

Implicaciones sobre los Servicios Ecosistémicos del Parque Nacional Amboró, bajo escenarios de deforestación hasta el 2050

Moara Canova¹, Graciela Tejada², Alberto Méndez³

1. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
2. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais -INPE
3. Fondo de Financiamiento Forestal de Costa Rica

Abstract:

As threats to the Earth's ecosystems increase, it has also been enhance the concerns over the loss of important services, such as, carbon sequestration and storage, watershed protection, scenic beauty and biodiversity conservation. For example, Bolivia is among the countries with the highest net forest loss during 2000–2010, with 50% of its territory now covered by lowland forests. In the mid-1980s, the agro-industrial corporations engaged in large-scale deforestations mainly in the portion of the Bolivian Amazon, in Santa Cruz, where current deforestation converted 75% of the land for agricultural purposes. Therefore, the world new conservation initiatives aim to create systems in which users of Ecosystem Services (ES) compensate providers for the conservation of those ES. Such strategies are entitled 'Payments for Environmental/Ecosystem Services' (PES) and have potential to protect environmental goods and processes, while improving local livelihood systems. For this reason, our research focused on the Amboró National Park and Natural Area of Integrated Management (ANP and NAIM) located in the Santa Cruz department from Bolivia. The ANP is in the Andes mountain range that influence different micro-climates. Their characteristic makes the ANP one of the regions of greater diversity and extraordinary biological richness, besides of being part of the Amboró-Madidi conservation corridor (CAM). Thus, the aim of study was to quantify the possible impacts of deforestation on the forest carbon storage, as well as, to discuss the implications for provisioning of others services such as, water maintenance and scenic beauty on three deforestation scenarios until 2050. In addition, we analyzed the influence of public policies related to PES in the park. For this, we used three deforestation scenarios (A: Sustainable; B: Middle of the road; and C: Expansion of the Agricultural frontier) until 2050, which used a spatially-explicit land cover change model within the LuccME framework, for the Bolivian lowlands. The results shows that due to the proximity to the Santa Cruz city hotspot of deforestation, the large density of asphalted roads, agricultural expansion and other pressures, in the three scenarios the Amboró, promote great impacts on its vegetation cover and to SE provided by that. In the Sustainable scenario, ANP forests presents degradation, leaving few areas with intact forests in 2050. The Middle of the Roads and the Fragmentation scenarios are more alarming, showing that almost all forests of PNS could be lost by 2050. Currently, the Piráí River Basin that is originated in the ANP, supplies much of the water of Santa Cruz department. Furthermore, there is little attractive forest outside of the National Park, such that the community is strictly dependent on the scenic beauty to local tourism incentivized by private measures of PES. Thus, under these scenarios projected to 2050, Santa Cruz inhabitants might suffer of water scarcity and communities as La Chonta and La Yunga, which are directly benefited by cultural ES of scenic beauty, will be also affected by the loss of the forests. In this way, we conclude the Amboró PN and NAIM provides fundamental SEs, such as the conservation of vegetation cover that consequently preserve the important watersheds, where were situated the Piráí and Los Negros headwaters. Besides these aspects, this area play a role in many cultural functions of which local communities depend on ecotourism. Thereby, the ongoing environmental public policies measures will not be sufficient, require much more assertive protection planning, in terms of economic investment to PES. In addition, it is necessary awareness, involvement and contribution of the Santa Cruz population on the importance of PN and NAIM Amboró in order to ES preservation provides there.

Key-words: Ecosystem services, National Park, Deforestation Scenarios, Payment for Ecosystem Services

Outline

Resumen	Erro! Indicador não definido.
1. Introducción.....	4
2. Materiales y métodos.....	6
2.1. Área de estudio	6
2.2. Método para identificar Servicios Ecosistémicos en el PN y AMNI Amboró	8
2.3. Modelos de deforestación	8
2.5. Emisiones de CO ₂ por deforestación	11
3. Resultados.....	11
3.1. Servicios Ecosistémicos en el PN y AMNI Amboró y presiones actuales	11
3.2. Experiencias de PSA en el PN y AMNI Amboró	14
3.3. Escenarios de deforestación hasta el 2050 en el PN y AMNI Amboró	16
3.3. Emisiones de CO ₂ por deforestación.....	19
4. Discusiones.....	20
4.1. El futuro del PN y AMNI Amboró bajo 3 escenarios de deforestación y las implicaciones en los Servicios Ecosistémicos	20
4.2. Sugerencias para los tomadores de decisiones para preservar el PN y AMNI Amboró.....	23
5. Conclusiones.....	23
6. Referencias	24

1. Introducción

En la medida que las amenazas a los ecosistemas de la Tierra aumentan, también crece la preocupación por la pérdida de servicios ecosistémicos importantes, como el secuestro y reservas de carbono, la protección de las cuencas, la belleza escénica y la conservación de la biodiversidad.

Bolivia es un país con el 50% de su territorio cubierto por bosques de tierras bajas (Yungas, Chaqueño, Amazónico, etc.) pero de 2000-2010 se ubicó entre los países con más pérdida de bosques (FAO, 2010) manteniendo la misma tendencia hasta el 2016 (FAO, 2016). Hasta mediados de 1980, las tierras bajas tenían un excelente estado de conservación (Araujo et al. 2010), a partir de esta fecha las corporaciones agroindustriales impulsaron la deforestación a gran escala en el departamento de Santa Cruz, donde el 75 % de la cobertura natural es ahora tierra agrícola (Killeen et.al., 2008), siendo la porción de la tierras bajas más deforestada de Bolivia.

Es así que las áreas protegidas cumplen un rol estratégico para mantener la conectividad de los ecosistemas y los Servicios Ecosistémicos (SE) derivados del bosque además de contribuir a la calidad de vida de pueblos indígenas y comunidades locales (Araujo et al. 2010; IUCN, 2008). Actualmente hay muchos esfuerzos para conservar la naturaleza y los SE que provee además de un gran reconocimiento en el rol que cumplen los bosques en la mitigación y adaptación al cambio climático considerando que 15 % del carbono terrestre está almacenado en ellos (IUCN, 2008). El Parque Nacional (PN) y Área Natural de Manejo Integrado (ANMI) Amboró con una extensión de 637.000 ha, se encuentra en el departamento de Santa Cruz y tiene un rol fundamental en la provisión de SE, ya que es un área que pertenece a la cadena montañosa de los Andes y es parte del corredor de conservación Amboró -Madidi (CAM) caracterizado como una de las áreas más biodiversas del planeta (Araujo et al., 2010; Ibish & Merida, 2004; Ibish et al., 2007).

De esta manera, las nuevas iniciativas de conservación mundiales apuntan a crear sistemas en los que beneficiarios de uno o más de los ES compensen a los proveedores de recursos para la conservación de esos ES, ya sea dentro de áreas de protección o áreas privadas. Dichas estrategias se titulan "Pagos por Servicios Ambientales" (PES), se supone que tienen el potencial de proteger los bienes y procesos ambientales, a la vez que mejoran los sistemas de subsistencia locales. En este sentido, los incentivos y/o subsidios (monetarios o no monetarios) surgen como una alternativa prometedora para fomentar una sinergia efectiva de la protección ambiental con la producción agrícola. Esta estrategia -PSA- ha sido ampliamente utilizada y implementada en diferentes partes

del mundo, sobre todo en América Latina (Grima et al., 2015). Según FAO, hasta 2009, había más de 65 programas de PSA en ejecución, distribuidos alrededor de 18 países de América Latina. Costa Rica se ha convertido en el precursor de los programas más recientes y ampliamente difundidos que se encuentran bajo el nombre general de "Pagos por Servicios Ambientales (PSA, ahora adoptado en muchos países latinoamericanos y mundiales) (FONAFIFO, 2007).

