ruta 10 y a la Costa (50%) (Tabla 5.3.1). En el caso del sector de Punta del Este, destaca La Pastora con un FOS V mínimo del 70%, y

dentro del sector llamado en el TONE como Balneario, se encuentra la zona de Punta Ballena con un mínimo de 60% de suelo permeable y el Barrio jardín de dicho sector un 56%. Otro sector importante sobre la costa es el Arco de Portezuelo, el cual tiene un mínimo de área permeable permitida de 55%.

Los sectores que tienen permitido un menor FOS V o ni siquiera tienen restricción, son las zonas céntricas de las ciudades de Maldonado, Punta del Este y San Carlos, a las cuales se le suman zonas como los Predios frentistas a la Ruta 10 y el Barrio Jardín del sector Barra y Manantiales, donde se permite un mínimo de 20% de área permeable.

Tabla 5.3.1. Promedio de factores de ocupación por región, sector y zona según el TONE (Dto. JDM 3718/1997).

<i>Región / SECTOR / ZONA</i>	PROM. FOS (%)	PROM. FOS V (%)
<i>Centros Poblados o Balnearios</i>	50	35
1. SAN CARLOS	50	35
1.1. DE LAS PLAZAS	58	
1.2. CASCO	63	
1.3 ALVARIZA	40	
1.4. COSTA	40	40
1.5. RESTO DEL SECTOR	50	30
<i>La Barra y José Ignacio</i>	32	40
1. BARRA Y MANANTIALES	32	40
1.1. PREDIOS FRENTISTAS A LA RUTA 10 Y A LA COSTA	25	50
1.2. COSTA	40	20
1.3. PREDIOS FRENTISTAS A LA RUTA 10	40	20
1.4. BARRIO JARDÍN	40	50
1.5. SANTA MÓNICA	25	
1.6. PEDRO CAMPBELL Y MANZANAS ADYACENTES AL NORTE	20	60
<i>Maldonado - Punta del Este</i>	42	42
1. PUNTA DEL ESTE	83	40
1.1. FARO	75	30
1.2. CENTRO DE PUNTA DEL ESTE	86	20
1.3. LA PASTORA		70
2. MALDONADO	47	26
2.1 PLAZA	60	
2.2 CASCO URBANO	50	
2.3 BARRIO JARDÍN	40	20
2.4 BARRIOS	52	30
2.5 AVENIDAS	41	24
3. BALNEARIO	27	53
3.1. BARRIO JARDÍN.	24	56
3.2. VÍAS PRINCIPALES.	37	45

3.4. AVENIDA ROOSEVELT.	35	40
3.5. PUNTA BALLENA.	20	60
4. APARICIO SARAVIA	35	43
4.1 BARRIO JARDÍN	28	47
4.3 MICROCENTRALIDADES	70	20
<i>Piriápolis, Punta Colorada y Solís</i>	25	55
2. ARCO DE PORTEZUELO	25	55

También es importante relevar el FOS mínimo permitido, ya que, aunque menos directa, también entrega una idea de la intensidad del uso de los predios. Y en este sentido, promediando los valores mínimos dictados por la normativa, se obtiene que sólo en pocas zonas ubicadas de dentro de la ACM, actualmente está permitido edificar ocupando más del 50% de la superficie del predio, coincidiendo con los cascos históricos, como en el caso de San Carlos, alcanzando en promedio un 58% y 63%, y el caso de Maldonado donde alrededor de la plaza principal se permite un 60% y en el resto del casco histórico un 50%. También existen zonas como las Microcentralidades, recientemente planificadas por el PLOTEAS, donde se permite hasta un 70% de ocupación del suelo (Tabla 5.3.1).

Asimismo, se destaca también el caso del sector de Punta del Este, ya que en el mismo existen subzonas dentro de las zonas del Centro de Punta del Este y Faro donde se permite hasta un 100% de ocupación del suelo, lo que hace que en esas zonas el cálculo del promedio sea de 86% y 75% respectivamente (Tabla 5.3.1).

Al mismo tiempo, varias zonas que mantienen un porcentaje menor al 30% de ocupación de suelo permitido. Las mismas, coinciden en gran medida con las áreas involucradas en la Ordenanza de Uso y Manejo de Bosques Costeros Urbanizados en el Departamento de Maldonado, mencionada anteriormente, por ejemplo, las zonas costeras como el Arco de Portezuelo (25%), Punta Ballena (20%), Santa Mónica (25%), Predios frentistas de La Barra y Manantiales (25%), así como los barrios jardines de Maldonado y Punta del Este (24%).

Las excepciones a la normativa

Es importante señalar que, si bien esta normativa es de carácter departamental y obligatoria, Maldonado se caracteriza por otorgar excepciones al ordenamiento territorial. Dentro de un conjunto de parámetros más solicitados en las mismas se encuentra el factor de ocupación de suelo. Según García, (2018) al estudiar la flexibilización en las políticas urbanas, notó que en Maldonado existe una tendencia en la cual:

“la normativa vigente es evitada, minimizada, o simplemente no aplicada en la autorización de los nuevos proyectos urbanos incluidos en los expedientes. Diversos argumentos, la mayoría de ellos discutibles, son utilizados para autorizar una gran cantidad de excepciones a la normativa vigente. Las excepciones a la normativa más solicitadas y autorizadas fueron

altura máxima (62% casos) y FOT (59% casos), seguidas de FOS (48% casos) y cantidad de pisos (45% casos)” (García, 2018 p. 15).

6. Discusión y conclusiones

Sobre las principales transformaciones territoriales y sus tendencias de las últimas cuatro décadas

El departamento de Maldonado es uno de los departamentos que prevé mayores tasas de crecimiento a futuro y la ACM es la zona urbana que contiene las mayores tasas de crecimiento del país en el último período intercensal. La población de la ACM se ubica mayoritariamente alrededor del casco histórico, tanto de las ciudades de Maldonado como en la de San Carlos, pero el mayor crecimiento poblacional se ve en los balnearios/fraccionamientos a los extremos este y oeste sobre la costa.

Los fraccionamientos que presentan un mayor crecimiento son aquellos que tienen un menor tamaño de padrones, sin embargo, los mismos todavía mantienen una densidad menor que los sectores de padrones más grandes, según el índice de área construida. Si bien se registra un crecimiento de la población y de la vivienda, el mismo no ocurre en conjunto. La vivienda crece en densidad en zonas costeras, relacionadas con el turismo residencial o la inversión inmobiliaria. Esto puede estar relacionado con el hecho de que los mayores valores del índice de área construida no coinciden en todos los casos con las zonas donde hay mayor densidad de personas.

Por otro lado, en las últimas décadas los cambios de uso de suelo han implicado grandes transformaciones en el territorio, no solo a causa de la expansión urbana, sino también por el cambio en el uso del suelo suburbano y rural, desfavoreciendo coberturas de suelo previa con configuraciones de vegetación más diversa.

Sumado a lo anterior, se constata una rápida expansión de la frontera urbana, fenómeno que no implica necesariamente crecimiento con densidad de población o infraestructura, por lo tanto, tampoco intensas transformaciones en las coberturas de suelo. Por otra parte, a nivel general, sí existe un aumento en la densidad urbana y la impermeabilización del suelo urbano en desmedro de las áreas verdes preexistentes en las zonas ya consolidadas.

Por otro lado, muchas de las áreas que presentan menor densidad urbana mantienen un potencial de crecimiento y densificación grande, el cual todavía está lejos de alcanzar la ocupación prevista por padrones. El análisis histórico muestra que los procesos de densificación suceden en desmedro de las áreas verdes urbanas.

Sobre la evaluación de las áreas con vegetación existente y zonas con potencial para el desarrollo de nueva infraestructura verde

Todos los espacios verdes urbanos aportan de forma significativa al bienestar de las personas y comunidades, a través de un gran número y clases de servicios ecosistémicos. En la aglomeración central, adquieren una mayor relevancia aquellos que tienen que ver con lo cultural, estético y recreativo. Pero también los servicios de soporte vinculados al ciclo del agua, y la atenuación de eventos extremos.

