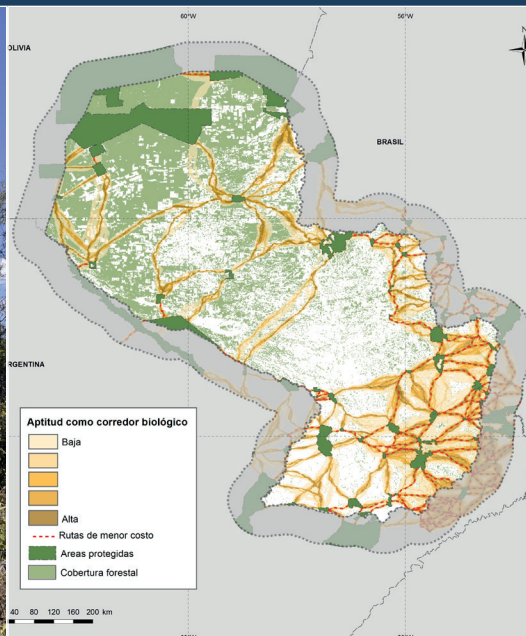




Mapeo de los beneficios múltiples de REDD+ en Paraguay: análisis adicionales para orientar la toma de decisiones sobre políticas y medidas REDD+



PROGRAMA
ONU-REDD+
PARAGUAY

PROGRAMA
ONU-REDD



INSTITUTO
**FORESTAL
NACIONAL**



TEKOHÁ
RESAI
MINISTERIO DE
AMBIENTE



PROGRAMA ONU-REDD+ PARAGUAY

PROGRAMA
ONU-REDD



Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura



INSTITUTO FORESTAL NACIONAL



TEKOHIA RESAI
MINISTERIO DEL AMBIENTE



El Programa ONU-REDD es “el programa de colaboración para reducir las emisiones de la deforestación y la degradación de bosques (REDD+) en países en desarrollo”. El Programa se lanzó en 2008 y cuenta con la experiencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). El Programa ONU-REDD apoya los procesos de REDD+ de cada país y promueve la participación activa e informada de todos los interesados, incluyendo los pueblos indígenas y otras comunidades que dependen de los bosques, en la implementación de REDD+ a nivel nacional e internacional.

El Centro de Monitoreo de la Conservación Mundial del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP-WCMC, por sus siglas en inglés) es el centro especialista en la evaluación de la biodiversidad del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la organización ambiental intergubernamental más importante del mundo. El Centro lleva trabajando más de 30 años, combinando la investigación científica con el asesoramiento práctico sobre política pública.

La reproducción de esta publicación está autorizada para fines educativos o sin ánimo de lucro, sin ningún otro permiso especial, a condición de que se indique la fuente de la que proviene. La reutilización de cualquiera de las ilustraciones está sujeta a su autorización por parte de los titulares de los derechos originales. La publicación no podrá utilizarse para la venta ni para ningún otro propósito comercial sin previa autorización por escrito del PNUMA. Las solicitudes para tal autorización, con una descripción del propósito y el alcance de la reproducción; deben enviarse al Director, UNEP-WCMC, 219 Huntingdon Road, Cambridge, CB3 0DL, Reino Unido.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

Los contenidos de este informe no reflejan necesariamente las opiniones o políticas del PNUMA, las organizaciones contribuyentes o los redactores. Las denominaciones empleadas y la presentación de materiales en este informe no implican la expresión de ninguna opinión por parte del PNUMA u organizaciones contribuyentes, redactores o editores relativas a la condición jurídica de cualquier país, territorio, ciudad, zona o de sus autoridades, ni respecto a la delimitación de sus fronteras o límites, o la designación de su nombre, fronteras o límites. La mención de una entidad comercial o un producto en esta publicación no implica promoción alguna por parte del PNUMA.

AUTORES

Shaenandhoa García-Rangel, Judith Walcott, Xavier de Lamo, Arnout van Soesbergen, Andy Arnell, Steven King, Lera Miles, Yara Shennan-Farpón y Valerie Kapos
UNEP World Conservation Monitoring Centre
219 Huntingdon Road
Cambridge CB3 0DL, Reino Unido
Correo electrónico: ccb@unep-wcmc.org

Juan Ferrando
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
Oficina Regional para América Latina y el Caribe
Clayton, Ciudad del Saber, Avenida Morse, Edificio 103
Corregimiento de Ancón, Ciudad de Panamá, Panamá
Correo electrónico: juan.ferrando@unep.org

COLABORADORES

César Balbuena (FAO, ONU-REDD)
Lilian Benítez (INFONA)
Néstor Cabral (Consultor, PNUMA ONU-REDD)
Gustavo Casco (SEAM)
Luz Marina Coronel (SEAM)
Roberto López (PNUMA, ONU-REDD)

María José Mendoza (SEAM)
Mirta Pereira (FAPI)
Jorge Ramírez (INFONA)
Nélida Rivarola (SEAM)
Héctor Vera (SEAM)
Gabriela Viñales (PNUMA, ONU-REDD)

CITA

PNUMA ONU-REDD+/SEAM/INFONA/FAPI. 2016. *Mapeo de los beneficios múltiples de REDD+ en Paraguay: análisis adicionales para orientar la toma de decisiones sobre políticas y medidas REDD+*. Asunción, Paraguay: FAO/PNUMA/PNUMA.

Disponibles en línea en: <http://www.bit.ly/paraguaybeneficiosmultiples2>

©2016 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente



UNEP



WCMC

UNEP World Conservation Monitoring Centre
219 Huntingdon Road,
Cambridge, CB3 0DL, Reino Unido
Tel: +44 (0) 1223 277314
Fax: +44 (0) 1223 277136
Correo electrónico: ccb@unep-wcmc.org

El PNUMA promueve prácticas ambientalmente responsables a nivel mundial y en sus propias actividades. Esta publicación ha sido impresa en pulpa de bosques gestionados sosteniblemente. Nuestra política de impresión y distribución tiene como objetivo reducir la huella de carbono del PNUMA.

Mapeo de los beneficios múltiples de REDD+ en Paraguay: análisis adicionales para orientar la toma de decisiones sobre políticas y medidas REDD+

SIGLAS

CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
ETN	Equipo Técnico Nacional
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAPI	Federación por la Autodeterminación de Pueblos Indígenas
INFONA	Instituto Forestal Nacional
PNC ONU-REDD+	Programa Nacional Conjunto ONU-REDD+
PNUD	Programa las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PAMs	Policies and measures
PyMs	Políticas y medidas
REDD	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los bosques
SEAM	Secretaría del Ambiente
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNEP-WCMC	Centro de Monitoreo de la Conservación Mundial del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

CRÉDITOS DE LAS IMÁGENES

Portada:

©Proyecto Paisajes de Producción Verde. Green Commodities.

Imagen de Arcadiuš <http://flic.kr/p/9ARnFL> (CC BY 2.0).

Mapa de corredores biológicos potenciales entre áreas silvestres protegidas, UNEP-WCMC.

Contraportada:

Imagen de Paraguay-Rundschau <https://flic.kr/p/cSeL1A> (CC BY 2.0).

Imagen de Ronald Woan <http://flic.kr/p/bH3hmv> (CC-BY-NC 2.0).

Imagen de queulat00 <http://flic.kr/p/bprSiC> (CC BY 2.0).



Índice

Resumen ejecutivo	1
Executive summary	2
1. Introducción y contexto	3
2. Análisis adicionales sobre los beneficios múltiples de REDD+ en el Paraguay.....	4
2.1. Corredores biológicos potenciales entre áreas silvestres protegidas del Paraguay	4
2.2. Importancia relativa de los bosques del Paraguay para el control de la erosión hídrica del suelo	7
2.2.1 Contribución de los bosques en el control de la erosión hídrica del suelo	7
2.2.2 Prevención de la erosión hídrica por parte de los bosques y la capacidad del suelo para el desarrollo de actividades agropecuarias	9
2.2.3 Valoración del servicio de retención de sedimentos aportado por los bosques en función de los ríos navegables.....	11
2.3. Importancia relativa de los bosques del Paraguay en el control de la erosión eólica.....	13
3. Planificación espacial como herramienta para orientar el diseño y la implementación de políticas y medidas REDD+ en el Paraguay	15
3.1. Implementación de un Régimen de Servicios Ambientales en el Paraguay de acuerdo con lo establecido por la Ley N° 3001/2006 de Valoración y Retribución de los Servicios Ambientales.....	16
3.2. Implementación de prácticas agroforestales que contribuyan con los esfuerzos de mitigación del cambio climático y desarrollo sostenible del Paraguay	19
4. Conclusión.....	21
5. Referencias.....	22

Índice de tablas

Tabla 1. Umbrales seleccionados para evaluar la provisión de servicios ambientales priorizados en la Ley N° 3001/2006 de Valoración y Retribución de los Servicios Ambientales	16
Tabla 2. Umbrales seleccionados para evaluar la provisión de beneficios múltiples a partir de la implementación de prácticas agroforestales.....	19



Índice de mapas

Mapa 1.	Corredores biológicos potenciales entre áreas silvestres protegidas	6
Mapa 2.	Importancia de los bosques en el control de la pérdida de suelo por erosión hídrica	8
Mapa 3a.	Importancia de los bosques en el control de la erosión hídrica de suelos importantes para la producción agropecuaria	10
Mapa 3b.	Cobertura forestal del Paraguay.....	10
Mapa 4.	Valoración del servicio de retención de sedimentos aportado por los bosques en función de los ríos navegables.....	12
Mapa 5.	Importancia de los bosques en el control de la erosión eólica.....	14
Mapa 6.	Ecorregiones del Paraguay	15
Mapa 7a.	Convergencia de servicios ambientales priorizados por la Ley N° 3001/2006 en zonas boscosas del Paraguay en el marco del establecimiento de un Régimen de Servicios Ambientales	18
Mapa 7b.	Servicios ambientales priorizados por la Ley N° 3001/2006 en zonas boscosas de acuerdo a la incidencia de pobreza en el territorio paraguayo	18
Mapa 8a.	Beneficios múltiples que pudieran ser obtenidos en zonas agrícolas a partir de la introducción de prácticas agroforestales	20
Mapa 8b.	Convergencia de beneficios múltiples que pudieran ser obtenidos en zonas agrícolas a partir de la introducción de prácticas agroforestales en relación a las áreas silvestres protegidas del Paraguay	20



Resumen ejecutivo

La República del Paraguay, con el apoyo del Programa ONU-REDD, lleva a cabo actividades de preparación para la implementación de REDD+. REDD+ es una iniciativa que busca reducir las emisiones derivadas de la deforestación y degradación forestal en países en desarrollo, así como fomentar la conservación y el manejo sostenible de sus bosques y la mejora/aumento de las reservas de carbono forestal. Cuando son diseñadas adecuadamente, las políticas y medidas (PyMs) para la implementación de REDD+, tienen el potencial de generar beneficios sociales y ambientales adicionales, a veces llamados “beneficios múltiples”.

Los análisis espaciales del territorio pueden apoyar el desarrollo e implementación de estrategias nacionales REDD+, identificando áreas dónde las acciones REDD+ pudieran proporcionar beneficios más allá de la mitigación del cambio climático. En 2015, El Programa Nacional Conjunto ONU-REDD+ (PNC ONU-REDD+) Paraguay publicó un análisis de este tipo (Walcott et al. 2015), identificando áreas con potencial para proveer beneficios múltiples a través de REDD+ y aquellas áreas bajo presión por deforestación.

A fin de profundizar la integración de los beneficios múltiples en la planificación REDD+ del Paraguay, se llevó a cabo una nueva serie de análisis espaciales y un ejercicio de valoración monetaria, en base a un conjunto de beneficios no considerados anteriormente. Los beneficios evaluados fueron priorizados por partes interesadas nacionales por considerarlos de interés para la implementación de REDD+ en el Paraguay. Los análisis que se presentan aquí pudieran servir como insumo para orientar la actual generación de la Estrategia Nacional REDD+ en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2030 (PND), así como el diseño e implementación de PyMs específicas. Este esfuerzo pretende además contribuir a asegurar que tanto los beneficios múltiples, como los riesgos asociados a REDD+, estén debidamente considerados en procesos de planificación del Paraguay.

Este informe contiene los siguientes análisis:

- Corredores biológicos potenciales, mostrando las áreas boscosas clave para el mantenimiento de la conectividad entre áreas silvestres protegidas.
- El rol de los bosques en el control de la pérdida de suelo por erosión hídrica, incluyendo un análisis económico y otro relacionado a la capacidad del suelo para el desarrollo de actividades agropecuarias. Este análisis ilustra la contribución potencial de parches boscosos, especialmente en

la región oriental, en la prevención de la erosión hídrica que pudiera afectar la productividad agrícola y elevar los costos de la producción de energía hidroeléctrica.

- Importancia relativa de los bosques en el control de la erosión eólica, que demuestra cómo la actual presión de deforestación sobre los bosques secos del Chaco podría ocasionar pérdidas importantes de suelo debido a este proceso.

Finalmente, se utilizaron los resultados generados en estos análisis como insumo para evaluaciones piloto sobre beneficios múltiples potenciales asociados a PyMs relevantes para la aplicación de REDD+ en el Paraguay: (1) implementación de un Régimen de Servicios Ambientales e (2) implementación de prácticas agroforestales. Los análisis evidenciaron una distribución heterogénea de beneficios potenciales en el país, y ejemplificaron la utilidad de la planificación espacial como herramienta para orientar la toma de decisiones. El ejemplo sobre el Régimen de Servicios Ambientales muestra un potencial para conjugar la provisión de un conjunto de beneficios prioritarios a través de la conservación de bosques, así como para proveer oportunidades de generación de fuentes alternativas de ingreso para poblaciones vulnerables. Por su parte, el análisis orientado a la introducción de prácticas agroforestales demuestra la ganancia social y ambiental que puede ser obtenida a través de la promoción de técnicas productivas sostenibles, y su relevancia para el sistema de áreas silvestres protegidas del Paraguay. La información contenida en este informe, en combinación con la presentada en el informe anterior, muestra cómo los análisis espaciales y económicos pueden apoyar el desarrollo de una Estrategia Nacional REDD+ y contribuir al diseño e implementación de PyMs.

Las políticas y medidas de REDD+ pueden generar beneficios sociales y ambientales además de contribuir en la mitigación del cambio climático.

Imagen de Paraguay-Rundschau <https://flic.kr/p/cSeL1A> (CC BY 2.0).



Executive summary

The Republic of Paraguay, with the support of the UN-REDD Programme, is preparing for the implementation of REDD+. REDD+ is an initiative to reduce emissions from deforestation and forest degradation in developing countries, which also seeks to promote conservation and sustainable development of forests and enhancement of forest carbon stocks. Well-designed REDD+ policies and measures (PAMs) also have the potential to deliver additional social and environmental benefits, sometimes called “multiple benefits”.

Spatial analyses have the potential to support the development and implementation of national REDD+ strategies, identifying areas where REDD+ actions could provide benefits beyond climate change mitigation. In 2015, the UN-REDD National Joint Programme in Paraguay published an analysis of this type (Walcott et al. 2015), identifying areas with the potential for the provision of multiple benefits through REDD+, and areas under pressure from deforestation.