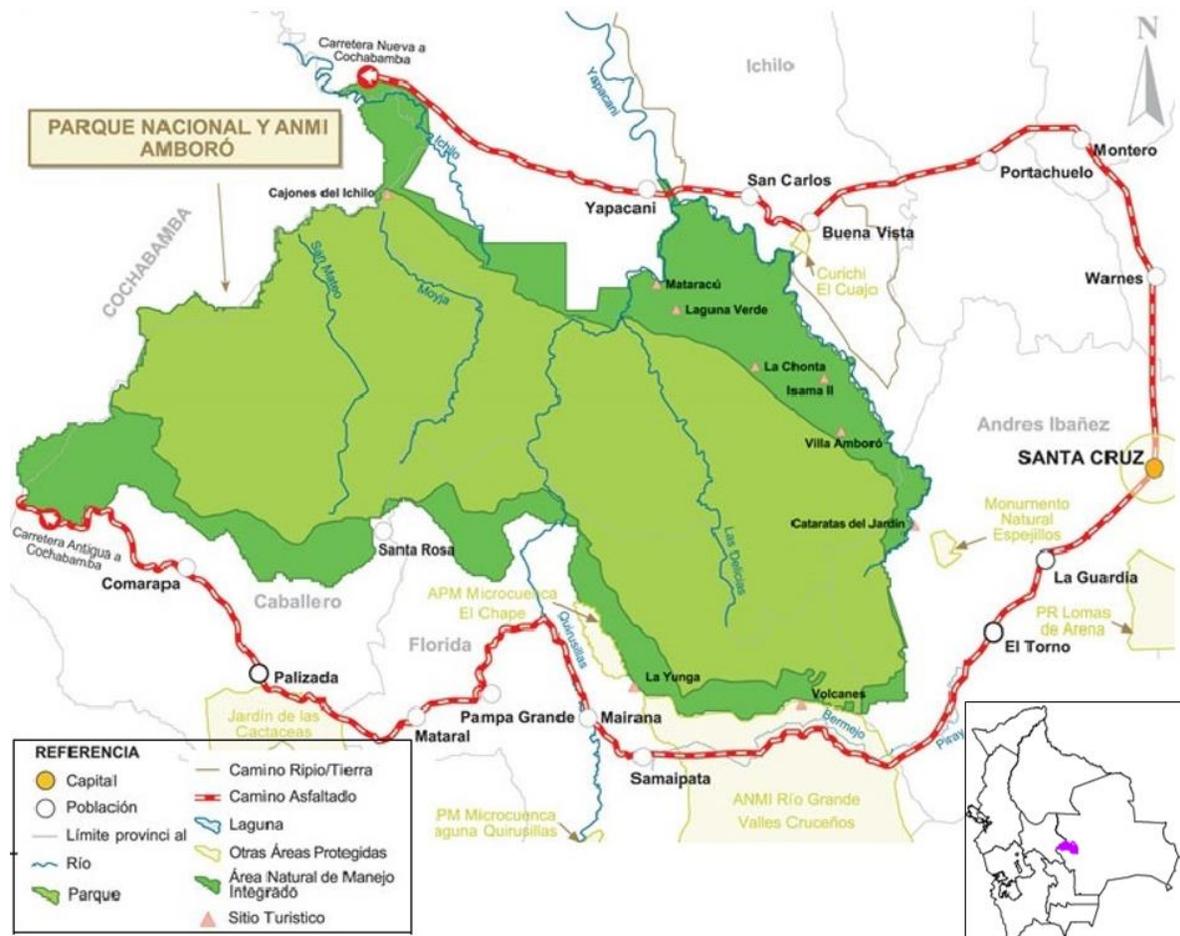
Desde el lanzamiento del Programa de PSA de Costa Rica juntamente a otras medidas de preservación ambiental, Costa Rica se convirtió en el precursor de los programas más recientes y ampliamente difundidos que se encuentran bajo el nombre general de "Pagos por Servicios Ambientales (PSA, ahora adoptado en muchos países latinoamericanos y mundiales) (FONAFIFO, 2007) (Peralta, 2013). Mientras que, en la actualidad, no existen esquemas de PSA puros en Bolivia, pero existen varias experiencias que utilizan incentivos económicos directos y satisfacen los criterios de tales esquemas (FAN, 2017), incluyendo la PNA. Un estudio exhaustivo de Wunder y Robertson de 2005 muestra que las iniciativas de PSA están diseñando nuevas rutas en los bosques y planicies de Bolivia. Sus huellas son relativamente pocas y nuevas, pero sus estrategias iniciales hacia el doble objetivo de la conservación ambiental y la mejora de los sistemas de subsistencia han sido un método, o sea, con el potencial de alcanzar nuevos niveles de éxito ambiental. Pero al mismo tiempo corre un gran riesgo de deforestación a pequeña escala por la tala ilegal de maderas preciosas, pero también corre el riesgo de deforestación a futura a gran escala por la cercanía con la ciudad de Santa Cruz, la conectividad y la presión de los mercados nacionales.

Es por eso que tenemos el objetivo de discutir las implicaciones sobre los SE del PN y ANMI Amboró, bajo escenarios de deforestación hasta el 2050. Para esto usaremos tres escenarios de deforestación (A: Sostenible, B: Mitad del camino y C: Expansión de la frontera agrícola) hasta el 2050, que son el resultado de un modelo espacialmente explícito de cambio de cobertura de la tierra para las tierras bajas de Bolivia de Tejada et al. (2016).

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

El estudio se realizó en el PN y ANMI Amboró, que ocupa una superficie de 637.000 ha y se localiza en la faja subandina de la Cordillera Oriental de los Andes, al Oeste del Departamento de Santa Cruz de la Sierra, entre los municipios Buenavista, San Carlos, Yapacaní, Comarapa, Samaipata, Mariana, Pampa Grande, El Torno y Porongo, entre las coordenadas 17°43' y 17°55' de latitud sur y 60°39' y 64°04' longitud oeste (Fig. 1a).



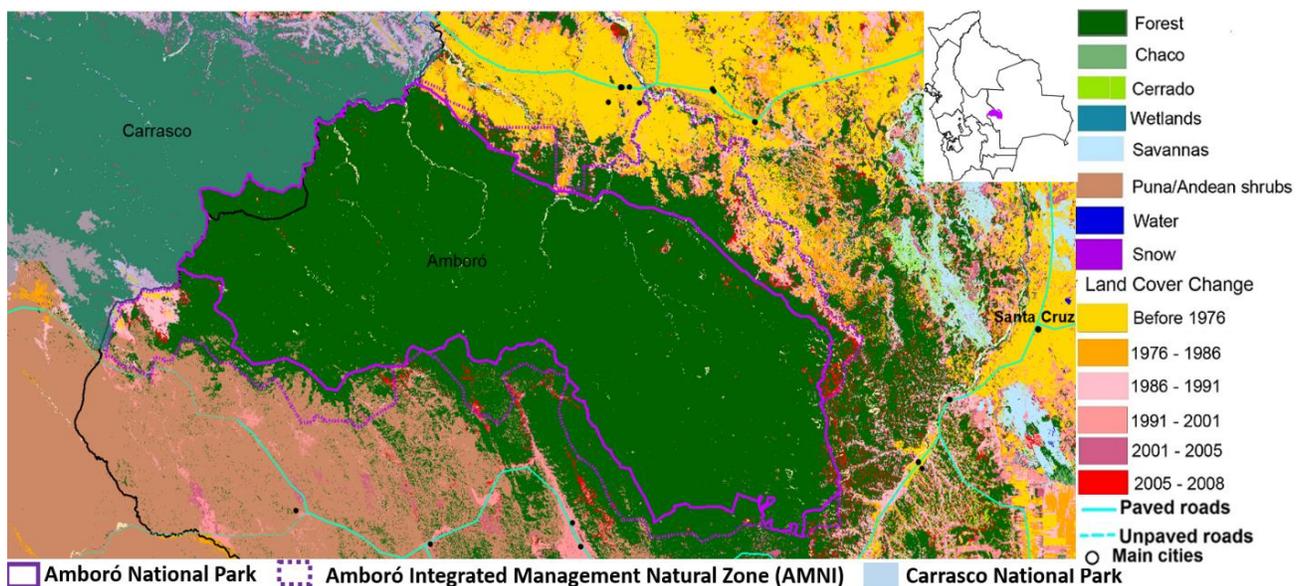


Figura 1. (a) Arriba, Parque Nacional (PN) y Área Natural de Manejo Integrado Amboró (AMNI); (b) Abajo, Cambio y cobertura de la tierra en el PN y AMNI Amboró, datos de Killen et al. (2012)

El Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró fue declarado mediante Decreto Supremo (DS) 254 del 20-12-1973 como Reserva Natural Tcnl. Germán Bush. El DS 20423 del 16-08-1984 cambia el nombre y la categoría a PN Amboró. Se amplía la superficie a través del DS 22939 del 11-10-1991 y DS 24137 del 03-10-1995 dónde se redefine la extensión del PN y establece un ANMI, que es dónde actualmente existe mayor deforestación (Fig. 1b).

El rango altitudinal oscila entre los 300 y 3.300 msnm. El Área está ubicada en el denominado "Codo de los Andes" o región Subandina del Departamento de Santa Cruz, donde la Cordillera cambia de rumbo hacia el Sur. La región es típicamente montañosa, con fuertes pendientes y pronunciadas diferencias de nivel, y la zona Sur tiene una topografía de colinas bajas

Bio-geográficamente corresponde la subregión Bosque Húmedo Montañoso de Yungas. No obstante, en el Área confluyen numerosas influencias bióticas y se reconocen las siguientes unidades biogeográficas: región Brasileño-Parenece, región Andina, que incluye a su vez dos subregiones: Puneña y Yungueña, región Chaqueña y región Amazónica (Ibish & Merida, 2004). El clima es templado en la parte alta a cálido en las zonas más bajas. La precipitación varía según las zonas entre los 1.400 a 4.000 mm anuales.