Todas las localidades de la ACM cuentan con presencia de espacios verdes urbanos, sin embargo, se pueden apreciar diferencias claras dentro de las mismas. Igualmente, en conjunto las zonas urbanas de la ACM tienen buenos niveles de áreas vegetadas con un promedio de 0,5 y un rango de entre 0,14 y 0,68.

Estas áreas vegetadas se conforman en diferentes tipos de estructura de la vegetación, las cuales aportan de forma diferenciada a los servicios ecosistémicos relevados. Donde las áreas relacionadas a bosques, vegetación nativa y espontánea densa - resumida como vegetación densa-, son las que más aportan a los servicios de soporte que hacen viable muchas de las funciones de estos ecosistemas.

Las personas que viven en los centros históricos y en barrios con mayor población de la capital, son los que permanecen más alejados de las áreas vegetadas de interés. Casi el 40% de las personas de la aglomeración vive actualmente cerca –a menos de 1000 metros- de una de estas áreas. Sin embargo, dichas áreas son en su gran mayoría pequeñas, aunque en general, todavía mantienen buena conexión o posibilidad de mejorar su conectividad con relativo poco esfuerzo.

Las áreas verdes estudiadas más grandes, aparecen en las zonas menos pobladas, en fraccionamientos que no contemplan en su trazado el mantenimiento de áreas con vegetación de este tipo y, a medida que se ocupan, se cambia matriz del territorio de una compuesta por vegetación densa a una compuesta por urbanización, donde la vegetación pasa a conformar los parches en ese mosaico resultante (Forman 2014).

También existen de estos parches en forma de Islas, en gran parte de la urbanización del tipo ‘barrio jardín’, como los casos de Pinares – Las Delicias, San Rafael y el norte de Punta del Este. Las zonas con menor proporción de estas áreas y más desconectadas se encuentran en los cascos históricos de las tres ciudades principales de la aglomeración Maldonado, San Carlos y Punta del Este.

Sobre los desafíos y oportunidades para la implementación o mejora de infraestructura verde en la planificación urbana actual

El marco normativo nacional es favorable a una planificación basada en ecosistemas, tanto la LOTDS como las Directrices departamentales aprobadas y basadas en talleres locales, las que relevan importancia de mantener ecosistemas para mantener el bienestar local y reconocen su rol a nivel turístico. Sin embargo, el planteo de la IV como estrategia para la conservación del bosque urbano, no es una problemática que se aborde de manera explícita.

En el área de la ACM hay un plan local aprobado, y otro que, a pesar de iniciar antes, no logra superar las etapas para su concreción. El mismo -Plan de la Aglomeración Central- es medular en el contexto de este trabajo e influiría de manera más explícita en el desarrollo de las ciudades y balnearios. En base a la revisión del contenido de los avances del mismo, los cambios previstos, requerían una voluntad política que queda sujeta a los cambios de partido de gobierno departamental.

Asimismo, en lo que se puede calificar como intenciones de ordenamiento, declaradas en los instrumentos que actualmente continúan en elaboración, aparecen procesos deseados como la densificación urbana pero no su expansión, como se expresa por ejemplo Plan Local de la ACM. Sin embargo, en los aprobados como en el PAI – Hipódromo, se constata lo contrario, una expansión del suelo urbano incluso por fuera y de forma discontinua a la trama urbana actual.

Por otro lado, el departamento cuenta con normativa que regula el factor de ocupación de suelo verde en cada padrón, y si bien registra diferencias internas, el promedio general para el área estudiada es de 42%. Sin embargo, por la vía de la excepción se aprueban proyectos que afectan directamente a los factores de ocupación del suelo. Siendo este uno de los principales objetos de excepción, y son otorgados sin una mantenida coherencia en su adjudicación.

La normativa que gestiona el desarrollo urbano departamental, es muy favorable a la visión de la conservación del bosque urbano, de hecho, desde la década del 80 se regula específicamente la propiedad privada en favor de la salud del bosque de pinos. Esta regulación responde a cuestiones paisajísticas, desde el punto de vista de la contemplación y servicios culturales identitarios de la zona. En 2011 esta normativa es ratificada en el marco del PLOTEAS, donde el grupo de involucrados consultado en el marco de la construcción del Plan, indica modificaciones a la misma, manteniendo y extendiendo el objetivo, al mismo tiempo, reconocen que no se controla en su totalidad y mantiene varios aspectos a actualizar, con respecto al manejo en espacio público y recambio de especies en distintas zonas.

Sin embargo, esta reglamentación sólo atiende a una especie en concreto, y persigue una única finalidad: el “embellecimiento” de Punta del Este, pero no observa procesos ecosistémicos, servicios o multifuncionalidad. No se prevé generar oportunidad a las especies vegetales nativas o la preservación de ecosistemas como el costero. También abarca en un espacio geográfico limitado, donde no están incluidos los barrios más poblados de Maldonado, ni la ciudad de San Carlos.

A nivel general, la normativa e instrumentos más actualizados tanto en lo nacional, como en lo departamental, y los instrumentos elaborados y en elaboración, de varias formas ponen en relevancia a los sistemas del bosque urbano, el sistema costero y los humedales. Sin embargo, no se ha avanzado en las formas en las cuales se preservará o mejorará la relación entre las actividades humanas y su permanencia en convivencia.

Entonces se puede decir que si bien, las estrategias de IV no son previstas en la normativa ni la planificación, son coherentes con la misma por lo que pasan a depender exclusivamente de la voluntad política y la capacidad técnica.

6.1. Análisis de resultados a través del marco FODA

A continuación, se presentan los resultados del análisis realizado a partir de los puntos más relevantes que surgen del estudio en cada objetivo específico, analizados a través de una matriz FODA para sintetizar e ilustrar la problemática, y como forma de evaluación a la hora de pensar en la estrategia de implementación de IV (Tabla 6.1.1).

Tabla 6.1.1. Matriz FODA de la situación relevada en torno a la implementación y mejora de la Infraestructura verde en la ACM.

AMENAZAS	OPORTUNIDADES
<p>A1. La ACM, contiene las mayores tasas de crecimiento del país en el último período intercensal.</p> <p>A2. El departamento mantiene mayores tasas de crecimiento a futuro.</p> <p>A3. El mayor crecimiento poblacional se releva en los fraccionamientos a los extremos Este y Oeste sobre la costa.</p> <p>A4. Estas zonas tienen un potencial de crecimiento y densificación muy grande, el cual todavía están lejos de alcanzar la densidad prevista.</p>	<p>O1. Todos los espacios verdes urbanos aportan de forma significativa al bienestar de las personas, a través de un gran número y clases de servicios ecosistémicos.</p> <p>O2. Los fraccionamientos que tienen un mayor crecimiento, son aquellos que tienen tamaños de padrones menores, sin embargo, los mismos todavía mantienen una densidad menor que los sectores de padrones más grandes, según el índice de construcción.</p> <p>O3. Se constata una rápida expansión de la frontera urbana, sin embargo, este fenómeno no implica necesariamente que ese crecimiento sea con densidad de la trama urbana, por lo tanto, tampoco intensas transformaciones en las coberturas de suelo.</p> <p>O4. El marco normativo nacional es favorable a una planificación basada en ecosistemas, tanto la LOTDS como las Directrices departamentales aprobadas, relevan importancia de mantener ecosistemas para mantener el bienestar local y reconocen su rol a nivel turístico.</p> <p>O5. Esta escala de proximidad que aporta el tercer nivel de gobierno a la gestión, facilitaría la interacción de actores locales y la evaluación constante de la evolución de las operaciones.</p>

DEBILIDADES

D1. Las personas que viven en los centros históricos y en barrios densos de la capital, son los que permanecen más alejados de las áreas vegetadas densas.

D2. Existe un aumento en la densidad urbana y la impermeabilización del suelo urbano en desmedro de las áreas verdes preexistentes.

D3. Las zonas con menor proporción de áreas verdes densas y donde están más desconectadas se encuentran en los cascos históricos de las tres ciudades principales de la aglomeración, donde se concentra la mayor parte de la población.