To support the integration of multiple benefits into REDD+ planning in Paraguay, a new series of analyses were undertaken, together with work on economic valuation. This was based on a set of benefits not considered in the previous work, and which were prioritized by national counterparts due to their relevance for REDD+ implementation in Paraguay. The analyses presented here are of potential use for the development of the National REDD+ Strategy in Paraguay, which is framed within the National Development Plan 2030 (PND, Spanish acronym), as well for the planning and implementation of specific PAMs. This effort also aims to help ensure that both the multiple benefits and the risks associated with REDD+ actions, are adequately considered in planning processes within Paraguay.

This report includes the following analysis:

- Potential biological corridors, which identifies forest areas that are important for ensuring connectivity between protected areas.
- The role of forests in preventing water-induced soil erosion, including analyses related to economic valuation and an analysis related to preserving soil capacity for agricultural use. These assessments illustrate the potential contribution of forests in Paraguay, especially within the eastern region, to prevent water-induced erosion that could affect agricultural productivity and increase the costs of hydroelectric energy production.

- Relative importance of forests in preventing wind erosion, which illustrates how deforestation in the dry forests of the Chaco could result in significant losses of soil.

The analyses described above, were also used as inputs for pilot analyses on potential multiple benefits that could be provided by specific PAMs of relevance for the implementation REDD+ in Paraguay: (1) implementation of an ecosystem services programme and (2) implementation of agroforestry practices. These analyses show that ecosystem services provided by forests are differentially distributed in the country, and illustrate the usefulness of spatial planning as a tool to support decision-making. The example of the implementation of an ecosystem services programme shows the potential for forest conservation to contribute to the provision of a set of priority benefits, and also generate opportunities for alternative sources of income in vulnerable communities. The analysis focused on the introduction of agroforestry practices demonstrates the social and environmental benefits that can be obtained through the promotion of sustainable production techniques, and its relevance to the system of Protected Wildlife Areas of Paraguay. The information provided in this report, in combination with that in the previous report, demonstrate that both spatial and economic analyses could support the development of a national REDD+ strategy and contribute to the design and implementation of PAMs.

REDD+ policies and measures can help to deliver social and environmental benefits beyond climate change mitigation alone.
© PNUD Paraguay.



1. Introducción y contexto

La República del Paraguay, con el apoyo del Programa ONU-REDD, está actualmente preparando la implementación de REDD+, una iniciativa cuyo objetivo principal es contribuir a la mitigación del cambio climático a través de la conservación y mejora de reservas forestales de carbono. Cuando son diseñadas adecuadamente, las acciones REDD+ tienen el potencial de generar beneficios sociales y ambientales adicionales. Sin embargo, su planificación e implementación puede conllevar ciertos riesgos. REDD+ será más sostenible a largo plazo y más atractivo para las partes interesadas relevantes, si con su implementación se asegura la provisión de beneficios múltiples y se evitan riesgos. Esto concuerda con las salvaguardas de la CMNUCC para REDD+ desarrolladas con el fin de promover sus beneficios y evitar sus riesgos.

Los análisis espaciales del territorio pueden apoyar el desarrollo de estrategias nacionales y la implementación de planes para REDD+. Éstos permiten la identificación de áreas donde las acciones REDD+ pueden proporcionar beneficios más allá de los asociados a la mitigación del cambio climático, pues facilitan la identificación de zonas bajo presión por deforestación, aptas para la restauración forestal y/o con potencial para la provisión de beneficios sociales y ambientales. En 2015, El Programa Nacional Conjunto ONU-REDD+ (PNC ONU-REDD+) Paraguay publicó un análisis de este tipo (Walcott et al. 2015), identificando áreas con potencial para proveer beneficios múltiples a través de REDD+ y aquellas áreas bajo presión por deforestación.

A fin de profundizar la integración de los beneficios múltiples en la planificación nacional REDD+ del Paraguay, se generó una serie de análisis espaciales adicionales, así como un ejercicio de valoración monetaria, enfocados en un conjunto de beneficios no considerados en el primer informe. Al igual que para el caso anterior, los beneficios evaluados aquí fueron priorizados por partes interesadas nacionales y el Equipo Técnico Nacional (ETN) del PNC ONU-REDD+ Paraguay, por considerarlos de gran interés para la planificación de políticas y medidas (PyMs) que pudieran apoyar la implementación de REDD+ en el Paraguay. Los análisis presentados aquí pudieran servir como insumos para orientar los procesos actuales de desarrollo y finalización de la Estrategia Nacional REDD+, dentro del marco del Plan Nacional de Desarrollo 2030 (PND) (Secretaría del Ambiente 2015), así como el diseño e implementación de PyMs específicas de especial interés para el Paraguay en el contexto REDD+. Este esfuerzo pretende además contribuir a asegurar que tanto los beneficios múltiples, como los riesgos asociados a REDD+,

estén debidamente considerados en los procesos de planificación.

Los análisis consistieron en evaluar beneficios múltiples de importancia para la planificación REDD+, a saber:

- Corredores biológicos potenciales entre áreas silvestres protegidas del Paraguay, que podrían ayudar a mantener procesos ecosistémicos asegurando la provisión servicios claves y la conservación de la biodiversidad.
- La importancia de los bosques del Paraguay en el control de la pérdida de suelo por erosión hídrica, el valor monetario de este servicio en cuanto a la reducción de costos asociados al dragado de sedimentos en ríos navegables, y la relación entre la erosión hídrica y la capacidad del suelo para el desarrollo de actividades agropecuarias. Esta información es importante para la planificación de REDD+, ya que permitiría contemplar la provisión de beneficios esenciales para el desarrollo de actividades económicas claves para el Paraguay.
- La importancia relativa de los bosques en el control de la erosión eólica, que apoyaría la priorización de PyMs en áreas vulnerables a ser degradadas por este proceso.

Adicionalmente y con el objetivo de contribuir con esfuerzos nacionales asociados a la implementación de PyMs potencialmente prioritarias para reducir la deforestación en el Paraguay, se generó información espacial preliminar que pudiera orientar la toma de decisiones sobre la implementación de PyMs relevantes para REDD+ en el país (PNC ONU-REDD+ Paraguay 2016). Las PyMs consideradas para estos análisis pilotos fueron: (a) implementación de un Régimen de Servicios Ambientales en el Paraguay e (b) implementación de prácticas agroforestales que contribuyan con los esfuerzos de mitigación del cambio climático y desarrollo sostenible. Esta evaluación también responde con la visión integral de desarrollo establecida en el PND.

El presente esfuerzo fue llevado a cabo conjuntamente con las contrapartes nacionales del PNC ONU-REDD+ Paraguay, que cuenta con la colaboración de la Secretaría del Ambiente (SEAM), el Instituto Forestal Nacional (INFONA), la Federación por la Autodeterminación de Pueblos Indígenas (FAPI). Los análisis incluidos en este trabajo, así como los resultados del estudio previo de beneficios múltiples de REDD+ en el Paraguay, pueden resultar de utilidad para planificadores y responsables políticos durante el desarrollo de la Estrategia Nacional REDD+. Además, los análisis pueden ser insumos





La deforestación y degradación de los bosques paraguayos amenazan la provisión de servicios sociales y ambientales.

© PNUD Paraguay.

importantes para priorizar PyMs específicas y planes para su implementación, teniendo en cuenta que la idoneidad de diferentes áreas para proporcionar beneficios ambientales y sociales, así como los riesgos y los costos potenciales de implementación, varían espacialmente. Este informe viene acompañado de un reporte técnico que presenta los detalles metodológicos de los análisis presentados aquí. Para mayor información sobre estas consideraciones refiérase a de Lamo et al. (2016).

2. Análisis adicionales sobre los beneficios múltiples de REDD+ en el Paraguay

En esta sección se describen los hallazgos de los siguientes análisis sobre los beneficios sociales y ambientales que pueden ser provistos por REDD+, más allá de la mitigación del cambio climático: (a) corredores biológicos potenciales entre áreas silvestres protegidas del Paraguay; (b) la importancia de los bosques del Paraguay en el control de la pérdida de suelo por erosión hídrica, el valor monetario de este servicio en cuanto a la reducción de costos asociados al dragado de sedimentos en ríos navegables, y la relación entre la erosión hídrica y la capacidad del suelo para el desarrollo de actividades agropecuarias; así como (d) la importancia relativa de los bosques en el control de la erosión eólica.

2.1 Corredores biológicos potenciales entre áreas silvestres protegidas del Paraguay

La fragmentación de hábitat es considerada uno de los procesos antrópicos con efectos más negativos sobre la diversidad biológica (Fahrig 2003). En particular la deforestación y consecuente fragmentación de ecosistemas boscosos amenaza a una gran cantidad de especies a nivel mundial (Myers et al. 2000; UICN 2015). En el Paraguay, la conversión de áreas boscosas a zonas agropecuarias ha ocasionado una importante fragmentación de estos ecosistemas (Aide et al. 2013), creando un paisaje compuesto de parches de bosque cada vez más pequeños y aislados (Gorresen y Willig 2004). Es por este motivo que el Paraguay ha identificado el mantenimiento por corredores biológicos como un importante beneficio potencial de REDD+ para el país.

Los corredores biológicos, entendidos como un mosaico de diferentes tipos de uso del suelo manejado para conectar fragmentos de hábitat a través del paisaje (Bennett 1998; Miller et al. 2001), se han erigido como una de las principales herramientas propuestas para atenuar los efectos de la fragmentación, debido a su capacidad para mantener la conectividad de especies animales y vegetales, pudiendo también así disminuir el riesgo de extinción de especies amenazadas (Crooks y Sanjaya 2006; Worboys et al. 2010). La identificación de estos corredores, sin embargo, resulta compleja debido a las diferentes capacidades y patrones de desplazamiento de las especies a través del paisaje. Un mismo fragmento



de hábitat, por ejemplo, puede resultar útil como corredor para ciertos grupos biológicos como las aves pero no para otros (ej. anfibios, réptiles, mamíferos) (Crooks y Sanjaya 2006).

Con base en información sobre 53 vertebrados terrestres que usan hábitats forestales, y que se consideran amenazados o “Casi Amenazados” según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (UICN 2015), el Mapa 1 muestra los corredores biológicos potenciales entre las áreas silvestres protegidas del Paraguay. Las especies utilizadas en este análisis fueron acordadas por contrapartes nacionales. Este producto fue generado a partir de la base de datos de la UICN y análisis llevados a cabo en la herramienta de planificación espacial Zonation, desarrollada para orientar decisiones relacionadas con la conservación de la biodiversidad (Moilanen et al. 2014) (para mayor detalle sobre los métodos de este análisis ver de Lamo et al. 2016). Este análisis permitió establecer la aptitud como corredor biológico entre áreas silvestres protegidas del territorio paraguayo, así como “rutas de menor costo” que dada su longitud, tendrían mayor posibilidad de ser consideradas como figuras de manejo para conservar la conectividad ecológica. El área evaluada en este caso abarcó la superficie total del Paraguay, más una zona búfer de 60 km a lo largo de la frontera, con el fin de evaluar la conectividad

potencial más allá de los límites administrativos del país y explorar las posibilidades de conservación a nivel transfronterizo.

Este análisis determinó de forma preliminar la utilidad potencial de los bosques (mayoritariamente) como corredores biológicos entre las áreas silvestres protegidas del Paraguay. La zona del sureste del país presenta la mayor cantidad de corredores biológicos potenciales (Mapa 1). Esto es probablemente debido a que es la zona con más probabilidad de encontrar una mayor cantidad de especies consideradas, además de que existe un número mayor de áreas silvestres protegidas y una menor distancia entre ellas. Es importante resaltar también que el hecho que un determinado corredor sea potencialmente el más apto para el conjunto de especies consideradas aquí, esto no necesariamente implica su aptitud para una especie en particular (de Lamo et al. 2016). Este producto, junto con otras fuentes de información, puede servir como base para estudios más exhaustivos y para apoyar la toma de decisiones en relación al fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas, así como el mantenimiento de la conectividad entre estas unidades, además de como herramienta para orientar el diseño y la implementación de otras PyMs específicas asociadas a REDD+ (ver Sección 3.2, sobre implementación de prácticas agroforestales).

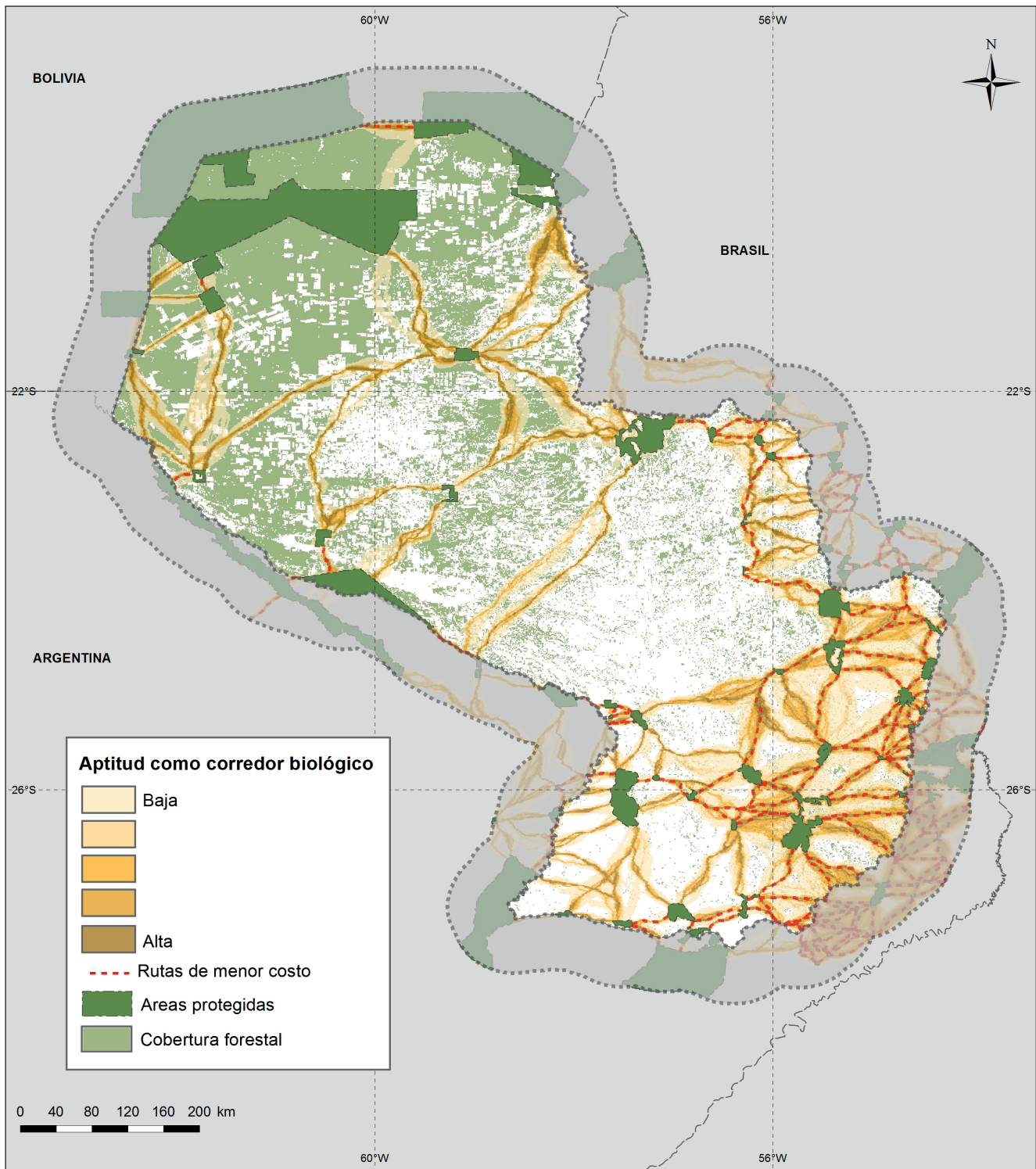
El mantenimiento de corredores biológicos es reconocido por el Paraguay como un importante beneficio potencial de REDD+ y puede favorecer la protección de especies amenazadas.