El Parque Nacional Amboró tiene un alto índice de diversidad biológica, que está relacionado con el grado de diversidad de los diferentes hábitats, teniendo más de 2.961 especies de plantas

superiores, gran diversidad de fauna, 127 especies de mamíferos, 820 especies de aves, 105 especies de reptiles y anfibios, 109 de peces (Parque Nacional Amboró, 2017).

Las comunidades y asentamientos se concentran en los bordes Norte y Sur del ANMI, con una población muy escasa hacia el centro. Se ha identificado la presencia de algo más de 4.000 familias en todo el AMNI y unos 26.000 habitantes. Actualmente, las poblaciones están representadas en su mayoría por colonos Cambas, Aymaras y Quechuas en diferentes proporciones de acuerdo a las comunidades como, Cajones de Ichilo, Mataracú, Laguna Verde, Villa Amboró, Jardín de las Delicias, La Chonta más al Norte y Refugio Los Volcanes y La Yunga al Sur (Parque Nacional Amboró, 2017).

2.2. Método para identificar Servicios Ecosistémicos en el PN y AMNI Amboró

Para identificar los Servicios Ecosistémicos, se realizó una revisión de la literatura, enfocándonos principalmente en los proyectos de PSA de la Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN) Bolivia y la Fundación Natura. También se revisaron artículos de la prensa sobre la problemática del Amboró y del río Pirai.

2.3. Modelos de deforestación

El modelo LuccME/Bolivia de deforestación (o cambio de cobertura de la tierra) para las tierras bajas de Bolivia es de Tejada et al. (2016). El LuccME (<http://www.terrame.org/doku.php?id=luccme>) es un programa de código abierto para la construcción de modelos de cambio de uso y cobertura de la tierra, usando un espacio celular (en este caso de $25 \times 25 \text{ km}^2$) que combina diferentes escalas. El LuccME crea modelos espacialmente explícitos que constan de 3 componentes: la Demanda (cálculo de la magnitud o cantidad de cambio), el Potencial (cálculo la propensión al cambio de la célula) y la Locación (distribución espacial de cambios basados en la demanda de la tierra y en el potencial de cambio de cada célula) (Aguiar et al. 2015). La variable dependiente es la deforestación y los datos de cambio de cobertura de la tierra usados fueron de Killen et al. (2012); después del análisis estadístico de más de 20 variables (especialmente explícitas), las variables dependientes son Distancia a caminos, Conexión a mercados regionales (submodelo que considera los mercados regionales y el grado de conectividad de acuerdo al tipo de camino, ya sea asfaltado o no asfaltado), Áreas protegidas y Tierras Indígenas y la pendiente. Los periodos analizados fueron hasta el 2001,

2001-2005 para la calibración y 2005-2008 para la validación, los detalles del modelo se encuentran en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los parámetros del modelo **LuccME/Bolivia.** Fuente (Tejada et al. 2016)

General parameters	<i>Spatial scale</i>	Extent	Eastern lowlands Bolivia below the natural montane tree line (~3000 m) (based on Killen et al. (2012))				
		Resolution	Regular cells of 25km x 25km (625 km ²)				
Temporal scale		Extent	2008-2050				
		Resolution	yearly				
		Data for statistical analysis	2001				
		Data for validation	2008 (Killen et al. (2012))				
	<i>Land use/cover classes</i>	Percentage of natural Vegetation, deforestation and other in the cell					
Potential: Spatial Lag Regression parameters	<i>Selected deforestation spatial determinants</i>			<i>Regression Coefficient</i>	<i>Std B</i>	<i>Significance</i>	<i>Scenario dependent</i>
	<i>W_log_def constant</i>	Spatial autoregressive coefficient		0.91273280	0.011	0.000	
	<i>GPM to regional</i>	Connectivity index via the road network to regional markets (cities with > 70,000		720.66800000	114.881	0.000	Y
	<i>Distance to roads</i>	Euclidean distance to the closest paved or unpaved roads (log10 transformed)		-0.01356610	0.003	0.000	Y
	<i>Slope flat</i>	Percentage of cell area covered by a slope flat (up to 5%)		6.64 x 10 ⁻⁷	0.004	0.044	
	<i>Protected Areas and Indigenous Territories</i>	Percentage of cell area covered by protected areas and indigenous territories		0.02201879	0.004	0.005	Y
	Allocation: Clue Like Allocation parameters	<i>Deforestation allocation parameters - submodel A20</i>			<i>Scenario A</i>	<i>Scenario B</i>	<i>Scenario C</i>
<i>maxError</i>		Maximum allocation error allowed for each land use		500 km ²	500 km ²	500 km ²	
<i>minValue</i>		Minimum value (percentage) allowed for that land use as a result of new changes		0%	0%	0%	
<i>maxValue</i>		Maximum value (percentage) allowed for that land use as a result of new changes		100%	100%	100%	
<i>changeThresholdValue</i>		Threshold applied to the level of saturation in each cell. The saturation level is		40%	40%	40%	
<i>maxChange</i>		Maximum change in a given land use allowed in a cell in a time step until (saturation)		6%	6%	6%	
<i>maxChangeAbovethres</i>		Maximum change in a given land use allowed in a cell in a time step after (saturation)		3%	3%	3%	
Demand: Pre Computed Values	<i>Deforestation</i>			<i>Scenario A</i>	<i>Scenario B</i>	<i>Scenario C</i>	
				Tendency of 2005-2008 until 2013, then decrease of 50%	Tendency of 2005-2008	In 2008 starts to increase annually until reach 13 million ha in 2025, then the tendency of 2005-2008	

Las asunciones para los escenarios futuros fueron basadas en los escenarios del proyecto AMAZALERT para la Amazonia Brasileira (Aguiar et al., 2014) pero adaptados para el contexto boliviano, en la Tabla 2 se tiene la historia de cada escenario y la descripción de las asunciones están en la Tabla 3.

Tabla 2. Breve descripción de los escenarios, describiendo brevemente el contexto socioeconómico e institucional de cada escenario. Fuente Tejada et al. (2016)

Scenario A: Sustainability	Scenario B: Middle of the road	Scenario C: Fragmentation
<p>"Relying on strong governance; The Environmental and Mother Earth laws are enforced. The Amazon rural landscapes are preserved as protected areas and indigenous territories. Current roads are improved.</p> <p>Economy and society are well organized relying on a diversified economy based on the industrial, forest and agricultural sectors. The strong agricultural sector uses intensive and environmentally safe methods".</p>	<p>"There is the same economic growth trend as in the period from 2005-2008. Santa Cruz farmers are opponents of the government, slowing down the growth of the agricultural frontier. The indigenous of the Amazon defend their territories postponing road construction and oil exploration in protected areas and indigenous territories. Deforestation has the same trend as in 2005-2008; mechanized agriculture and cattle ranching are the main causes of deforestation".</p>	<p>"The Government and the Santa Cruz farmers reach an agreement to expand the agricultural frontier to 13 million ha by 2025 to ensure food sovereignty. All the roads, both planned and unpaved will be paved in 2025. The economy is based on mechanized agriculture, oil exploration and cattle ranching. Road construction and market commodities for soy are influenced by international interest".</p>

Tabla 3. Asunciones para los escenarios de deforestación para las tierras bajas de Bolivia. Fuente (Tejada et al. 2016).

Variables		2015	2025	2045
Scenario A: Sustainability	Roads	No new roads	Construction roads are unpaved	
	GPM to regional markets¹	No new roads	Construction roads are unpaved	
	PA and IT	PAs and ITs maintained	New PAs are created	
	Deforestation rate	Trend of 2005-2008 until 2013, then decrease by 50%		
Scenario B: Middle of the road	Roads	Unpaved roads are paved. Roads in construction are unpaved	Planned roads are unpaved Unpaved are paved	Planned roads are paved
	GPM to regional markets¹	Unpaved roads are paved. Roads in construction are unpaved	Planned roads are unpaved. Unpaved roads are paved	
	PA and IT	No new PA		In oil exploration zones are no longer PAs and ITs
	Deforestation rate	Trend of 2005-2008	Trend of 2005-2008	Trend of 2005-2008
Scenario C: Fragmentation	Roads	Unpaved roads are paved. Roads in construction are unpaved	Roads in construction are paved. Planned roads are paved	
	GPM to regional markets¹	Unpaved roads are paved. Roads in construction are unpaved	Roads in construction are paved. Planned roads are paved	
	PA and IT	No new PA and IT	In oil exploration zones are no longer PAs and ITs	
	Deforestation rate	Annual increase beginning in 2008 until 13 million ha are removed by 2025 (for intensive agriculture), cattle ranching and small-scale agriculture has the 2005-2008 trend.	Reaches 13 million ha, then replicated the 2005-2008 trend	

- 1. Connectivity index via the road network to regional markets (cities with >70,000 people)
- GPM: Generalized Proximity Matrix
- PA: Protected areas
- IT: Indigenous territories (Territorios Indígenas Originarios Campesinos [TIOC] according to Bolivian Law)

2.5. Emisiones de CO₂ por deforestación

Para calcular las emisiones de CO₂ por deforestación, del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró, se calculó primero la biomasa encima del suelo, utilizando la media de biomasa de cada célula con los datos del mapa de biomasa de Saatchi et al. (2011) para el 2008 y para cada escenario en el 2050 (Fig. 2). Después con las áreas deforestadas se calculó las emisiones potenciales de CO₂, asumiendo que el 100% de las emisiones se dan cuándo ocurre la deforestación, es decir sin considerar el recrecimiento ni otros parámetros.