D4. En los fraccionamientos donde aparecen las áreas verdes densas más grandes, no se contemplan en su trazado el mantenimiento de áreas con vegetación de este tipo, y a medida que se ocupan, se cambia matriz del territorio de una compuesta por vegetación densa a una compuesta por urbanización.

D5. Más allá del caso del bosque de pinos, la conservación del bosque urbano no es una problemática que se aborde de manera explícita en los planes y normas.

D6. Los cambios previstos en el plan actualmente en elaboración, requerían una voluntad política que posiblemente haya cambiado cuanto cambió el último gobierno departamental de acuerdo a los ciclos electorales.

D7. Dentro de las intenciones de ordenamiento declaradas en los instrumentos que actualmente continúan en elaboración, se declaran procesos deseados como la densificación urbana.

D8. La reglamentación del bosque urbano solo atiende a una especie en concreto, y persigue una única finalidad. La conceptualización de la misma tiene un trasfondo de “embellecimiento” y no de procesos ecosistémico, servicios o multifuncionalidad.

D9. Si bien la ocupación del suelo está regulada, por la vía de la excepción se aprueban proyectos que afectan directamente a los factores de ocupación del suelo.

D10. No se prevé generar oportunidad a las especies vegetales nativas o la preservación de ecosistemas como el costero. También abarca en un espacio geográfico limitado, donde no están incluidos los barrios más poblados de Maldonado, ni la ciudad de San Carlos

FORTALEZAS

F1. Todas las localidades de la ACM cuentan con buena cantidad vegetación, aunque con diferencias claras dentro de las mismas.

F2. Dentro de la urbanización del tipo ‘barrio jardín’ existen parches en forma de Islas con posibilidad de conexión entre ellas.

F3. El 45% de las personas de la aglomeración vive actualmente cerca de una de un área de vegetación densa. Casi el 40% contando las áreas que están dentro de áreas urbanas.

F4. Estas áreas son en su gran mayoría pequeñas, pero a nivel general, todavía mantienen buena conexión o posibilidad de mejorar su conectividad.

F5. La normativa e instrumentos más actualizados tanto en lo nacional, como en lo departamental, así como los instrumentos elaborados y en elaboración, de varias formas diferentes ponen en relevancia a los sistemas del bosque urbano, el sistema costero y los humedales.

A partir del análisis de la matriz FODA, se destaca que la ACM atraviesa un momento de oportunidad en cuanto a su actual configuración en la vegetación y el tipo de urbanización desarrollada hasta ahora en buena parte de la ciudad de Maldonado, derivada del concepto de balneario que acompañó el crecimiento de la mancha urbana. Sin embargo, otras zonas donde el desarrollo urbano ha sido más denso, como en los centros de las ciudades de Maldonado, San Carlos y Punta del Este, la implementación de IV debe superar el desafío de lograr espacios para nueva vegetación y su gestión por parte de tomadores de decisión y la población.

A pesar de que el enfoque de las IV no está considerado explícitamente en planes de OT, es una estrategia muy coherente con los objetivos expresados en los mismos, así como también en las directrices departamentales como normativas de mayor jerarquía. Debido a las tendencias relevadas en resultados, se identifica a éste como un momento oportuno para comenzar a aplicar en el territorio estrategias tendientes a limitar la pérdida de espacios y recursos vegetales al interior de las áreas urbanas, sobre todo apoyando en una predisposición de parte de la población local -basa en la idea del embellecimiento-, como señalan los decretos departamentales y su ratificación el PLOTEAS. Esto se entiende como favorable, por ejemplo, a aceptar normativas o reglamentos que vayan en favor de las infraestructuras verdes.

En la planificación territorial la identificación de escalas de aproximación y los actores involucrados resultan claves a la operatividad de las propuestas. En Uruguay desde el año 2010 se cuenta con tercer nivel de gobierno, los Municipios. Esta escala de proximidad facilita la interacción de actores locales y la evaluación constante de la evolución de las operaciones. Si bien aparecen aún como institucionalidades débiles, al menos desde el punto de vista técnico y presupuestal (Varela Martínez 2017), tienen un gran potencial a la hora de liderar en un planeamiento, seguimiento y concreción colaborativa de estrategias como las de infraestructuras verdes.

Los avances en las políticas de adaptación y desarrollo sustentable emprendidas hasta el momento, tanto a nivel nacional como departamental, revisten la necesidad de expresar en el territorio estrategias que puedan ayudar a cumplir con sus objetivos. Entonces, se configura una oportunidad de incorporar estrategias de gestión como el propuesto en el marco de las infraestructuras verdes, para alcanzar los objetivos planteados por la planificación y en sintonía con los planes y políticas nacionales, atendiendo a una realidad de urbana favorable que atraviesa un proceso de transformación territorial.

7. Recomendaciones

A continuación, se presenta una lista con las principales recomendaciones para una mejora de la cobertura vegetal en el sector urbano de la ACM, así como también para una futura implementación de IV. Las mismas, derivan del análisis de los resultados obtenidos en las secciones anteriores de este trabajo, e incluye otras que surgen de la revisión bibliográfica realizada, en particular los aportes de Alvey, (2006), Carter et al., (2015) y Kuehler, Hathaway y Tirpak, (2017), entre otros.

Planificar en el marco del cambio climático

- En adelante incorporar en toda la planificación territorial, objetivos que consideren las variaciones referentes al aumento en intensidades y frecuencias de eventos de lluvias y vientos, tormentas y granizadas, inundaciones, aumento de la temperatura y nivel del mar, entre otros que surgen de las predicciones de cambio climático global a mediano y largo plazo.
- Valorar a la IV como herramienta clave para la adaptación y mitigación ante los efectos del cambio climático, no solamente en lineamientos estratégicos a escala nacional, sino aplicando estrategias en el territorio con metas concretas en este sentido.
- Aumentar la abundancia de vegetación, y mejorar la selección de especies teniendo en cuenta los fenotipos que maximizan servicios ecosistémicos claves ante los efectos del cambio climático. Por ejemplo, copas y hojas más grandes.

Vegetación urbana

- Manejo diferenciado de cara a la conservación o maximización de servicios ecosistémicos.
 - Complementar zonas de árboles altos con plantaciones de arbustos o árboles más bajos maximizando la captación de agua.
 - Incluir cobertura vegetal en el suelo y mantillo.
 - Procurar buenas condiciones del suelo.
- Mejorar conectividad de los parches, utilizando como áreas núcleo los parques públicos actuales y los aprobados en instrumentos de ordenamiento territorial.
- En barrios densos establecidos, plantear estrategias prediales (huertos en canteros y espacios públicos, techos verdes, jardines verticales, arbolado en calles).

- Generar una transformación gradual del tipo de vegetación en espacios públicos como canchales, a estructuras que proveen mayores cantidades de beneficios (no solamente estéticos y que consumen mayores insumos y energía).
- Realizar un inventario georreferenciado participativo de árboles del bosque urbano que ayude al control, divulgación y apropiación de la estrategia.

Gestión participativa

- Generar planes para el desarrollo de IV en escalas barriales por microcuencas de manera colaborativa, caracterizar cada microcuenca por principales necesidades, modalidades de construcción, cantidad y tipo de vegetación.
- Involucrar municipios en la gestión por preferencias de escala, así como comisiones vecinales, y otras organizaciones de la sociedad civil afines a la temática.
- Mantener un observatorio territorial como instrumento de evaluación y gestión de planes de OT y controlar la completa efectivización de los planes aprobados, sobre todo en cuanto a propuestas de creación de espacio público y mantenimiento del bosque urbano.
- Mejorar las capacidades de control y fiscalización de las normativas actuales aplicando herramientas relacionadas con la información geográfica como la teledetección satelital.

Normativa

- Actualizar la ordenanza de bosque urbanizado:
 - Incluir obligatoriedad de mantener formaciones vegetales y especies nativas en zonas balnearias del este y oeste
 - Crear un índice predial de bosque urbano que incorpore diversidad funcionalidad del conjunto o comunidad de especies, para evaluar su mantenimiento.
- Establecer un mínimo necesario de vegetación densa por localidad, barrio o microcuenca/unidad a definir en ámbitos de gestión desconcentrados.
- No permitir excepciones a la normativa edilicia en el FOSV, o al menos hacerlo en acuerdo a los mínimos necesarios por zona.