Imagen de Alan Hopkins <http://flic.kr/p/einu65> (CC-BY-NC-ND 2.0).



Mapa 1. Corredores biológicos potenciales entre áreas silvestres protegidas

Este mapa muestra áreas de potencial utilidad para asegurar la conectividad de áreas silvestres protegidas que albergan especies prioritarias asociadas a ecosistemas boscosos en el Paraguay. En estas zonas, las acciones REDD+ destinadas a conservar o restaurar bosques pueden contribuir a mantener la conectividad entre áreas silvestres protegidas y la viabilidad a largo plazo de especies asociadas. Las rutas de menor costo (en color rojo y línea pespunteada) indican zonas que probablemente tengan mayor probabilidad de ser materializadas como figuras de manejo para conservar la conectividad ecológica debido a su longitud.



Metodología y fuentes de datos:

Áreas silvestres protegidas: Secretaría del Ambiente (SEAM). *Áreas silvestres protegidas*. Dirección General de Protección y Conservación de la Biodiversidad de la Secretaría del Ambiente. Asunción, Paraguay: SEAM. 2011.

Cobertura forestal: DiMiceli et al. *Annual Global Automated MODIS Vegetation Continuous Fields (MOD44B) at 250m Spatial Resolution for Data Years Beginning Day 65, 2000-2010, Collection 5 Percent Tree Cover*. University of Maryland, USA. 2011.

Vertebrados terrestres amenazados: Basado en las especies amenazadas priorizadas por las contrapartes nacionales e información disponible en: UICN (2015). Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Versión 2015-3.

Un área de estudio que abarca la superficie del Paraguay y un búfer de 60 km a lo largo de la frontera se utilizó para identificar corredores biológicos potenciales entre áreas silvestres protegidas del Paraguay. Esto se realizó generando una capa de valor de conservación basada en la distribución de 53 vertebrados terrestres de hábitos boscosos, que fueron priorizados por contrapartes nacionales. Dicha capa fue obtenida de la herramienta de planificación espacial Zonation, posterior a lo cual, se calcularon "rutas y corredores de menor costo" entre áreas silvestres protegidas utilizando el programa ArcGIS 10.2.2. Para mayor información referirse a de Lamo et al. (2016).

2.2. Importancia relativa de los bosques del Paraguay para el control de la erosión hídrica del suelo

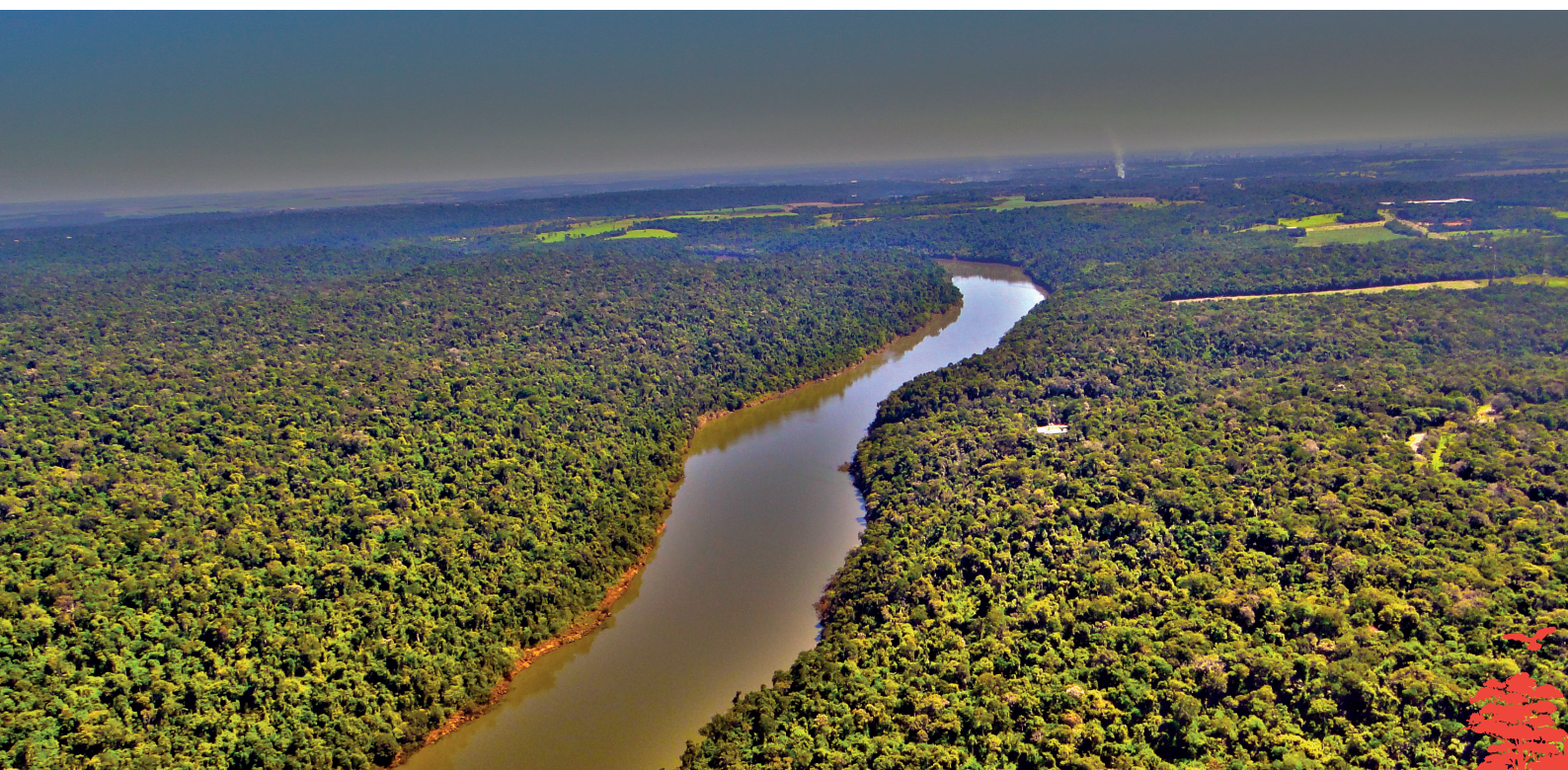
Uno de los beneficios ambientales más conocidos de los bosques es su capacidad para retener el suelo y, por tanto, para controlar la erosión (Reubens et al. 2007). Esto es particularmente importante, dados los impactos aguas abajo que derivan de procesos erosivos y por el hecho de que los bosques, posiblemente proveen cobertura vegetal que protege a largo plazo suelos con potencial erosivo. Los procesos hidrológicos son los principales responsables de la erosión del suelo, pero el viento es también un factor importante a considerar en relación a este efecto (ver Sección 2.3, sobre erosión eólica). La erosión hídrica genera pérdidas importantes en la fertilidad del suelo, así como problemas de sedimentación aguas abajo (UNEP 2014). Esto puede ocasionar impactos considerables en la producción agrícola y en la capacidad de los sistemas hidrológicos para generar energía hidroeléctrica y para servir como vías de transporte (Toy et al. 2002). Las acciones REDD+ para conservar y/o restaurar áreas boscosas pueden contribuir a controlar los efectos de la erosión hídrica. Este beneficio es particularmente importante para el Paraguay, dada su dependencia económica en los ríos navegables Paraná y Paraguay, así como su rol en la provisión de energía hidroeléctrica (Itaipú Binacional 2015). En consecuencia, se realizó un análisis para estimar el rol de los bosques del Paraguay en el control de la erosión hídrica y la sedimentación aguas abajo, así como en función de la capacidad del suelo para el desarrollo de actividades agropecuarias.

2.2.1 Contribución de los bosques en el control de la erosión hídrica del suelo

A fin de profundizar el análisis llevado a cabo en Walcott et al. (2015), se calculó el valor de los bosques paraguayos en control de la erosión hídrica utilizando el modelo WaterWorld que estima, de forma espacialmente explícita, el comportamiento de los recursos hídricos frente a diversos escenarios de uso del suelo (Mulligan 2013). En este caso el valor de los bosques se calculó en base a la diferencia entre la pérdida de suelo existente en las condiciones actuales de cobertura boscosa, y un escenario de completa deforestación (para profundizar sobre el métodos utilizados aquí ver de Lamo et al. (2016)).

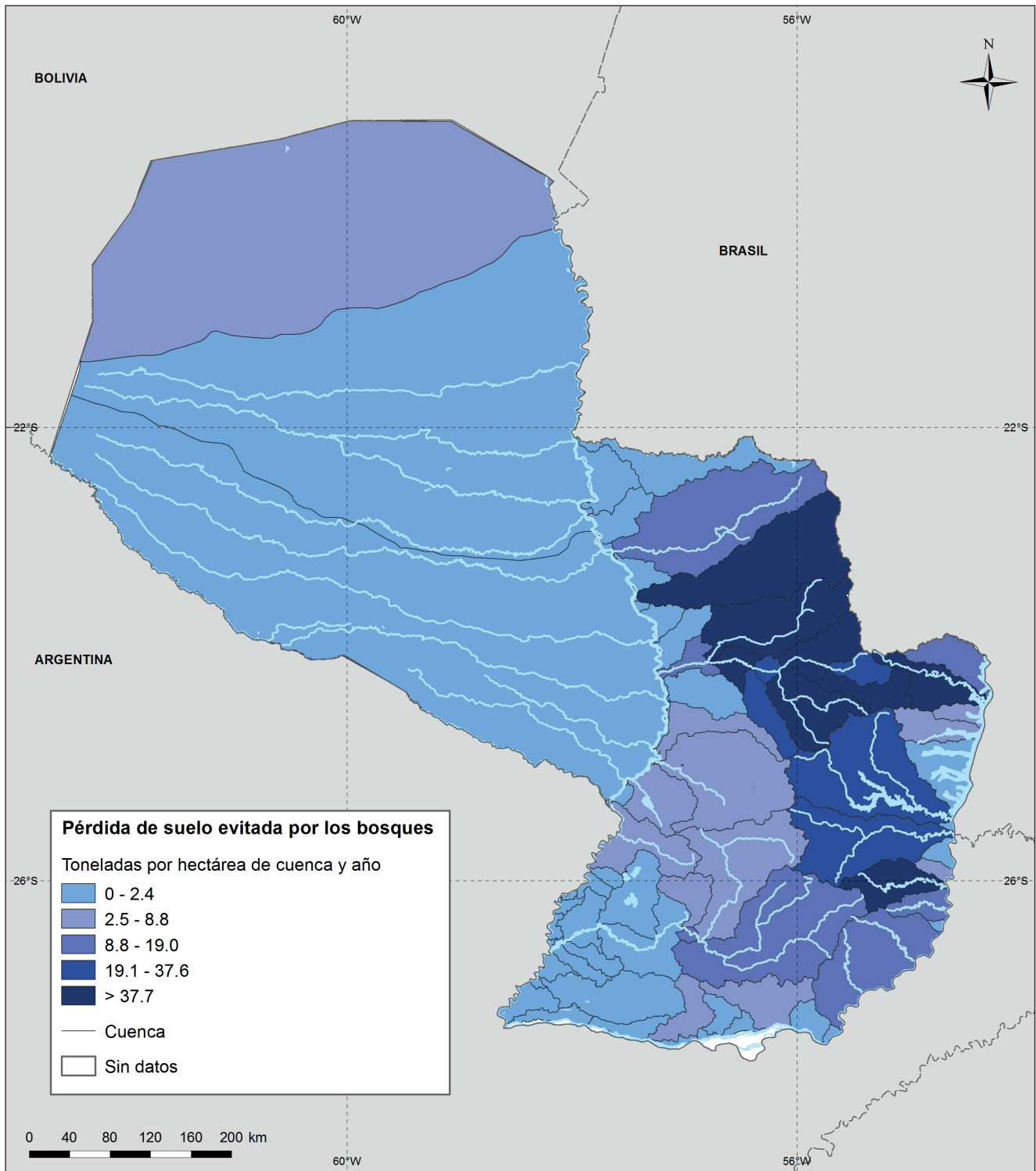
El Mapa 2 muestra la importancia de los bosques en el control de la pérdida de suelo por erosión hídrica en el Paraguay. Como era de esperar, el beneficio obtenido de los bosques se concentra principalmente en la región oriental del país, donde la pluviosidad y la topografía, incrementan el riesgo por erosión hídrica. Esta información puede ser utilizada para orientar prioridades espaciales en la implementación de REDD+ a fin de garantizar la continuidad de este importante servicio ecosistémico a largo plazo. Además, puede servir para orientar el diseño y la implementación de PyMs específicas, tal y como se ejemplifica en las secciones 3.1 y 3.2.

Los bosques son clave en el control de la pérdida de suelo por erosión hídrica en el Paraguay.
Imagen de Rodrigo Soldon <https://flic.kr/p/9BLm5D> (CC BY-ND 2.0).



Mapa 2. Importancia de los bosques en el control de la pérdida de suelo por erosión hídrica

Este mapa muestra la pérdida anual de suelo que es evitada por los bosques en cada cuenca del Paraguay. El beneficio en la retención del suelo obtenido de los bosques se concentra en la región oriental, donde las condiciones climáticas y topográficas incrementan el riesgo por erosión hídrica. Esta información puede ser utilizada para orientar prioridades espaciales en el diseño y la implementación de REDD+ que favorecen la continuidad de este importante servicio ecosistémico a largo plazo.



Metodología y fuentes de datos:

Cobertura forestal: DiMiceli et al. *Annual Global Automated MODIS Vegetation Continuous Fields (MOD44B) at 250m Spatial Resolution for Data Years Beginning Day 65, 2000-2010, Collection 5 Percent Tree Cover*. University of Maryland, USA. 2011.

Cuencas: Lehner, B. y G. Grill. Global river hydrography and network routing: baseline data and new approaches to study the world's large river systems. *Hydrological Processes*, 27 15 (2013).

Utilizando el modelo WaterWorld, se estimaron valores de erosión del suelo para el territorio paraguayo en un escenario de cobertura boscosa actual y otro de completa deforestación. La diferencia entre los valores obtenidos en ambos escenarios, se asumió como la erosión hídrica evitada por los bosques. Luego, se dividió esta diferencia entre el área total de cada cuenca para obtener el valor promedio de erosión en cada una de ellas. Para mayor información referirse a de Lamo et al. (2016).

2.2.2 Prevención de la erosión hídrica por parte de los bosques y la capacidad del suelo para el desarrollo de actividades agropecuarias

La erosión del suelo representa una amenaza grave para la sostenibilidad de sistemas agropecuarios, pudiendo ocasionar importantes pérdidas económicas por la descarga directa de sedimentos y/o la pérdida local de nutrientes (Pimentel et al. 1995). Pimentel et al. (1995) estimaron el impacto económico de la pérdida de nutrientes a causa de la erosión del suelo en 20.000 millones USD anuales sólo en EEUU, mientras que para el Sureste Asiático se han calculado pérdidas entre 600 y 1.200 millones USD anuales (UNEP 1994). En consecuencia, los bosques aledaños a zonas agrícolas son claves para el mantenimiento de la capacidad para el uso agropecuario de los suelos al controlar procesos erosivos tales como la erosión hídrica (Reubens et al. 2007). Las acciones REDD+ pueden favorecer la preservación de suelos productivos a través del mantenimiento y recuperación de ecosistemas boscosos. Este beneficio es clave para la economía paraguaya dado el rol preponderante de las actividades agropecuarias.

