

INDICADORES Y OTROS MÉTODOS USADOS
EN LAS CUENTAS EXPERIMENTALES DE
ECOSISTEMAS
EN SAN MARTÍN - PERÚ

Reporte técnico para el MINAM, INEI, y ARA

INDICADORES Y OTROS MÉTODOS USADOS
EN LAS CUENTAS EXPERIMENTALES DE

ECOSISTEMAS

EN SAN MARTÍN - PERÚ

Reporte técnico para el MINAM, INEI, y ARA

INDICADORES Y OTROS MÉTODOS USADOS EN LAS CUENTAS EXPERIMENTALES DE ECOSISTEMAS EN SAN MARTÍN - PERÚ

Editado por:

Fundación Conservación Internacional.
Av. Benavides 1238 Oficina 203, Miraflores
Lima - Perú

Fotos: CI/ Thomas Mueller, Adrián Portugal, Alejandra Naganoma, Carmen Noriega, Trond Larsen, Jason Houston, Piotr Naskrecki y Benjamin Drummond

1ra. Edición, marzo 2016
Tiraje: 100 ejemplares
Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2016-04779

Diseño e Impresión:

NEGRAPATA SAC
Jr. Suecia 1470, Urb. San Rafael - Lima 01

INVESTIGADORES PRINCIPALES:

Daniel Juhn y Rosimeiry Portela

CIENTÍFICO PRINCIPAL Y EDITOR DEL REPORTE:

Hedley Grantham

AUTORES DEL REPORTE:

(CI) Mahbubul Alam, Ivo Encomenderos, Fabiano Godoy, Hedley Grantham, Miro Honzák, Daniel Juhn, Piyali Kundu, Trond Larsen, Rosimeiry Portela, Kim Reuter, Ana María Rodríguez, Claudio Schneider, Max Wright.

AUTORES CONTRIBUYENTES:

(CSIRO) Simón Ferrier, Tom Harwood, Andrew Hoskins, Justin Perry, Kristen Williams; (Clark Labs) Stefano Crema; (Consultor independiente) Carlos Carre.

APOYO TÉCNICO - INSTITUCIONAL:

Roger Loyola, Araceli Urriola

Dirección General de Evaluación, Valoración y
Financiamiento del Patrimonio Natural
Ministerio del Ambiente

CONTENIDO

Pag. 5 — Prólogo

Pag. 7 — Cuenta de Extensión del Ecosistema

Pag. 9 — Biodiversidad

Pag. 19 — Fragmentación

Pag. 24 — Modelos hidrológicos

Pag. 31 — Modelos de Sedimentación

Pag. 36 — Madera

Pag. 42 — Extracción de Animales Silvestres



Pag. 54 — Leña

Pag. 57 — Valoración económica de los animales silvestres y leña

Pag. 59 — Regulación de Carbono y Clima

Pag. 62 — Ecoturismo

Pag. 67 — Cuadro de Oferta y Utilización Extendido

Pag. 86 — Conclusiones y recomendaciones referentes a los enfoques analíticos investigados y no utilizados en las cuentas

PRÓLOGO

La contribución de la naturaleza, el capital natural, al desarrollo económico y bienestar de los países es innegable. Sin embargo, las decisiones políticas y económicas de los gobiernos son tradicionalmente guiadas por indicadores macroeconómicos, como el Producto Bruto Interno (PBI), que son insuficientes para reflejar las dimensiones ambientales y sociales del valor de la naturaleza en la economía. Es por eso que es importante contar con indicadores que permitan entender de mejor manera la relación naturaleza-economía, y que estos sea adoptados como parte integral de las decisiones para el desarrollo sostenible.

El Sistema de Cuentas Nacionales (SCN), es el instrumento principal con el que cuenta un país para recolectar información estadística referente a la economía, mediante un conjunto de indicadores económicos. El interés de la comunidad internacional referente a temas ambientales ha ido creciendo

durante las últimas décadas y consecuentemente, la División Estadística de la Organización de las Naciones Unidas ha desarrollado el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE). Dicho sistema tiene como objetivo incluir información sobre diferentes recursos naturales y ambientales dentro del Sistema de Cuentas Nacionales. La información de dichas cuentas contribuiría a estimar lo que se conoce como "PBI verde", el cual debe reflejar el consumo del capital natural.

Conservación Internacional junto con la Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente, el Instituto de Estadística e Informática (INEI), y la Autoridad Regional Ambiental del Gobierno regional de San Martín han colaborado en un esfuerzo de tres años para desarrollar la Cuenta Experimental de Ecosistemas. Este es una iniciativa piloto para entender el estado actual de los ecosistemas naturales, los bienes y servicios que prestan a

la economía y los principales usuarios de dichos bienes y servicios, desarrollado en la región San Martín, con miras a informar una cuenta similar a nivel nacional en el futuro.

El presente reporte técnico describe la metodología utilizado en este esfuerzo. Este es uno de los ejemplos más comprensivos del desarrollo de una Cuenta Experimental de Ecosistemas a nivel internacional y constituyo un insumo importante para el Perú en su esfuerzo por avanzar hacia un desarrollo económico sostenible, que priorice el bienestar humano y el manejo adecuado de su capital natural.

Luis Espinel Cuba
Vice Presidente Perú
Conservación Internacional





En este proyecto experimental, la primera cuenta que se probó fue la Cuenta de Extensión del Ecosistema. Esta cuenta registra el área de distribución de cada tipo de ecosistema en un periodo contable.