8. Bibliografía

- Aguilera Benavente, F., V. M. Rodríguez Espinosa, y M. Gómez Delgado. 2018. Definición de infraestructuras verdes: una propuesta metodológica integrada mediante análisis espacial. *Documents d'Anàlisi Geogràfica* 64(2):313.
- Alberti, M. 2005. The effects of urban patterns on ecosystem function. *International Regional Science Review* 28(2):168–192.
- Alberti, M. 2008. The Urban Ecosystem. Páginas 1–26 *Advances in Urban Ecology: Integrating Humans and Ecological Processes in Urban Ecosystems*. Springer US, Boston, MA.
- Alberti, M., D. Booth, K. Hill, B. Coburn, C. Avolio, S. Coe, y D. Spirandelli. 2007. The impact of urban patterns on aquatic ecosystems: An empirical analysis in Puget lowland sub-basins. *Landscape and Urban Planning* 80(4):345–361.
- Alberti, M., y J. M. Marzluff. 2004. Ecological resilience in urban ecosystems: Linking urban patterns to human and ecological functions. *Urban Ecosystems* 7(3):241–265.
- Alberti, M., J. M. Marzluff, E. Shulenberger, G. Bradley, C. Ryan, y C. Zumbunnen. 2008. Integrating Humans into Ecology: Opportunities and Challenges for Studying Urban Ecosystems *Urban Ecology*. Páginas 1169–1179 en J. M. Marzluff, E. Shulenberger, W. Endlicher, M. Alberti, G. Bradley, C. Ryan, U. Simon, y C. Zumbunnen, editores. *Urban Ecology: An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature*.
- Álvarez, A., A. Blum, y F. Gallego. 2015. *Atlas de Cobertura del Suelo del Uruguay*. Página Cobertura del Suelo y Detección de cambios 2000-2011 *Land Cover Classification System*.
- Alvey, A. A. 2006. Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forestry and Urban Greening* 5(4):195–201.
- Barton, J., y J. Pretty. 2010. Urban ecology and human health and wellbeing. Páginas 202–229 en K. J. Gaston, editor. *Urban Ecology*. Cambridge University Press.
- Basset, A., J. M. Baxter, y G. R. Daborn. 2014. Informe - Laguna del Diario. Estrategia para la rehabilitación del estado ecológico de la laguna.
- Benedict, M. A., y E. T. McMahon. 2002. Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. *Renewable Resources Journal*:12–18.
- Benedict, M., y E. McMahon. 2006. *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*. Página *Bibliovault OAI Repository, the University of Chicago Press*.
- Bhatti, S. S., y N. K. Tripathi. 2014. Built-up area extraction using Landsat 8 OLI imagery. *GIScience and Remote Sensing* 51(4):445–467.
- Bianchi, P., G. Taveira, G. Goyenola, M. Steffen, y N. Mazzeo. 2016. ¿Qué es la eutrofización? Página en P. Bianchi, G. Taveira, M. Fuentes, y M. Steffen, editores. *Aportes para la rehabilitación de la Laguna del Sauce y el Ordenamiento Territorial de su cuenca*. SARAS Institute, Maldonado.
- Bidegain, M., C. Crisci, L. del Puerto, H. Inda, N. Mazzeo, J. Taks, y R. Terra. 2013. *Clima de Cambios: Nuevos desafíos de adaptación en Uruguay*. Página (I. SARAS, editor). FAO-MGAP.
- Bolund, P., y S. Hunhammar. 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* 29(2):293–301.
- Brander, L. M., y M. J. Koetse. 2011. The value of urban open space: Meta-analyses of contingent valuation and hedonic pricing results. *Journal of Environmental Management* 92(10):2763–2773.
- Breuste, J., J. Schnellinger, S. Qureshi, y A. Faggi. 2013. Urban Ecosystem services on the local level: Urban green spaces as providers. *Ekologia Bratislava* 32(3):290–304.
- Canto López, M. T. 2014. La planificación y gestión de la Infraestructura Verde en la Comunidad Valenciana. *Revista*

- Aragonesa de Administración Pública 43–44:215–234.
- Cardozo, D., y C. Da Silva. 2013. Aplicaciones Urbanas de los Sensores Remotos. *Revista Geográfica Digital*:1–6.
- Carter, J. G., G. Cavan, A. Connelly, S. Guy, J. Handley, y A. Kazmierczak. 2015. Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation. *Progress in Planning* 95:1–66.
- CEPAL. 2017. Estimaciones y proyecciones de población total, urbana y rural, y económicamente activa. | Static Page | Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/temas/proyecciones-demograficas/estimaciones-proyecciones-poblacion-total-urbana-rural-economicamente-activa>.
- Chen, W. Y., y C. Y. Jim. 2008. Assessment and Valuation of the Ecosystem Services Provided by Urban Forests. Páginas 53–83 *Ecology, Planning, and Management of Urban Forests*. Springer New York, New York, NY.
- Chen, X. L., H. M. Zhao, P. X. Li, y Z. Y. Yin. 2006. Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes. *Remote Sensing of Environment* 104(2):133–146.
- Chuvieco Salinero, E. 2008. *Teledetección ambiental: La observación de la tierra desde el espacio*. Página (Editorial Ariel, editor). Tercera edición. Barcelona.
- Congedo, L. 2019. Semi-Automatic Classification Plugin Documentation Release 6.0.1.1 (ES).
- Correa, C., y M. Mendoza. 2013. Análisis morfológico de los patrones espaciales: Una aplicación en el estudio multitemporal (1975-2008) de los fragmentos de hábitat de la cuenca del Lago de Cuitzeo, Michoacán, México. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)* 1(5):50–63.
- Costanza, R., R. D'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton, y M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387(6630):253–260.
- Davies, C., R. MacFarlane, C. McGloin, y M. Roe. 2017. Green infrastructure Planning Guide - Version: 1.1. *Urban Environmental Education Review*:270–261.
- Delgado-Serrano, M. del M., E. Oteros-Rozas, P. Vanwildemeersch, C. Ortíz-Guerrero, S. London, y R. Escalante. 2015. Local perceptions on social-ecological dynamics in Latin America in three community-based natural resource management systems. *Ecology and Society* 20(4):art24.
- DINAMA-MVOTMA. 2019. Geoportal: Observatorio Ambiental Nacional. <https://www.dinama.gub.uy/oan/geoportal/>.
- DINOT-MVOTMA. 2019. Sistema de información territorial. <https://mvotma.gub.uy/sistema-de-informacion-territorial>.
- DNC. (s/f). Sede Electrónica DNC. <http://sede.catastro.gub.uy/Sede/apia.portal.PortalAction.run>.
- Dwyer, J. F., H. W. Schroeder, y P. H. Gobster. 1991. The significance of urban trees and forests: toward a deeper understanding of values. *Journal of Arboriculture* 17(10):276–284.
- EEA. 2011. *Green infrastructure and territorial cohesion*. Página *Technical Report (Number 18)*.
- EOS. 2019. Earth Observation Satellites. <https://eos.com/find-satellite/>.
- Escobedo, F. J., V. Giannico, C. Y. Jim, G. Sanesi, y R. Laforteza. 2019. Urban forests, ecosystem services, green infrastructure and nature-based solutions: Nexus or evolving metaphors? *Urban Forestry & Urban Greening* 37:3–12.
- Escobedo, F. J., T. Kroeger, y J. E. Wagner. 2011. Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices. *Environmental Pollution* 159(8–9):2078–2087.
- Fahrig, L. 2003. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34:487–515.
- Fares, S., E. Paoletti, C. Calfapietra, T. N. Mikkelsen, R. Samson, y D. Le Thiec. 2017. Carbon Sequestration by Urban