A fin de evaluar la contribución de los bosques al mantenimiento de la capacidad de los suelos para uso agropecuario en el Paraguay, se combinó el resultado del modelo WaterWorld (Mapa 2) con una generalización de las clasificaciones de aptitud y capacidad de uso de la tierra para el Paraguay de

Barboza Martínez (2008) y López Gorostiaga (1995). Esto último permitió evaluar de forma general la heterogeneidad espacial en la capacidad del suelo paraguayo para sostener actividades agrícolas y pecuarias. La generalización se llevó a cabo a través de la reinterpretación individual de las clasificaciones antes mencionadas en función de sistema constituido por cuatro categorías generales (Buena, Moderada, Limitada, No Adecuada) (para mayor información sobre esta clasificación ver de Lamo et al. (2016)).

El análisis visual del Mapa 3, evidencia la importancia de la cobertura forestal en la región oriental del Paraguay para la protección de suelos aledaños con potencial agropecuario. La compleja topografía de esta región, combinada con una alta pluviometría y una baja densidad forestal hace que los bosques situados en esta zona tengan un papel importante en el control de la erosión hídrica. Los terrenos planos característicos de la región chaqueña, al oeste del país, impiden al agua alcanzar la fuerza necesaria para levantar y transportar una cantidad considerable de partículas de suelo, haciéndolos poco propensos a este tipo de erosión. Los bosques existentes en esta región son claves como hábitat para la biodiversidad y la provisión de otros servicios ecosistémicos (ver Sección 2.3). Esta información puede ser utilizada en procesos de planificación REDD+ para identificar, de forma general, áreas de bosque que potencialmente contribuyen a reducir la erosión de suelos actual o potencialmente productivos.

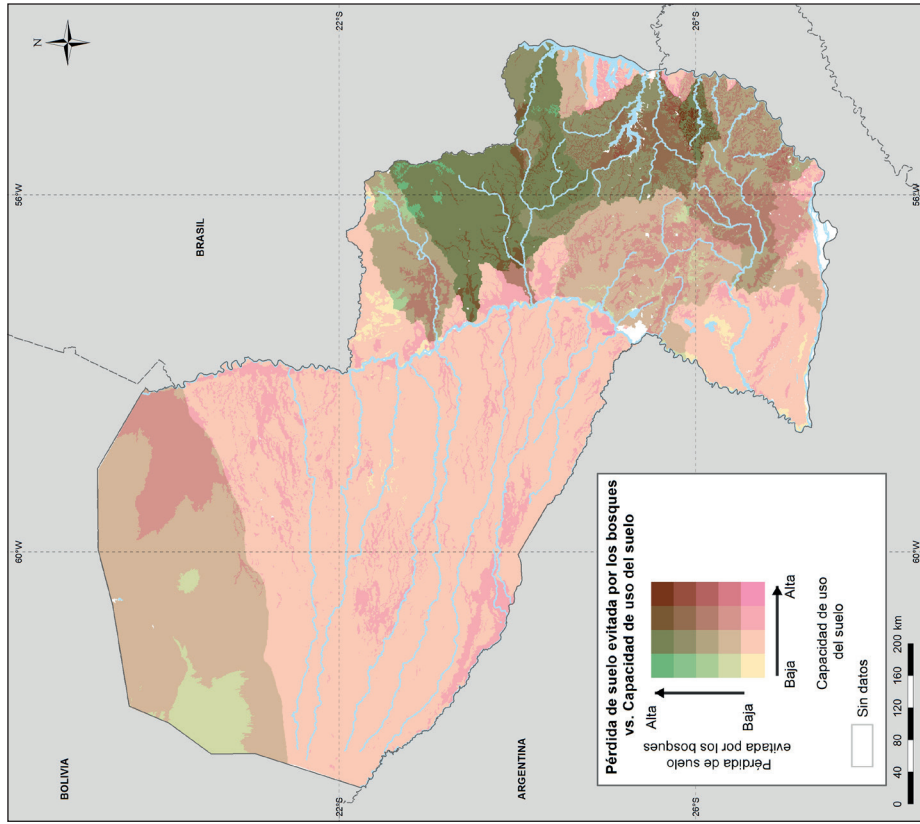
En el Paraguay, los bosques contribuyen con la protección de suelos aledaños con potencial agropecuario.

Imagen de Arcadius http://flic.kr/p/9FhxFk (CC BY 2.0).



Mapa 3a. Importancia de los bosques en el control de la erosión hídrica de suelos importantes para la producción agropecuaria

Este mapa muestra la contribución de los bosques del Paraguay en la reducción de la erosión hídrica (eje Y) de suelos con diferentes capacidades para uso agropecuario (eje X). El rol de los bosques en la retención de los suelos es crítico en la región oriental del Paraguay donde se concentra la mayor capacidad de uso agropecuario (áreas marrones y vino tinto), así como al norte del Chaco. Esta información puede ser utilizada para identificar, de forma general, áreas donde REDD+ podría contribuir a reducir la erosión de suelos actualmente o potencialmente productivos.



Metodología y fuentes de datos:

Mapa 3a: Capacidad de uso del suelo: Barboza Martínez FR. "Aptitud de uso de la tierra. Componente Edafología". Proyecto de ordenamiento ambiental del territorio del departamento de Presidente Hayes. Asunción, Paraguay. Unión Europea, Secretaría del Ambiente, Gobernación del Departamento Presidente Hayes, Fundación para el Desarrollo Sustentable del Chaco. 2008 y López Gorostiaga et al. "Proyecto de racionalización del uso de la tierra". Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la región oriental del Paraguay. Volumen 1. Asunción, Paraguay. Gobierno del Paraguay, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Subsecretaría de Estado de Recursos Naturales y Medio Ambiente. 1995.

Cobertura forestal: DiMiceli et al. Annual Global Automated MODIS Vegetation Continuous Fields (MOD44B) at 250m Spatial Resolution for Data Years Beginning Day 65, 2000-2010. Collection 5 Percent Tree Cover. University of Maryland, USA. 2011.

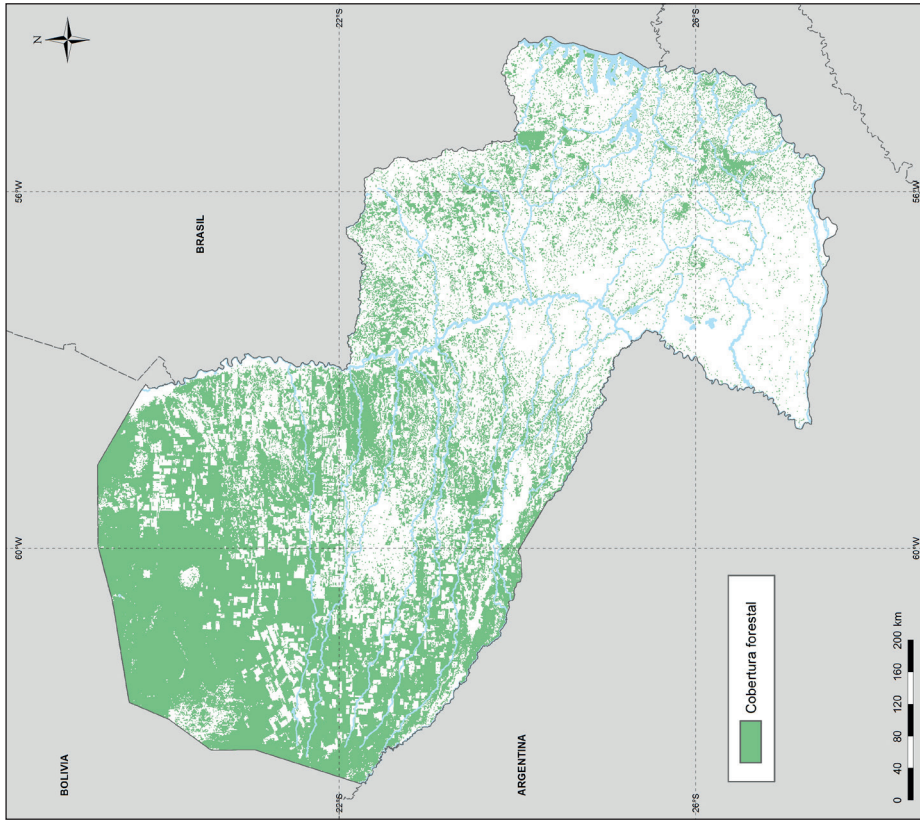
Cuencas: Lehner, B. y G. Grill. Global river hydrography and network routing: baseline data and new approaches to study the world's large river systems. *Hydrological Processes*, 27 15 (2013).

Para generar el Mapa 3a, se reinterpretaron dos clasificaciones disponibles sobre aptitud y capacidad de uso del suelo en el Paraguay: López Gorostiaga et al. (1995) y Barboza Martínez (2008) a fin de producir una capa nacional generalizada sobre la capacidad del suelo para sostener actividades agrícolas y pecuarias. Esta capa se generó en base a un sistema de cuatro categorías de capacidad de uso (Buena, Moderada, Limitada, No Adecuada) priorizando el uso agrícola. Luego la misma se combinó con los resultados obtenidos en el Mapa 2, utilizando el esquema matricial que se presenta aquí para evidenciar la importancia de la cobertura forestal para la protección de suelos alejados con potencial agropecuario. Para mayor información referirse a de Lamo et al. (2016).

Mapa 3b: Cobertura forestal: PNC ONU-REDD+ Paraguay Mapa de bosque/no bosque. Inventario Nacional Forestal. Asunción, Paraguay: PNC ONU-REDD+. 2011.

Mapa 3b. Cobertura forestal del Paraguay

Este mapa presenta la cobertura forestal a nivel nacional para el año 2011.



2.2.3 Valoración del servicio de retención de sedimentos aportado por los bosques en función de los ríos navegables

Los sistemas fluviales del Paraguay, en particular los ríos Paraná y Paraguay, son unos de los grandes recursos naturales del país y realizan importantes contribuciones a la economía nacional. No en vano, el Paraguay es el primer exportador de energía hidroeléctrica del mundo gracias, en gran parte al conjunto de centrales ubicadas a lo largo del río Paraná. Entre ellas destaca la represa binacional de Itaipú por ser la mayor hidroeléctrica del mundo en cuanto a producción energética (Itaipú Binacional 2015). Adicionalmente, los ríos del Paraguay representan importantes vías de comunicación para conectar al país con el Océano Atlántico. El transporte fluvial es clave para el comercio de la soja, por ejemplo, ya que casi el 90% de las exportaciones de este producto se realizan por vía fluvial (LoC 2005). Tanto la generación de energía hidroeléctrica como la navegación fluvial son afectadas por la sedimentación (Durgunoglu y Singh 1993; Guerrero et al. 2013). Los sedimentos entrantes a los cursos de agua disminuyen su profundidad de navegación, la capacidad para la generación de electricidad y potencialmente la vida útil de los embalses y las centrales hidroeléctricas (Durgunoglu y Singh 1993; Guerrero et al. 2013).

La sedimentación causada por la erosión hídrica está estrechamente relacionada a la deforestación (Toy et al. 2002). En consecuencia, esta última representa una amenaza para los sectores económicos dependientes de los sistemas fluviales del Paraguay. Las acciones REDD+ tienen el potencial de contrarrestar estos efectos al preservar y restaurar áreas boscosas capaces de controlar procesos de sedimentación. Los resultados del modelo WaterWorld se utilizaron para estimar el valor monetario asociado a este servicio ecosistémico obtenido de los bosques del Paraguay, y se asignó un monto de 4,48 USD por tonelada por metro cúbico como costo por el dragado de sedimentos (Mapa 4). Esta estimación se deriva del cálculo realizado por Guerrero et al. (2013) para el río Paraguay en Argentina, asumiendo que estos costos no varían significativamente en el Paraguay. A cada cuenca se le atribuyó un costo total en base a su contribución relativa en la sedimentación de los ríos navegables del país (Mapa 4). Estos valores fueron calculados en dólar estadounidense por hectárea de cuenca.

El Mapa 4 muestra costos elevados a medios asociados a las cuencas de la región oriental del Paraguay, que drenan tanto hacia el río Paraná como hacia el río Paraguay. Esta distribución coincide con áreas sometidas a cambios extensivos en el uso de la tierra, los cuales han reducido de forma importante la cobertura boscosa, en particular del Bosque Atlántico del Alto Paraná (R-PP 2014). La topografía y la cobertura boscosa del Chaco disminuyen la descarga de sedimentos de las cuencas localizadas al oeste del país y por tanto los costos asociados al dragado de ríos navegables. En combinación con otras fuentes de información (por ejemplo, riesgo de deforestación, barreras para la restauración), este mapa puede ser utilizado como herramienta para priorizar acciones asociadas a REDD+ con miras a prevenir impactos debido a la sedimentación de estos sistemas y sus consecuencias aguas abajo, como la reducción en la capacidad de generación de energía hidroeléctrica y en la vida útil de los embalses. La generación de información sobre el valor monetario de beneficios específicos, como el analizado en esta sección, es un ejercicio complejo. Sin embargo, este tipo de insumos de carácter económico es importante para el diseño y la implementación de REDD+, en combinación con aquellos que reportan valoraciones no monetarias de beneficios y riesgos.

