



OBSERVATORIO
BOSQUE SECO
CHIQUITANO

**PÉRDIDA DE LA COBERTURA NATURAL
(1986-2019) Y ESCENARIOS
A FUTURO (2050) EN LAS ÁREAS
PROTEGIDAS DEL DEPARTAMENTO
DE SANTA CRUZ**

**INFORME
TÉCNICO**

PÉRDIDA DE LA COBERTURA NATURAL (1986-2019) Y ESCENARIOS A FUTURO (2050) EN LAS ÁREAS PROTEGIDAS DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ

Santa Cruz, septiembre de 2020

Autores

Marcio Flores-Valencia
Ruth Anívarro
Oswaldo Maillard

Revisores y colaboradores

Roberto Vides-Almonacid
Rosa Leny Cuellar
Huáscar Azurduy

Diagramación

Aimara Barrero

Fotografías

Hermes Justiniano
Daniel Coimbra
Aimara Barrero

Cita de referencia: Flores-Valencia, M., R. Anívarro & O. Maillard. 2020. 2020. Pérdida de la cobertura natural (1986-2019) y escenarios a futuro (2050) en las Áreas Protegidas del Departamento de Santa Cruz. Informe técnico del Observatorio Bosque Seco Chiquitano, Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano, Santa Cruz, Bolivia, 53 pag.

«La presente publicación ha sido elaborada con el apoyo financiero de la Unión Europea. Su contenido es responsabilidad exclusiva de Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano y no necesariamente refleja los puntos de vista de la Unión Europea».



Cofinanciado por
la Unión Europea

Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano (FCBC). Av. Ibérica calle 6 Oeste 95,
esq. Puerto Busch, Barrio Las Palmas. Santa Cruz, Bolivia.
www.fcbc.org.bo



Noel Kempff

RESUMEN

El departamento de Santa Cruz cuenta con 33 áreas protegidas pertenecientes a cuatro grandes categorías: nacional (5), departamental (10), municipal (17) y autonomía indígena (1). La superficie total de estas áreas protegidas suma 14,6 millones de hectáreas, de las cuales 9,5 millones hectáreas se concentran en las nacionales, 3,2 millones de hectáreas en las departamentales, 654,8 mil hectáreas en las municipales y 1,2 millones de hectáreas en categoría de la autonomía indígena. En el presente reporte se presentan los resultados de un análisis de las áreas modificadas por acción humana (antrópicas) y la cobertura natural en el sistema de las áreas protegidas del departamento de Santa Cruz, para el período 1986 al 2019 y una proyección hasta el año 2050. Hasta el año 2019, la superficie del área antrópica dentro de áreas protegidas era de 223,4 mil de hectáreas y de continuar esta tendencia, se estima un incremento que llegaría a los 6,5 millones de hectáreas el año 2050. En cuanto a la cobertura boscosa, el conjunto de estas áreas almacena una superficie de 11,7 millones de hectáreas

que podrían reducirse a 6,3 millones de hectáreas de continuar las tendencias de cambio. Proporcionalmente, la mayor pérdida de cobertura vegetal se da en el Amboró (8,1%) para la categoría nacional, Lomas de Arena (37,7%) para la departamental y Laguna Esmeralda (49,2%) para municipal. Las áreas protegidas con mayor cobertura boscosa son Kaa-Iya (95,3%) para las nacionales, Río Blanco y Negro (93,7%) para las departamentales, San Rafael (99%) para las municipales. Mapas, escenarios, datos gráficos a nivel de todas las áreas protegidas, y todo el proceso metodológico, también son presentados.



San Matías

ÍNDICE

ACERCA DEL OBSERVATORIO	11	■ Situación de las áreas protegidas con mayor cobertura natural actual	26
INTRODUCCIÓN	13		
ÁREAS PROTEGIDAS DE SANTA CRUZ	16	RECOMENDACIONES PARA TOMADORES DE DECISIÓN	32
RESULTADOS	20	AGRADECIMIENTOS	34
■ Pérdida de la cobertura natural en el sistema de áreas protegidas del departamento de Santa Cruz	20	ANEXOS	37
■ Situación de las áreas protegidas con mayor pérdida de cobertura natural actual	25		



Tucabaca

ACERCA DEL OBSERVATORIO

El Bosque Seco Chiquitano es el bosque seco tropical más extenso y aún mejor conservado de Sudamérica. Sin embargo, las dinámicas de cambios socioeconómicos están poniendo en riesgo su viabilidad e integridad ecológica a largo plazo. Su valor como patrimonio natural de Bolivia y América Latina, su rol como soporte para los medios de vida de sus pobladores locales, para la producción agropecuaria y forestal sustentable y su reconocimiento internacional como el Bosque Modelo más grande del mundo, impulsa a evaluar de manera periódica y objetiva su estado de salud ecológica.

El Observatorio del Bosque Chiquitano (OBSCCh), que nace como una iniciativa de la Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano y en la actualidad cuenta con el apoyo del Proyecto ECCOS cofinanciado por la Unión Europea, tiene como objetivo proveer información oportuna sobre el estado actual del Bosque Chiquitano y ecosistemas vinculados y las proyecciones a futuro de los cambios que podrían poner en riesgo su integridad ecológica, basados en indicadores biológicos, ecológicos y sociales.

Dentro del plan de monitoreo del OBSCh, está previsto proveer información a escala regional de manera periódica sobre diferentes amenazas y que pueden poner en riesgo la integridad ecológica de los ecosistemas. Esta información estará disponible en la página web del OBSCh como también se hará llegar el reporte o documento digital a diferentes instancias de decisión para mantenerlos informados.

En un anterior reporte elaborado por el OBSCh en agosto de 2020, se presentaron los resultados de la pérdida de la cobertura natural para el departamento de Santa Cruz para el periodo comprendido entre los años 1986 y 2019, y una tendencia de proyección hasta el año 2050. Además, se expusieron los resultados de la pérdida de la cobertura natural en las Tierras de Producción Forestal Permanente (TPFP) y de los 56 municipios del departamento, donde se incluyen mapas y recomendaciones para tomadores de decisión. En base a este estudio se preparó el presente análisis, que muestra la pérdida actual y potencial hacia el futuro de esta cobertura natural, específicamente para las áreas protegidas del departamento de Santa Cruz.

INTRODUCCIÓN

Las áreas protegidas del departamento de Santa Cruz, al conservar los ecosistemas terrestres y acuáticos, brindan numerosos servicios ambientales, entre los que se encuentran la generación de agua, la provisión de productos forestales maderables y no maderables, la acumulación de enormes cantidades de carbono, y la regulación del clima a nivel local y regional. Las áreas protegidas se consideran como los cimientos de la conservación de la biodiversidad, ya que preservan miles de especies de plantas y animales, muchas de estas prioritarias para la conservación. En este sentido, garantizan la provisión de los alimentos y agua para millones de personas en el departamento. Sin embargo, estos espacios están bajo amenazas y presiones constantes por las acciones humanas, por lo que es relevante realizar un seguimiento permanente de su estado de salud.

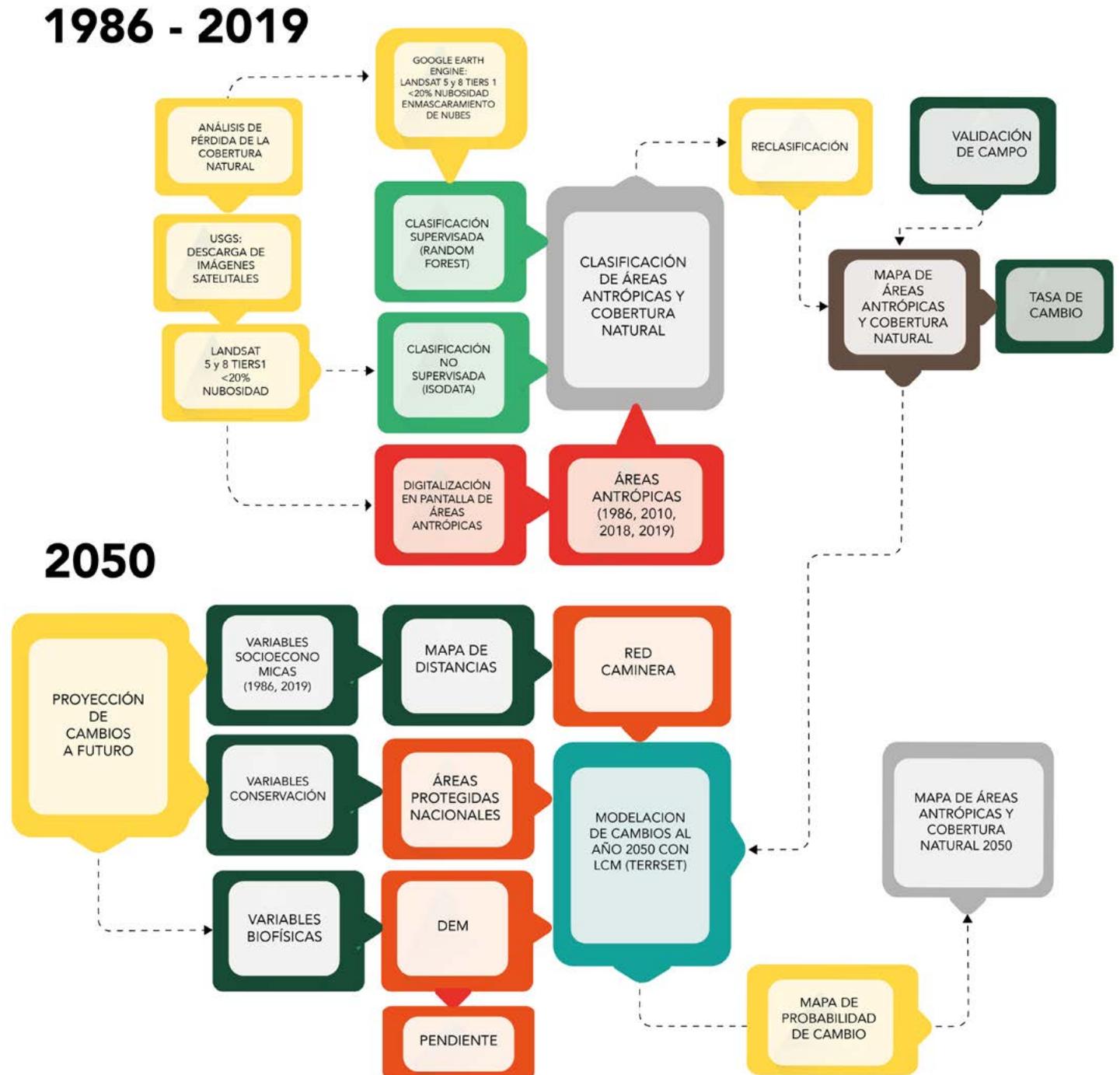
La principal de todas las presiones es la pérdida de la cobertura natural, y su monitoreo ha tenido un gran avance en los últimos años, a través del uso de los sensores remotos. En este sentido, dos análisis han sido la base para el desarrollo del monitoreo a una escala nacional y departamental. El primero, el mapa de deforestación de Cuéllar *et al.* (2012) donde reportaron estos procesos para el periodo