- Trees. Páginas 31–39 en D. Pearlmutter, editor. *The Urban Forest*.
- Folke, C., S. R. Carpenter, B. Walker, M. Scheffer, T. Chapin, y J. Rockström. 2010. Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability. *Ecology and Society* 15(4):20.
- Forman, R. T. T. 2014. Foundations - The Ecological Design and Planning Reader (1995). Páginas 217–234 en F. O. Ndubisi, editor. *The Ecological Design and Planning Reader*. Island Press/Center for Resource Economics, Washington, DC.
- Fuller, R. A., K. N. Irvine, P. Devine-Wright, P. H. Warren, y K. J. Gaston. 2007. Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. *Biology Letters* 3(4):390–394.
- García, R. 2018. Análisis de la política de exoneración tributaria y flexibilización urbana en el departamento de Maldonado. DINOT - MVOTMA, Montevideo.
- Geneletti, D., C. Cortinovis, L. Zardo, y B. Adem Esmail. 2020. Conclusions. Páginas 67–72 *Planning for Ecosystem Services in Cities*. Springer International Publishing, Cham.
- Gitelson, A. A., A. Viña, T. J. Arkebauer, D. C. Rundquist, G. Keydan, y B. Leavitt. 2003. Remote estimation of leaf area index and green leaf biomass in maize canopies. *Geophysical Research Letters* 30(5):n/a-n/a.
- Gómez-Baggethun, E., y D. N. Barton. 2013. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics* 86:235–245.
- Google. 2019. Google Earth. Google 2018, TerraMetrics 2019, DigitalGlobe 2012.
- Grimmond, S. 2007. Urbanization and global environmental change: local effects of urban warming. *The Geographical Journal* 173(1):83–88.
- de Groot, R., R. Alkemade, L. Braat, L. Hein, y L. Willemen. 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity* 7(3):260–272.
- De Groot, R., B. Fisher, M. Christie, J. Aronson, L. Braat, J. Gowdy, R. Haines-Young, E. Maltby, A. Neuvill, S. Polasky, R. Portela, I. Ring, J. Bignaut, E. Brondizio, R. Costanza, K. Jax, G. K. Kadekodi, P. H. May, J. A. Mc Neely, S. Shmelev, y G. K. Kadekodi. 2012. Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*(March):9–40.
- Gu, W., Y. Chen, M. Dai, W. Gu, Y. Chen, y M. Dai. 2019. Measuring Community Greening Merging Multi-Source Geo-Data. *Sustainability* 11(4):1104.
- Haddad, N. M., L. A. Brudvig, J. Clobert, K. F. Davies, A. Gonzalez, R. D. Holt, T. E. Lovejoy, J. O. Sexton, M. P. Austin, C. D. Collins, W. M. Cook, E. I. Damschen, R. M. Ewers, B. L. Foster, C. N. Jenkins, A. J. King, W. F. Laurance, D. J. Levey, C. R. Margules, B. A. Melbourne, A. O. Nicholls, J. L. Orrock, D.-X. Song, y J. R. Townshend. 2015. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances* 1(2):e1500052.
- Hansen, R., y S. Pauleit. 2014. From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for Urban Areas. *Ambio* 43(4):516–529.
- Haughton, G., y C. Hunter. 1994. Sustainable cities. Página *Sustainable cities*. Cromwell Press Ltda.
- He, C., P. Shi, D. Xie, y Y. Zhao. 2010. Improving the normalized difference built-up index to map urban built-up areas using a semiautomatic segmentation approach. *Remote Sensing Letters* 1(4):213–221.
- Henríquez, C., y G. Azócar. 2006. Cambio de uso del suelo y escorrentía superficial: aplicación de un modelo de simulación espacial en Los Ángeles, VIII Región del Biobío, Chile. *Revista de geografía Norte Grande*(36):61–74.
- Hough, M. 1998. Naturaleza y ciudad: planificación urbana y procesos ecológicos/Cities and natural process. Editorial Gustavo Gili, S.A.

- IDM. (s/f). Digesto Departamental - Intendencia de Maldonado - Uruguay. <http://www.maldonado.gub.uy/?p=e96ed478dab8595a7bdba4cbcbee168f>.
- IDM. 2011. Ordenamiento territorial de la aglomeración central San Carlos - Maldonado - Punta del Este. Documento de Avance. Intendencia de Maldonado, Maldonado.
- IDM. 2012. *Plan Local de Ordenamiento Territorial. Eje avenida Aparicio Saravia*.
- IDM. 2019. Intendencia Municipal de Maldonado - Unidad del Sistema de Información Geográfica (GIS). <http://gis2.maldonado.gub.uy/visormovil?proy=suelos>.
- INE. 2004. *Censo 2004 Fase I - Instituto Nacional de Estadística*. Uruguay.
- INE. 2011a. Censo 2011 - Instituto Nacional de Estadística. <http://www.ine.gub.uy/censos2011/index.html>.
- INE. 2011b. *Censos 2011 - Instituto Nacional de Estadística*. Uruguay.
- INE. 2011c. Marcos Censales - Instituto Nacional de Estadística. <http://www.ine.gub.uy/marcos-censales>.
- INE. 2011d. Mapas Vectoriales. Instituto Nacional de Estadística. <http://www.ine.gub.uy/web/guest/338>.
- INE. 2018. *Anuario estadístico 2018, 95ª versión*. Montevideo.
- IPCC. 2007. Fourth assessment report: synthesis report. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva.
- ITU. 2013. *Agglomeración Maldonado - Punta del Este - San Carlos. Enfoques y propuestas hacia un Modelo transformador*. Página (C. Acuña, L. de Souza, I. Gadino, E. Leitch, C. Musso, D. Vainer, y A. Varela, editores). Instituto de Teoría y Urbanismo | Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo - UDELAR, Montevideo.
- Jenks, G. F., y F. C. Caspall. 1971. Error on Choroplethic Maps: Definition, Measurement, Reduction. *Annals of the Association of American Geographers* 61(2):217–244.
- Jensen, J. R., y J. Im. 2007. Remote Sensing Change Detection in Urban Environments. Páginas 7–31 *Geo-Spatial Technologies in Urban Environments*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Jim, C. Y., y W. Y. Chen. 2009. Ecosystem services and valuation of urban forests in China. *Cities* 26(4):187–194.
- Kambites, C., y S. Owen. 2006. Renewed prospects for green infrastructure planning in the UK. *Planning Practice and Research* 21(4):483–496.
- Kuehler, E., J. Hathaway, y A. Tirpak. 2017. Quantifying the benefits of urban forest systems as a component of the green infrastructure stormwater treatment network. *Ecohydrology* 10(3):1–10.
- Labat Rodríguez, J. P. 2019. Evolución de la segregación residencial en la ciudad de Maldonado y sus alrededores 1985-2011.
- Landscape Institute. 2009. Green infrastructure : connected and multifunctional landscapes - position document.
- Larsen, L. 2015. Urban climate and adaptation strategies. *Frontiers in Ecology and the Environment* 13(9):486–492.
- Lee, A. C. K., y R. Maheswaran. 2011. The health benefits of urban green spaces: a review of the evidence. *Journal of Public Health* 33(2):212–222.
- Lefebvre, H. 1974. La producción del espacio. *Papers: revista de sociología*(3):219–229.
- Leicht, E., C. Rabellino, y A. Varela. 2013. Maldonado en perspectiva: asimetrías y desafíos. *Revista de la Facultad de Arquitectura* 10:144–155.
- Levin, S. A. 1998. Ecosystems and the biosphere as complex adaptive systems. *Ecosystems* 1(5):431–436.
- Maktav, D., F. S. Erbek, y C. Jürgens. 2005. Remote sensing of urban areas. *International Journal of Remote Sensing* 26(4):655–659.
- Maldonado Noticias. 2019, enero 10. Antía anunció más de 1.100.000 metros cuadrados de construcción aprobados. Maldonado. <https://www.maldonadonoticias.com/beta/actualidad/13799-antia-anuncio-mas-de-1-100-000->

metros-cuadrados-de-construcción-aprobados.html.