CUENTA DE EXTENSIÓN DEL ECOSISTEMA

Extensión del activo del Ecosistema

Los activos de los ecosistemas fueron mapeados en base a los diferentes tipos de ecosistema, predominantemente naturales (por ejemplo los ecosistemas agrícolas modificados no fueron considerados como activos del ecosistema) cubriendo los ecosistemas terrestres y acuáticos. La extensión y el cambio en la extensión de los diferentes tipos de ecosistemas, se basó en la

clasificación pre-antropogénica de los tipos de ecosistemas, los cuales fueron después modificados en base a los datos obtenidos de las imágenes digitales de la cobertura de la tierra.

La extensión original de los tipos de los ecosistemas se delinearon en base a su bioclima (evapotranspiración y precipitación) fisionomía de la vegetación (bosque de palmeras, matorrales y arbustos), características del terreno (altura y pendiente), y también se suplementó con información existente de los inventarios de

vegetación. Las características de los tipos de los ecosistemas se describen en CEE Tomo I - Tabla 3. Otras dos bases de datos fueron usadas para actualizar la extensión de los ecosistemas. Ambas bases de datos se basaron en la clasificación de imágenes satelitales de mediana resolución, que mapean con bastante exactitud la distribución de los ecosistemas boscosos. La primera base de datos contiene la extensión de cobertura vegetal para el 2009 (MINAM 2012), el cual fue usado como el año base para la contabilidad. La segunda base de datos representa la pérdida de cobertura forestal para el periodo comprendido del 2000 al 2013 (González et al. 2014) y por lo tanto fue combinado para producir mapas de distribución de los ecosistemas para el 2009, 2011, y el 2013 (CEE Tomo I - Figura 12), y la distribución del ecosistema en los periodos contables del 2009-2011 y 2011-2013, respectivamente (CEE Tomo I - Figura 5). Debido a estos métodos usados para generar estas bases de datos, solo se midió los cambios en los bosques.

Para poder llevar a cabo análisis adicionales relacionados con el suministro de agua y carbono, los mapas de extensión del ecosistema fueron analizados con los datos anuales de censos agrícolas (datos del DRA del 2009, 2011, y 2013). Los datos de los censos agrícolas fueron recolectados por el gobierno a un nivel de distrito, y para la región a un nivel agregado (en este caso, la región de San Martín); estos datos no son espacialmente explícitos. Sin embargo, al sobreponer el mapa de la extensión de los ecosistemas con el mapa de los distritos, es posible identificar el posible uso agrícola en áreas deforestadas para cada distrito. Las áreas deforestadas dentro de un distrito determinado fueron proporcionalmente convertidas al incremento de tierras agrícolas reportadas en el censo (CEE Tomo I - Tabla 7 y Tabla 8).



BIODIVERSIDAD

La biodiversidad fue medida usando el Modelo Generalizado de Disimilitud (MGD) como un indicador dentro de la *Cuenta de la Condición del Ecosistema y la Cuenta de Biodiversidad*. Para la *Cuenta de Biodiversidad* se usaron dos enfoques adicionales a) distribución individual de especies, y b) Áreas Claves para la Biodiversidad.

MGD

El Modelo Generalizado de Disimilitud (MGD) (Ferrier et al., 2007) es un enfoque de modelamiento a nivel comunal que permite que las diferencias en las condiciones ambientales puedan ser representadas en términos de cómo afectan la composición de especies en la totalidad de los grupos biológicos. De esta manera es posible comparar la similitud ecológica esperada de cualquier ubicación con todas las otras ubicaciones en los espacios ambientales modelados. Esto permite evaluar la particularidad ambiental de cada ubicación y su contribución a la biodiversidad regional. Al usar este método, se hace posible determinar el impacto antropogénico de la degradación de tierras en la persistencia a largo plazo de la biodiversidad (Allnutt et al., 2008, Ferrier et al., 2004).

CSIRO generó tres modelos MGD, para los vertebrados, invertebrados y plantas vasculares para los biomas de bosques tropicales neotropicales y bosques húmedos subtropicales de hoja ancha (Olson et al., 2001) a una resolución de 0.0008333° y examinó los efectos de las dos capas espaciales de la condición de hábitats dentro de la región de San Martín.

CSIRO usa una versión modificada de la técnica MGD, en donde se ajusta los MGD a la distribución de Bernoulli que se deriva al seleccionar especies al azar de dos sitios y luego se observan si estas especies son idénticas (0) o diferentes (1). Las predicciones que se derivan de estos modelos corresponden a la medida de la probabilidad de que las especies elegidas al azar del sitio i y del sitio j serán diferentes (r_{ij}). Esta medida puede ser luego transformada en el análisis de Bray-Curtis (β_{ij}) siguiendo la ecuación, 1, donde r_o es igual a la proporción de diferentes pares de especies que se esperan elegir al azar en dos sitios ecológicamente idénticos. El valor de r_o se estima de la proporción observada de diferentes especies pares en sitios ecológicamente idénticos; identificado según la cantidad de coincidencias de un sitio con las distancias ecológicas ajustadas del MGD < 0.01 . La ventaja de este procedimiento es que permite que se use el MGD en registros de observaciones de especies sin la necesidad de procesar estos datos en información a nivel de la comunidad.

$$\beta_{ij} = 1 - \frac{1 - r_{ij}}{1 - r_o} \quad (\text{eq 1})$$

“ El volumen total anual estimado de la extracción de leña es de 510,295 m³ (más grande que el volumen proyectado por el Anuario Forestal) ”

Los modelos fueron ajustados usando un proceso de dos etapas donde el modelo inicial ajustado fue operado usando el procedimiento MGD descrito anteriormente. Los valores ajustados resultantes (en la escala lineal) fueron usados para compensar en el Modelo Linear Generalizado que poseía la misma función de unión que se usa en MGD. La variable dependiente en este segundo modelo fue la misma entrada del MGD original (por ejemplo a la distribución de Bernoulli de las coincidencias de las especies idénticas o diferentes), siendo la distancia geográfica (km) la variable independiente. Este modelo de ajuste en dos etapas le permite a los modelos ajustarse, primero a la variación ambiental con la distancia geográfica absorbiendo la variación excesiva residual de los modelos MGD. Esto evita que haya la posibilidad de que la distancia geográfica explique la variación que de otra manera se tomaría en cuenta para explicar las diferencias ambientales.