2000-2010 y se identifican las áreas protegidas con mayor amenaza de pérdida de cobertura para las tierras bajas y yungas. El segundo, del Servicio Nacional de Áreas Protegidas (2013) donde se reporta el cambio de cobertura para el periodo 1990-2010 con énfasis en las áreas protegidas de carácter nacional e información adicional sobre regeneración. Recientemente, los avances en procesos automatizados de detección de cambio en el paisaje han permitido actualizar esta información a una escala global (<https://www.globalforestwatch.org/>) y regional (<https://amazonia.mapbiomas.org/>). Aun así, existe un vacío de información que permita identificar estos cambios a escala de paisaje en los últimos años para Santa Cruz, y específicamente para sus áreas protegidas. La identificación oportuna de la pérdida de cobertura, puede ayudar a alertar a los tomadores de decisión y, a su vez, prevenir mayores cambios en los ecosistemas.

En este reporte, se presentan los resultados de un análisis espacial en base a sensores remotos, que ha permitido determinar la pérdida de la cobertura natural en las áreas protegidas para el departamento de Santa Cruz, desde antes de su creación de las mismas hasta la actualidad (período 1986-2019), y una proyección hasta el año 2050 en un escenario futuro donde no se respeten las restricciones legales y la zonificación interna de las áreas protegidas (Fig. 1, Anexo 1).

Figura 1

Flujograma de análisis espacial en base a sensores remotos y proyección de escenarios de cambio a futuro.



ÁREAS PROTEGIDAS DE SANTA CRUZ

El 39,6% de la superficie del departamento de Santa Cruz está cubierto por un mosaico de 33 áreas protegidas (14.693.896 ha), de las cuales 5 son nacionales (9.594.643 ha), 10 departamentales (3.240.060 ha), 17 municipales (654.876 ha) y 1 de carácter de autonomía indígena (1.204.317 ha) (Fig. 2, Tabla 1). Debido a la ubicación espacial en el territorio, estas áreas presentan un variedad climática y geomorfológica, por lo que se tienen representadas todas las ecorregiones del departamento: Yungas, Bosque Boliviano-Tucumano, Bosques Secos Interandinos, Gran Chaco, Chaco Serrano, Amazonia, Bosque Seco Chiquitano, Cerrado, Sabanas Inundables y Pantanal (Ibisch & Mérida, 2003). Estas ecorregiones están caracterizadas por tener un singular conjunto de ecosistemas propios, lo cual origina que estas áreas contengan una diversidad biológica extraordinaria.

Áreas protegidas del departamento de Santa Cruz, Bolivia.

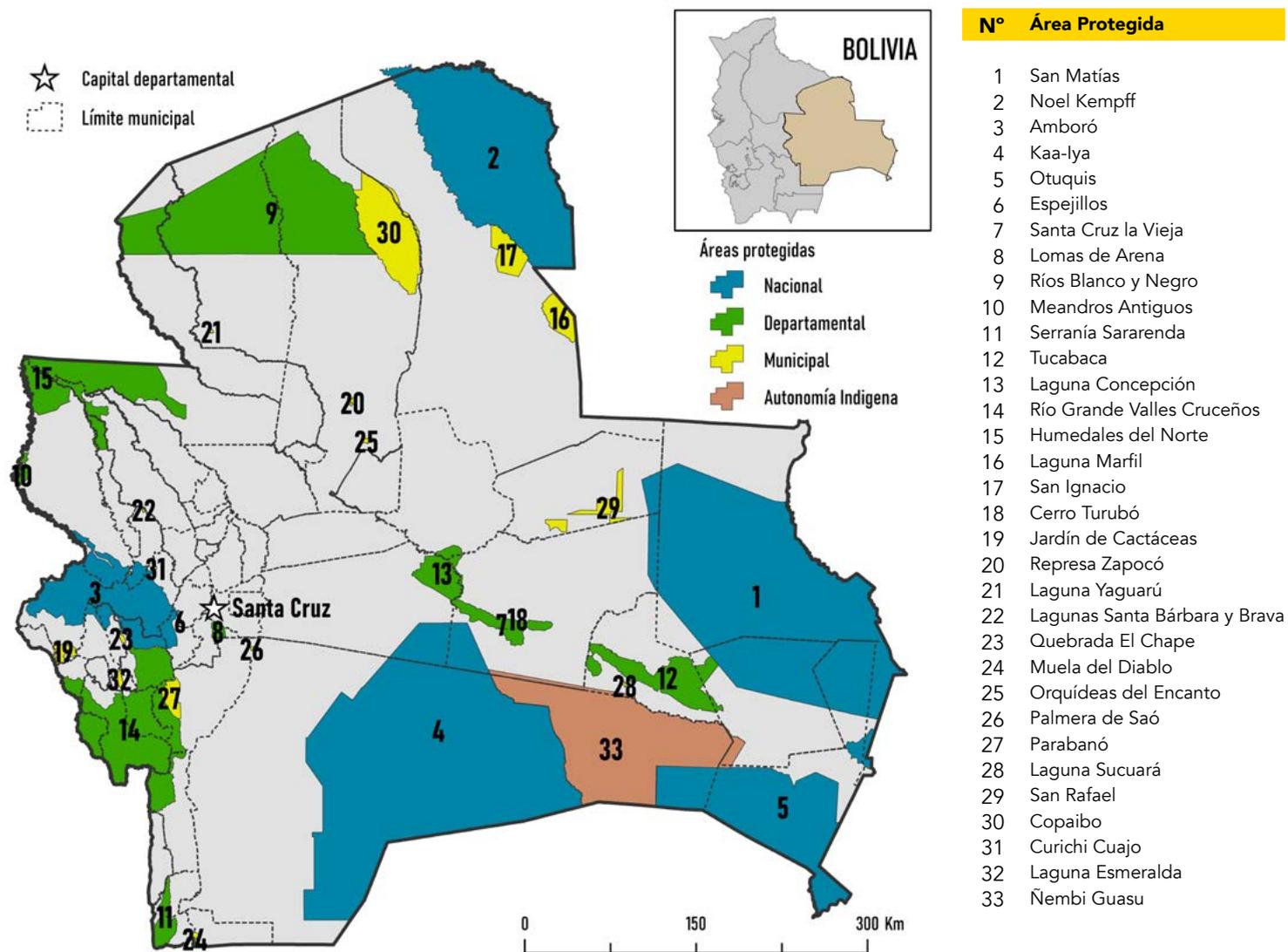


Figura 2

Tabla 1

Áreas protegidas en el departamento de Santa Cruz.
*Superficie calculada en relación a información cartográfica.

N°	Áreas protegidas	Nombre corto	Superficie (ha)*
Nacional			
1	Área Natural de Manejo Integrado San Matías	San Matías	2.921.398
2	Parque Nacional Noel Kempff Mercado	Noel Kempff	1.615.620
3	Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró	Amboró	639.844
4	Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Kaa-Iya del Gran Chaco	Kaa-Iya	3.415.894
5	Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Pantanal Otuquis	Otuquis	1.001.887
Departamental (Unidades de Conservación del Patrimonio Natural)			
6	Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Monumento Natural Departamental Espejillos	Espejillos	1.258
7	Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Parque Natural Departamental Histórico y Arqueológico Santa Cruz La Vieja	Santa Cruz La Vieja	97.314
8	Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Parque Natural y Unidad Natural de Manejo Integrado Departamental Lomas de Arena	Lomas de Arena	14.076
9	Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental Ríos Blanco y Negro	Ríos Blanco y Negro	1.422.174
10	Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental en Cicatrices de Meandros Antiguos del Río Ichilo	Meandros Antiguos	20.111
11	Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental Serranía Sararenda	Serranía Sararenda	66.400
12	Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental Tucabaca	Tucabaca	264.757
13	Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Reserva de Vida Silvestre Laguna Concepción	Laguna Concepción	130.004
14	Unidad Natural de Manejo Integrado Departamental Río Grande y Valles Cruceños	Río Grande Valles Cruceños	733.915
15	Unidad Natural de Manejo Integrado Departamental Humedales del Norte	Humedales del Norte	490.051