- Margaritis, E., y J. Kang. 2016. Relationship between urban green spaces and other features of urban morphology with traffic noise distribution. *Urban Forestry & Urban Greening* 15:174–185.
- Mazzeo, N., F. García-Rodríguez, A. Rodríguez, G. Méndez, C. Iglesias, H. Inda, G. Goyenola, Soledad García, C. Fosalba, S. Marroni, C. Crisci, L. del Puerto, J. Clemente, J. P. Pacheco, C. Carballo, A. Kröger, M. Vianna, M. Meerhoff, M. Steffen, J. J. Lagomarsino, M. Masdeu, N. Vidal, F. Teixeira de Mello, I. González Bergozoni, y D. Larrea. 2010. Estado trófico de Laguna del Sauce y respuestas asociadas. Páginas 31–51 en M. Steffen y H. Inda, editores. *Bases técnicas para el manejo integrado de Laguna del Sauce y cuenca asociada*.
- McKinney, M. L. 2002. Urbanization, Biodiversity, and Conservation. *BioScience* 52(10):883.
- Metzger, M. J., M. D. A. Rounsevell, y L. Acosta-michlik. 2006. The vulnerability of ecosystem services to land use change 114:69–85.
- MGAP-FAO. 2013. Clima de cambios: Nuevos desafíos de adaptación en Uruguay. Compilado. Montevideo.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2003. Ecosistemas y bienestar humano: Marco para la evaluación. *Evaluación de Ecosistemas del Milenio*:1–20.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio Informe de Síntesis. *World Resource Institute. Washington DC*:1–43.
- MINTUR. 2018. ANUARIO. Estadísticas de turismo 2018. Ministerio de Turismo, Montevideo.
- Morancho, A. B. 2003. A hedonic valuation of urban green areas. *Landscape and Urban Planning* 66(1):35–41.
- MVOTMA-PNUD. 2019. Plan Nacional de Adaptación en ciudades e infraestructuras - NAP CIUDADES. Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente y Sistema Nacional Ambiental, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- MVOTMA-SNA. 2019. Plan Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible. Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente y Sistema Nacional Ambiental.
- MVOTMA-SNRCC. 2017. Segundo Informe Bienal de Actualización a la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático - Uruguay 2017.
- Nagy, G., M. Erache Gómez, y V. Fernández. 2007a. El aumento del nivel del mar. *Medio Ambiente y Urbanización* 67(17):77–97.
- Nagy, G. J., M. Gómez-Erache, y V. Fernández. 2007b. El aumento del nivel del mar en la costa uruguaya del Río de la Plata. Tendencias, vulnerabilidades y medidas para la adaptación. *Medio Ambiente y Urbanización (ISSN 0326-7857)* 67(1):77–93.
- Nowak, D. J., D. E. Crane, y J. C. Stevens. 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening* 4(3–4):115–123.
- El Observador. 2018, abril 16. Construcción en Maldonado con menor nivel de mano de obra en 12 años. Montevideo. <https://www.elobservador.com.uy/nota/construccion-en-maldonado-con-menor-nivel-de-mano-de-obra-en-12-anos-2018416500>.
- Olaya, V. 2014. Sistemas de Información Geográfica.
- ONU. 2015. Ciudades - Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>.
- ONU. 2016. The New Urban Agenda - Habitat III. <http://habitat3.org/the-new-urban-agenda>.
- Pereira, H. M., P. W. Leadley, V. Proença, R. Alkemade, J. P. W. Scharlemann, J. F. Fernandez-Manjarrés, M. B. Araújo, P. Balvanera, R. Biggs, W. W. L. Cheung, L. Chini, H. D. Cooper, E. L. Gilman, S. Guénette, G. C. Hurtt, H. P. Huntington, G. M. Mace, T. Oberdorff, C. Revenga, P. Rodrigues, R. J. Scholes, U. R. Sumaila, y M. Walpole. 2010. Scenarios for global biodiversity in the 21st century. *Science (New York, N.Y.)* 330(6010):1496–501.

- PNUD. 2007. *Uruguay: El cambio climático aquí y ahora. Material de divulgación*. Montevideo.
- Raymond Hunt, E., C. S. T. Daughtry, J. U. H. Eitel, y D. S. Long. 2011. Remote sensing leaf chlorophyll content using a visible band index. *Agronomy Journal* 103(4):1090–1099.
- Rose, R. A., D. Byler, J. R. Eastman, E. Fleishman, G. Geller, S. Goetz, L. Guild, H. Hamilton, M. Hansen, R. Headley, J. Hewson, N. Horning, B. A. Kaplin, N. Laporte, A. Leidner, P. Leimgruber, J. Morissette, J. Musinsky, L. Pintea, A. Prados, V. C. Radeloff, M. Rowen, S. Saatchi, S. Schill, K. Tabor, W. Turner, A. Vodacek, J. Vogelmann, M. Wegmann, D. Wilkie, y C. Wilson. 2015. Ten ways remote sensing can contribute to conservation. *Conservation Biology* 29(2):350–359.
- Sánchez, I., G. Loreto, J. F. Padilla, y P. A. García. 2017. Caracterización Nutricional de un Cultivo Controlado de Jitomate Silvestre Mediante Imágenes Multiespectrales. *Revista de Investigación y Desarrollo* 3(10):31–38.
- Saura, S., P. Vogt, J. Velázquez, A. Hernando, y R. Tejera. 2011. Key structural forest connectors can be identified by combining landscape spatial pattern and network analyses. *Forest Ecology and Management* 262(2):150–160.
- Schlaepfer, M. A., D. F. Sax, y J. D. Olden. 2011. El Valor de Conservación Potencial de Especies No Nativas. *Conservation Biology* 25(3):428–437.
- da Silva, J., S. Kernaghan, y A. Luque. 2012. A systems approach to meeting the challenges of urban climate change. *International Journal of Urban Sustainable Development* 4(2):125–145.
- SIT-MVOTMA. 2019. Sistema de Información Territorial. <http://sit.mvotma.gub.uy/>.
- Soille, P., y P. Vogt. 2009. Morphological segmentation of binary patterns. *Pattern Recognition Letters* 30(4):456–459.
- Soto, J. 2015. El crecimiento urbano de las ciudades: enfoques desarrollista, autoritario, neoliberal y sustentable. *Paradigma económico* 7(1):127–149.
- Talancón, H. P. 2007. Matrix SWOT: An alternative for diagnosing and determining intervention strategies in organizations. *Enseñanza e Investigación en Psicología* 12(1):113–130.
- Trochon Ghislieri, Y. 2017. *Punta del Este: del Edén oriental (1907-1997)*. Página (Editorial Fin de siglo, editor). Primera edición. Montevideo.
- UNFPA. 2007. Estado de la Población Mundial 2007. Liberar el potencial del crecimiento urbano.
- USGS. (s/f). USGS EROS Archive - Landsat Archives - Landsat 4-5 Thematic Mapper (TM) Level-1 Data Products. https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-landsat-archives-landsat-4-5-thematic-mapper-tm-level-1-data?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects.
- USGS. (s/f). Landsat Data Dictionary | The Long Term Archive. https://lta.cr.usgs.gov/DD/landsat_dictionary.html.
- USGS. 2019. Landsat 8 Data Users Handbook. Department of the Interior U.S. Geological Survey.
- Varela Martínez, A. 2017. Paraísos exclusivos: emprendimientos turístico-residenciales cerrados emergentes en Maldonado. Universidad de la Republica.
- Vásquez, A. E. 2016. Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Revista de geografía Norte Grande*(63):63–86.
- Veiga, D., E. Fernández, S. Lamschtein, y A. L. Rivoir. 2012. *Crecimiento Económico y Desigualdad Social en Maldonado*. IDM, FCS, CURE, UDELAR, Maldonado.
- Vitousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenco, y J. M. Melillo. 2008. Human Domination of Earth's Ecosystems. Páginas 3–13 en J. M. Marzluff, E. Shulenberg, W. Endlicher, M. Alberti, G. Bradley, C. Ryan, U. Simon, y C. ZumBrunnen, editores. *Urban Ecology: An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature*. Springer US, Boston, MA.
- Vitousek, P. M., H. A. Mooney, J. Lubchenco, J. M. Melillo, P. M. Vitousek, H. A. Mooney, J. Lubchenco, y J. M. Melillo.