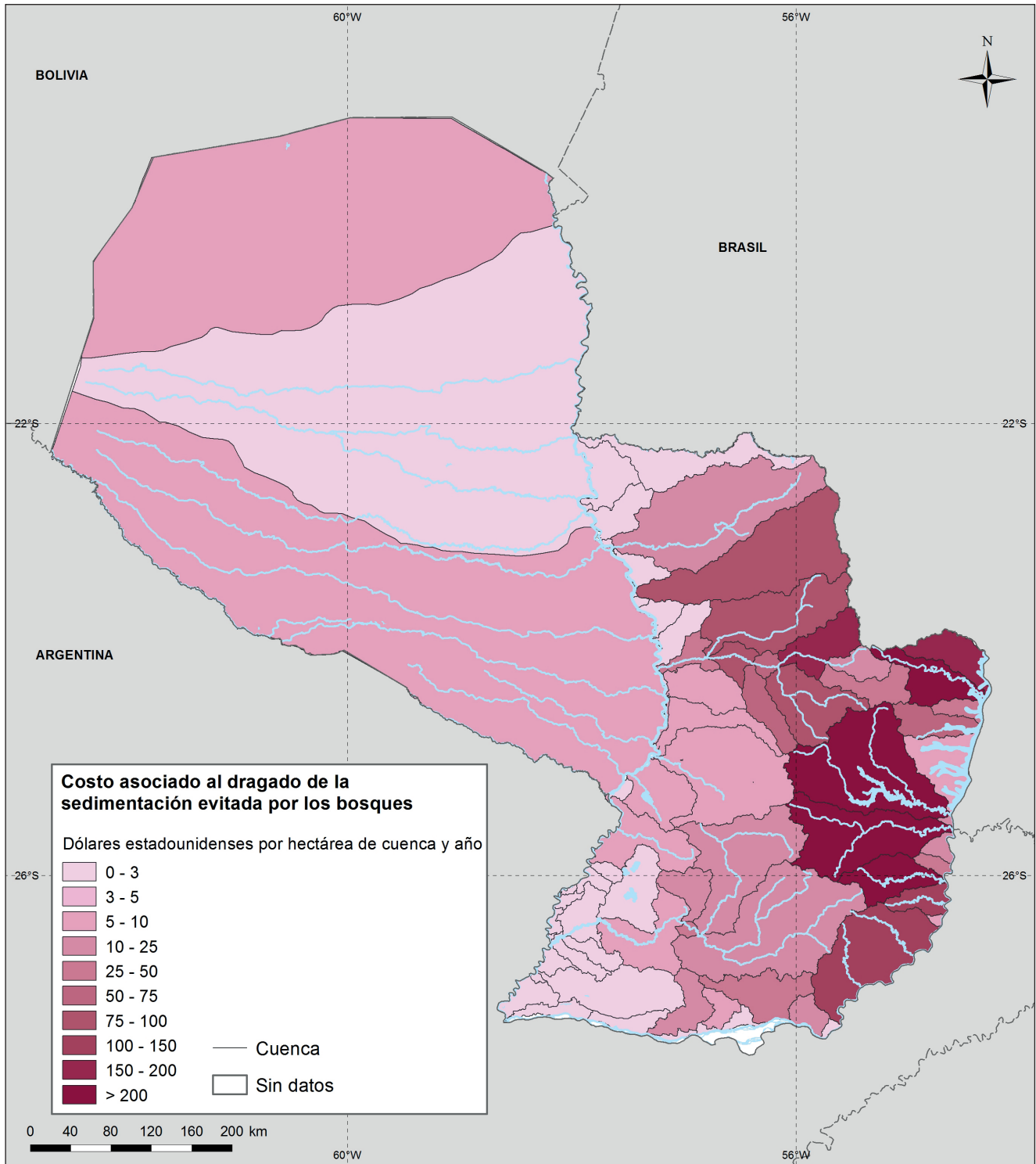
Políticas y medidas de REDD+ que buscan conservar o restaurar los bosques en el Paraguay podrían reducir la descarga de sedimentos en cuerpos fluviales, favoreciendo la capacidad de generación de energía hidroeléctrica y protegiendo la vida útil de los embalses.

Imagen de John Seb Barber <https://flic.kr/p/nah2HZ> (CC BY 2.0).



Mapa 4. Valoración del servicio de retención de sedimentos aportado por los bosques en función de los ríos navegables

Este mapa muestra el valor monetario estimado por cuenca hidrográfica del servicio de retención de sedimentos proporcionado por los bosques del Paraguay. La región oriental reporta costos elevados a medios en cuencas que drenan a los ríos Paraná y Paraguay, lo que coincide con áreas sometidas a cambios extensivos en el uso de la tierra, en particular del Bosque Atlántico. PyMs diseñadas adecuadamente para conservar o restaurar áreas boscosas en estas cuencas podrían ofrecer beneficios económicos para el Paraguay, además de otros servicios ecosistémicos incluyendo la mitigación del cambio climático.



Metodología y fuentes de datos:

Cobertura forestal: DiMiceli et al. *Annual Global Automated MODIS Vegetation Continuous Fields (MOD44B) at 250m Spatial Resolution for Data Years Beginning Day 65, 2000-2010, Collection 5 Percent Tree Cover*. University of Maryland, USA, 2011.

Cuencas: Lehner, B. y G. Grill. Global river hydrography and network routing: baseline data and new approaches to study the world's large river systems. *Hydrological Processes*, 27 15 (2013).

Para estimar el valor monetario asociado al control de la pérdida de suelo por erosión hídrica que es obtenido a partir de los bosques del Paraguay, se utilizaron los valores de erosión media por cuenca calculados para el Mapa 2 y un costo estimado por Guerrero et al. (2013) de 4,48 USD por tonelada por metro cúbico para el dragado de sedimentos en el río Paraguay en Argentina. A cada cuenca se le atribuyó un costo total de acuerdo a su aporte relativo en la sedimentación de ríos navegables y esta es la información que se presenta en este mapa. Para mayor información referirse a de Lamo et al. (2016).

2.3. Importancia relativa de los bosques del Paraguay en el control de la erosión eólica

La erosión eólica constituye un factor clave en procesos de degradación del suelo en zonas áridas y semi-áridas (López Sánchez et al. 2007; Peterson et al. 2006). Si bien la erosión eólica es un proceso natural de formación del terreno, ciertos tipos de manejo del suelo generan impactos negativos asociados a la misma (Buschiazzo et al. 2009). En este sentido, los procesos de “agriculturización” del Chaco, basados en prácticas desarrolladas para ecosistemas húmedos, han ocasionado la degradación de los suelos por procesos de erosión tanto eólica como hídrica (Buschiazzo 2006). Debido al papel clave que los bosques tienen en el control de la erosión eólica (Armbrust y Bilbro 1997; Munson et al. 2011), aquellas acciones REDD+ que tengan por objetivo la conservación y restauración forestal, tienen el potencial de contribuir a la conservación del suelo en zonas susceptibles a la erosión eólica. Este beneficio fue identificado por diversas partes interesadas del Paraguay como de importancia fundamental para la productividad y bienestar nacional a largo plazo.

La incidencia e impacto de la erosión eólica depende básicamente de cuatro factores clave (Shao y Leslie, 1997): el clima, las características del suelo, la topografía y la cobertura vegetal. Los dos factores climáticos con influencia directa en la erosión eólica son el viento y la humedad. En general, se considera que velocidades de viento por encima de 6-9 m/s tienen la energía suficiente para desplazar partículas (Mezősi et al. 2015). Asimismo, la vulnerabilidad del suelo a la erosión eólica aumenta con su aridez, ya que los suelos húmedos presentan más resistencia al desplazamiento y por tanto, los suelos áridos son más vulnerables a los efectos erosivos del viento (Shao y Leslie 1997). Consecuentemente, los períodos climáticos críticos para la erosión eólica son aquellos donde los vientos fuertes tienden a ocurrir en épocas secas. La textura del suelo y el nivel de materia orgánica y carbonatos determinan también la susceptibilidad del suelo a ser afectado por este proceso (Fryrear 1998). En general, se asume que los suelos de textura gruesa (de tipo arenoso) son los más proclives a la erosión eólica, mientras que los de textura fina (de tipo arcilloso) suelen ser los menos vulnerables. Otro factor importante a considerar es la topografía; cuanto más compleja y más obstáculos presenta al viento, menos probabilidades existen de que alcance la velocidad necesaria para desplazar partículas (Shao 2008). Así pues, son las zonas planas las más propensas a ser afectadas por la erosión eólica.

Todos estos factores, sin embargo, pueden tener un impacto insignificante en el terreno si el suelo dispone de una buena cobertura vegetal, ya que esta actúa como una capa de protección que impide al viento ejercer su capacidad erosiva (Armbrust y Bilbro 1997). Es posible por tanto, que una determinada zona sea altamente susceptible a la erosión eólica debido a sus características climáticas, topográficas y edáficas, pero que en práctica esta erosión no se produzca debido a la existencia de una cobertura vegetal densa y permanente. El Mapa 5 muestra la importancia relativa de los bosques del Paraguay para el control de la erosión eólica. Esta información fue estimada espacialmente a través de la caracterización de los factores descritos previamente en el territorio paraguayo y la posterior combinación de esta información con un análisis de superposición basado en los trabajos de Mezősi et al. (2015), Tsogtbaatar y Khudulmur (2014) y FAO (1979). La capacidad erosiva del clima fue estimada en base al Factor C de la Ecuación Universal de la Erosión Eólica (USDA 1961), a partir de la fórmula propuesta por FAO (1979). El nivel de erodibilidad del suelo fue obtenido de la reclasificación de los datos de textura y contenido de carbonatos de la Base de Datos Armonizada de los Suelos del Mundo (FAO/IIASA/ISRIC/ISS-CAS/JRC 2009). La complejidad topográfica o rugosidad fue calculada utilizando el Índice de Rugosidad del Terreno propuesto por Riley et al. (1999). Finalmente, se utilizó la capa de cobertura forestal del Inventario Forestal Nacional como representación de la superficie boscosa del país (para mayor detalle sobre este análisis ver de Lamo et al. 2016).

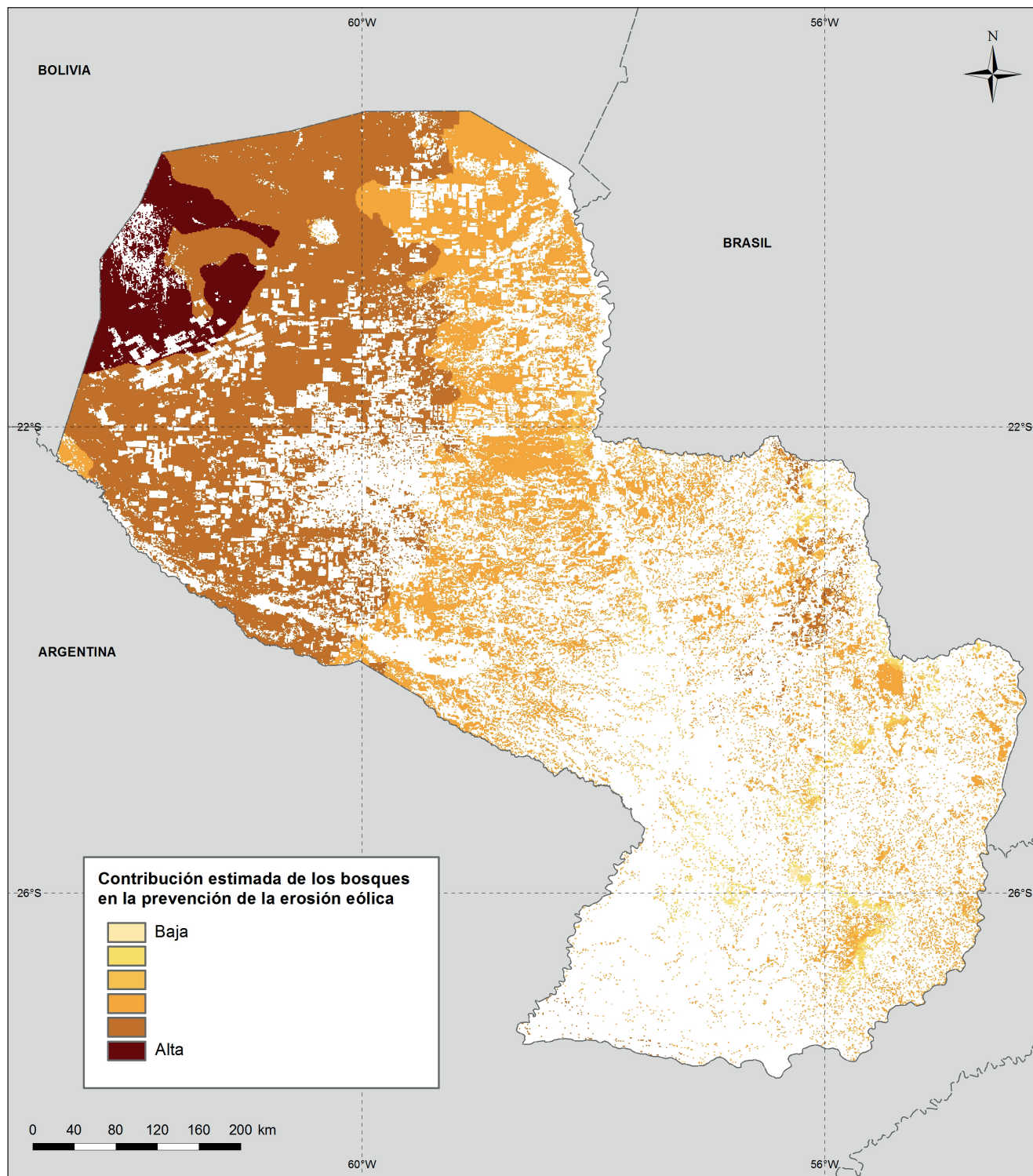
Los bosques tienen un papel clave en el control de la erosión eólica de suelos de textura arenosa.

Imagen de Valerio Pillar https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dry_Chaco.jpg (CC BY-SA 2.0).



Mapa 5. Importancia de los bosques en el control de la erosión eólica

Este mapa muestra la importancia relativa de los bosques del Paraguay en el control de la erosión eólica. El mismo fue generado combinando datos climáticos, con características edáficas y topográficas y la cobertura forestal del territorio paraguayo. El mapa muestra que el noreste del Chaco presenta zonas proclives a este proceso de degradación (en color oscuro). Esta información puede ser de utilidad para priorizar acciones REDD+ que tengan por objetivo prevenir la pérdida de suelo, así como también otros impactos negativos derivados de este tipo de erosión, como por ejemplo daños físicos a cultivos.



Metodología y fuentes de datos:

Cobertura forestal: PNC ONU-REDD+ Paraguay Mapa de bosque/no bosque. Inventario Nacional Forestal. Asunción, Paraguay: PNC ONU-REDD+. 2011

Precipitación: Hijmans et al. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25 (2005).

Evapotranspiración potencial: Zomer et al. Climate Change Mitigation: A Spatial Analysis of Global Land Suitability for Clean Development Mechanism Afforestation and Reforestation. *Agriculture Ecosystems and Environment* 126 (2008): 67-80.

Velocidad media: NOAA. GIS-based Map Interface (Climate Data Online) National Centres for Environmental Information (NCEI), Asheville, North Carolina 2015.

Nivel de erodibilidad del suelo: FAO/IIASA/ISRIC/ISS-CAS/JRC, (2009). Harmonized World Soil Database (version 1.1). FAO, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg, Austria.

Para llevar a cabo este análisis, se calculó: (1) la capacidad erosiva del clima utilizando el Factor C de la Ecuación Universal de la Erosión Eólica (USDA 1961), (2) el nivel de erodibilidad del suelo a partir de la reclasificación de la Base de Datos Armonizada de los Suelos del Mundo (FAO/IIASA/ISRIC/ISS-CAS/JRC, 2009) y (3) su rugosidad con el Índice de Rugosidad del Terreno propuesto por Riley et al. (1999). Posteriormente, se llevó a cabo un análisis de superposición para combinar esta información con la capa de cobertura forestal del Paraguay, a fin de evaluar la importancia relativa de estos ecosistemas en el control de la erosión eólica. Este análisis de superposición se realizó en base a los trabajos de Mezósi et al. (2015), Tsogtbaatar y Khudulmur (2014) y FAO (1979). Para mayor información referirse a de Lamo et al. (2016).

El noreste del Chaco es particularmente proclive a la erosión eólica enfatizando el rol de los bosques secos en la protección de los suelos áridos característicos de la región. Debido a diferencias climáticas y topográficas, este patrón contrasta con el obtenido en el análisis de erosión hídrica, lo que evidencia la importancia de evaluar de la provisión de ambos servicios ecosistémicos para el Paraguay (Mapa 5). Esta información, junto con mapas sobre el riesgo de deforestación, puede ser de utilidad para priorizar acciones REDD+ que tengan por objetivo prevenir la pérdida de suelo, así como también otros impactos negativos derivados de este tipo de erosión, como por ejemplo daños físicos a cultivos.