N°	Áreas protegidas	Nombre corto	Superficie (ha)*
Municipal			
16	Área Natural de Manejo Integrado Municipal Laguna Marfíl	Laguna Marfíl	70.916
17	Área Protegida Municipal de San Ignacio	San Ignacio	84.847
18	Cerro Turubó	Cerro Turubó	239
19	Jardín de Cactáceas de Bolivia	Jardín de Cactáceas	22.491
20	Laguna Represa Zapocó	Represa Zapocó	1.901
21	Laguna Yaguarú	Laguna Yaguarú	1.190
22	Lagunas Santa Bárbara y Brava	Lagunas Santa Bárbara y Brava	1.287
23	Microcuenca Quebrada El Chape	Quebrada El Chape	3.669
24	Monumento Natural Muela del Diablo	Muela del Diablo	5.099
25	Orquídeas del Encanto	Orquídeas del Encanto	2.861
26	Palmera de Saó	Palmera de Saó	758
27	Parabanó	Parabanó	37.490
28	Reserva Ecológica de Vida Silvestre Municipal Laguna Sucuará	Laguna Sucuará	1.315
29	Reserva Municipal de San Rafael	San Rafael	67.260
30	Reserva Municipal del Patrimonio Natural y Cultural del Copaibo de Concepción	Copaibo	347.038
31	Reserva Natural Curichi Cuajo	Curichi Cuajo	380
32	Santuario de Vida Silvestre y Área Natural de Manejo Integrado Laguna Esmeralda	Laguna Esmeralda	6.135
Autonomía Indígena			
33	Área de Conservación e Importancia Ecológica Ñembi Guasu	Ñembi Guasu	1.204.317

RESULTADOS

Pérdida de la cobertura natural en el sistema de áreas protegidas del departamento de Santa Cruz

Antrópico

Los resultados de la clasificación de imágenes satelitales para el periodo 1986-2019, evidencian una reducción de la cobertura natural al interior de áreas protegidas del departamento de Santa Cruz (Fig. 3, Anexo 2-3). Esta reducción se debe a un incremento de áreas de uso antrópico producido principalmente por el avance de la frontera agrícola, ganadera, y la apertura de caminos (Fig. 3). Estas áreas se extendieron de 0,3 % (50,7 mil ha) en 1986, a 0,8% en 2010 (117,3 mil ha), incrementándose a 1,4% en 2018 (207,5 mil ha), alcanzando a 1,5% en 2019 (223,4 mil ha). Estimamos un crecimiento del área de uso antrópico hasta el 44,4% (6,5 MM ha) para el 2050 (Anexo 2) en el escenario de una pérdida adicional de la cobertura natural de 6,2 MM ha (Anexo 3).

Bosques

En el año 1986 la superficie boscosa era de 81,4% (11,9 MM ha) en relación al total de la superficie de todas las áreas protegidas del departamento, la cual se redujo a 81,0% en 2010 (11,8 MM ha), 80,6% en 2018 (11,7 MM ha) y 80,5% en el 2019 (11,7 MM ha) (Fig. 3, Anexo 2). La tasa anual de la deforestación para el periodo

1986-2010 fue de -0,004%, en el periodo 2010-2019 presentó -0,005% y entre los años 2018 y 2019 con -0,006%. Si esta tendencia de cambio continúa se espera que hasta el año 2050, la cobertura boscosa se podría reducir hasta 43,7% (6,3 MM ha) (Anexo 2) en el escenario de una pérdida adicional de 5,3 MM ha de bosques desde el 2019 (Anexo 3), lo cual supone una tasa de la deforestación del -0,462%.

Vegetación herbácea/arbustiva y afloramientos rocosos

El área de cobertura natural no boscosa (p.ej., vegetación del cerrado, chaparrales del abayoy, sabanas naturales y arboladas), también muestra una reducción para el periodo 1986-2019 (Fig. 3, Anexo 2). Para el año 1986, la cobertura boscosa presentaba una proporción de 17,5% (2,5 MM ha), cifra que tuvo un cambio a 17,4% en 2010 (2,5 MM ha), 17,3% en 2018 (2,5 MM ha) y 14,2% en el 2019 (2,5 MM ha). Hasta el año 2050, en el escenario potencial de una pérdida de 881,5 mil ha de esta cobertura (Anexo 3), estimamos que se reduzca hasta 11,2% (1,6 MM ha) en proporción a la superficie del departamento (Anexo 2).

Cuerpos de agua

Los cuerpos de agua superficiales permanentes (p.ej., lagunas, ríos) no sobrepasan el 0,8% del total de la superficie de las áreas protegidas, y su dinámica de cambios muestra en algunos periodos leves incrementos y en otros, reducciones en la superficie (Anexo 2, 3).

Tendencias del incremento de las A) áreas antrópicas, y la pérdida de la cobertura de las B) áreas boscosas, y C) no boscosas, en las áreas protegidas del departamento de Santa Cruz para el periodo 1986-2019.

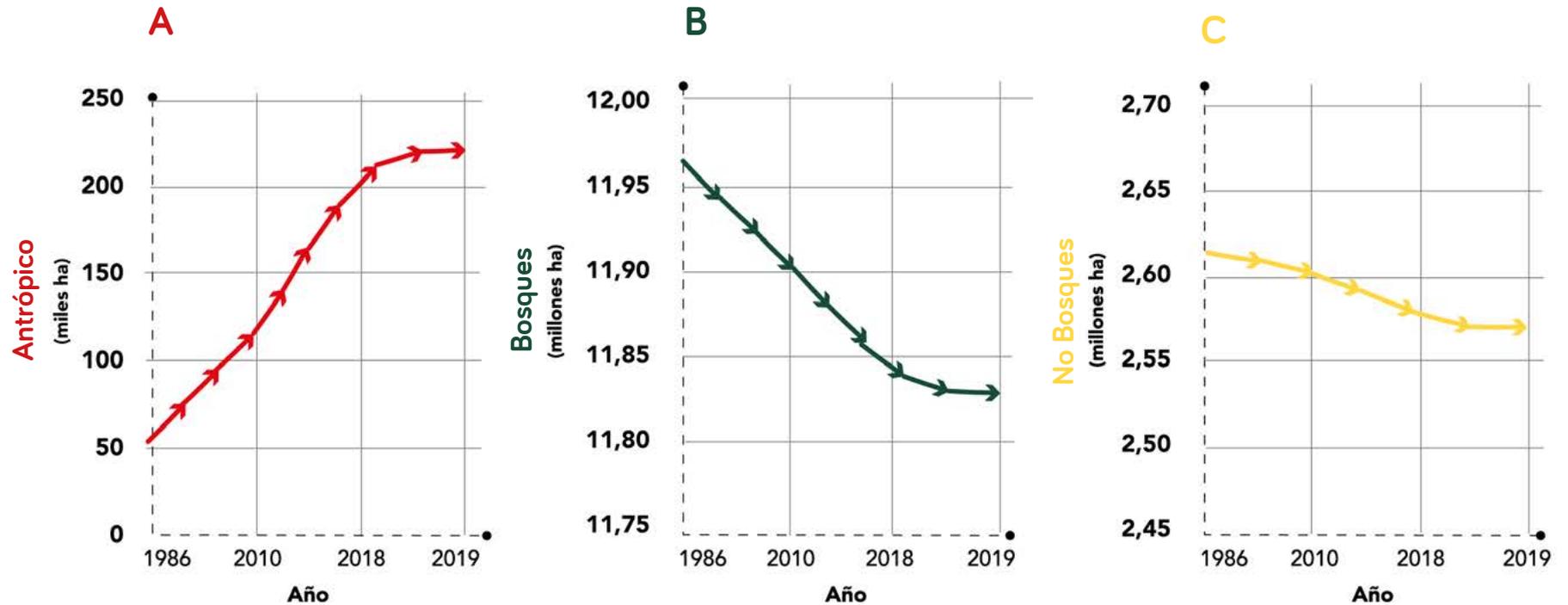


Figura 3

Cobertura natural y área antrópica en el Departamento de Santa Cruz para el año 2019 y los escenarios de proyección de cambio hasta el año 2050.