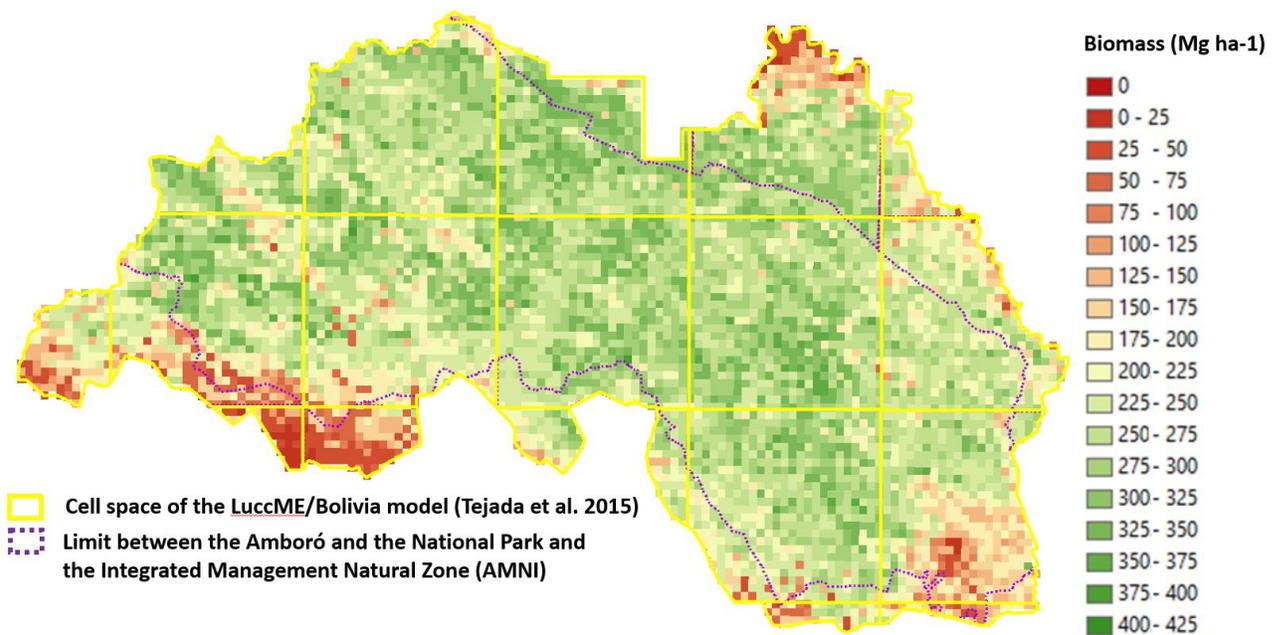


Figura 2. Datos de biomasa de Saatchi et al. (2011) para el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amboró

3. Resultados

3.1. Servicios Ecosistémicos en el PN y AMNI Amboró y presiones actuales

Las prácticas agrícolas y de extracción de madera convierten las zonas con bosques primarios en zonas de bosques degradados, esto disminuye considerablemente la biodiversidad, sino que también perjudican las funciones de regulación y de producción de estos ecosistemas claves. Lo cual, a su vez afecta la provisión de SE hidrológicos, ya que dependen de la interacción específica

entre la estructura de la vegetación, el clima, los suelos y la topografía (FAN, 2017). Es así que el entorno inmediato del PN y AMNI Amboró (Fig. 3) se encuentra sobre grandes presiones, al Este colinda con el Parque Nacional Carrasco, que está rodeado de deforestación a causa de agricultura a pequeña escala (principalmente cultivo de Coca y asentamientos de colonos), al Norte el Amboró colinda con sitios urbanos y lugares de agricultura extensiva, además de estar rodeado de caminos asfaltados. Por otro lado hasta el 2008 el CAM que incluye el Amboró, y son áreas prioritarias de conservación para Bolivia están en buen estado de conservación (Araujo et al. 2010) aunque el ANMI es la parte con mayor deforestación.

A continuación describiremos los Servicios Ecosistémicos más relevantes del PN y AMNI Amboró y las presiones y/o conflictos actuales sobre ellos:

(1) Servicios Culturales:

El PN y ANMI Amboró presenta una gran belleza escénica por el relieve montañoso, los cañones y valles profundos, los ríos torrentosos y las caídas de agua (FAN, 2017). Hay algunos de sitios principales de interés turístico como Mataracú, Macuñucu, Volcanes, La Chonta y La Yunga. Los dos últimos locales han participado de mecanismos de PSA porque brindan a los visitantes, medios para disfrutar de los beneficios culturales. Además, el área dentro y cerca de la comunidad de La Yunga es de particular apreciación para organizaciones de conservación y operadores turísticos por sus bosques relictos de helechos arborescentes. El hábitat específico de este lugar, cubre una superficie de 80 ha dentro de la comunidad y la parte más visitada por turistas está a 3 km del pueblo (Robertson and Wunder, 2005). Uno de los conflictos que se tiene es que en la comunidad de La Chonta, entre otras comunidades del parque que quedaron dentro de la zona norte de amortiguamiento, sus habitantes perdieron el empleo intermitente en actividades de explotación forestal. Por este motivos los habitantes se pusieron a nuevas restricciones de uso de suelo, ya que perdieron la posibilidad de ampliar sus tierras de cultivo hacia el parque (Robertson and Wunder, 2005).

(2) Servicio de regulación /suporte- Mantenición de recursos hídricos:

El PNA está en la cuenca media-alta del río Piraí, siendo que 74 % del agua superficial disponible en este río es generada en la zona del parque. Por lo tanto, gracias al bosque de la cabecera e cuenca del PN Amboró, alrededor de un millón y medio de habitantes de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra se abastece de agua (FAN, 2017), siendo la ciudad más poblada de Bolivia

según el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2012). Las presiones actuales sobre la cuenca del Piráí son muchas, la mayoría en los municipios contiguos (El Torno, La Guardia, y la ciudad de Santa Cruz) que son asentamientos ilegales, extracción de áridos (pese a tener pausa ecológica) y planes de construcción o ampliación de caminos en el cordón ecológico. Un aspecto interesante es que la sociedad civil de la ciudad de Santa Cruz, se organizó en una “Plataforma por el medio ambiente y la vida” que se pronunció activamente para defender el cordón ecológico del Piráí, esta entidad está conformada por universidades (ejm. Universidad ecológica), colectivos ciudadanos de protección a los árboles urbanos como el “Colectivo Árbol” y la “Revolución Jigote” que pretende mejorar la convivencia respetando el medio Ambiente. La prensa Nacional (periódico “El Deber” dio amplia cobertura a la problemática ambiental de la cuenca del Piráí, con notas mencionando que el agua de la ciudad de Santa Cruz, depende de la conservación del PN Amboró. Otra cuenca importante es la del río 'Los Negros', la cabecera en la comunidad Santa Rosa de Lima, mantiene la calidad de recursos hídricos da comunidad de los Negros y ciudad de Pampagrande (Robertson and Wunder, 2005; Porras and Neves, 2006).

(3) Servicio de regulación /suporte (Carbono y Biodiversidad)

El PNA cuenta con 407,000 ha de bosque y el AMNI con 120,000 ha (Fig. 3 y 4). Este bosque presta servicios. Este bosque presta el SE de secuestro de carbono que es fundamental en el contexto de cambio climático. Sin embargo, existe deforestación a pequeña escala de madera selectiva, sobretodo la extracción de mara caoba (*Swietenia macrophylla*) (IUCN, 2005).