1997. Human Domination of Earth's Ecosystems. *Science* 277:494–499.
- Vogt, P. 2018a. Measuring Forest Area Density to quantify Forest Fragmentation. Joint Reserch Centre. European Commission.
- Vogt, P. 2018b. Measuring Forest Spatial Pattern with Morphological Spatial Pattern Analysis (MSPA). Joint Reserch Centre. European Commission.
- Vogt, P., y K. Riitters. 2017. GuidosToolbox: universal digital image object analysis. *European Journal of Remote Sensing* 50(1):352–361.
- Wang, W., H. Wang, L. Xiao, X. He, W. Zhou, Q. Wang, y C. Wei. 2018. Microclimate regulating functions of urban forests in changchun city (North-east China) and their associations with different factors. *IForest* 11(1):140–147.
- Wu, J., C. He, G. Huang, y D. Yu. 2013. Urban Landscape Ecology: Past, Present, and Future. Páginas 37–53 en B. Fu y K. B. Jones, editores. *Landscape Ecology for Sustainable Environment and Culture*. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Zha, Y., J. Gao, y S. Ni. 2003. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing* 24(3):583–594.

Índice de figuras

Fig. 1.1. Marco conceptual de ecología urbana (Alberti, 2008).....	5
Fig. 4.1.1. Ubicación Aglomeración Central de Maldonado (ACM) dentro departamento de Maldonado (Google, 2019; SIT-MVOTMA, 2019).	17
Fig. 5.1.1. Población total estimada y proyectada del departamento de Maldonado. Período 1996-2025. Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE) – Estimaciones y proyecciones de población al 30 de junio de cada año (revisión 2013).....	35
Fig. 5.1.2. Población urbana por zona censal en base a Censos 1985, 1996, 2004 y 2011. Representacion de los valores clasificados a intervalos iguales redondeados.....	36
Fig. 5.1.3. Densidad de poblacion por localidad según INE en hectáreas. Censos 2011. Clasificación de los valores por cortes naturales (Jenks).....	37
Fig. 5.1.4. Vivienda por zona censal al 2011. Clasificación de los valores por cortes naturales (Jenks).	38
Fig 5.1.5. ‘Mapa de calor’ donde colores más claros indican mayor densidad de padrones urbanos (DNC 2019) y viviendas por zona censal, clasificados por cortes naturales (Jenks), INE 2011.	39
Fig. 5.1.6. Cobrerturas de suelo de los años 1985, 2000 y 2015. Fuente de cobertura de año 1985 elaboración propia. Fuente de cobertura años 2000 y 2015: DINAMA-MVOTMA, 2019.	42
Fig. 5.1.7. Evolución de la mancha urbana. Zonas censales ocupadas en los censos 1985, 1996, 2004 y 2011, y padrones catastrales urbanos al 2019.	42
Fig. 5.1.8. Índice de área construida al año 2019. Representada en intervalos discretos por quintiles.	43
Fig. 5.1.9. Representación binaria de Índice de área construida de los años 1985, 1996, 2004 y 2011.	45
Fig. 5.1.10. Estructura social según NBIs para segmentos 2011 (Labat Rodríguez, 2019).....	47
Fig. 5.2.1. Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) de la ACM.....	50
Fig. 5.2.2. Áreas de vegetación densa en zonas de categoría urbana de la ACM.....	51
Fig. 5.2.3. Mapa de las áreas con vegetación densa dividida en clases como resultado del MSPA.	52

Fig. 5.2.4. Resultado de MSPA. Acercamiento a localidades de Maldonado (MDO), Pinares – Las Delicias (PLD), Punta del Este (PDE) y San Rafael – El Placer (SRP).	54
Fig. 5.2.5 Resultado de MSPA. Acercamiento a localidades de La Capuera (LCA), Sauce de Portezuelo (SPO), Ocean Park (OCP) y parte de Punta Ballena (PBA).....	55
Fig. 5.2.6. Resultado de MSPA. Acercamiento a localidades de San Carlos (SCS) y Parque Medina (PMA).	56
Fig. 5.2.7. Resultado de MSPA. Acercamiento a localidades de El Tesoro (ETO), Manantiales (MNS), El Chorro (ECO), Balneario Buenos Aires (BBS) y San Vicente (SVE).....	56
Fig. 5.3.1. Ordenamiento territorial de la ACM. Instrumentos aprobados y en elaboración.	60
Fig. 5.3.2. Sistema de parques y espacios públicos según informe PLOTEAS. Tomada del Informe final Plan OT Eje avenida Aparicio Saravia (IDM, 2012).....	61
Fig. 5.3.3. Sistema de espacios públicos propuesto en Documento Avance (IDM, 2011)	63

Índice de tablas

Tabla 4.2.1. Esquema de síntesis de metodología dedicada a cada objetivo específico.	18
Tabla 4.2.2. Escenas Landsat utilizadas	23
Tabla 4.2.3. Servicios ecosistémicos por tipo de estructura vegetal. Modificado siguiendo revisión del punto anterior en base a (Bolund & Hunhammar, 1999; Breuste et al., 2013; Hough, 1998).....	26
Tabla 5.1.1 Población y vivienda en la ACM según censos 1985, 1996, 2004 y 2011.	37
Tabla 5.1.2. Áreas urbanas y urbanas dispersas en hectáreas.	39
Tabla 5.1.3. Porcentaje del área construida y no construida por localidad, 2019.....	44
Tabla 5.1.4. Turismo receptivo. Visitantes ingresados a Uruguay, días de estadía y gasto según zona de destino. Año 2017. MINTUR (2017).	46
Tabla 5.2.1. Servicios ecosistémicos prestados por áreas verdes urbanas y ejemplos para el área de estudio.	49
Tabla 5.2.2. Leyenda y definición de clases resultantes del MSPA.....	52
Tabla 5.2.3. Áreas y recuento de casos por categoría de áreas vegetadas del MSPA.	53
Tabla 5.3.1. Promedio de factores de ocupación por región, sector y zona según el TONE (Dto. JDM 3718/1997).....	67
Tabla 6.1.1. Matriz FODA de la situación relevada en torno a la implementación y mejora de la Infraestructura verde en la ACM.	72
Tabla AI.1. Bandas de satélite LANDSAT 5 (EOS, 2019).	85
Tabla AI.2. Bandas de satélite LANDSAT 8 (EOS, 2019).	85
Tabla AII.1. Población urbana por localidades INE en Censos 1985, 1996, 2004 y 2011.....	86
Tabla AIII.1 Instrumentos de ordenamiento territorial (DINOT-MVOTMA, 2019).	87
Tabla AIII.2 Zonas de Gestión Diferenciada (IDM, 2011).	88

ANEXO I

Tabla A1.1. Bandas de satélite LANDSAT 5 (EOS 2019).

SENSOR	NÚMERO DE BANDA	NOMBRE DE BANDA	LONGITUD DE ONDA (MM)	RESOLUCIÓN (M)
TM	1	Azul visible	0.45 - 0.52	30
TM	2	Verde visible	0.52 - 0.60	30
TM	3	Rojo visible	0.63 - 0.69	30
TM	4	NIR	0.76 - 0.90	30
TM	5	SWIR 1	1.55 - 1.75	30
TM	6	Thermal	10.40 - 12.50	120
TM	7	SWIR 2	2.08 - 2.35	30

Tabla A1.2. Bandas de satélite LANDSAT 8 (EOS 2019).