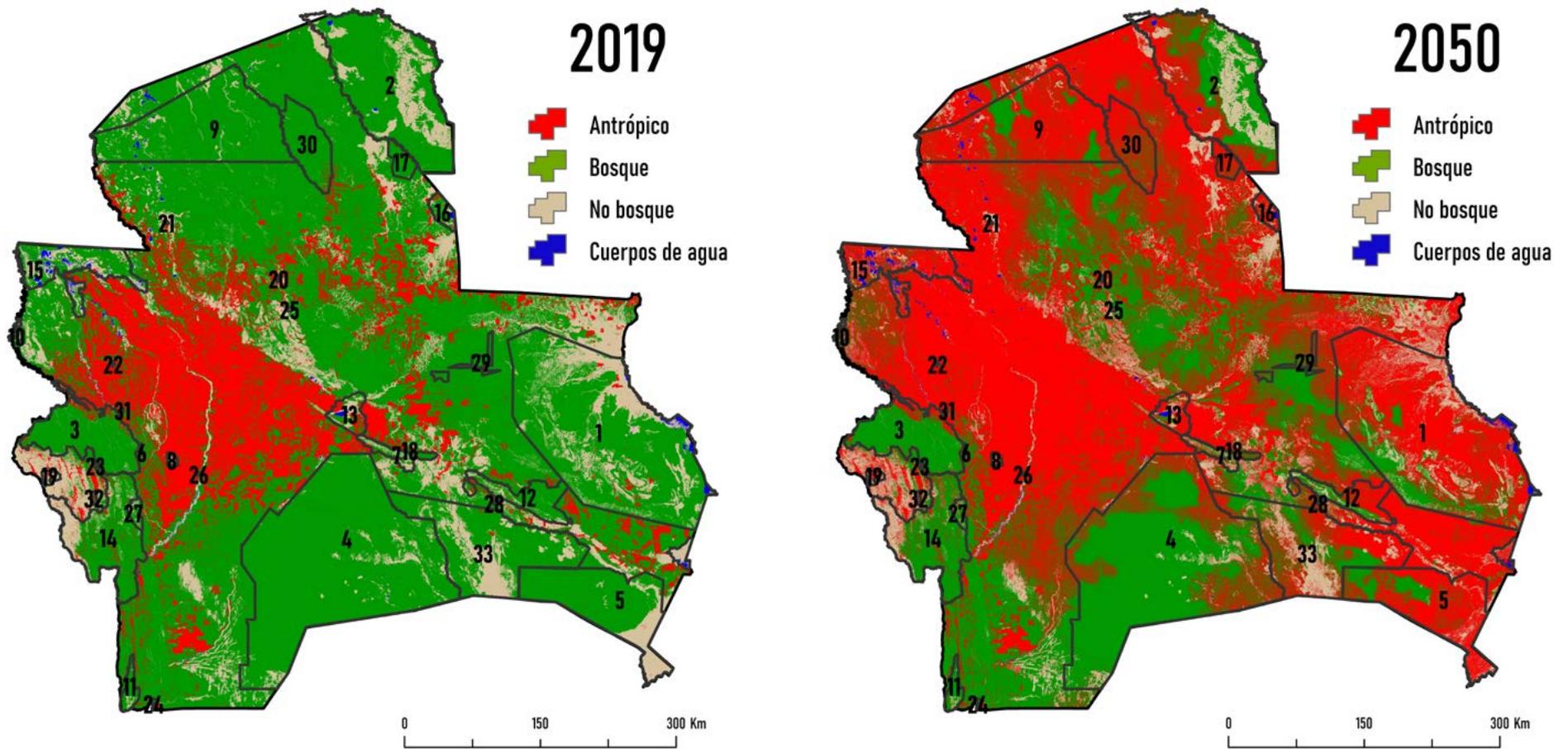


Figura 4



Laguna Concepción

Situación de las áreas protegidas con mayor pérdida de cobertura natural actual

Áreas protegidas nacionales

En términos de extensión y proporción, de las cinco áreas protegidas de carácter nacional que se encuentran en el departamento de Santa Cruz, se evidencia que en el 2019 la mayor concentración de la pérdida de la cobertura natural se encuentra en el Amboró con 51,7 mil ha, es decir un 8,1% de su superficie (Fig. 5, 6; Anexo 4), esto debido a las actividades productivas que se realizan principalmente en su categoría de Área Natural de Manejo Integrado (ANMI). En segundo lugar, se encuentra San Matías con 1,2%, lo que representa a 34,6 mil ha (Fig. 5, 6; Anexo 4).

Áreas protegidas departamentales (Unidades de Conservación del Patrimonio Natural-UCPN)

Se identificaron a Lomas de Arena con 37,7% y Laguna Concepción con 26,2% (Fig. 5) como las dos áreas protegidas departamentales, donde existe una mayor pérdida de cobertura natural en relación a su proporción a la extensión superficial en 2019. En cuanto a las áreas protegidas municipales/autonomía indígena con mayor superficie antrópica, el primer lugar es ocupado por Río Grande y Valles Cruceños con 36,7 mil ha (Fig. 6; Anexo 4), seguido por la Laguna Concepción con 34 mil ha (Fig. 6; Anexo 4)

Áreas protegidas municipales y de autonomía indígena

Proporcionalmente, Laguna Esmeralda con 49,2% y Laguna Sucuará con 37%, son los espacios protegidos con mayor pérdida de la cobertura natural (Fig. 5). Sin embargo, Ñembi Guasu (7,4 mil ha) y Copaibo (7,1 mil ha) presentan la mayor superficie con área antrópica en relación a las otras áreas protegidas de estas categorías (Fig. 6, Anexo 4).

Situación de las áreas protegidas con mayor cobertura natural actual

Áreas protegidas nacionales

El área protegida nacional con mayor superficie y proporción la cobertura boscosa es el Kaa-lya con 3,2 MM ha, representando un 95,3% de su tamaño (Fig. 5, 6; Anexo 5). Mientras que San Matías presenta la mayor proporción y superficie para las formaciones no boscosas con 26,3% (768 mil ha) (Fig. 5, 7; Anexo 6) y 1,3% (38,7 mil ha) de sitios con presencia de agua superficial (Fig. 5, 7; Anexo 7).

Áreas protegidas departamentales (Unidades de Conservación del Patrimonio Natural-UCPN)

Ríos Blanco y Negro (Fig. 5, 6; Anexo 5) es la UCPN con mayor superficie (1,3 MM ha) y proporción de cobertura boscosa (93,7%). En cuanto a la proporción de la

cobertura no boscosa (vegetación herbácea/arbustiva y afloramientos rocosos), Santa Cruz La Vieja es la principal a nivel departamental con 32,6% de su superficie (Fig. 5), pero Río Grande y Valles Cruceños tiene mayor extensión de este tipo de formaciones (164,9 mil ha) (Fig. 7; Anexo 6). En cobertura de agua superficial se destaca Humedales del Norte con 41,9 mil ha, es decir 8,6% (Fig. 7; Anexo 7).

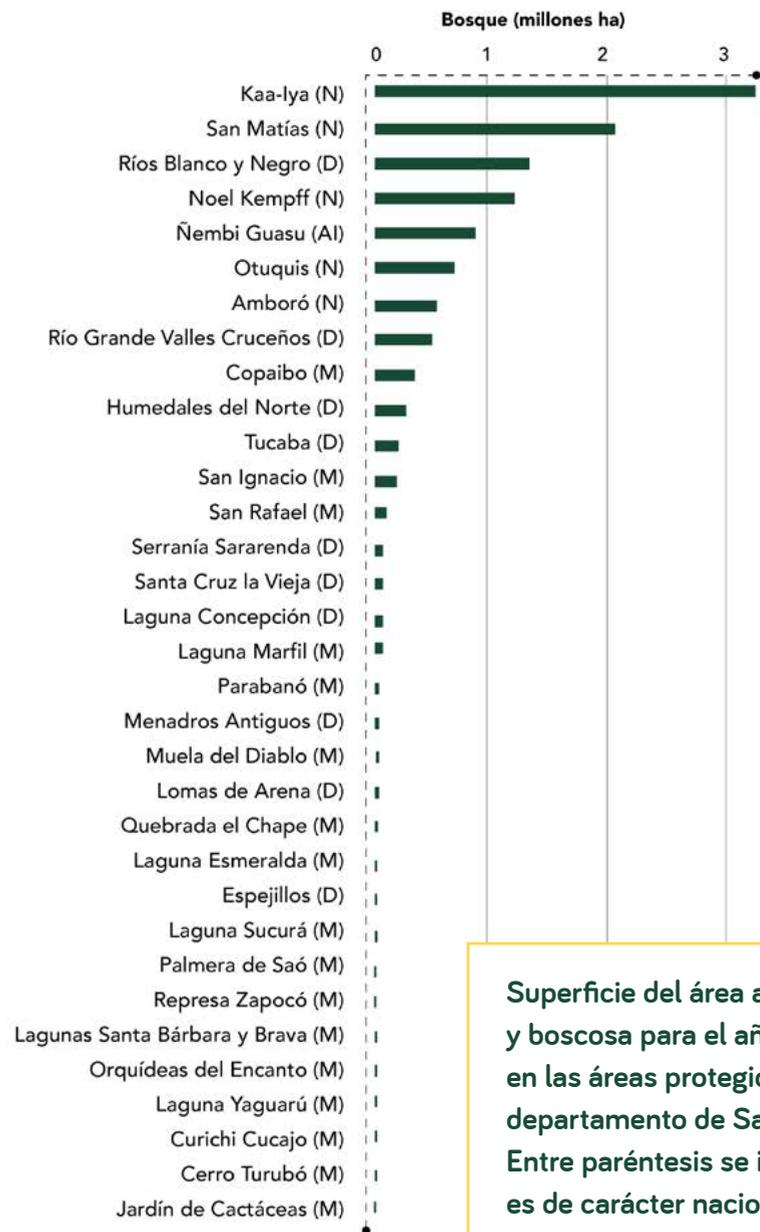
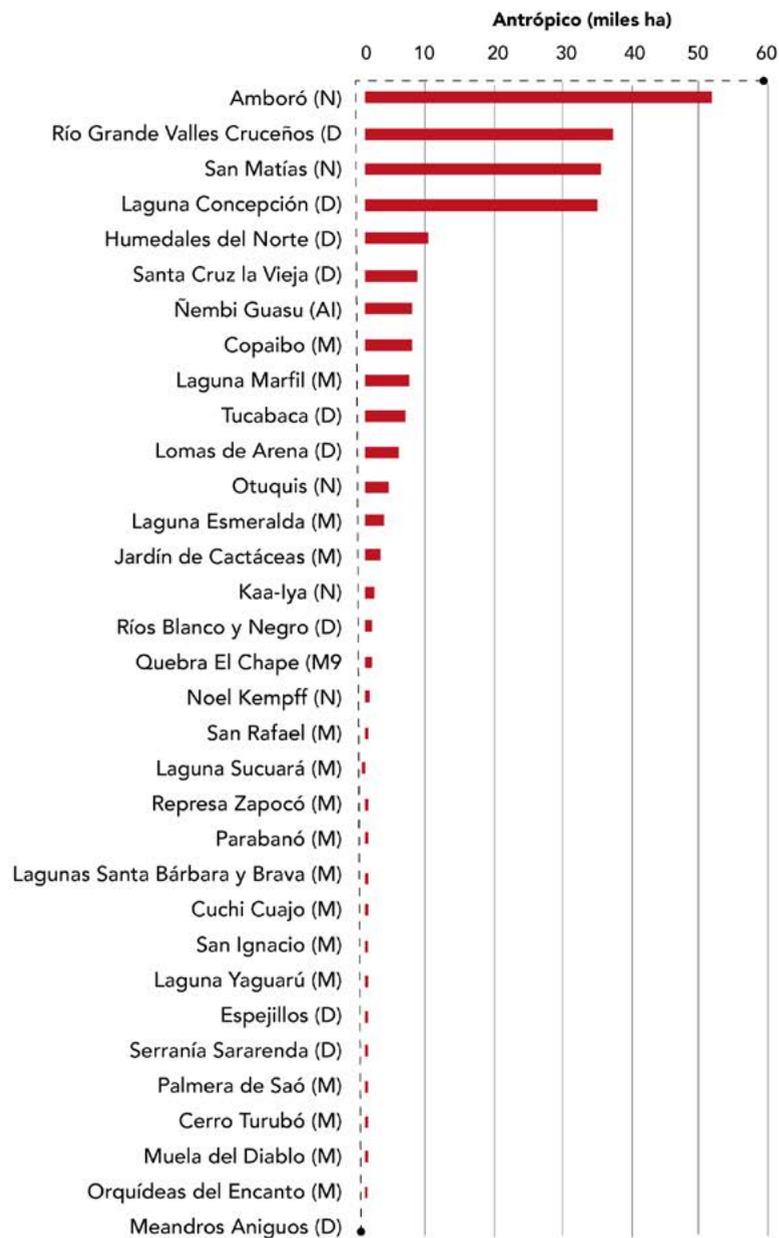
Áreas protegidas municipales y de autonomía indígena