Los datos biológicos fueron tomados de la base de datos de la Facilidad de Información Global

en Biodiversidad (GBIF por sus siglas en ingles) para plantas vasculares, reptiles, aves, anfibios y mamíferos de la región (GBIF; REF). Un modelo individual se ajustó a cada uno de los tres grupos más amplios de plantas vasculares y animales invertebrados y vertebrados. Para maximizar la cantidad de información biológica disponible para el ajuste del MGD y evitar relaciones falsas que podrían resultar por la falta de datos biológicos, el núcleo de la región fue definido como biomas completos de bosques tropicales neotropicales y bosques húmedos subtropicales de hoja ancha, definidos por Olson *et al.* (2001). El 50% de las muestras usadas en el modelo fueron elegidas de las especies pares que están dentro de la región especial. El otro 50% de muestras fue elegido de un mayor número de muestras que también incluyen a una región de amortiguación para todos los biomas neotropicales adyacentes al bioma central. Las predicciones y posteriores análisis se realizaron usando funciones ajustadas de este MGD regionalizado usando información ambiental de la región de San Martín de este estudio.

“ El Modelo Generalizado de Disimilitud (MGD) permite que las diferencias en las condiciones ambientales puedan ser representadas en términos de cómo afectan la composición de especies en la totalidad de los grupos biológicos. De esta manera es posible comparar la similitud ecológica esperada de cualquier ubicación. ”

Para los datos ambientales, los datos de clima fueron derivados de la temperatura superficial y precipitación del www.worldclim.org, ajustada para la variación de la radiación debido al terreno (DEM: GMTED2010 de <https://lta.cr.usgs.gov>). Los datos del substrato y forma del terreno fueron adaptados de www.soilgrids.org y www.worldgrids.org.

Para generar una clasificación, se generó un cuadro de disimilitud de distancias Manhattan a partir de los predictores MGD transformados para un grupo de localidades, igualmente espaciadas geográficamente en la extensión del análisis. Se generó una red de muestras comprendiendo 50,000 sitios. Estas distancias representan una distancia biológica predicha entre cada par en los sitios de muestreo. Este cuadro es usado en el análisis de agrupación de aglomeración jerárquica (UPGMA; Sneath & Sokal, 1973) para crear un árbol que puede ser truncado en el nivel deseado dependiendo del número de clases requeridas. El CSIRO truncó la agrupación en 300 niveles. Esto le permite a una clase ser asignada a cada uno de los sitios muestreados. El siguiente paso es asignar un valor de clase a cada celda de la red en el análisis extensivo mediante la aplicación del algoritmo de Estimación del Vecino más Cercano para localizar los sitios de muestreo más cercano en el espacio MGD modelado para cada celda seleccionada. La clase asignada para el sitio de muestreo en el primer paso se aplica a cada celda seleccionada. Esto genera una capa espacial que predice la extensión de cada clase. El cuadro de disimilitud entre sitios de muestreo se usa para crear un nuevo cuadro con los centroides promedio k para cada clase derivada. Este cuadro de promedios se usa para crear un grupo de disimilitudes entre las clases que son usadas en el Análisis de Componentes Principales (PCA por sus siglas en ingles) para crear una ordenación con tres ejes para así capturar mejor la disimilitudes entre los

centroides de las clases. Estos tres ejes pueden ser reescalados entre 0 a 255 para generar un cuadro RVA (combinación Rojo, Verde, Azul). Estos valores RVA pueden ser usados para “colorear” cada clase, de tal manera que las clases con poca disimilitud tengas colores similares y las clases con mayores disimilitudes sean de diferentes colores (Belbin *et al.*, 1983). La lista de las clases de acuerdo a los colores RVA se aplica relacionamente a la capa de clases usando la caja de herramientas en los sistemas de información geográfica (por ejemplo, ESRI ArcGIS 10.2). Esto crea una superficie, donde la extensión espacial y la disimilitud relativa se puedan ver simultáneamente. De esta manera, las celdas de la red mapeadas con un color similar supuestamente tienen una composición biológica similar.

La representatividad y densidad de los estudios dentro del área espacial de análisis puede resultar en la extrapolación de valores predichos y esto influencia la asignación y colores de las clases. Cuando el modelo predice más allá del rango de datos observados, cada función ajustada se extrapola linealmente basándose en la forma del 10% restante de los datos. Las formas iniciales y finales de la función predictora ajustada y su importancia relativa en el modelo influencia el grado de extrapolación. Por lo tanto CSIRO desarrolló un índice de extrapolación como una manera objetiva para identificar y excluir estas áreas de la clasificación. Los valores transformados de la red (absoluto) para cada predictor espacial (más allá del rango de datos del modelo ajustado) fueron juntados para generar el índice. CSIRO no encontró extrapolación en la aplicación especial de los modelos MGD ajustados con las observaciones – pares en el estudio sobre la región de San Martín y por lo tanto no se necesitó enmascarar nada cuando se aplicó la función de color. Los modelos clasificados MGD se encuentran en la Figura 2.