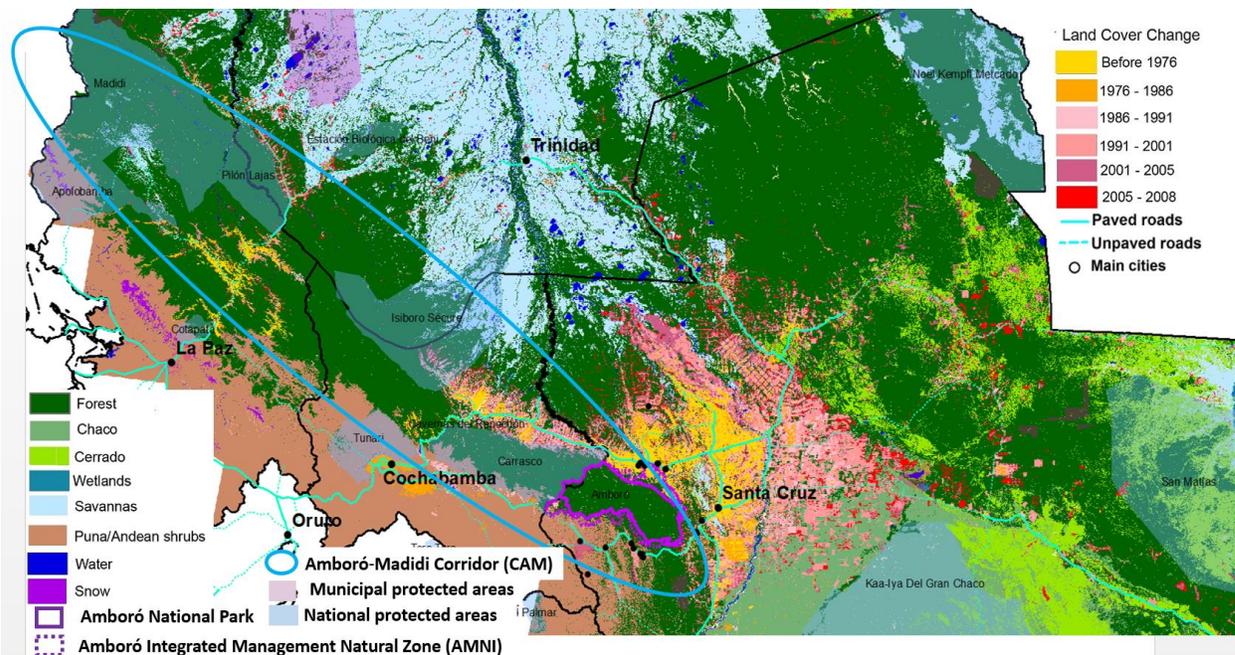


Figure 3. Actuales presiones sobre el PA y ANMI Amorbó, y la importancia de ser parte del corredor Amorbó – Madidi (CAM)

3.2. Experiencias de PSA en el PN y AMNI Amorbó

El PN y AMNI Amorbó es amparada por marcos ambientales legales como: Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) 1990; Lei Forestal (N°1700) 1996; Sistema de Cobro (SISCO) - Reglamento General de Operaciones Turísticas en Áreas Protegidas (AP), aprobado por Decreto Supremo N° 28591 y el Reglamento General de Áreas Protegidas de la Ley N° 1333 del Medio Ambiente.

Además, sin embargo no existe actualmente un esquema ‘puro’ de PSA en Bolivia, no obstante, varias experiencias usan incentivos económicos directos y satisfacen varios de los criterios. Por lo tanto, dado el papel del PNA para proporcionar SE que benefician a la población, tanto a nivel local y global, una serie de iniciativas se han implementado. Desde finales de los años 90 hasta la hoy las estrategias de PSA en el PNA son aplicadas por organismos internacionales y nacionales como, Cooperative for Assistance and Relief Everywhere – CARE, Asociación para la Conservación de la Biodiversidad Mediante la Gestión Integrada, una ONG asociada con el Museo Americano de Historia Natural (1998), la Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN) y Fundación Natura Bolivia. De modo que, los principales SE apoyados por las políticas públicas de PSA en el parque Amorbó comprenden los servicios:

(i) Culturales Belleza Escénica, los que enfocan en la belleza paisajística en iniciativas turísticas comunitarias. Los locales como Mataracú, Macuñucu, La Chonta y La Yunga (el último en especial por bosques de helechos) han participado de mecanismos de PSA porque brindan a los visitantes, medios para disfrutar de los beneficios culturales.

(ii) Regulación por medio de la manutención de recursos hídricos, a través de protección de bosques. Así, el pueblo de Santa Rosa de Lima, ubicado en la cabecera de la cuenca de Río Los Negros, se incluyó a partir de 2004 en iniciativas de Pagos por Servicios Ambientales de Fundación Natura Bolivia (NATURA), con el fin de mantener la calidad de los recursos hídricos, sobre todo entre los habitantes de Los Negros y ciudad de Pampagrande (Robertson and Wunder, 2005; Porras and Neves, 2006);

(iii) Soporte - Carbono Biodiversidad, pero esos servicios se mantienen como medidas incipientes y se conservan indirectamente por medio de las demás iniciativas (Tabla 4).

Tabla 4: Mecanismos de Pagos por Servicios Ambientales implementados en AN y AMNI Amboró

Pagos por Servicios Ambientales				Financiamiento	Inversión US\$
	Belleza Escénica	Recursos Hídricos	Carbono Biodiversidad		
Comunidades	La Chonta		Efectos indirectos	Cooperative for Assistance and Relief Everywhere – CARE	\$US 5.000 (1998) y \$US 6.862,50 (2003)
	La Yunga		Efectos indirectos	Fundación Amigos de la Naturaleza FAN	\$US 40.000 (2001) y \$US 1008,2
	Mataracú y Macuñucú en proceso de consolidar albergues comunitarios		Efectos indirectos	Donde salieron fondos, a través de la implementación del Sistema de Cobro (SISCO) - 2017	(\$30) bolivianos/nacionales y (\$100/extranjeros). Los estudiantes pagarán (\$10), y los estudiantes locales (\$5)
		Santa Rosa de Lima “cuenca Los Negros”	Efectos indirectos	Natura (2004)	•\$ 3,5-7 o colmenas/ha/año (2003) en un total de 562 ha, 5 propietarios •\$ 3,5-7 o colmenas/ha/año (2004). Total de 1.000 ha, 11 propietarios
		Campesinos en la cuenca media-alta de Rio Pirai	Efectos indirectos	Fundación Amigos de la Naturaleza FAN (2017)	1000 familias/ \$US 67,000/año o \$US 1000,000/15 años

3.3. Escenarios de deforestación hasta el 2050 en el PN y AMNI Amboró

Los resultados muestran que por la proximidad del PN y AMNI Amboró a la ciudad de Santa Cruz, la alta densidad de caminos asfaltados entre otras presiones, en los tres escenarios el Amboró sufre grandes impactos sobre sus bosques y los SE que ellos proveen (Fig. 4 y 5). En el escenario A “Sostenible”, el PN Amboró pierde alrededor del 40 % de los bosques, el AMNI Amboró más del 30%, pese a ser el escenario sostenible. En el escenario B “Medio del camino” el PN pierde 60% y el AMNI casi 55%, llegando a 69% en PN y 63% en el ANMI en el escenario C “Fragmentación” que es el más pesimista.

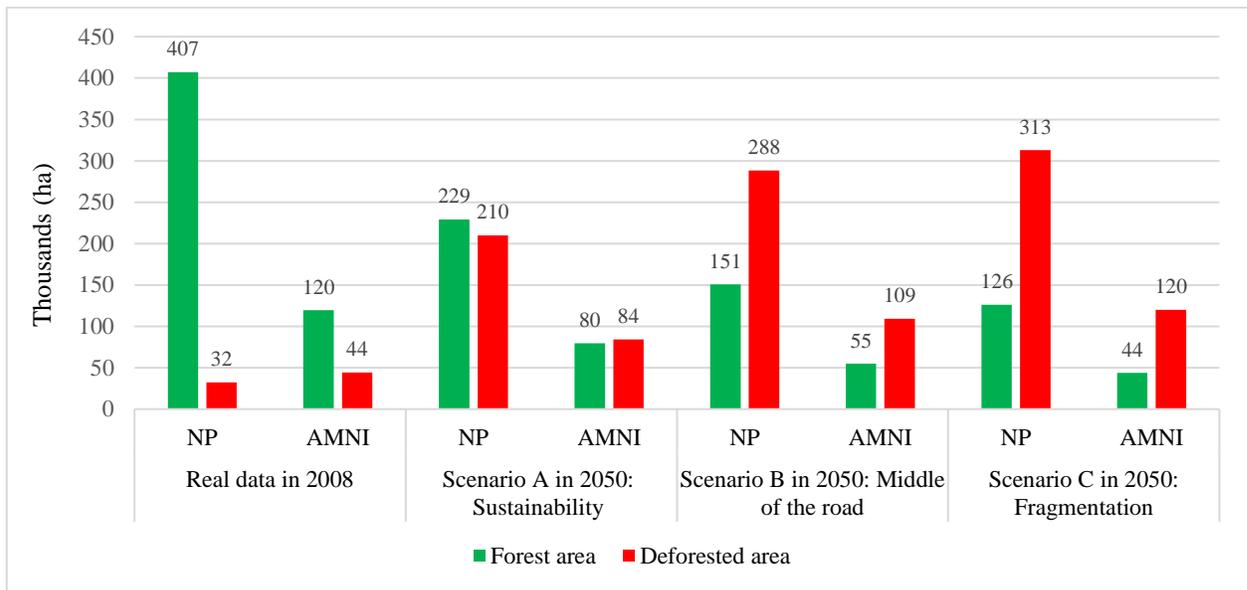


Figura 4. Bosques y deforestación en el Parque Nacional (NP) y Área Natural de Manejo Integrado (AMNI) Amboró bajo tres escenarios de deforestación hasta el 2050

Los escenarios muestran que la intensa deforestación de la ciudad de Santa Cruz llega a influenciar a la deforestación dentro del PN y ANMI Amboró, siendo el área protegida más afectada del CAM (Fig. 5), sobre todo en los escenarios Medio del Camino y Fragmentación.