En relación a estas 18 áreas de interés para la conservación, San Rafael presenta una mayor proporción de la cobertura boscosa en relación a su extensión con 99,1% (Fig. 5), pero es Ñembi Guasu la que presenta una mayor superficie de bosques, con 839,7 mil ha (Fig. 6; Anexo 5). En proporción, el área no boscosa mejor representada en un área protegida municipal/indígena se ubica en el Jardín de Cactáceas, pero en relación a la superficie sobresale Ñembi Guasu con 357,1 mil ha (Fig. 7; Anexo 6). El agua superficial se encuentra mejor representado para Lagunas Santa Bárbara y Brava con 41,1%, y en extensión lo es Laguna Marfíl con 3,4 mil ha (Fig. 5, 7; Anexo 7).

Proporción del área antrópica, boscosa, no boscosa y agua superficial para el año 2019, en relación a la extensión de cada área protegida para el departamento de Santa Cruz. Entre paréntesis se indica si es de carácter nacional (N), departamental (D), municipal (M) o de la autonomía indígena (AI).

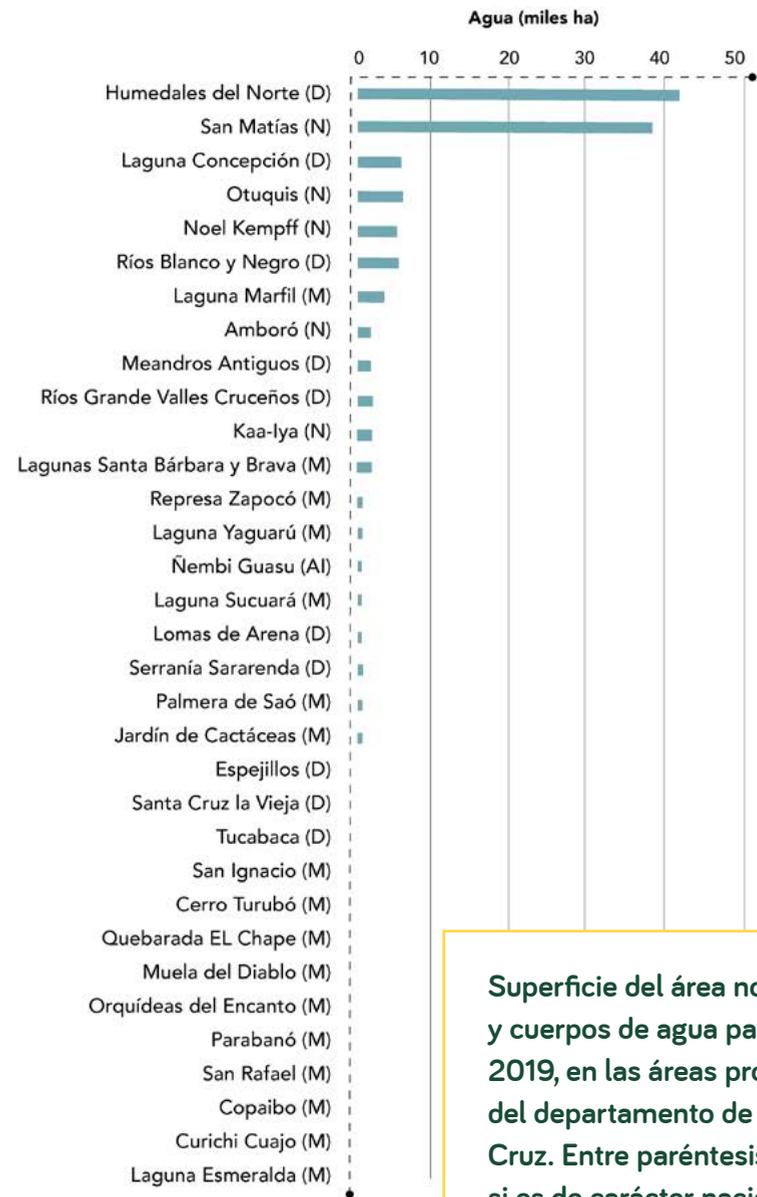
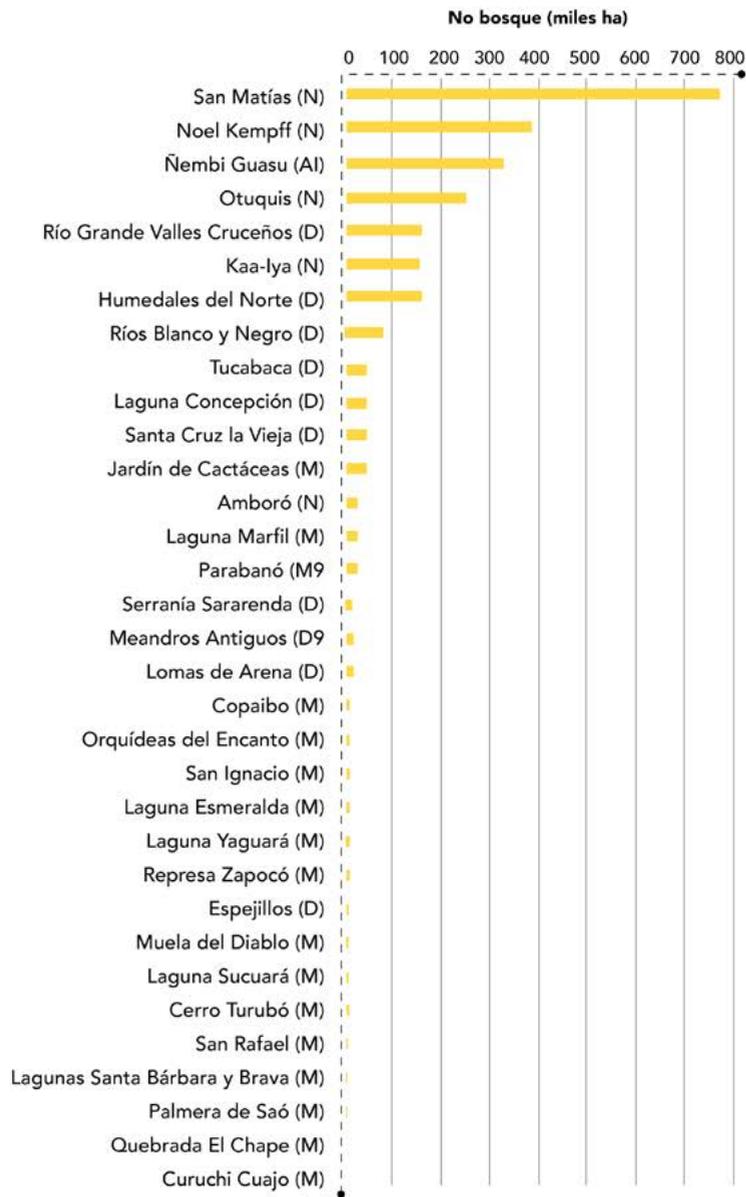


Figura 5



Superficie del área antrópica y boscosa para el año 2019, en las áreas protegidas del departamento de Santa Cruz. Entre paréntesis se indica si es de carácter nacional (N), departamental (D), municipal (M) o de la autonomía indígena (AI).

Figura 6



Superficie del área no boscosa y cuerpos de agua para el año 2019, en las áreas protegidas del departamento de Santa Cruz. Entre paréntesis se indica si es de carácter nacional (N), departamental (D), municipal (M) o de la autonomía indígena (AI).