FIGURA 1. MODELO DE HÁBITAT O CONDICIÓN DE LA BIODIVERSIDAD. BASADO EN LA FRAGMENTACIÓN Y MEDIDO EN EL 2009.

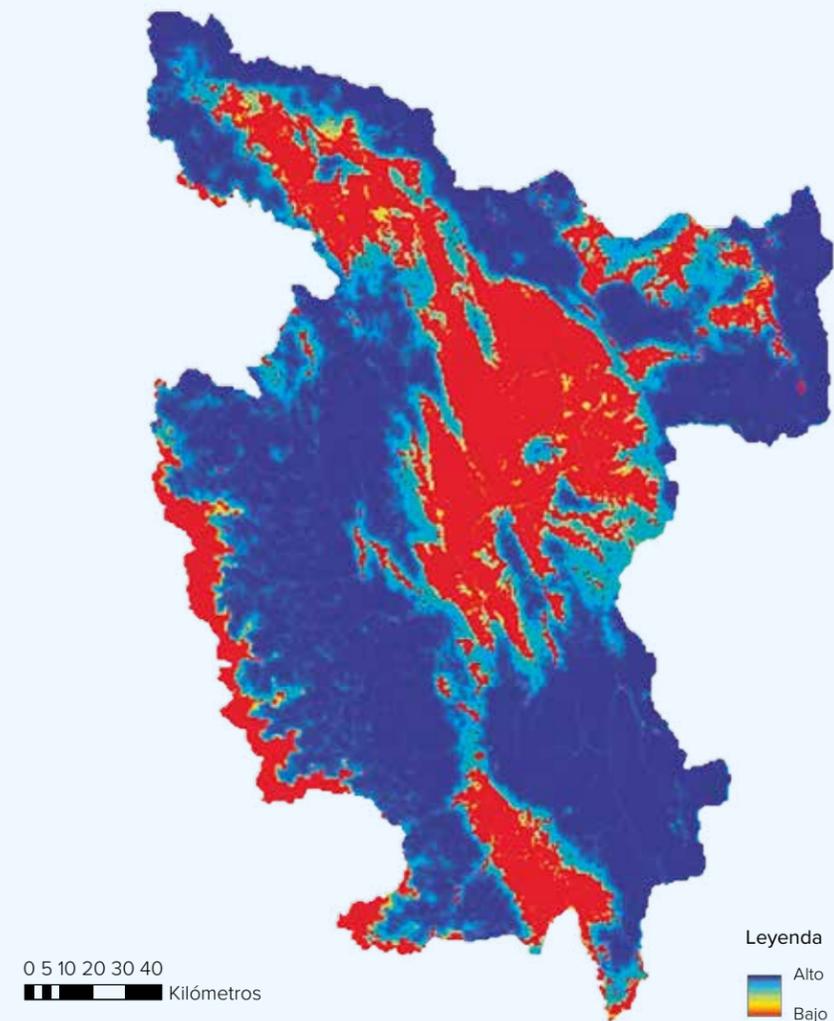
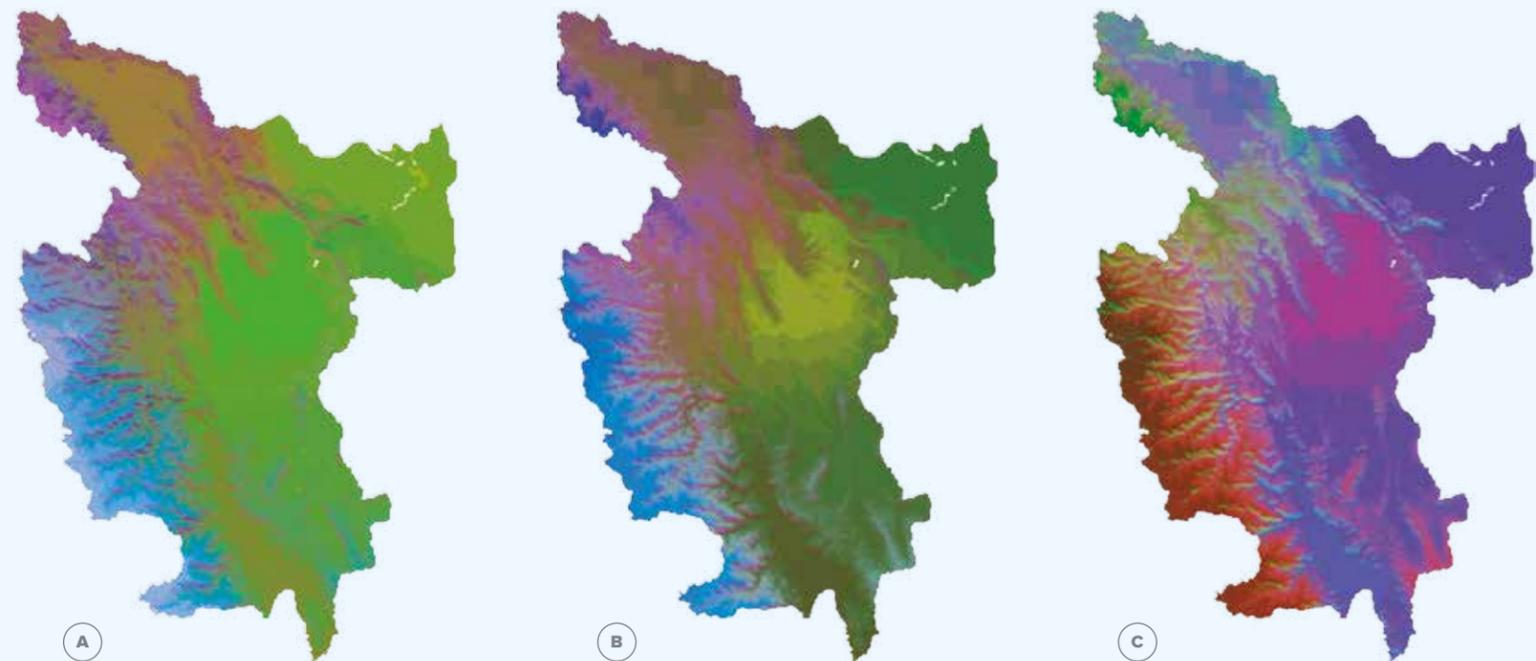