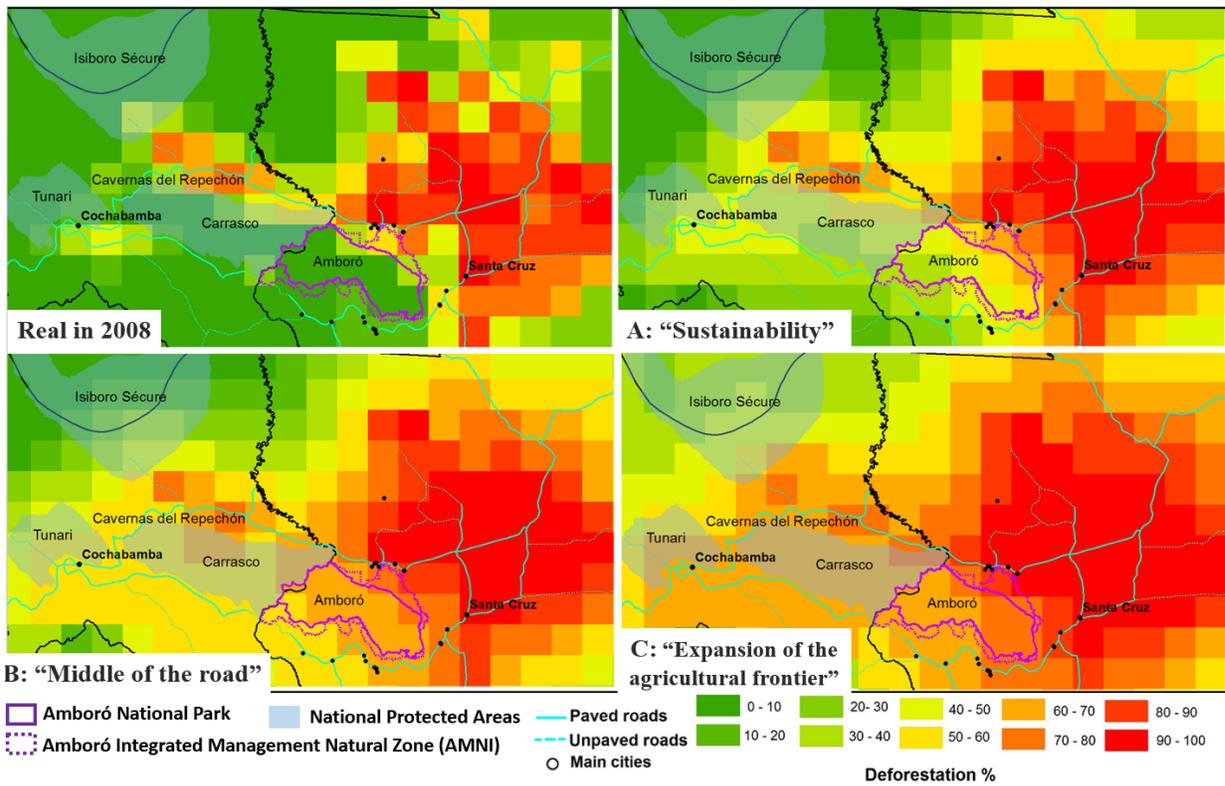


Figura 5. Mapa de los escenarios de deforestación al 2050 para el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Amorbó. Escenarios de deforestación de Tejada et al. (2016).

3.3. Emisiones de CO₂ por deforestación

Tabla 4. Emisiones de CO₂ por deforestación, bajo tres escenarios

	Category	Biomass (Mg)	Deforested area (ha)	Biomass loss (Mg)	Biomass carbon loss (Mg)	CO ₂ emissions (Mg)
Real data in 2008	National Park	104,784,280	32,196	8,343,769	4,171,884	15,296,910
	Integrated Management Natural Zone	23,850,649	44,367	9,941,935	4,970,967	18,226,880
	Total	128,634,929	76,562	18,285,704	9,142,852	33,523,790
Scenario A in 2050: Sustainability	National Park	59,002,848	209,887	54,125,201	27,062,601	99,229,535
	Integrated Management Natural Zone	15,695,935	84,155	18,096,648	9,048,324	33,177,189
	Total	74,698,783	294,042	72,221,849	36,110,925	132,406,724
Scenario B in 2050: Middle of the road	National Park	38,815,205	288,372	74,312,844	37,156,422	136,240,213
	Integrated Management Natural Zone	10,945,428	109,074	22,847,156	11,423,578	41,886,452
	Total	49,760,633	397,446	97,159,999	48,580,000	178,126,665
Scenario C in 2050: Fragmentation	National Park	32,512,936	312,917	80,615,113	40,307,556	147,794,373
	Integrated Management Natural Zone	8,602,697	120,091	25,189,886	12,594,943	46,181,458
	Total	41,115,634	433,008	105,804,999	52,902,499	193,975,831
Totals for the National Park and Integrated Management Natural Zone		128,634,929	1,201,058	293,472,551	146,736,276	538,033,010

En Bolivia la principal causa de emisiones de gases de efecto invernadero es por el cambio de uso de la tierra o deforestación (Bolivia, 2009) que suponen 75 % del total de las emisiones. El estado de conservación de los bosques bolivianos esta como “buen estado de conservación” según Araujo et al. (2010) hasta el 2010, pero en los últimos años la tasa de deforestación ha aumentado significativamente, poniendo en serio riesgo la conservación de bosques que son los principales sumideros de carbono y por otro lado elevando significativamente las emisiones de CO₂ por deforestación. En la tabla 4 se muestra las posibles emisiones de CO₂ bajo 3 escenarios de deforestación, en el escenario Sostenible las emisiones casi se cuadruplican respecto a las emisiones observadas de 2008. En las emisiones del escenario Medio del Camino, las emisiones son cinco veces mayores que las observadas, siendo casi 6 veces en el escenario de Fragmentación respecto del 2008.

4. Discusiones

4.1. El futuro del PN y AMNI Amboró bajo 3 escenarios de deforestación y las implicaciones en los Servicios Ecosistémicos