Figura 7



Laguna Marfil

RECOMENDACIONES PARA LOS TOMADORES DE DECISIÓN

Puntos clave a sugerir a los tomadores de decisión en base al diagnóstico de la pérdida de cobertura y las proyecciones futuras:

- 1** Intensificar el control en campo para detectar oportunamente la deforestación en las áreas protegidas. Para ello, los cuerpos de protección (guardaparques y monitores ambientales) y técnicos deben estar bien equipados. Además, se debe capacitar a este personal en el uso de tecnologías para hacer un monitoreo de las áreas deforestadas.
- 2** Hacer un monitoreo satelital permanente de áreas deforestadas ilegalmente en áreas protegidas para evitar actividades antrópicas y favorecer su recuperación. Este monitoreo debería ser realizado mensualmente usando sensores remotos en la disponibilidad de imágenes. Se debe guiar a los equipos para la verificación en campo la pérdida de la cobertura natural.

- 3** Investigar el origen y responsables de cualquier tipo de deforestación ilegal ocurrida en áreas protegidas, hacer pública la información y aplicar procesos administrativos a los infractores.
- 4** Impulsar iniciativas de producción sostenible en las áreas protegidas, según categoría de manejo, que mejoren las condiciones de vida de las poblaciones locales.
- 5** Promover campañas de difusión y sensibilización con la población de las áreas protegidas y de la zona de amortiguamiento con información sobre estos espacios de protección, potencialidades, amenazas, zonificación, normativa y otros temas de interés.

AGRADECIMIENTOS

A Sixto Angulo, William Alfaro, Tito Arana, Huáscar Azurduy, Roger Coronado, Daniel Coimbra, Reinaldo Flores, Rossy Montaña, Edgar Viveros, Karla Villegas (SERNAP), por su ayuda en la obtención de datos de campo para la validación de la cobertura. Andrea Markos y Weimar Torres asistieron en el proceso de clasificación para algunos años del análisis.

REFERENCIAS

Breiman, L. 2001. Random forests. *Machine Learning* 45: 5-32.

Cuéllar, S., A. Rodríguez, J. Arroyo, S. Espinoza, & D. M. Larrea. 2012. Mapa de deforestación de las tierras bajas y los yungas de Bolivia 2000-2005-2010. Proyección Sistema de Coordenadas Geográficas Datum WGS84, Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 1 Mapa col. 75x70 cm

Eastman, R. J. 2015. *TerrSet Manual*. Clark University.

Eastman, J.R., M.E. Van Fossen & L.A. Solorzano. 2005. Transition potential modeling for land cover change. Pp. 357–386. En: Maguire, D., M. Batty & M. Goodchild (eds). *GIS, Spatial Analysis and Modeling*. ESRI Press, Redlands.

Gorelick, N., M. Hancher, M. Dixon, S. Ilyushchenko, D. Thau & R. Moore. 2017. Google Earth Engine: planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment* 202(1): 18-27.

Ibisch, P. & G. Mérida. 2003. Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: Editorial FAN.

Olofsson, P., G. Foody, M. Herold, S. Stehman, C. Woodcock, & M. Wuldere. 2014. Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment* 148: 42-57.

Puyravaud, J. P. 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management* 117: 593-596.

Servicio Nacional de Áreas Protegidas. 2013. Deforestación y regeneración de bosques en Bolivia y en sus áreas protegidas nacionales para los periodos 1990-2000 y 2000-2010. Ed. Servicio Nacional de Áreas Protegidas, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado y Conservación Internacional - Bolivia. La Paz, 36 pp.

ANEXOS



Lomas de Arena

Métodos

Recopilación y sistematización de la geodatabase

Para los análisis se usaron los límites de áreas protegidas nacionales, departamentales, municipales y de la autonomía indígena. La cobertura de las áreas nacionales fue elaborada por el Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) del año 2018 con base en la información cartográfica proporcionada por GeoBolivia (<https://geo.gob.bo>). Las otras coberturas de áreas protegidas fueron obtenidas desde la Dirección de Conservación del Patrimonio Natural (DICOPAN) del Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz y equipos técnicos de municipios. Para la proyección de los escenarios a futuro se usó la información cartográfica de la red de caminos (primarios, secundarios y terciarios) de OpenStreetMap (<https://www.openstreetmap.org/>), áreas protegidas del SERNAP, y la elevación basada en el modelo digital de elevación (DEM) del sensor Aster GDEM versión 2 (<http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp>).

Clasificación de la cobertura

Se realizó una clasificación de la cobertura natural y áreas antrópicas para todo el departamento de Santa Cruz para los años 1986, 2010, 2018 y 2019. Para este análisis se usaron escenas Landsat TM 5 y Landsat 8 OLI, caracterizadas por tener una resolución espacial de 30 m, y corregidas atmosféricamente (reflectancia superficial Tier 1).

La clasificación se realizó en una combinación de metodologías, programas y herramientas. Se empleó el análisis digital con la metodología de clasificación no supervisada que utiliza el algoritmo ISODATA (Interactive Self-Organizing Data Analysis Algorithm). Las escenas fueron descargadas desde el portal EarthExplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), con una cobertura de nubes inferior al 20%. La clasificación se llevó a cabo con 100 iteraciones y un umbral de convergencia igual a 1, dando como resultado una imagen temática agrupada en 25 clases espectrales. En el procedimiento de clasificación se empleó una combinación de bandas RGB específico. Posteriormente se realizó una evaluación visual a las clases temáticas, el cual consiste en agrupar y/o separar las clases que comparten afinidad estadística y espacial de los valores espectrales. Posteriormente se les aplicó una recodificación que permitió ordenar y eliminar la redundancia de clases y así obtener las cuatro clases finales de las coberturas establecidas para este estudio: bosque, no

bosque (vegetación herbácea/arbustiva y afloramientos rocosos), áreas antrópicas (área urbana, caminos, agricultura/ganadería, minería) y cuerpos de agua.

Adicionalmente, en la plataforma *Google Earth Engine* (GEE, Gorelick et al. 2017) realizamos clasificación supervisada utilizando el algoritmo *Random Forest* (RF), un método de aprendizaje automático no paramétrico basada en píxeles (Breiman 2001), ejecutado en la plataforma de computación en la nube. Obtuvimos los valores de la mediana de las escenas para cada año de análisis, con una cobertura de nubes inferior al 20 %, por lo que empleamos un enmascaramiento de nubes con el filtro de la banda QA. Entrenamos al clasificador RF con la dispersión de sitios de entrenamiento para las cuatro clases (boscosa, no boscosa, antrópico, agua).

Los resultados obtenidos con ISODATA y RF fueron evaluados y armonizados. Debido a la confusión en la clasificación resultante de las áreas antrópicas, se realizaron correcciones en pantalla con el programa ArcMap 10.6. Por último, debido a la complejidad y heterogeneidad espectral del área de estudio, se aplicó a las imágenes temáticas un filtro de 3x3 para eliminar el efecto de “sal y pimienta”, obteniendo como resultado una mayor nitidez en las clases al reasignar aquellos píxeles aislados.

La tasa anual del cambio de cobertura boscosa fue determinada a través el método estandarizado propuesto por Puyravaud (2003).

Validación de clasificación

Para evaluar el nivel de incertidumbre de la clasificación resultante se obtuvieron 940 puntos de verificación en campo entre los años 2017 y 2020, 295 de estos puntos fueron obtenidos con GPS, 369 sitios fueron tomados con el KoBo Collect y otros 276 con imágenes de ultra alta resolución adquiridas con vehículos aéreos no tripulados (UAV) de modelo DJI Mavic Pro. KoBo Collect es una aplicación abierta para dispositivos móviles que funciona en conjunto con un formulario creado para este estudio en el portal de internet KoBo ToolBox, con el cual se obtuvo información referente a la localidad, caracterización de cada sitio y cuatro registros fotográficos de respaldo georeferenciados para los cuatro puntos cardinales. Adicionalmente se distribuyeron 60 centroides en ArcMap para las lagunas mayores a 4 km². Los 1.000 puntos de verificación obtenidos en total fueron agrupados en cuatro categorías (bosque, no bosque, antrópico y agua), cruzados con la clasificación de cobertura para el año 2019 y analizados en una matriz de error propuesta por Olofsson *et al.* (2014). El nivel de confianza obtenido de la clasificación de la cobertura fue de 84%.