FIGURA 2.
TRES MODELOS MGD PARA A) INVERTEBRADOS, B) PLANTAS VASCULARES Y C) VERTEBRADOS.



La métrica para la condición del hábitat que se necesita para que sea un estimado general de la condición de hábitat para la biodiversidad, variando entre 0 y 1, incorporando conocimientos explícitos espaciales de los procesos de degradación. Lo combina y ajusta con medidas de biodiversidad específicas de tal manera que representan la cantidad de hábitat disponible para una especie individual o la proporción de toda la diversidad retenida, perdida o ganada (ver Allnutt et al. para

más detalles). Para esto desarrollamos dos capas de la condición del hábitat. La primera se basó solo en la fragmentación. La segunda se basó en la fragmentación y defaunación, que solo puede ser usada para los vertebrados. Los métodos para estos indicadores están descritos en las siguientes secciones (notar que la defaunación está descrita en la sección de caza de carne de monte) La fragmentación y la defaunación se combinaron usando una función lineal aditiva. Un ejemplo se muestra en la Figura 1. El impacto de la serie periódica de la condición del hábitat en la biodiversidad fue evaluada para los tres grupos biológicos, considerando a San Martín como un sistema ecológico cerrado, de tal manera que la contribución de la biodiversidad de las áreas fuera del área de estudio no fueran consideradas.

Cada capa de la condición del hábitat (h) fue analizada por separado. Cada pixel tuvo un valor asignado h que iba de 0 (degrado) a 1 (intacto). Los valores intermedios de condición de hábitat son tratados como una reducción efectiva del área, de tal manera que el pixel con un valor de 0.5 pueda albergar la mitad de la biodiversidad original.

Para cada pixel (i) dentro del área de estudio, las métricas de biodiversidad fueron calculadas por separado. En primer lugar, el área real de ambientes ecológicos similares en un San Martín ecológicamente intacto fue calculada como la suma de las similitudes de las comparaciones directas de pares (s_{ij}) entre la celda i y todos los pixeles (j) en la región de San Martín (61276). Este valor conformó la referencia con la cual los efectos de la degradación serían comparados. En segundo lugar, el área real de ambientes ecológicos similares bajo cada una de las condiciones superficiales fue calculada como la suma de las similitudes de las comparaciones directas de pares (s_{ij}) multiplicadas por la condición

de la celda j (h_j). La reducción proporcional de los ambientes similares de cada celda debido al cambio de uso de tierra fue entonces calculada como el área bajo la condición dividida por el área ecológicamente intacta. Sin embargo la mayoría de especies, distribuidas en un rango mayor que los 0.00833° del pixel, y su respuesta a la reducción de áreas adecuadas es una función lineal (Rosenzweig, 1995). Siguiendo a Allnutt (Allnutt et al., 2008) la reducción proporcional fue reescalada usando la relación especie-área al incrementar la proporción a la potencia de 0.25 (Rosenzweig, 1995), de tal manera que

$$p_i = \left[\frac{\sum_{j=1}^{61276} s_{ij} h_j}{\sum_{j=1}^{61276} s_{ij}} \right]^{0.25} \quad (\text{eq 2})$$

donde p_i puede ser interpretado como la proporción de especies originalmente encontradas en la celda i y que se espera que persistan a largo plazo. Estos resultados fueron resumidos para la región reportada (A) (la cual era el ecosistema de bosque), de acuerdo a Allnutt (Allnutt et al., 2008)

$$P_A = \frac{\sum_{i=1}^{nA} \left[\frac{p_i}{\sum_{j=0}^{61276} s_{ij}} \right]}{\sum_{i=1}^{nA} \left[\frac{1}{\sum_{j=0}^{61276} s_{ij}} \right]} \quad (\text{eq 3})$$

Donde nA es el número de celdas en la región A y P_A es la proporción de especies en esa región y de las cuales se espera que persistan a largo plazo bajo el escenario de condición de hábitat.

El área real de ambientes ecológicos similares bajo cada una de las condiciones superficiales fue calculada como la suma de las similitudes de las comparaciones directas de pares (s_{ij}) multiplicadas por la condición de la celda j (h_j). La reducción proporcional de los ambientes similares de cada celda debido al cambio de uso de tierra fue entonces calculada como el área bajo la condición dividida por el área ecológicamente intacta. Sin embargo la mayoría de especies, distribuidas en un rango mayor que los 0.00833° del pixel, y su respuesta a la reducción de áreas adecuadas es una función lineal (Rosenzweig, 1995).