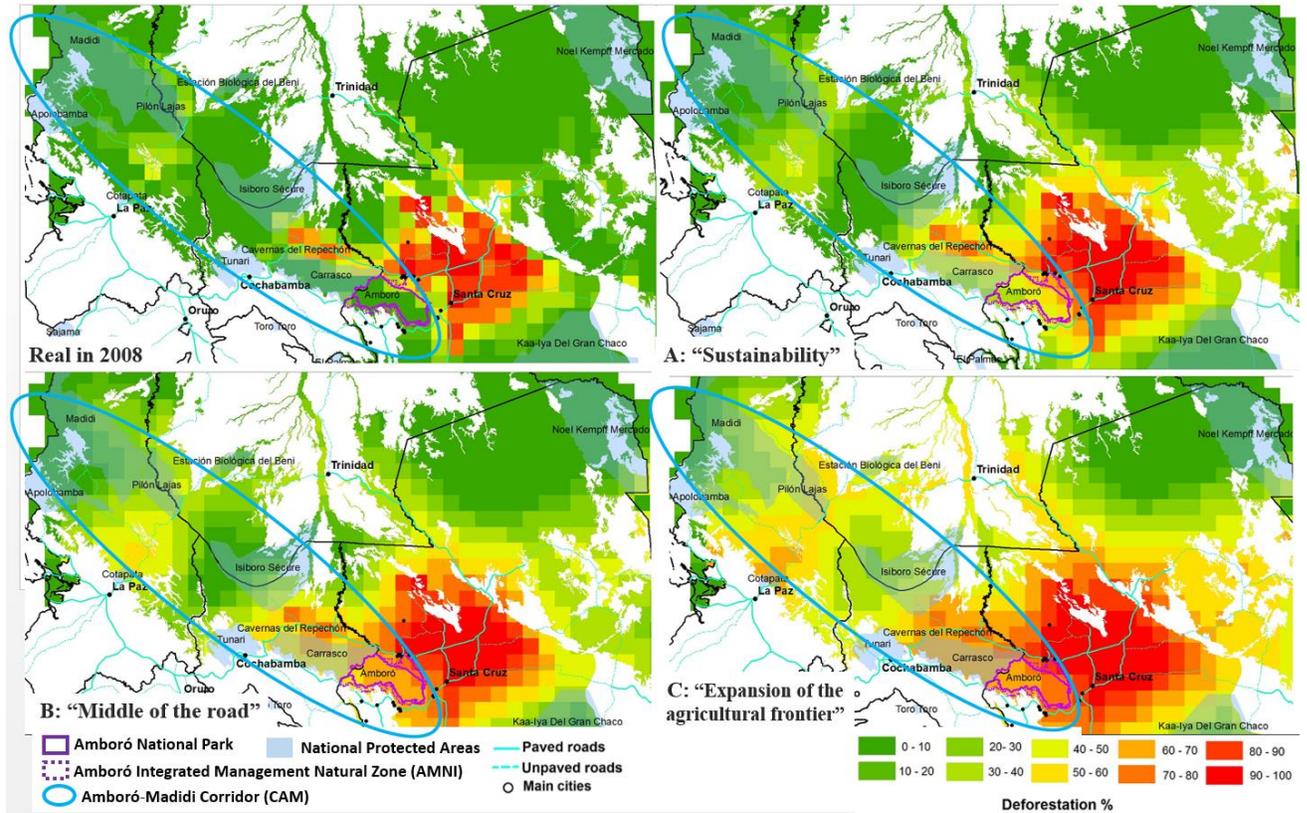


Figure 6. Escenarios de deforestación al 2050 sobre el corredor de conservación biológica, Amboró-Madidi (CAM) de Bolivia

Es importante discutir el futuro del PN y AMNI Amboró considerando dos aspectos. Primero que está muy cerca del mayor núcleo de deforestación a gran escala que es la ciudad de Santa Cruz y segundo que pertenece a un corredor de conservación nacional (Corredor Amboró-Madidi) que es también parte del corredor internacional de conservación Vilcabamba-Amboró (Araujo et al., 2010; Ibish & Merida, 2004; Ibish et al., 2007) (Fig. 6).

Observándose los factores que afectan los servicios de soporte que involucran reserva y emisiones de carbono. La cercanía y alta conectividad a la ciudad de Santa Cruz, hace que el modelo de deforestación localice deforestación dentro PN y AMNI Amboró hasta en el escenario Sostenible.

Para hacer un estudio más detallado, sería necesario hacer un “downscaling” del modelo, es decir hacer un análisis local, utilizando un espacio celular menor (de 5 o 10 km) para ver las dinámicas de deforestación detalladas dentro del PN y del AMNI Amboró. Pero, por otro lado, usar un modelo regional, permite discutir las presiones de la deforestación previamente que están ligadas a la conexión con mercados nacionales que son parte del resultado del modelo regional. Estos mercados que son Santa Cruz, Cochabamba y La Paz, que es determinada por la distancia y el tipo de conectividad (tipo de camino, asfaltado o de tierra), que fue una variable determinante en el modelo Bolivia/LuccME que explica muy bien las presiones nacionales que podrían influenciar la deforestación en el PN y AMNI Amboró como en el CAM.

En el escenario Sostenible, pese a que la normativa ambiental se cumple y en el CAM se mantienen en todas las áreas protegidas hay degradación en el PN y ANMI Amboró, como también en el PN Carrasco, la causa es la cercanía a áreas deforestadas y la conectividad que hay actualmente, además de una demanda alta (basada en la tasa de deforestación real de 2005 a 2008, ver Tejada et al. (2016)). La parte más afectada del PN y ANMI Amboró sería en Noreste, y podría ser influenciada por la cercanía a comunidades locales. Pese a la degradación, todavía la cantidad de bosque intacto hace que sea un corredor de biodiversidad, manteniendo los Servicios Ecosistémicos que proveen. Lamentablemente este escenario no es muy probable ya que existen grandes contradicciones entre las leyes que protegen los recursos naturales como la Ley de la Madre Tierra y la predominancia de prácticas neo-extractivistas que no son compatibles con el uso racional de los recursos naturales, además de la baja gobernanza ambiental que existe en Bolivia (Gudynas, 2010; Cordoba & Jansen, 2015)

En los escenarios Medio del Camino y Fragmentación la deforestación es mucho más pronunciada (Fig. 6), ya que en estos escenarios, en el CAM ya no hay áreas protegidas por ser áreas de explotación petrolera (Jiménez 2013), la demanda por la tierra es mucho mayor, considerando la meta del gobierno de Bolivia y los empresarios cruceños de aumentar en 13 millones de hectáreas las áreas agrícolas (IBCE, 2013; Gudynas, 2011) y ocurre la construcción de caminos planeados y la pavimentación de caminos de tierra, aumentando considerablemente la conectividad con la influencia del IRSA (COSIPLAN, 2011). La diferencia principal entre los escenarios Medio del Camino y Fragmentación es el tiempo en que los cambios que influyen en la deforestación (caminos, demanda de tierra y explotación petrolera) son dados el 2025 para el escenario Fragmentación y 2045 para Mitad del camino, y la demanda de la tierra es mayor en el

escenario Fragmentación. En ambos escenarios el PN y AMNI Amboró y el PN Carrasco se convierten en una extensión de la deforestación de Santa Cruz pero por la topografía no predomina la deforestación por agricultura a gran escala, si no la misma deforestación del PN Carrasco que es a pequeña escala con cultivos de coca, además de la extracción de madera.

Algunas comunidades se beneficiaron con los mecanismos de incentivos económicos directos, los cuales cumplen los criterios de PSA, en este caso se centró en los SE de carácter cultural. Los hogares de La Chonta al Norte y de La Yunga al Sur, por ejemplo, concibieron la idea de crear un eco-albergue, administrado por la comunidad en el límite del parque. Así, los habitantes han captado algo de ingresos del turismo mediante la construcción de una posada y la oferta de un servicio de guías. Actualmente, existe muy poco bosque atractivo fuera de los límites del parque, de modo que los pobladores dependan de la belleza escénica de éste para atraer turismo y no del área misma de la comunidad (Robertson and Wunder, 2005). Además, los sitios de Mataracú y Macuñucú están en proceso de consolidar albergues comunitarios, a través de la implementación del Sistema de Cobro (SISCO) (RAI, 2017 and ver tabla 4).

En el caso de servicios de belleza escénica, que surgen de las actividades turísticas promovidas por el paisaje de los bosques ubicados en las comunidades, las áreas en la parte norte del parque (La Chonta, Mataracu y Macuñucú) serán las que tengan la mayor pérdida de bosques, probablemente debido a su proximidad al área urbana grande ciudad de Santa Cruz. Mientras que las comunidades del sur (por ejemplo, La Yunga) pierden 10-20%, menor en comparación con la población del Norte. No obstante, es en el sur, dónde están los bosques relictos de helechos arborescentes, dos especies de éstos crecen hasta alcanzar 3 m de altura y brindan hábitat para jaguares y osos de anteojos, entre otras especies amenazadas (Robertson and Wunder, 2005). Así, se deduce que las comunidades sufrirán dramáticamente con daños económicos y consecuentemente sociales por falta de sentido de pagos por servicios dónde ya no existen o han disminuido los bosques.

Actualmente, las cuencas de los ríos Los Negros y Piraí hacen parte de medidas actuales y perspectivas futuras de protección de sus acuíferos, a través de acciones de conservación de bosques junto la población local, que son pagos o incentivos para mantenerlos. Sin embargo, se observa que en los tres escenarios la vegetación, principalmente en la zona de amortiguamiento, se verá seriamente afectada, incluso en el escenario sostenible dónde se considera buenas prácticas

agrícolas, áreas protegidas indígenas y políticas públicas relacionadas al medio ambiente. En esta interpretación, se infiere que las medidas PSA actuales no serán suficientes para salvaguardar la los bosques del Amboró.