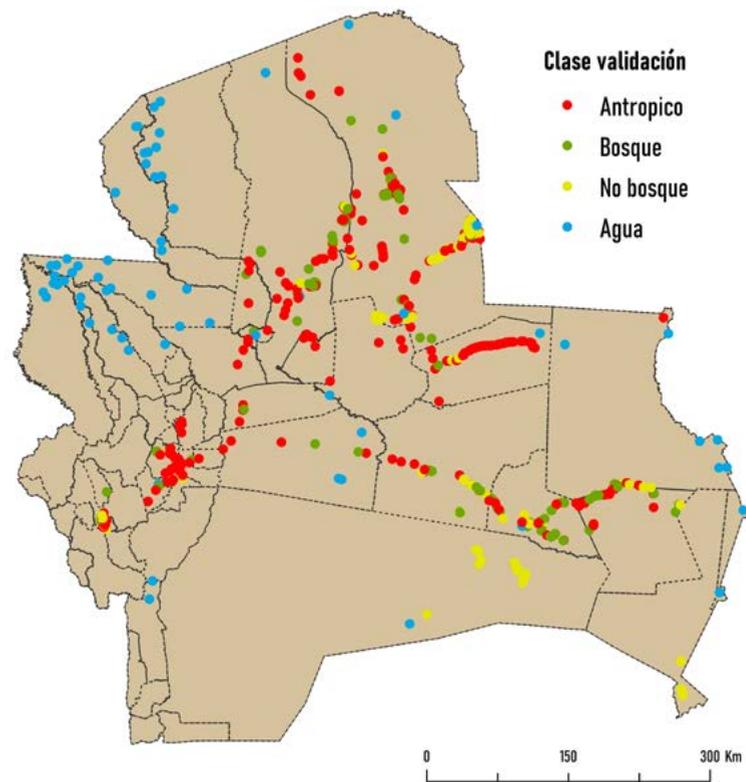
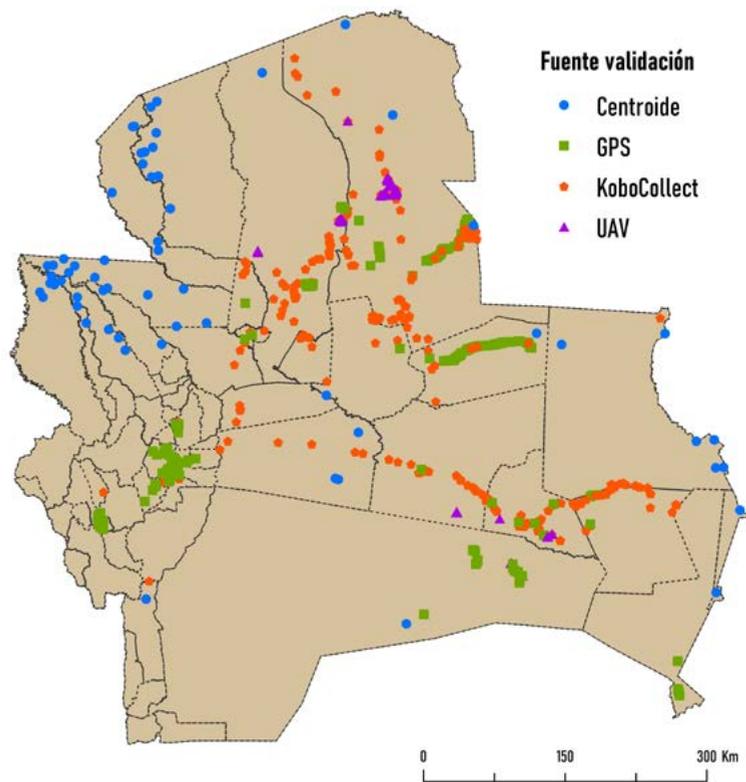


Figura 2

Sitios de validación para determinar el nivel de confianza de la clasificación de la cobertura natural y áreas antrópicas para el departamento de Santa Cruz.

Proyección de cambio a futuro

La proyección de la transformación a futuro bajo el escenario más crítico hasta el año 2050, fue modelada mediante un análisis de cambio entre 1986 y 2019. La predicción se realizó a través del módulo Modelador de Cambios Terrestres (LCM, Land Change Modeler, Eastman 2015). Se consideraron variables de factores geofísicos (elevación y pendiente), protección (áreas protegidas) y las distancias a la red de caminos de *OpenStreetMap*. La elevación se basó en el mosaico Aster GDEM y a partir de este DEM se construyó un mapa de pendiente en grados. El mapa de distancia de caminos fue calculado con la herramienta Cost (cost grow), con una distancia máxima de crecimiento de tipo infinito. Las variables fueron procesadas en el submodelo de transición potencial usando el Perceptrón de Multicapas (MLP, Multi-Layer Perceptron), en sus valores normales por defecto (Eastman et al. 2005). En el módulo de predicción de cambios se asignó una proyección hasta 2050 en la cadena de Markov. Se empleó además el desarrollo dinámico aleatorio de caminos y la ruta potencial de transición más alta.

Análisis de los datos

Se realizó una sobreposición de la cobertura de áreas antrópicas y cobertura natural para todos los años de análisis con las áreas protegidas, obtenidos resultados totales, así como también individuales en superficie y porcentajes.

Anexo 2

Superficie (ha) del área antrópica y la cobertura natural en las áreas protegidas del departamento de Santa Cruz.

Clase	1986		2010		2018		2019		2050	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Antrópico	50.718	0,3	117.368	0,8	207.551	1,4	223.496	1,5	6.496.062	44,4
Bosque	11.913.997	81,4	11.858.601	81,0	11.794.483	80,6	11.783.115	80,5	6.392.105	43,7
No Bosque	2.563.677	17,5	2.552.413	17,4	2.526.356	17,3	2.521.778	17,2	1.640.179	11,2
Agua	112.522	0,8	112.532	0,8	112.525	0,8	112.525	0,8	112.525	0,8

Anexo 3

Dinámica de cambio en la superficie (ha) del área antrópica, boscosa, no boscosa, y agua, en las áreas protegidas del departamento de Santa Cruz, para cinco periodos de análisis.

Clase	1986-2010	2010-2018	2018-2019	2019-2050	1986-2050
	ha	ha	ha	ha	ha
Antrópico	66.650	190.183	15.945	6.272.566	6.445.344
Bosque	-55.396	-64.118	-11.368	-5.391.010	-5.521.893
No Bosque	-11.264	-26.058	-4.578	-881.599	-923.498
Agua	11	-8	1	0	4

Anexo 4

Dinámica de cambios de la superficie (ha) del área antrópica en las áreas protegidas del departamento de Santa Cruz.

Áreas Protegidas	1986	2010	2018	2019	2050
Nacional	38.428	52.384	85.383	92.492	3.769.798
Área Natural de Manejo Integrado San Matías	1.066	6.525	29.983	34.646	1.850.774
Parque Nacional Noel Kempff Mercado	577	546	623	637	539.543
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró	25.487	42.733	49.724	51.704	94.500
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Kaa-lya del Gran Chaco	11.221	1.197	1.756	1.793	604.291
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Pantanal Otuquis	77	1.384	3.297	3.713	680.690
Departamental (Unidades de Conservación del Patrimonio Natural)	8.062	55.329	96.587	101.228	1.763.630
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Monumento Natural Departamental Espejillos	1	28	35	35	277
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Parque Natural Departamental Histórico y Arqueológico Santa Cruz La Vieja	1.211	1.948	7.848	8.067	36.842
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Parque Natural y Unidad Natural de Manejo Integrado Departamental Lomas de Arena	1.717	3.884	5.302	5.304	8.454
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental Ríos Blanco y Negro	74	715	892	1.021	1.054.281
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental en Cicatrices, de Meandros Antiguos del Río Ichilo	0	0	0	0	7.436
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental Serranía Sararenda	0	0	24	24	2.305
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental Tucabaca	781	2.967	6.164	6.423	145.288
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Reserva de Vida Silvestre Laguna Concepción	570	14.714	30.901	34.097	78.841
Unidad Natural de Manejo Integrado Departamental Río Grande Valles Cruceños	3.671	24.757	36.719	36.723	99.021
Unidad Natural de Manejo Integrado Departamental Humedales del Norte	38	6.317	8.702	9.533	330.884

Anexo 4 · Continuación

Áreas Protegidas	1986	2010	2018	2019	2050
Municipal	3.376	8.677	20.375	22.376	432.422
Área Natural de Manejo Integrado Municipal Laguna Marfil	336	2.942	6.491	7.074	49.813
Área Protegida Municipal de San Ignacio	0	0	0	88	68.272
Cerro Turubó	3	14	15	15	71
Jardín de Cactáceas de Bolivia	550	1.279	2.194	2.194	11.286
Laguna Represa Zapocó	65	55	406	408	810
Laguna Yaguarú	0	45	50	50	756
Lagunas Santa Bárbara y Brava	17	107	154	154	607
Microcuenca Quebrada El Chape	0	108	675	675	943
Monumento Natural Muela del Diablo	0	0	11	11	342
Orquídeas del Encanto	0	1	8	8	457
Palmera de Saó	2	13	21	21	511
Parabanó	1	143	256	256	5.485
Reserva Ecológica de Vida Silvestre Municipal Laguna Sucuará	156	436	487	487	1.089
Reserva Municipal de San Rafael	5	186	453	599	26.291
Reserva Municipal del Patrimonio Natural y Cultural del Copaibo de Concepción	24	589	6.014	7.192	261.782
Reserva Natural Curichi Cuajo	170	117	121	124	290
Santuario de Vida Silvestre y Área Natural de Manejo Integrado Laguna Esmeralda	2.048	2.642	3.017	3.018	3.617
Autonomía indígena	852	977	5.206	7.400	530.212
Área de Conservación e Importancia Ecológica Ñembi Guasu	852	977	5.206	7.400	530.212

Anexo 5

Dinámica de cambios de la superficie (ha)
del área boscosa en las áreas protegidas
del departamento de Santa Cruz.