Distribuciones de especies individuales

Para las distribuciones de especies individuales, nuestro enfoque utilizó los modelos de especies existentes en la distribución predicha de dos especies de primates 1) *Callicebus oenanthe* (Mono Tocón) un primate críticamente amenazado, y 2) *Oreonax flavicauda* (Mono Choro de Cola Amarilla). Los datos para estas dos especies fueron dados por la ONG Mono Tocón, en la región. Ellos usaron el enfoque de modelamiento Marxent. El cambio en extensión se basó en la extensión de los ecosistemas de bosque descritos anteriormente. Las condiciones de hábitat se basaron en la fragmentación descrita a continuación. La Tabla 1 muestra el cambio en extensión dentro de cada distribución de especies dentro de los diferentes tipos de bosques. El cambio específico a través de los años está en la Tabla 2.

TABLA 1.

La extensión de bosques dentro de los rangos de hábitats del *Callicebus oenanthe* (Mono Tocón) para los años 2009, 2011, y 2013.

ECOSISTEMA	ORIGINAL	2009	2011	2013
Bosque Húmedo de Colina Alta	155,572	40,995	34,478	31,910
Bosque Húmedo de Colina Baja y Lomada	7,169	1,746	1,539	1,426
Bosque Húmedo de Montana	608,981	305,125	287,532	280,754
Bosque Húmedo de Terraza Alta	43,608	7,414	6,881	6,384
Bosque Húmedo de Terraza Baja y Media	169,247	40,786	35,406	33,944
Total	984,577	396,066	365,836	354,418

TABLA 2.

El cambio de extensión de bosques dentro de los rangos de hábitats del *Callicebus oenanthe* (Mono Tocón) para los años 2009, 2011, y 2013.

ECOSISTEMA	ORIG-09	09-11	11-13	09-13
Bosque Húmedo de Colina Alta	-114,577)	-6,517)	-2,568)	-9,085)
Bosque Húmedo de Colina Baja y Lomada	-5,423)	-207)	-113)	-320)
Bosque Húmedo de Montana	-303,856)	-17,593)	-6,779)	-24,371)
Bosque Húmedo de Terraza Alta	-36,193)	-533)	-497)	-1,030)
Bosque Húmedo de Terraza Baja y Media	-128,461)	-5,380)	-1,462)	-6,842)
Total	-588,510	-30,230	-11,419	-41,648

TABLA 3.

La extensión de bosque dentro de los rangos de hábitats del *Oreonax flavicauda* (Mono choro de cola amarilla) para los años 2009, 2011, y 2013.

	ORIGINAL (HA)	2009 (HA)	2011 (HA)	2013 (HA)
Bosque Húmedo de Colina Alta	0	0	0	0
Bosque Húmedo de Colina Baja y Lomada	0	0	0	0
Bosque Húmedo de Montana	103142.97	97225.65	96714.27	96509.7
Bosque Húmedo de Terraza Alta	0	0	0	0
Bosque Húmedo de Terraza Baja y Media	0	0	0	0
Total	103142.97	97225.65	96714.27	96509.7

TABLA 4.

El cambio de extensión de bosques dentro de los rangos de hábitats del *Oreonax flavicauda* (Mono choro de cola amarilla) para los años 2009, 2011, y 2013.

	ORIG-09 (HA)	09-11 (HA)	11-13 (HA)	09-13 (HA)
Bosque Húmedo de Colina Alta	0	0	0	0
Bosque Húmedo de Colina Baja y Lomada	0	0	0	0
Bosque Húmedo de Montana	-5917.32	-511.38	-204.57	-715.95
Bosque Húmedo de Terraza Alta	0	0	0	0
Bosque Húmedo de Terraza Baja y Media	0	0	0	0
Total	-5917.32	-511.38	-204.57	-715.95





Áreas Clave para a Biodiversidad (KBA)

Las Áreas Clave para la Biodiversidad (KBA por sus siglas en inglés) son lugares de importancia internacional para la conservación de la biodiversidad. Son identificadas nacionalmente usando criterios estándares y simples, basándose en su importancia en albergar poblaciones de especies (Langhammer et al. 2007). Las KBA usadas acá han sido desarrolladas como parte del proceso de definición de los perfiles del ecosistema, desarrollado por el Fondo de Alianzas para los Ecosistemas Críticos (CEPF por sus siglas en inglés) y la descripción de estos métodos puede ser encontrado en (CEPF 2015). En total se identificaron diez KBA en San Martín. El cambio en la extensión se basó en la extensión de ecosistemas descritos anteriormente. La condición de hábitat se basó en la fragmentación descrita más adelante. La Tabla 5 nos muestra el cambio en la extensión a lo largo de cada KBA, incluyendo los tipos de bosque dentro de las KBA.

“ Para las distribuciones de especies individuales, nuestro enfoque utilizó los modelos de especies existentes en la distribución predicha de dos especies de primates 1) Callicebus oenanthe (Mono Tocón) un primate críticamente amenazado, y 2) Oreonax flavicauda (Mono Choro de Cola Amarilla) ”

TABLA 5.

La extensión y el cambio en la extensión de los bosques ubicados dentro de las ABC, incluyendo diferentes tipos de ecosistemas de bosque.