3. Planificación espacial como herramienta para orientar el diseño y la implementación de políticas y medidas REDD+ en el Paraguay

La planificación espacial del territorio puede apoyar la toma de decisiones asociadas al desarrollo de la Estrategia Nacional REDD+, así como el diseño y la implementación de PyMs específicas asociadas a REDD+ en el Paraguay. Esto es posible dado a que permite la identificación de áreas prioritarias para la provisión de beneficios múltiples y/o donde la implementación de REDD+ podría conllevar ciertos riesgos o ser menos viable. Para este informe, se desarrollaron dos análisis pilotos sobre PyMs específicas de potencial interés para la implementación de REDD+ en el Paraguay, con el objetivo de evidenciar la utilidad de esta herramienta en el contexto nacional y ecorregional (Mapa 6). Los ejemplos utilizados fueron seleccionados por las contrapartes nacionales en función de su relevancia para el país, a saber:

- Implementación de un Régimen de Servicios Ambientales en el Paraguay de acuerdo con lo establecido por la Ley N° 3001/2006 de Valoración y Retribución de los Servicios Ambientales.
- Implementación de prácticas agroforestales que contribuyan con los esfuerzos de mitigación del cambio climático y desarrollo sostenible del Paraguay.



La planificación espacial puede ayudar a identificar áreas prioritarias para la implementación de políticas y medidas REDD+. Imagen de queulat00 <https://flic.kr/p/bprSiC> (CC BY 2.0).

Mapa 6. Ecorregiones del Paraguay

Este mapa muestra las diferentes ecorregiones del Paraguay establecidas en Secretaría de Ambiente (2013), para facilitar la toma de decisiones en materia ambiental y el manejo integrado del agua, el territorio y diversos recursos naturales del país. En este informe se presenta este mapa para facilitar la comparación ecorregional en los mapas subsiguientes.



Fuente de datos: Ecorregiones del Paraguay. Asunción, Paraguay: SEAM. 2013.



3.1. Implementación de un Régimen de Servicios Ambientales en el Paraguay de acuerdo con lo establecido por la Ley N° 3001/2006 de Valoración y Retribución de los Servicios Ambientales

El Congreso del Paraguay estableció la Ley N° 3001/2006 (Poder Legislativo 2006) para fomentar la conservación, restauración y uso sustentable de los recursos naturales del país, a través de “la valoración y retribución justa, oportuna y adecuada de los servicios ambientales”, y para contribuir con compromisos internacionales en relación al cambio climático y la protección de la biodiversidad. Este instrumento podría ser una herramienta importante para la implementación de REDD+ en Paraguay, ya que favorecería la valoración de, y la retribución por, los beneficios múltiples proveídos por zonas boscosas.

En este contexto, se entiende como servicios ambientales aquellos beneficios obtenidos por las poblaciones del “manejo, conservación y recuperación” de los ecosistemas. El establecimiento de un Régimen de Servicios Ambientales podría requerir un análisis espacial que permita identificar áreas donde la provisión de un determinado servicio de interés pudiera ser maximizado, al igual que zonas que pudieran proveer múltiples servicios claves. Las acciones REDD+ pueden integrarse a este contexto a través de la identificación de los beneficios que pueden ser obtenidos de las áreas boscosas del Paraguay.

Para ejemplificar el uso de herramientas de planificación espacial en relación a PyMs REDD+, se realizó una serie de análisis piloto que permitieron identificar áreas donde se conjuga la provisión de servicios ambientales priorizados en la Ley N° 3001/2006 (Poder Legislativo 2006): (1) mitigación de las emisiones de gases con efecto invernadero, (2) conservación de la biodiversidad, (3) protección de suelos y recursos hídricos. Esto se hizo a partir de un análisis de superposición donde se combinó: (1) el mapa sobre importancia de los bosques en el control de la pérdida de suelo por erosión hídrica (i.e. protección de suelos y recursos hídricos) (Mapa 2) y (2) el mapa sobre importancia de los bosques en el control de la pérdida de suelo por erosión eólica (i.e. protección de suelos) (Mapa 5); con (3) información sobre la riqueza de especies amenazadas priorizadas (ver Sección 2.1) y los mapas de (4) carbono de la biomasa (i.e. mitigación de emisiones) y (5) bosque/no bosque utilizados en Walcott et al. (2015) (para mayor información sobre las fuentes de información

y los métodos utilizados ver de Lamo et al. (2016)). Adicionalmente, esta información se conjugó con un índice municipal de incidencia de pobreza en el Paraguay (Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos 2012), asociando la convergencia de servicios ecosistémicos con dos valores altos para esta variable (Niveles Muy Alto y Alto).

El Mapa 7a muestra los servicios ambientales priorizados en la Ley N° 3001/2006 (Poder Legislativo 2006) que pueden ser obtenidos de distintas zonas boscosas en el Paraguay. La convergencia de tres o más servicios de interés está limitada a unas pocas áreas en la región oriental del país y el norte del Chaco, las cuales podrían ser focos principales para la implementación del Régimen de Servicios Ambientales (Mapa 7a). En particular, la implementación de tal régimen en la zona noreste de la región oriental podría generar fuentes alternativas de ingresos para comunidades vulnerables, debido a su convergencia de diversos servicios de interés (Mapa 7b). Estos productos ejemplifican el potencial de la planificación espacial para orientar decisiones sobre la implementación de PyMs específicas en el Paraguay, y evidencian la utilidad de esta herramienta para el diseño una Estrategia Nacional REDD+ avocada a la reducción de emisiones causadas por la deforestación y la degradación forestal.

Tabla 1. Umbrales seleccionados para evaluar la provisión de servicios ambientales priorizados en la Ley N° 3001/2006 de Valoración y Retribución de los Servicios Ambientales

Servicio ambiental	Umbral*
Carbono de la biomasa	> 101 t/ha
Riqueza de especies	> 12 especies
Control de la pérdida de suelo por erosión hídrica	> 8.79 t/ha año
Control de la pérdida de suelo por erosión eólica	Niveles Muy Alto y Alto de sensibilidad del suelo a la erosión eólica

*En base a las dos clases de valores más altos registrados para cada variable, de acuerdo a clasificaciones utilizadas en este informe.

La utilidad de productos como el Mapa 7a y el Mapa 7b para la planificación y toma de decisiones está condicionada, entre otros factores, a la selección de umbrales asociados a la provisión de cada uno de los servicios ecosistémicos considerados en el análisis espacial (Tabla 1). Dichos umbrales deberían reflejar el rango de valores en los que el país considera la provisión de cada servicio ecosistémico como relevante para un sistema como el Régimen de Servicios Ambientales del Paraguay. Esta selección debería hacerse a través de un proceso consultivo

que incluya expertos y partes interesadas relevantes. En el caso particular de los Mapas 7a y 7b, se seleccionaron las dos clases superiores de cada variable relacionada a la provisión de los beneficios múltiples. Estas clases fueron obtenidas de procesos previos de clasificación, por lo que si este producto va a ser utilizado como insumo para orientar la toma de decisiones, esto debe hacerse bajo estas consideraciones y refiriéndose a de Lamo et al. (2016) para información sobre los umbrales utilizados.

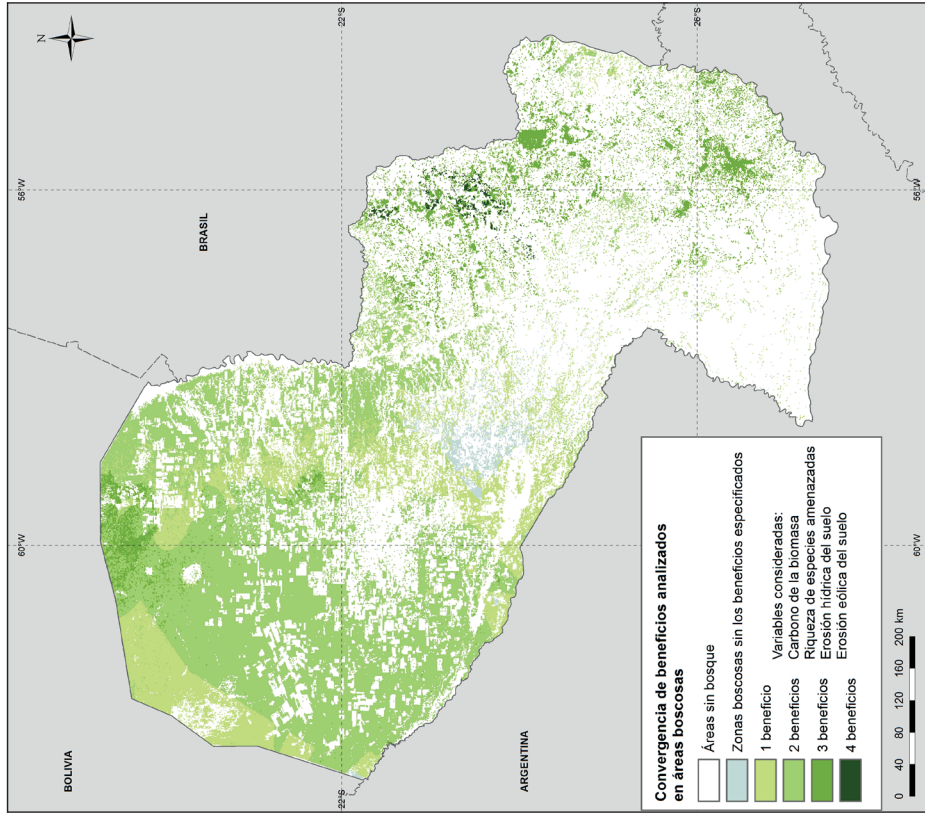
Las políticas y medidas REDD+ pueden integrarse a la implementación de un Régimen de Servicios Ambientales, favoreciendo la provisión de servicios ecosistémicos priorizados en la Ley N° 3001/2006.

© PNUD Paraguay.



Mapa 7a. Convergencia de servicios ambientales priorizados por la Ley N° 3001/2006 en zonas boscosas del Paraguay en el marco del establecimiento de un Régimen de Servicios Ambientales

Este mapa muestra las áreas boscosas con potencial para contribuir con la provisión de servicios ambientales priorizados por la Ley N° 3001/2006 de Valoración y Retribución de los Servicios Ambientales del Paraguay: (1) mitigación del cambio climático, (2) conservación de la biodiversidad y (3) protección de los suelos y recursos hídricos. En color oscuro se muestran las áreas donde convergen 3 o más de estos servicios priorizados.



Metodología y fuentes de datos:

Mapa 7a: Cobertura forestal: PNC ONU-REDD+ Paraguay Mapa de bosque/no bosque. Inventario Nacional Forestal. Asunción, Paraguay: PNC ONU-REDD+. 2011. **Carbono en la biomasa:** Saatchi et al. (2011) Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 24: 9899-9904. **Vertebrados terrestres amenazados:** Basado en las especies amenazadas priorizadas por las contrapartes nacionales e información disponible en: UICN (2015). Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Versión 2015-3. **Importancia de los bosques en el control de la erosión hídrica:** Mapa 2 de este informe.

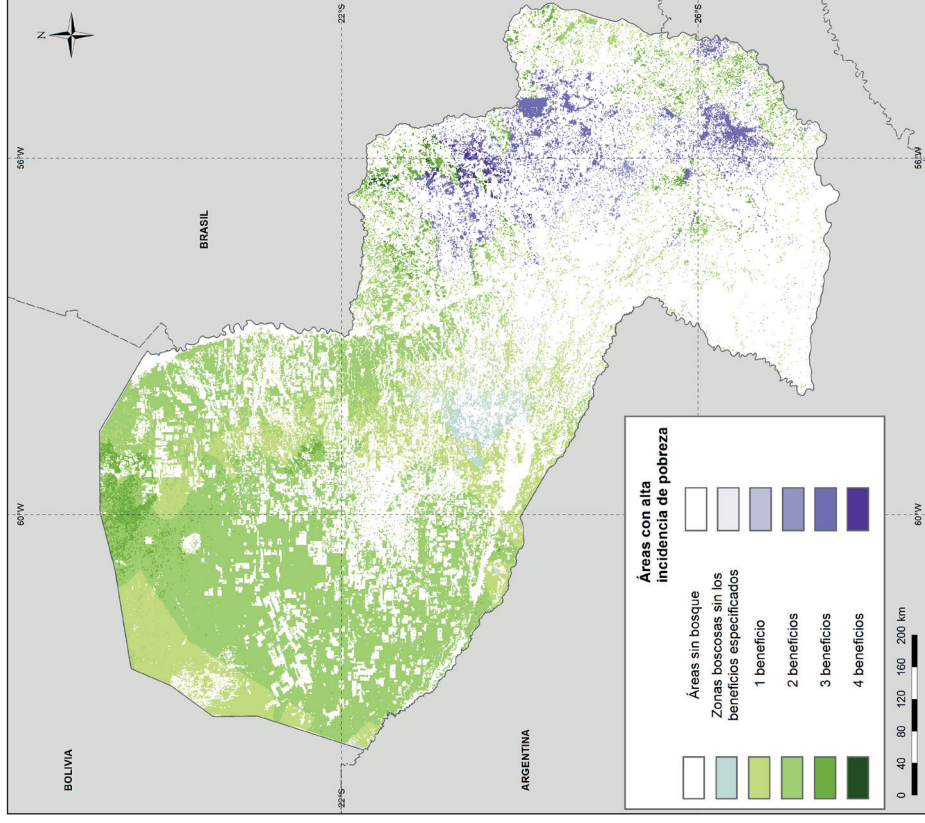
Para llevar a cabo este mapa, se establecieron umbrales en los que cada una de las variables utilizadas representaban servicios ambientales priorizados por la Ley N° 3001/2006, en base las clases con valores más altos registrados para cada variable, a saber: Carbono de la biomasa (≥ 101 t/ha), riqueza de especies (> 12 especies), control de la erosión hídrica (> 8.79 t/ha año), control de la erosión eólica (niveles Muy Alto y Alto). Luego, utilizando un análisis de superposición se obtuvo un mapa compendio en los que cada variable fue incorporada con igual peso. Finalmente, se extrajo la información sobre la convergencia de diferentes beneficios en las zonas boscosas. Para mayor información referirse a de Lamo et al. (2016).

Mapa 7b: Convergencia de beneficios analizados en áreas boscosas: Mapa 7a de este informe. **Incidencia de Pobreza:** Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos (DGEEC). Incidencia de pobreza por municipalidad. Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos. 2012.

Este mapa se construyó solapando el Mapa 6 con áreas que registran las clases de valores más altos de incidencia de pobreza en el Paraguay (Niveles Muy Alto y Alto de incidencia de pobreza por municipalidad en el Paraguay). Para mayor información referirse a de Lamo et al. (2016).

Mapa 7b. Servicios ambientales priorizados por la Ley N° 3001/2006 en zonas boscosas de acuerdo a la incidencia de pobreza en el territorio paraguayo

Este mapa muestra la incidencia de pobreza en relación a la convergencia de los beneficios múltiples evaluados en el Mapa 7a. En diferentes tonos de azul se presentan áreas donde convergen altos niveles de pobreza con diferentes número de beneficios múltiples asociados a los servicios ambientales priorizados. La implementación de un Régimen de Servicios Ambientales en la zona noreste de la región oriental podría generar fuentes alternativas de ingreso para comunidades vulnerables.



Mapa 7b: Convergencia de beneficios analizados en áreas boscosas: Mapa 7a de este informe. **Incidencia de Pobreza:** Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos (DGEEC). Incidencia de pobreza por municipalidad. Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos. 2012.