Áreas Protegidas	1986	2010	2018	2019	2050
Nacional	7.861.090	7.849.716	7.831.730	7.827.025	4.709.832
Área Natural de Manejo Integrado San Matías	2.089.725	2.084.543	2.075.693	2.073.255	579.492
Parque Nacional Noel Kempff Mercado	1.191.234	1.191.311	1.191.243	1.191.231	677.794
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró	592.154	575.286	568.967	567.118	530.228
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Kaa-lya del Gran Chaco	3.244.086	3.255.902	3.254.541	3.254.505	2.677.765
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Pantanal Otuquis	743.892	742.674	741.286	740.916	244.552
Departamental (Unidades de Conservación del Patrimonio Natural)	2.623.830	2.583.441	2.548.706	2.545.274	1.105.061
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Monumento Natural Departamental Espejillos	971	950	943	943	910
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Parque Natural Departamental Histórico y Arqueológico Santa Cruz La Vieja	63.076	62.786	57.660	57.527	38.931
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Parque Natural y Unidad Natural de Manejo Integrado Departamental Lomas de Arena	7.196	5.194	4.889	4.889	2.643
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental Ríos Blanco y Negro	1.334.100	1.333.457	1.333.286	1.333.157	322.911
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental en Cicatrices, de Meandros Antiguos del Río Ichilo	12.676	12.676	12.676	12.676	7.345
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental Serranía Sararenda	59.419	59.419	59.396	59.396	57.764
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental Tucabaca	221.869	220.523	218.273	218.043	90.396
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Reserva de Vida Silvestre Laguna Concepción	81.599	68.767	54.413	52.055	21.731
Unidad Natural de Manejo Integrado Departamental Río Grande Valles Cruceños	557.841	539.629	529.251	529.247	510.746
Unidad Natural de Manejo Integrado Departamental Humedales del Norte	285.085	280.040	277.919	277.341	51.684

Anexo 5 · Continuación

Áreas Protegidas	1986	2010	2018	2019	2050
Municipal	585.403	581.861	572.795	571.088	184.498
Área Natural de Manejo Integrado Municipal Laguna Marfil	47.275	45.562	43.420	43.115	6.267
Área Protegida Municipal de San Ignacio	82.767	82.767	82.767	82.679	15.119
Cerro Turubó	209	200	198	198	142
Jardín de Cactáceas de Bolivia	234	125	75	75	26
Laguna Represa Zapocó	808	798	681	681	605
Laguna Yaguarú	295	269	264	264	21
Lagunas Santa Bárbara y Brava	625	620	584	584	138
Microcuenca Quebrada El Chape	3.659	3.554	2.994	2.994	2.726
Monumento Natural Muela del Diablo	4.936	4.936	4.925	4.925	4.719
Orquídeas del Encanto	509	508	507	507	458
Palmera de Saó	751	740	732	732	243
Parabanó	27.165	27.024	26.911	26.911	26.277
Reserva Ecológica de Vida Silvestre Municipal Laguna Sucuará	1.036	810	759	759	184
Reserva Municipal de San Rafael	67.256	67.079	66.812	66.666	40.980
Reserva Municipal del Patrimonio Natural y Cultural del Copaibo de Concepción	344.437	343.959	338.616	337.453	84.443
Reserva Natural Curichi Cuajo	210	263	258	255	90
Santuario de Vida Silvestre y Área Natural de Manejo Integrado Laguna Esmeralda	3.232	2.648	2.290	2.290	2.061
Autonomía indígena	843.673	843.583	841.251	839.729	392.714
Área de Conservación e Importancia Ecológica Ñembi Guasu	843.673	843.583	841.251	839.729	392.714

Anexo 6

Dinámica de cambios de la superficie (ha) del área no boscosa en las áreas protegidas del departamento de Santa Cruz.

Áreas Protegidas	1986	2010	2018	2019	2050
Nacional	1.603.952	1.601.353	1.586.342	1.583.937	1.023.824
Área Natural de Manejo Integrado San Matías	785.181	784.907	770.299	768.074	445.709
Parque Nacional Noel Kempff Mercado	392.102	392.063	392.054	392.051	366.582
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró	19.401	18.997	18.326	18.195	12.289
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Kaa-Iya del Gran Chaco	158.512	156.719	157.521	157.521	131.762
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Pantanal Otuquis	248.756	248.666	248.141	248.096	67.482
Departamental (Unidades de Conservación del Patrimonio Natural)	538.150	531.284	524.767	523.558	301.368
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Monumento Natural Departamental Espejillos	286	280	280	280	71
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Parque Natural Departamental Histórico y Arqueológico Santa Cruz La Vieja	33.024	32.576	31.802	31.717	21.538
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Parque Natural y Unidad Natural de Manejo Integrado Departamental Lomas de Arena	5.142	4.977	3.863	3.862	2.958
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental Ríos Blanco y Negro	78.253	78.254	78.249	78.249	35.234
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental en Cicatrices, de Meandros Antiguos del Río Ichilo	6.029	6.029	6.029	6.029	3.924
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental Serranía Sararenda	6.255	6.255	6.254	6.254	5.605
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental Tucabaca	42.102	41.262	40.315	40.285	29.067
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Reserva de Vida Silvestre Laguna Concepción	41.631	40.318	38.486	37.647	23.228
Unidad Natural de Manejo Integrado Departamental Río Grande Valles Cruceños	169.432	166.570	164.989	164.989	121.191
Unidad Natural de Manejo Integrado Departamental Humedales del Norte	155.995	154.762	154.499	154.246	58.552

Anexo 6 · Continuación

Áreas Protegidas	1986	2010	2018	2019	2050
Municipal	61.820	60.057	57.425	57.132	33.675
Área Natural de Manejo Integrado Municipal Laguna Marfíl	19.867	18.973	17.566	17.289	11.398
Área Protegida Municipal de San Ignacio	2.080	2.080	2.080	2.080	1.456
Cerro Turubó	25	25	25	25	25
Jardín de Cactáceas de Bolivia	21.698	21.079	20.214	20.214	11.171
Laguna Represa Zapocó	835	855	621	620	293
Laguna Yaguarú	776	758	757	757	295
Lagunas Santa Bárbara y Brava	121	32	21	21	14
Microcuenca Quebrada El Chape	10	6	0	0	0
Monumento Natural Muela del Diablo	159	159	159	159	34
Orquídeas del Encanto	2.352	2.352	2.346	2.346	1.946
Palmera de Saó	3	3	3	3	2
Parabanó	10.323	10.321	10.321	10.321	5.726
Reserva Ecológica de Vida Silvestre Municipal Laguna Sucuará	101	46	46	46	19
Reserva Municipal de San Rafael	30	25	25	25	19
Reserva Municipal del Patrimonio Natural y Cultural del Copaiibo de Concepción	2.584	2.496	2.414	2.399	819
Reserva Natural Curichi Cuajo	0	0	0	0	0
Santuario de Vida Silvestre y Área Natural de Manejo Integrado Laguna Esmeralda	855	845	828	828	458
Autonomía indígena	359.755	359.720	357.822	357.151	281.310
Área de Conservación e Importancia Ecológica Ñembi Guasu	359.755	359.720	357.822	357.151	281.310

Anexo 7

Dinámica de cambios de la superficie (ha) de los cuerpos de agua en las áreas protegidas del departamento de Santa Cruz.

Áreas Protegidas	1986	2010	2018	2019	2050
Nacional	52.415	52.432	52.431	52.432	52.432
Área Natural de Manejo Integrado San Matías	38.790	38.786	38.786	38.787	38.787
Parque Nacional Noel Kempff Mercado	5.903	5.896	5.896	5.896	5.896
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró	945	971	970	970	970
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Kaa-Iya del Gran Chaco	732	732	732	732	732
Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Pantanal Otuquis	6.047	6.047	6.047	6.047	6.047
Departamental (Unidades de Conservación del Patrimonio Natural)	55.769	55.757	55.752	55.752	55.752
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Monumento Natural Departamental Espejillos	0	0	0	0	0
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Parque Natural Departamental Histórico y Arqueológico Santa Cruz La Vieja	0	0	0	0	0
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Parque Natural y Unidad Natural de Manejo Integrado Departamental Lomas de Arena	22	22	22	22	22
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental Ríos Blanco y Negro	5.874	5.876	5.875	5.875	5.875
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental en Cicatrices, de Meandros Antiguos del Río Ichilo	874	873	873	873	873
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental Serranía Sararenda	6	6	6	6	6
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Refugio de Vida Silvestre Departamental Tucabaca	0	0	0	0	0
Unidad de Conservación del Patrimonio Natural, Reserva de Vida Silvestre Laguna Concepción	6.205	6.207	6.205	6.205	6.205
Unidad Natural de Manejo Integrado Departamental Río Grande Valles Cruceños	811	798	796	796	796
Unidad Natural de Manejo Integrado Departamental Humedales del Norte	41.977	41.975	41.974	41.974	41.974

Anexo 7 · Continuación

Áreas Protegidas	1986	2010	2018	2019	2050
Municipal	4.299	4.305	4.304	4.304	4.304
Área Natural de Manejo Integrado Municipal Laguna Marfíl	3.439	3.439	3.439	3.439	3.439
Área Protegida Municipal de San Ignacio	0	0	0	0	0
Cerro Turubó	0	0	0	0	0
Jardín de Cactáceas de Bolivia	0	0	0	0	0
Laguna Represa Zapocó	192	192	192	192	192
Laguna Yaguarú	119	119	119	119	119
Lagunas Santa Bárbara y Brava	525	530	529	529	529
Microcuenca Quebrada El Chape	0	0	0	0	0
Monumento Natural Muela del Diablo	0	0	0	0	0
Orquídeas del Encanto	0	0	0	0	0
Palmera de Saó	1	1	1	1	1
Parabanó	0	0	0	0	0
Reserva Ecológica de Vida Silvestre Municipal Laguna Sucuará	23	23	23	23	23
Reserva Municipal de San Rafael	0	0	0	0	0
Reserva Municipal del Patrimonio Natural y Cultural del Copaibo de Concepción	0	0	0	0	0
Reserva Natural Curichi Cuajo	0	0	0	0	0
Santuario de Vida Silvestre y Área Natural de Manejo Integrado Laguna Esmeralda	0	0	0	0	0
Autonomía indígena	38	38	38	38	38
Área de Conservación e Importancia Ecológica Ñembi Guasu	38	38	38	38	38



www.observatoriochiquitano.org