4.2. Sugerencias para los tomadores de decisiones para preservar el PN y AMNI Amboró

- Se necesitan políticas ambientales de mecanismos de PSA que tengan una normativa clara y legal y aplicable
- Las medidas PSA actuales no serán suficientes, requieren una planificación de protección del medio ambiente mucho más asertivos, en términos de inversión económica a PSA.
- Se tiene que utilizar de toda la experiencia en PSA de FAN, Fundación Natura, para darle continuidad al PSA.
- Concientización de la población de la ciudad de Santa Cruz sobre la importancia del PN y AMNI Amboró en la preservación de la cuenca del río Piraí, para que sean los habitantes de Santa Cruz que paguen por los SE que este presta, como fue la intensión del Proyecto de PSA Amboró de la Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN, 2017), se podrá pensar en la preservación de esta área protegida fundamental para Santa Cruz, para el CAM y para Bolivia.

5. Conclusiones

El PN y ANMI Amboró brinda SE fundamentales, como la conservación de la cabecera de la cuenca del río Piraí, además de las funciones culturales ya que muchas comunidades del parque dependen del ecoturismo.

Los modelos de deforestación muestran que por la ubicación, el Amboró podría tener mucha deforestación, perdiendo la provisión de SE y emitiendo CO₂. Por lo tanto, escenarios participativos con todos los actores, y una “downscaling” (células de menor tamaño) en el modelaje, podría ser un proyecto muy importante para apoyar el proceso de PSA.

Existen experiencias piloto de PSA (ej. FAN, Fundación Natura), que tienen que ser consideradas para una normativa de PSA y para la continuidad de estos esfuerzos. Por fin, la sociedad civil (Plataforma por el medio ambiente y la vida) ya percibe a importancia del río Piraí, y por medio de las redes sociales será fundamental en la concientización de pagar por su conservación.

6. Referencias

Araujo, N., R. Müller, C. Nowicki & P. Ibisch (eds). (2010). Prioridades de conservación de la biodiversidad de Bolivia. Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), Asociación Boliviana de Conservación (TROPICO), Centro de Estudios y Proyectos (CEP), Agencia Nórdica para el Desarrollo y la Ecología (NORDECO), Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP), Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), Conservación Internacional (CI), The Nature Conservancy (TNC), Wildlife Conservation Society (WCS), Universidad de Eberswalde. *Editorial FAN*, Santa Cruz. 74 p.

Bolivia, 2009. Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Estado Plurinacional de Bolivia. La Paz-Bolivia

Bolivia, 2013. 13 pilares de la Bolivia digna y soberana: Agenda patriótica del Bi-centenario 2025

Candela, G. 2016. Parque Nacional Amboró: ¿Qué problemas afectan al área natural que abastece de agua a Santa Cruz? <Disponible en: <https://es.mongabay.com/2016/09/parque-nacional-amboro-deforestacion-agua-santa-cruz/>>

Cordoba, D., Jansen, K., 2015. Realigning the political and the technical: NGOs and the politicization of agrarian development in Bolivia. *Eur. J. Dev. Res.* <http://dx.doi.org/10.1057/ejdr.2015.12>

COSIPLAN, 2011. Cartera de Proyectos Proyectos para la Integración de la Infra-estructura Regional Suramericana IIRSA [WWWDocument]. <http://www.iirsa.org/Page/Detail?menuItem/432>.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2010). Global Forest Resources Assessment 2010 Main report. FAO Forestry Paper 163. Retrieved from <http://www.fao.org/forestry/30515/en/>.

IBCE, 2013. Encuentro Agroindustrial Productivo “Más inversión, más empleos” – Producción Agroalimentaria en Bolivia y el Rol del Sector Privado – Instituto Boliviano de Comercio Exterior.Comer.Exter.#214.

INE-Instituto Nacional de Estadística, 2012. Censo de Población y Vivienda 2012.

Ibisch, P.L., N. Araujo and C. Nowicki. (2007). Visión de Conservación de la Biodiversidad del Corredor Amboró - Madidi. FAN/WWF/TNC/CI. Editorial FAN, Santa Cruz - Bolivia.

Ibisch, P. L., and Mérida, G. (Eds.). (2004). Biodiversity: the richness of Bolivia: state of knowledge and conservation. *Editorial FAN*, Santa Cruz - Bolivia

IUCN. 2005. Guidelines for using the IUCN Red List categories and criteria. Gland, Switzerland:Standards and Petitions Subcommittee of theIUCN SSC Red List Programme Committee.

Estimación del Estado de Conservación de las Especies Maderables de la Chiquitanía en Bolivia - Estimation of the conservation status of Bolivian Chiquitanía Timber Species (PDF Download Available). Available from: https://www.researchgate.net/publication/277324641_Estimacion_del_Estado_de_Conservacion_de_las_Especies_Maderables_de_la_Chiquitania_en_Bolivia_-_Estimation_of_the_conservation_status_of_Bolivian_Chiquitania_Timber_Species [accessed Apr 25, 2017].

Jiménez, G., 2013. Territorios Indígenas y Áreas Protegidas en la mira: La ampliación de la frontera de industrias extractivas. PetroPress, p. 5.

Killen T, J.K.; Soria, L.; Quezada B.; Guerra, A.; Calderón, V.; Clazadilla, Steininger M. (2012). Mapa de Cobertura de la Tierra y Deforestación hasta 2008. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado (MHNNKM), Área de Geografía e Informática.

FAN. Fundación Amigos de la Naturaleza, 2017. Fortalecimiento de la Conservación a través de Pagos por Servicios Ambientales Hidrológicos del Bosque Húmedo Subandino. Disponible en: <<http://www.fan-bo.org/ultimos-documentos-publicados/>>. Acceder en: 07 mar 2017.

FAO/CATIE. Bibliografía comentada. Cambios en la cobertura forestal Costa Rica. Documento de Trabajo 36. Roma: FAO/Programa de evaluación de los Recursos Forestales, 2000.

FAO, 2009. Pago por Servicios Ambientales en Áreas Protegidas en América Latina Fortalecimiento del Manejo Sostenible de los Recursos Naturales en las Áreas Protegidas de América Latina (<http://www.fao.org/3/a-i0822s.pdf>).

FAO, 2010. Global Forest Resources Assessment 2010 Main report – Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Forestry Paper 163.

GRIMA, N. et al. Payment for Ecosystem Services (PES) in Latin America: Analysing the performance of 40 case studies. *Ecosystem Services*. v. 17. p. 24-32, 2015.

Gudynas, E., 2011. El nuevo extractivismo progresista. In: Acosta, A., Gudynas, E., Houtart, F., Ramírez-Sole, H., Martínez-Aller, J., Macas, L. (Eds.), *Colonialismos del Siglo XXI Negocios Extractivos y Defensa del Territorio en América*. Icaria Editorial, pp.75–92.

Killeen, T.J., Calderon, V., Soria, L., Quezada, B., Steininger, M. K., Harper, G., Solarzano, L.A., Tucker, C. J., 2007. Thirty Years of Land-cover Change in Bolivia. *AMBIO* AJ.Hum.Env.36, 600–606. [http://dx.doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[600:tyolci\]2.0.co;2](http://dx.doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[600:tyolci]2.0.co;2).

Killeen, T., Guerra, A., Calzada, M., Correa, L., Calderon, V., Soria, L., 2008. Total historical land-use change in eastern Bolivia: who, where, when, and how much? *Ecol.Soc.*13,36.

Parque Nacional Amboró. PNA. Disponible en <<http://www.parquenacionalamboro.org/index.html>>. Acceder en: 13 mar 2017

Parque Nacional Amboró. PNA. Disponible en <http://www.parquenacionalamboro.org/ecologia.html>>. Acceder en: 13 mar 2017.

Peralta, C.E., O pagamento por serviços ambientais como instrumento para orientar a sustentabilidade ambiental. A experiência da Costa Rica. In: Lavratti, P; Tejeiro, G. *Direito e Mudanças Climáticas 7: Pagamento por Serviços Ambientais -Experiências locais e latino-americanas*. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, p. 143, 2014

Porras, I., Neves, N., 2006. Compensation for Hydrological Environmental Services in Los Negros Cloud Forest. Bolivia Natura Foundation, 2006.

Red Ambiental de Información, 2017. Taller de Socialización del Sistema de Cobro por Turismo para el Parque Amboró. <http://www.raibolivia.org/socializacion-del-sistema-de-cobro-para-el-parque-amboro/>. Acceso 26 abr 2017.

Rosero-Bixby, L.; Poloni, A. Population and Deforestation in Costa Rica. *Population and Environment*. 20(2), 149-185, 1998.

Robertson, N. and Wunder S. 2005. Fresh Tracks in the Forest Assessing Incipient Payments for Environmental Services Initiatives in Bolivia. Bogor, Indonesia, CIFOR

Tejada, G., Dalla-Nora, E., Cordoba, D., Lafortezza, R., Ovando, A., Assis, T., Aguiar, A.P., 2016. Deforestation scenarios for the Bolivian lowlands. *Environ. Res.* 144. doi:10.1016/j.envres.2015.10.010