ÁREAS DE BIODIVERSIDAD CLAVE (Y CEPF ID)		BOSQUE HÚMEDO DE COLINA ALTA (HA)	BOSQUE HÚMEDO DE COLINA BAJA Y LOMADA (HA)	BOSQUE HÚMEDO DE MONTANA (HA)	BOSQUE HÚMEDO DE TERRAZA ALTA (HA)	BOSQUE HÚMEDO DE TERRAZA BAJA Y MEDIA (HA)	TOTAL (HA)
Moyobamba (PER65)	Original	8645	705	56463	1586	20440	87839
	2009	2412	51	28425	340	4541	35770
	2011	2241	46	26967	321	4256	33832
	2013	2170	44	26465	303	4107	33089
Jesús del Monte (PER43)	Original	0	0	4481	0	0	4481
	2009	0	0	4479	0	0	4479
	2011	0	0	4475	0	0	4475
	2013	0	0	4474	0	0	4474
Parque Nacional Cordillera Azul (PER69)	Original	29263	4230	409627	0	38652	481772
	2009	29163	4224	406540	0	36993	476919
	2011	29163	4224	406147	0	36962	476496
	2013	29160	4224	406079	0	36960	476424
Río Abiseo y Tayabamba (PER77)	Original	0	0	192405	0	0	192405
	2009	0	0	185073	0	0	185073
	2011	0	0	184462	0	0	184462
	2013	0	0	184035	0	0	184035
Laguna de los Cóndores (PER52)	Original	0	0	211891	0	306	212197
	2009	0	0	202098	0	281	202380
	2011	0	0	201507	0	277	201784
	2013	0	0	201299	0	273	201572

Abra Patricia - Alto Mayo (PER7)	Original	0	0	188990	0	0	188990
	2009	0	0	177001	0	0	177001
	2011	0	0	175291	0	0	175291
	2013	0	0	174522	0	0	174522
Abra Pardo de Miguel (PER6)	Original	0	0	1	0	0	1
	2009	0	0	1	0	0	1
	2011	0	0	1	0	0	1
	2013	0	0	1	0	0	1
Abra Tangarana (PER8)	Original	0	0	3694	0	0	3694
	2009	0	0	3533	0	0	3533
	2011	0	0	3513	0	0	3513
	2013	0	0	3497	0	0	3497
Entre Balsa Puerto y Moyobamba (PER14)	Original	58941	73	61061	9706	26169	155950
	2009	45165	12	51743	7766	12837	117523
	2011	38150	12	50482	7623	11752	108019
	2013	35677	11	49935	7445	11470	104538
Tarapoto (PER93)	Original	23569	11368	91766	16661	27364	170729
	2009	4028	8525	81796	8718	10294	113360
	2011	3867	7945	81322	8282	9807	111225
	2013	3782	7417	81062	7855	9085	109202

FRAGMENTACIÓN

Las KBA usadas acá han sido desarrolladas como parte del proceso de definición de los perfiles del ecosistema, desarrollado por el Fondo de Alianzas para los Ecosistemas Críticos (CEFP por sus siglas en inglés)

La fragmentación es el cambio en la configuración espacial de los ecosistemas lo que resulta por la pérdida de hábitats (Esterguil and Mouton 2009). Cuando el hábitat se fragmenta, puede: 1) reducir la cantidad de hábitat remanente; 2) incrementar el número de parches de hábitats; 3) disminuir el tamaño de los parches de hábitats 4) incrementar el aislamiento de los parches de hábitats; y 5) incrementar el número de perforaciones dentro de los parches boscosos (Esterguil and Mouton 2009).

Para cuantificar la fragmentación se creó un índice de fragmentación espacialmente explícito (rango: entre 0 y 1, con los valores más altos indicando una menor fragmentación). Este cálculo se realizó solo para los ecosistemas de bosque debido a que no hay datos de cambio de los otros ecosistemas (por ejemplo pajonales).

El índice de fragmentación fue creado basándose en el mapa de extensión de ecosistemas descrito anteriormente. Este mapa (30 m de resolución) fue reclasificado en áreas de bosque, naturalmente sin bosque y deforestadas (Figura 3). Dado que el bosque constituye la gran mayoría de la cobertura de hábitats de San Martín, y dado de que la fragmentación no afecta los ecosistemas naturales no boscosos (por ejemplo los cuerpos de agua y pajonales) de la misma manera que afecta a los bosques, los análisis se enfocaron en seis tipos de ecosistemas encontrados en San Martín (CEE Tomo I - Tabla 3). El índice de

fragmentación fue creado usando GuidosToolbox, el cual es un programa gratuito desarrollado por la Comisión Europea (Vogt 2014).

El índice de fragmentación fue desarrollado en tres pasos. Primero se usó la herramienta de Análisis de Patrones Espaciales Morfológicos (MSPA por sus siglas en inglés) en el programa de GuidosToolbox para la categorización de píxeles en base a una serie de parámetros de los hábitats en siete clases: núcleo, isletas, perforación, borde, circuito, puente y rama (Vogt 2014). Para propósitos de este análisis las características de fragmentación incluyeron ciudades y áreas deforestadas pero no se incluyó a los tipos de ecosistemas no boscosos naturales. Se usó un ancho de borde (el ancho del borde del parche boscoso que está siendo impactado por la deforestación) de 900 m (30 píxeles a 30 m por píxel). Las siete clases fueron asignadas con los siguientes valores numéricos (también referido como "CargasMSPA"): núcleo del bosque = 1; bordes del bosque y perforaciones = 0.8; puentes = 0.6; ramas y circuitos = 0.4; e isletas = 0.2 (Figura 3).

Segundo, se usó un enfoque de ventana móvil para cuantificar la proporción de hábitat dentro de la ventana definida que rodeaba el píxel (ver Riitters et al. 2002 para mayores detalles sobre este método de análisis). Esto se conoce por lo general como la proporción P_i/P_{if} o P_2/P_{22} , donde P_2 es la proporción de píxeles no-faltantes en la ventana móvil que



Los aguajales fueron los bosques menos fragmentados y tenían la mayor cantidad de bosques centrales remanentes, mientras que el Bosque Húmedo de Terraza Baja y Media y el Bosque Húmedo de Colina Alta fueron los más fragmentados y tenían la menor cantidad de bosque central remanente

es bosque y P_{22} es una medida de la probabilidad condicional que un pixel adyacente a un pixel de bosque sea también bosque (Ritters et al. 2002). Debido a la gran extensión de San Martín, se usó un tamaño de 243 pixeles para el área que rodeaba a la ventana móvil o itinerante.