SENSOR	NÚMERO DE BANDA	NOMBRE DE BANDA	LONGITUD DE ONDA (MM)	RESOLUCIÓN (M)
OLI	1	Coastal	0.43 - 0.45	30
OLI	2	Azul visible	0.45 - 0.51	30
OLI	3	Verde visible	0.53 - 0.59	30
OLI	4	Rojo visible	0.63 - 0.67	30
OLI	5	NIR	0.85 - 0.88	30
OLI	6	SWIR 1	1.57 - 1.65	30
OLI	7	SWIR 2	2.11 - 2.29	30
OLI	8	Pan	0.50 - 0.68	15
OLI	9	Cirrus	1.36 - 1.38	30
TIRS	10	TIRS 1	10.60 - 11.19	30 (100)
TIRS	11	TIRS 2	11.50 - 12.51	30 (100)

ANEXO II

Tabla AII.1. Población urbana por localidades INE en Censos 1985, 1996, 2004 y 2011.

LOCALIDAD	CÓDIGO	1985	1996	2004	2011
MALDONADO	MDO	13305	38705	54603	62590
SAN CARLOS	SCS	6531	22797	24771	27471
PINARES - LAS DELICIAS	PLD	2603	5556	8524	9819
PUNTA DEL ESTE	PDE	833	7024	7298	9277
CERRO PELADO	CPO	0	2086	6385	8177
SAN RAFAEL - EL PLACER	SRP	401	973	1994	3146
LA CAPUERA	LCA	0	55	474	2838
BARRIO HIPÓDROMO	BHO	0	1183	1577	1973
VILLA DELIA	VDA	365	509	623	1703
LA SONRISA	LSA	0	196	968	1562
BALNEARIO BUENOS AIRES	BBS	0	57	509	1551
EL TESORO	ETO	0	502	776	1396
LOS AROMOS	LAS	118	345	633	956
PUNTA BALLENA	PBA	449	513	376	750
EL CHORRO	ECO	51	86	254	392
LA BARRA	LBA	0	237	358	339
MARQUE MEDINA	OPK	0	122	63	234
OCEAN PARK	PMA	0	3	145	204
CANTERAS DE MARELLI	CDM	0	1	156	200
MANANTIALES	MNS	123	157	182	149
SAUCE DE PORTEZUELO	SPO	6	0	63	128
SANTA MÓNICA	SMA	0	2	0	111
CHIHUAHUA	CHA	0	4	8	37
LOS CORCHOS	LCO	0	52	55	24
LAS CUMBRES	LCU	0	1	6	14
EL QUIJOTE	EQE	0	0	0	10
EDEN ROCK	ERK	0	1	10	8
LAGUNA BLANCA	LBA	0	0	0	4
SAN VICENTE	SVE	0	0	0	4

ANEXO III

Tabla AIII.1 Instrumentos de ordenamiento territorial (DINOT-MVOTMA 2019).

ÁMBITO	CLASE	DOCUMENTO NORMATIVO	NOMBRE	ETAPA	FECHA
INSTRUMENTOS APROBADOS					
Nacional	Marco Legal	Art. 47	Artículo 47 de la Constitución de la Republica	Aprobado	31/10/2004
Nacional	Marco Legal	Ley 16.112	Ley de creación del MVOTMA	Aprobado	23/5/1990
Nacional	Marco Legal	Ley 17.283	Ley general del medio ambiente	Aprobado	28/11/2000
Nacional	Marco Legal	Ley 18.308	Ley de ordenamiento territorial y desarrollo sostenible	Aprobado	18/6/2008
Nacional	Marco Legal	Ley 18.567	Ley de descentralización y participación ciudadana	Aprobado	2/9/2009
Nacional	Marco Legal	Ley 18.610	Ley de aguas	Aprobado	15/9/2009
Nacional	Directrices Nacionales	Ley 19.525	Directrices nacionales de ordenamiento territorial	Aprobado	18/8/2017
Nacional	Directrices Nacionales	Ley 19.772	Directriz del espacio costero	Aprobado	17/7/2019
Regional	Estrategias Regionales	DEC.360/2013	Estrategias regionales de ordenamiento territorial de la región este	Aprobado	6/11/2013
Deptal.	Directrices Dep.	DEC. 3867/2010	Directrices departamentales de Maldonado	Aprobado	27/4/2010
Deptal.	Otra Normativa	DEC. 3143/010	Reglamentación de la ley de ordenamiento territorial y desarrollo sostenible	Aprobado	5/5/2010
Deptal.	Planes Locales	DEC. 3911/2012	Plan local eje Aparicio Saravia	Aprobado	18/12/2012
Deptal.	PAI	DEC. 3933/015	Pai sector hipódromo (delimark s.a.)	Aprobado	7/4/2015
Deptal.	PAI	DEC. 3985/018	Pai cerro pelado	Aprobado	8/5/2018
Deptal.	PAI	DEC. 4002/018	Pai la barra (Schumacher)	Aprobado	27/11/2018
INSTRUMENTOS EN ELABORACIÓN					
Deptal.	Inventarios, Catálogos, Otros	Dec. Deptal.	Zonificación del departamento para implementación de parques auto generadores de energía eléctrica	Inicio	1/12/2012
Deptal.	Plan Especial	Dec. Deptal.	Plan especial laguna del sauce	Medida Cautelar	23/5/2014
Deptal.	Planes Locales	Dec. Deptal.	Plan local garzón	Inicio	20/5/2015
Deptal.	Planes Locales	Dec. Deptal.	Plan local de la aglomeración central San Carlos - Maldonado - Punta del Este	Audiencia Pública	31/10/2013
Deptal.	Planes Parciales	Dec. Deptal.	Plan parcial "entorno avda. Cabildo"	Puesta de Manifiesto	1/1/2015
Deptal.	Planes Parciales	Dec. Deptal.	Plan parcial integración Maldonado - punta del este - telcaren s.a	Inicio	3/11/2014
Deptal.	Planes Sectoriales	Dec. Deptal.	Plan movilidad de cargas y de personas	Inicio	1/12/2012

Deptal.	Planes Sectoriales	Dec. Deptal.	Plan sectorial de zonas de prioridad ambiental	Inicio	23/5/2011
Deptal.	PAI	Dec. Del P. Ejecutivo	PAI Laguna blanca - la reserva	Inicio	23/11/2017
Deptal.	PAI	Dec. Deptal.	PAI La Bretaña	Inicio	23/6/2014
Deptal.	PAI	Dec. Deptal.	PAI Polo logístico Pindesol	Inicio	19/3/2014
Deptal.	PAI	Dec. Deptal.	PAI Polo logístico Rutas 9 y 39	Audiencia Pública	3/10/2013
Deptal.	PAI	Dec. Deptal.	PAI Manantial del sol (Schabsis - San Vicente)	Puesta de Manifiesto	5/11/2012
Deptal.	PAI	Dec. Deptal.	PAI Club de campo (Rufino Jaureguizar)	Inicio	19/10/2012

Tabla AIII.2 Zonas de Gestión Diferenciada (IDM 2011).

Zona de Protección de Fuentes de Agua y Recursos Hídricos	ZPF	Planicie de inundación del Arroyo Maldonado, Cuencas de la Laguna del Sauce, Laguna del Diario, Laguna Blanca
Zona de Protección Paisajística, nacientes de cursos de agua y biodiversidad	ZPP	Cumbres que superan los 70 metros
Zona de protección del Mar Territorial Y Sistema Insular	ZPM	Zona de protección frente al Arroyo Maldonado, e Islas Gorriti y Lobos
Zonas de Prioridad Patrimonial y/o Ambiental (histórica, cultural y ambiental)	ZPA	Centro histórico de Maldonado y San Carlos La Orla Costera, y sus cuatro tramos diferenciados Arquitecturas y tramos de valor patrimonial (a través de catálogos e inventarios específicos)
Zonas de Prioridad Social	ZPS	La Capuera, Balneario Buenos Aires, San Carlos: barrios Halty, Rodríguez Barrios, F. de León, Lavagna y Abasolo Maldonado: Cerro Pelado, Maldonado Nuevo, Barrio Kennedy
Zona de Promoción de Actividades Productivas Logísticas y Tecnología Avanzada	ZPT	a lo largo del eje vial (Ruta 39) que articula Maldonado con San Carlos Ruta 93, frente al Aeropuerto de la Laguna del Sauce, padrón No. 7993
Zonas Especiales de Promoción de la Actividad Agropecuaria	ZAG	Norte de San Carlos, Este de la Sierra de la Ballena