Este mapa se construyó solapando el Mapa 6 con áreas que registran las clases de valores más altos de incidencia de pobreza en el Paraguay (Niveles Muy Alto y Alto de incidencia de pobreza por municipalidad en el Paraguay). Para mayor información referirse a de Lamo et al. (2016).

Este mapa se construyó solapando el Mapa 6 con áreas que registran las clases de valores más altos de incidencia de pobreza en el Paraguay (Niveles Muy Alto y Alto de incidencia de pobreza por municipalidad en el Paraguay). Para mayor información referirse a de Lamo et al. (2016).

3.2 Implementación de prácticas agroforestales que contribuyan con los esfuerzos de mitigación del cambio climático y desarrollo sostenible del Paraguay

La agroforestería es la práctica de integrar y manejar árboles en paisajes, así como en zonas agrícolas y/o pecuarias (Minang et al. 2014). Ésta tiene el potencial de fomentar la intensificación y diversificación agrícola sostenible, reduciendo también las emisiones asociadas a la degradación de bosques, dado que puede incrementar la producción de leña y madera cerca de asentamientos humanos y también proporcionar un amplio rango de productos forestales no maderables, así como importantes recursos para apoyar medios de vida (Minang et al. 2011; Minang et al. 2014). En consecuencia, diversos autores han señalado el potencial de la agroforestería para contribuir a la mitigación y a la adaptación al cambio climático (Minang et al. 2014), por lo que es una práctica que pudiera ser considerada como una medida REDD+ de potencial prioridad en Paraguay.

Con el objetivo de ejemplificar la generación de insumos que pudieran facilitar una potencial implementación de prácticas agroforestales en zonas agrícolas como acción REDD+ en el Paraguay, se identificaron zonas agrícolas con potencial para la provisión de una serie de beneficios a partir de estas prácticas, a saber: (1) mitigación del cambio climático, (2) mantenimiento de la conectividad entre áreas silvestres protegidas, (3) prevención de la erosión hídrica y (4) prevención de la erosión eólica. Al igual que para el caso anterior, se utilizó un análisis de superposición espacialmente explícito, combinando los mapas: sobre (1) corredores biológicos potenciales (Mapa 1), (2) control de la pérdida de suelo por erosión hídrica (Mapa 2) y (2) control de la pérdida de suelo por erosión eólica (Mapa 5); con los de (4) carbono de la biomasa, (5) tierras de cultivo de (PNC ONU-REDD+ 2015) en Walcott et al. (2015) (para detalle sobre las fuentes de información y los métodos utilizados ver de Lamo et al. (2016)).

El Mapa 8a muestra áreas donde la implementación de prácticas agroforestales, como complemento de actividades agrícolas, podría generar beneficios sociales y ambientales en el Paraguay. La introducción de estas prácticas en la región oriental podría mejorar la provisión actual de beneficios debido a la reducida cobertura forestal de esta región. Mientras que su adopción en la zona central del Chaco podría además potenciar la provisión de al menos dos beneficios. El Mapa 8b evidencia que la introducción de prácticas agroforestales en la región oriental podría favorecer

la conectividad entre áreas silvestres protegidas, mientras que en el Chaco podrían formar zonas de amortiguamiento. Esta información podría orientar esfuerzos actuales a nivel nacional asociados a la conservación de la biodiversidad y la protección de medios de vida locales en el marco de la Ley Forestal 422/73 (Instituto Nacional Forestal 1973).

Al igual que para el caso anterior, estos productos evidencian la utilidad de los análisis espaciales para generar insumos que pudieran orientar la toma de decisiones, así como apoyar el desarrollo de acciones REDD+ a nivel nacional. Es importante enfatizar, al igual que para el caso anterior, que dada la naturaleza de la selección de umbrales en este análisis piloto (Tabla 2) (ver de Lamo et al. (2016)), los resultados presentados en esta evaluación piloto son sólo una guía de cómo los análisis espaciales pueden generar información para orientar la toma de decisiones. Si este producto va a ser utilizado en procesos de planificación, debe evaluarse la pertinencia de los umbrales adoptados refiriéndose a de Lamo et al. (2016) para más detalle sobre los mismos.

Tabla 2. Umbrales seleccionados para evaluar la provisión de beneficios múltiples a partir de la implementación de prácticas agroforestales

Servicio ambiental	Umbral*
Carbono de la biomasa	> 101 t/ha
Corredores biológicos potenciales	Niveles 5 y 4 de aptitud como corredor biológico
Control de la pérdida de suelo por erosión hídrica	> 8.79 t/ha año
Control de la pérdida de suelo por erosión eólica	Niveles Muy Alto y Alto de sensibilidad del suelo a la erosión eólica

*En base a las dos clases de valores más altos registrados para cada variable, de acuerdo a clasificaciones utilizadas en este informe.

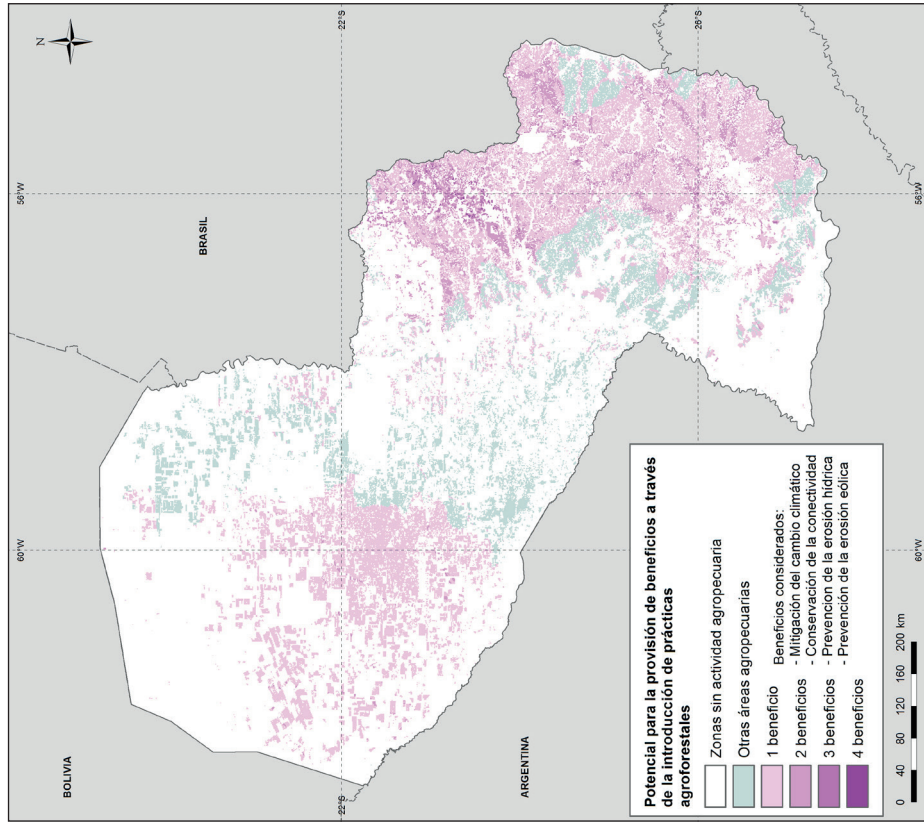
La implementación de prácticas agroforestales podría generar beneficios sociales y ambientales para el Paraguay.

Imagen de Marissa Strniste <http://flic.kr/p/a9ShNj> (CC BY 2.0).



Mapa 8a. Beneficios múltiples que pudieran ser obtenidos en zonas agrícolas a partir de la introducción de prácticas agroforestales

Este mapa muestra las zonas agrícolas con mayor potencial para generar beneficios sociales y ambientales a partir de la introducción de prácticas agroforestales: (1) mitigación del cambio climático, (2) conservación de la conectividad de áreas silvestres protegidas, (3) prevención de la erosión hídrica y (4) prevención de la erosión eólica. La introducción de prácticas agroforestales en zonas de cultivo ubicadas la región oriental del Paraguay, podría facilitar la provisión de la mayoría de los beneficios priorizados (áreas en color oscuro), mientras que en la zona central del Chaco potenciaría la provisión de al menos dos de estos beneficios.



Metodología y fuentes de datos:

Mapa 8a: Tierras de cultivo: PNC ONU-REDD+ Paraguay. Capa Preliminar de Tierras de Cultivo 2015. Asunción, Paraguay: PNC ONU REDD+. Sin publicar. **Carbono en la biomasa:** Saatchi et al. (2011) Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 24: 9899-9904. **Corredores biológicos potenciales:** Mapa 1 de este informe. **Importancia de los bosques en el control de la erosión eólica:** Mapa 5 de este informe.

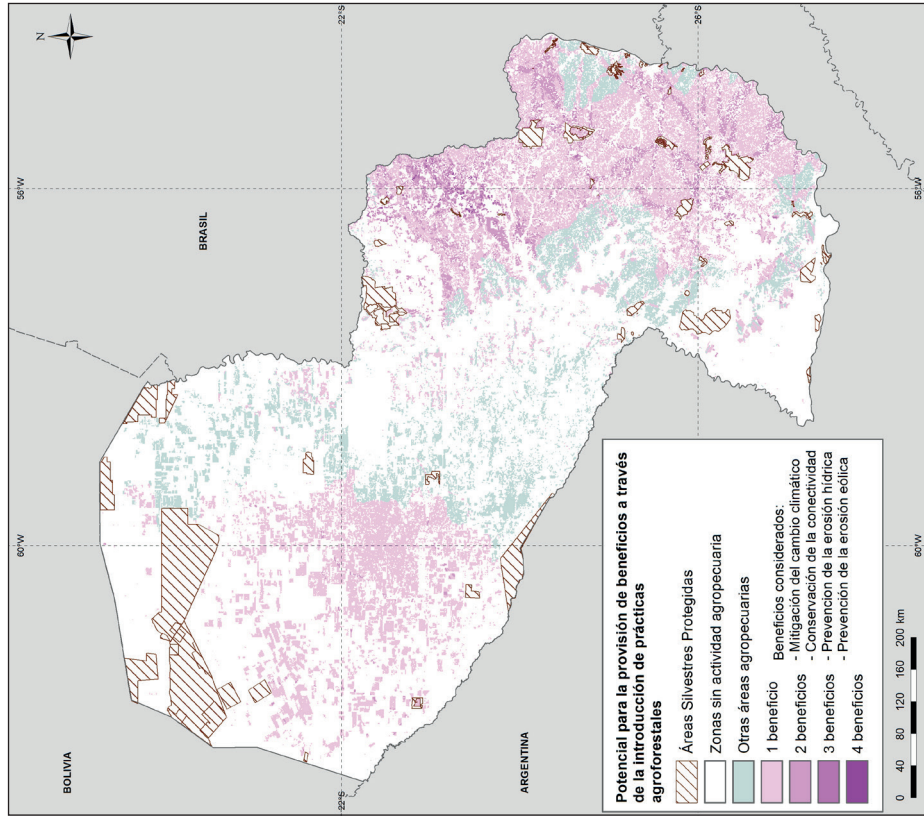
Al igual que para el Mapa 7a, este mapa se construyó estableciendo los umbrales en los que cada una de las variables utilizadas representaba beneficios potenciales a ser obtenidos de la introducción de prácticas agroforestales en el Paraguay. Esto se llevó a cabo, en base a las dos clases de valores más altos registrados para cada variable: Carbono de la biomasa (> 101 t/ha), corredores biológicos potenciales (niveles 5 y 4 de aptitud como corredor biológico), control de la pérdida de suelo por erosión hídrica (> 8.79 t/ha año), control de la erosión eólica (niveles Muy Alto y Alto de sensibilidad del suelo a la erosión eólica). Posteriormente, se llevó a cabo un análisis de superposición para generar un mapa compendio en los que cada variable fue incorporada con igual peso. Finalmente, se extrajo la información sobre la convergencia de diferentes beneficios en zonas agropecuarias del Paraguay. Para mayor información referirse a de Lamo et al. (2016).

Mapa 8b: **Convergencia de beneficios analizados en áreas boscosas:** Mapa 8a de este informe. **Áreas silvestres protegidas:** Secretaría del Ambiente (SEAM). *Áreas silvestres protegidas.* Dirección General de Protección y Conservación de la Biodiversidad de la Secretaría del Ambiente. Asunción, Paraguay: SEAM. 2011.

Este mapa se construyó superponiendo la capa sobre las áreas silvestres protegidas del Paraguay al Mapa 8a de este informe. Para mayor información referirse a de Lamo et al. (2016).

Mapa 8b. Convergencia de beneficios múltiples que pudieran ser obtenidos en zonas agrícolas a partir de la introducción de prácticas agroforestales en relación a las áreas silvestres protegidas del Paraguay

Este mapa muestra las áreas silvestres protegidas del Paraguay en relación a zonas agrícolas donde la introducción de prácticas agroforestales podría favorecer la provisión de los beneficios múltiples presentes en el Mapa 8. La agroforestería podría favorecer la conectividad entre las áreas silvestres protegidas de la región oriental del Paraguay, y generar áreas de amortiguamiento que promuevan la provisión de beneficios sociales y ambientales en zonas agrícolas del Chaco.



4. Conclusión

La información contenida en este informe, en combinación con la presentada en el informe previo sobre beneficios múltiples de REDD+ en Paraguay (Walcott et al. 2015), ambos realizados en el marco del PNC ONU-REDD+ Paraguay; muestra cómo los análisis espaciales pueden apoyar la planificación de REDD+ en el país. Los análisis presentados aquí pueden servir como insumos para orientar los procesos actuales de desarrollo y finalización de la Estrategia Nacional REDD+, en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2030, así como el diseño e implementación de PyMs REDD+ en el país. Este esfuerzo pretende además contribuir a asegurar que tanto los beneficios múltiples, como los riesgos asociados a REDD+, estén debidamente considerados en los procesos de planificación.

Este informe muestra que la distribución de beneficios de REDD+ priorizados por contrapartes nacionales es heterogénea a lo largo del territorio paraguayo. En consecuencia, el desarrollo de PyMs específicas asociadas a REDD+ debe contemplar estas diferencias.

La evaluación de corredores biológicos potenciales evidencia la importancia de la cobertura boscosa para el mantenimiento de la conectividad entre áreas silvestres protegidas, en particular para garantizar el flujo de individuos desde áreas fuente en el Chaco y la efectividad de áreas pequeñas en la región oriental. Los análisis relacionados a la erosión hídrica muestran que los bosques remanentes en la región oriental

son claves para la prevención de procesos erosivos que ponen en riesgo la productividad agrícola nacional, el transporte fluvial y la producción de energía hidroeléctrica; todas fuentes fundamentales de ingresos para el Paraguay. La evaluación de la erosión eólica evidencia que los actuales cambios de cobertura de la tierra asociados a los bosques secos del Chaco pueden ocasionar pérdidas importantes en la calidad de sus suelos, si no se ponen en práctica acciones para conservarlos.

Los análisis piloto sobre PyMs específicas, ejemplificaron la utilidad de la planificación espacial como herramienta para orientar la toma de decisiones. El ejemplo sobre el Régimen de Servicios Ambientales muestra un potencial para conjugar la provisión de un conjunto de beneficios prioritarios a través de la conservación de bosques. Los análisis también evidencian oportunidades para la generación de fuentes alternativas de ingreso para poblaciones vulnerables. Por su parte, la evaluación sobre la introducción de prácticas agroforestales demuestra la ganancia social y ambiental que puede ser obtenida a través de la promoción de técnicas productivas sostenibles, y su relevancia para el Sistema de Áreas Silvestres Protegidas.

Los resultados del presente análisis, en combinación con otras fuentes de información, pueden representar insumos importantes para el diseño de PyMs específicas asociadas a REDD+, así como para el desarrollo de enfoques para asegurar que los planes de REDD+ aborden las salvaguardas de Cancún.

La aplicación de REDD+ podría ayudar a conservar servicios sociales y ambientales provistos por los bosques del Paraguay.

© PNUD Paraguay.



5. Referencias

Aide, T. M., M. L. Clark, H. R. Grau, D. López-Carr, M. A. Levy, D. Redo, M. Bonilla-Moheno, G. Riner, M. J. Andrade-Nunez, y M. Muniz. "Deforestation and Reforestation of Latin America and the Caribbean (2001-2010)." *Biotropica* 45 (2013): 262-271.

Armbrust, D. V. y Bilbro, J. D. "Relating plant canopy characteristics to soil transport capacity by wind." *Agronomy Journal* 89 (1997): 157-162.

Barboza Martínez FR. "Aptitud de uso de la tierra. Componente Edafología". *Proyecto de ordenamiento ambiental del territorio del departamento de Presidente Hayes*. Asunción, Paraguay. Unión Europea, Secretaría del Ambiente, obnación del Departamento Presidente Hayes, Fundación para el Desarrollo Sustentable del Chaco. 2008.

Bennett A. *Enlazando el Paisaje: el papel de los corredores biológicos y la conectividad en la conservación de la vida silvestre*. Gland, Suiza: UICN. 1998.

Buschiazzo, D. E. "Management Systems in Southern South America." *Dryland Agriculture* 2nd Ed., Agronomy Monograph 23 Madison, USA: ASA/CSSA/SSSA. 2006.

Buschiazzo, D. E, J. E. Panebiaco, G. Guevara, J. Rojas, J. J. Zurita, D. Bran, D. López, J. Gaitan y P. Hurtado. "Incidencia potencial de la erosión eólica sobre la degradación del suelo y la calidad de aire en distintas regiones de la Argentina." *Ciencia del Suelo* 27 2 (2009) 255-260.

Crooks, K. y M. Sanjaya (Eds). *Connectivity Conservation*. Conservation Biology Book Series 14 Cambridge, UK: Cambridge University Press. 2006.

De Lamo, X., S. García-Rangel, A. van Soesbergen, A. Arnell, S. King, Y. Shennan-Farpón, J. Walcott, J. Ferrando, L. Miles y V. Kapos. *Mapeo de los beneficios múltiples de REDD+ en Paraguay: análisis adicionales para orientar la toma de decisiones sobre políticas y medidas REDD+*. Informe técnico. Cambridge: UNEP-WCMC para el Programa Nacional Conjunto ONU-REDD+ Paraguay. 2016.

Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos (DGEEC). *Incidencia de pobreza por municipalidad*. Asunción, Paraguay: Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos. 2012.

DiMiceli CM, ML Carroll, RA Sohlberg, C Huang, MC Hansen and JRG Townshend. *Annual Global Automated MODIS Vegetation Continuous Fields (MOD44B) at 250m Spatial Resolution for Data Years Beginning Day 65, 2000-2010, Collection 5 Percent Tree Cover*. University of Maryland, College Park, MD, USA. 2011.

Durgunoglu, A. y K. P. Singh. *The economics of using sediment-entrapment reduction measures in lake and reservoir design*. Research Report 216. University of Illinois at Urbana-Champaign. Illinois, USA: Water Resources Centre. 1993.

Fahrig, L. "Effect of habitat fragmentation on biodiversity." *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34 (2003): 487-515.

FAO. *A Provisional Methodology for Soil Degradation Assessment*. Rome, Italy: FAO. 1979.

FAO/IIASA/ISRIC/ISS-CAS/JRC. *Harmonized World Soil Database (version 1.1)*. Disponible en: <http://www.globalsoilmap.net/content/harmonized-world-soil-database-version-11> FAO, Roma, Italia e IIASA, Laxenburg, Austria. 2009.

Fryrear, D. W. "Mechanics, measurement and modelling of wind erosion." *Advances in Geoecology* 31 (1998) 291-300.

Gorresen, P.M. y Willig, M.R. "Landscape Responses of Bats to Habitat Fragmentation in Atlantic Forest of Paraguay." *Journal of Mammalogy* 85 4 (2004): 688-697.

Guerrero, M., M. Re, Kazimierski L.D., Menéndez A. N. y R. Ugarelli. "Effect of climate change on navigation channel dredging of the Parana River." *International Journal of River Basin Management* 1 4 (2013): 439-448.

Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones y A. Jarvis. "Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas". *International Journal of Climatology* 25 (2005).

Instituto Forestal Nacional (INFONA). *Ley Forestal 422/73*. Paraguay 1973. Disponible en: http://www.infona.gov.py/application/files/8414/2893/9388/Ley_N_422_Forestal.pdf.

Itaipú Binacional. *Generación*. Disponible en: <http://www.itaipu.gov.py/es/energia/generacion> (consultada por última vez en noviembre de 2015). 2015.

Lehner, B. y G. Grill. "Global river hydrography and network routing: baseline data and new approaches to study the world's large river systems". *Hydrological Processes* 27 15 (2013). Disponible en: www.hydrosheds.org (consultada por última vez en noviembre de 2015).

LoC. *Country Profile: Paraguay*. Disponible en: <http://www.loc.gov/rr/frd/cs/profiles/Paraguay.pdf> (consultada por última vez en mayo de 2016). 2005.



- López Gorostiaga O, González Erico E, de Llamas PA, Molinas AS, Franco ES, García S and Ríos EO. "Proyecto de racionalización del uso de la tierra". *Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la región oriental del Paraguay*. Volumen I. Asunción, Paraguay. Gobierno del Paraguay, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Subsecretaría de Estado de Recursos Naturales y Medio Ambiente. 1995.
- López Sánchez, M. V., J. M. Herrero, G. G. Hevia, R. Gracia Ballarín y D. E. Buschiazzo. "Determination of the wind erodible fraction of soils using different methodologies." *Geoderma* 139 (2007): 407-411.
- Mezősi, G., V. Blanka, T. Bata, F. Kovács, y B. Meyer. "Estimation of regional differences in wind erosion sensitivity in Hungary". *Natural Hazards Earth Systems Sciences* 15 (2015).
- Miller K., E. Chang y N. Johnson. *En Busca de un Enfoque Común para el Corredor Biológico Mesoamericano*. Washington, USA: World Resources Institute. 2001.
- Minang, P.A, F. Bernard, M. van Noordwijk y E. Kahurani. "Agroforestry in REDD+: Opportunities and Challenges." ASB Policy Brief No. 26, (2011). ASB Partnership for the Tropical Forest Margins, Nairobi, Kenya.
- Minang, P.A, L.A Daguma, F. Bernard, O. Mertz y M. van Noordwijk. "Prospects for agroforestry in REDD+ landscapes in Africa." *Current Opinion in Environmental Sustainability* 6 (2014): 78-82.
- Moilanen, A., F. M. Pouzols, L. Meller, V. Veach, A. Arponen, A. Leppänen y H. Kujala. "Spatial conservation planning methods and software." Zonation User Manual Version 4 (2014). Helsinki, Finland: Zonation.
- Mulligan, M. "WaterWorld: a self-parameterising, physically based model for application in data-poor but problem-rich environments globally." *Hydrology Research* 44 5 (2013): 748.
- Munson, S. M., Belnap, J., y Okin, G. S. "Responses of wind erosion to climate-induced vegetation changes on the Colorado Plateau." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 (2011): 3854–3859.
- Myers, N, R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca y Kent, J. "Biodiversity hotspots for conservation priorities." *Nature* 403 (2000): 853-858.
- NOAA. GIS-based Map Interface (Climate Data Online) National Centres for Environmental Information (NCEI), Asheville, North Carolina 2015. Disponible en: <http://gis.ncdc.noaa.gov/map/viewer/> (consultada por última vez en agosto de 2015).
- Peterson, G.A, P. W. Unger y W. A. Payne. *Dryland Agriculture*, 2nd Ed (2006). Agronomy Monograph 23. Madison, USA: ASA/CSSA/SSSA.
- Pimentel, D, C. Harvey, P. Resosudarmo, K. Sinclair, D. Kurz, M. McnAir, S. Crist, L. Shpritz, L. Fitton, R. Saffouri y R. Blair. "Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits." *Science* 267 (1995): 1117-1123.
- PNC ONU-REDD+ Paraguay. Mapa de bosque/no bosque. Inventario Nacional Forestal. Asunción, Paraguay: PNC ONU-REDD+. 2011.
- PNC ONU-REDD+ Paraguay. Capa Preliminar de Tierras de Cultivo 2015. Asunción, Paraguay: PNC ONU-REDD+. Sin publicar.
- PNC ONU-REDD+ Paraguay. Elaboración del plan de implementación de las políticas y medidas priorizadas para reducir la deforestación en Paraguay. Borrador análisis de las causas de la deforestación en Paraguay. Segundo Producto. FAO, PNUD, PNUMA, INFONA, SEAM, FAPI. 2016.
- Poder Legislativo. Ley N° 3001/2006 de Valoración y Retribución de los Servicios Ambientales. Paraguay 2006. Disponible en: http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/ley_3001_de_servicios_ambientales_1.pdf
- Reubens, B., J. Poesen, F. Danjon, G. Geudens y B. Muys. "The role of fine and coarse roots in shallow slope stability and soil erosion control with a focus on root system architecture: a review." *TRESS* 21 (2007): 385-402.
- Riley, S. J., S. D. DeGloria y R. Elliot. "A terrain ruggedness index that quantifies topographic heterogeneity." *Intermountain Journal of Sciences* 5 1-4 (1999): 23-27.
- R-PP *Propuesta de preparación para la Reducción de Emisiones Causadas por la Deforestación y Degradación de los Bosques: Borrador de Trabajo versión 2*. Asunción, Paraguay: Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques. 2014.
- Saatchi, S.S, N. Harris, S. Brown, M. Lefsky, E.T.A Mitchard, W. Salas, B.R Zutta, W. Buermann, S. L Lewis, S. Hagen, S. Petrova, L. White, M. Silman y A. Morei. Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 24 (2011): 9899-9904.

Secretaría del Ambiente (SEAM). *Áreas silvestres protegidas*. Dirección General de Protección y Conservación de la Biodiversidad de la Secretaría del Ambiente. Asunción, Paraguay: SEAM. 2011.

Secretaría del Ambiente (SEAM). *Ecorregiones del Paraguay*. Asunción, Paraguay: SEAM. 2013.

Secretaría del Ambiente (SEAM). *Contribuciones Nacionales de la República del Paraguay: Visión 2030, Plan Nacional de Desarrollo*. Paraguay. 2015. Disponible en: <http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Paraguay/1/Documento%20INDC%20Paraguay%2001-10-15.pdf>.

Shao, Y. y Leslie, L. M. "Wind erosion prediction over the Australian continent." *Journal of Geophysical Research-Atmospheres* 102 (1997): 30091–30105.

Shao, Y. *Physics and modelling of wind erosion*. Springer. Cologne. 2008.

Toy, T. J, G. R. Foster y K. G. Renard. *Soil erosion: Processes, prediction, measurement and control*. New York, USA: John Wiley & Sons, Inc. 2002.

Tsogtbaatar, J. y S. Khudulmur. *Desertification Atlas of Mongolia*. Mongolia: Institute of Geoecology, Mongolian Academy of Sciences. 2014.

UICN (2015). Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Versión 2015-3. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org> (consultada por última vez en noviembre de 2015).

UNEP. "Land Degradation in South Asia: Its Severity, Causes and Effects upon the People." *World Soil Resources Report 78*. INDP/UNEP/FAO. 1994.

UNEP. "Forest ecosystems in national economies and contribution of REDD+ in a Green Economy Transformation: The Case for Panama." Página web de UN REDD. 2014. Disponible en: http://www.unredd.net/index.php?option=com_docman&view=download&alias=14048-forest-ecosystems-in-national-economies-and-contribution-of-redd-in-a-green-economy-transformation-the-case-of-panama&category_slug=forest-ecosystem-valuation-and-economics&Itemid=134 (consultada por última vez en noviembre de 2015).

USDA. *A universal equation for measuring wind erosion*. USA-ARS: 22-69. Washington DC. 1961.

Walcott, J., Thorley, J., Casco, G., Coronel L.M., Kapos, V. Miles, L., Blaney, R., Woroniecki, S. *Mapeo de los beneficios múltiples de REDD+ en Paraguay: utilización de la información espacial para apoyar la planificación del uso de la tierra*. Cambridge, UK: UNEP-WCMC. 2015.

Worboys, G., W. Francis, y M. Lockwood. (Eds). *Connectivity conservation management: a global guide (with particular reference to mountain connectivity conservation)*. London, UK: Earthscan, Ltd. 2010.

Zomer RJ, Trabucco A, Bossio DA, van Straaten O, y Verchot LV. "Climate Change Mitigation: A Spatial Analysis of Global Land Suitability for Clean Development Mechanism Afforestation and Reforestation". *Agriculture Ecosystems and Environment* 126 (2008): 67-80.







REDD+ es una iniciativa que busca reducir las emisiones derivadas de la deforestación y degradación forestal en países en desarrollo, así como promover la conservación y el manejo sostenible de sus bosques y la mejora/aumento de las reservas de carbono forestal. La implementación de REDD+ tiene también el potencial de proveer beneficios sociales y ambientales más allá de la mitigación del cambio climático, los cuales son conocidos como beneficios múltiples.

Como parte de sus esfuerzos en la preparación para la implementación de REDD+, el Programa Nacional Conjunto ONU-REDD+ (PNC ONU-REDD+) Paraguay publicó en 2015, un informe con información sobre áreas dónde la provisión de beneficios múltiples podría apoyar la planificación e implementación de REDD+; así como sobre riesgos asociados a la implementación de esta iniciativa. Este informe ilustró cómo los análisis espaciales pueden apoyar el proceso de planificación REDD+.

El presente informe complementa el anterior, profundizando la integración de los beneficios múltiples en la planificación REDD+ del Paraguay. Aquí, se publica una nueva serie de análisis y un ejercicio de valoración monetaria, en base a un conjunto de beneficios de REDD+ no considerados anteriormente. Dichos beneficios reflejan nuevamente prioridades identificadas por actores nacionales, en este caso asociadas a la protección de la conectividad entre áreas silvestres protegidas y el control de procesos de erosión hídrica y eólica. Este informe presenta además, análisis piloto sobre el potencial de políticas y medidas REDD+ específicas para proveer beneficios múltiples.

Los análisis que se presentan aquí pudieran servir como insumo para orientar la actual generación de la Estrategia Nacional REDD+ en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2030, así como planes para el diseño e implementación de políticas y medidas REDD+ en el Paraguay.

Contacto:

UNEP World Conservation Monitoring Centre
 219 Huntingdon Road, Cambridge, CB3 0DL, Reino Unido
 Tel: +44 1223 814636 Fax: +44 1223 277136
 Correo electrónico: ccb@unep-wcmc.org
www.unep-wcmc.org

P R O G R A M A
ONU-REDD+
 P A R A G U A Y