Tercero, los resultados de los pasos uno y dos fueron combinados usando la siguiente ecuación para cada pixel (Pi):

$$Pi = [(P_2/P_{22}) + (MSPA weights)]/2$$

La ventaja de este índice de fragmentación es que incluye tanto el nivel de fragmentación en los hábitats como la información estructural del hábitat (ya sea si el pixel está dentro del parche de hábitat o en realidad es parte de un puente que conecta dos parches de hábitats). Cuando se calculó a través de múltiples puntos en el tiempo, se obtuvo que la medida de los valores de fragmentación cambian a través del tiempo y el tipo de configuración de bosques se está perdiendo (por ejemplo, bordes vulnerables, núcleos importantes o puentes frágiles). El índice de fragmentación contabiliza la cantidad de hábitat, el tamaño del parche boscoso, el aislamiento del hábitat y por perforaciones dentro del hábitat. La conectividad entre los parches de hábitat también es representado por este índice (por ejemplo, el MSPA identifica los pixeles que son parte de los puentes de hábitats que conectan parches de hábitats centrales). El índice de fragmentación fue calculado para tres años: 2009, 2011, y 2013.

Para cada mapa de índices de fragmentación, también se ha desarrollado una versión para coberturas más amplias (redes de 1 km) mediante la obtención del promedio de los valores de cada km^2 para ponerlo en el modelo de condición de la biodiversidad.

Para resumir la fragmentación por ecosistema, sumamos el valor Pi de cada pixel dentro de la extensión original de cada ecosistema, siendo 0 totalmente modificado y 1 en perfecta condición. Esto fue dividido para el número de pixeles de la extensión original del ecosistema.

Los tipos de ecosistemas se diferenciaron a nivel de bosque central remanente y a nivel de fragmentación (Tabla 6). Los aguajales fueron los bosques menos fragmentados y tenían la mayor cantidad de bosques centrales remanentes, mientras que el Bosque Húmedo de Terraza Baja y Media y el Bosque Húmedo de Colina Alta fueron los más fragmentados y tenían la menor cantidad de bosque central remanente (Tabla 6).

La cantidad de bosque central remanente y el nivel de fragmentación no parecieron cambiar mucho a través del tiempo (entre el 2009 y el 2013) para ninguno de los tipos de ecosistemas boscosos (Tabla 6; Figura 4). Mientras si hubo un poco de disminución en la cantidad de bosques centrales entre el 2009 y el 2013 para cuatro de estos seis tipos de ecosistemas boscosos, estas diferencias no siempre reflejaron cambios en el índice de fragmentación. Es posible que estos pequeños cambios puedan ser atribuidos en parte, no al cambio actual de cobertura de bosque pero a los métodos usados por el gobierno en la creación de los mapas de extensión de los ecosistemas.

De los otros tipos de hábitats (clasificados por el análisis MSPA), los tipos de hábitats "puente" y "circuito" fueron los tipos de hábitats más comunes, en ese orden; el porcentaje de hábitats de "puente" y "circuito" tampoco cambiaron considerablemente para ninguno de los tipos de ecosistemas entre el 2009 y el 2013 (Tabla 7).

TABLA 6.

Porcentaje de bosques centrales remanentes y el valor del promedio del índice de fragmentación por año y por tipo de ecosistema. El promedio del índice de fragmentación (\pm desviación estándar, DE) no incluye información o valores sin datos.

ECOSISTEMA	PORCENTAJE DE BOSQUES CENTRALES REMANENTES (DE LA COBERTURA BOSCOsa REMANENTE; ANÁLISIS MSPA)			PROMEDIO (\pm DE) DEL ÍNDICE DE FRAGMENTACIÓN (ÍNDICE: 0 -1; VALORES MAYORES INDICAN MENOS FRAGMENTACIÓN)		
	2009	2011	2013	2009	2011	2013
Aguajal	80.36%	80.16%	79.28%	0.93 \pm 0.10	0.93 \pm 0.11	0.92 \pm 0.11
Bosque Húmedo de Colina Alta	35.77%	36.96%	34.64%	0.74 \pm 0.25	0.75 \pm 0.25	0.74 \pm 0.25
Bosque Húmedo de Colina Baja y Lomada	62.94%	63.69%	61.58%	0.88 \pm 0.17	0.89 \pm 0.16	0.88 \pm 0.17
Bosque Húmedo de Montana	52.70%	51.83%	49.04%	0.88 \pm 0.16	0.88 \pm 0.16	0.87 \pm 0.16
Bosque Húmedo de Terraza Alta	51.43%	51.96%	48.94%	0.82 \pm 0.23	0.88 \pm 0.23	0.81 \pm 0.23
Bosque Húmedo de Terraza Baja y Media	32.91%	34.03%	33.01%	0.71 \pm 0.25	0.72 \pm 0.25	0.72 \pm 0.25

TABLA 7.

Porcentaje de hábitat considerado "Puente" o "circuito".

ECOSISTEMA	PORCENTAJE DE HÁBITAT "PUENTE" (DE LA COBERTURA BOSCOsa REMANENTE; ANÁLISIS MSPA)			PORCENTAJE DE HÁBITAT "CIRCUITO" (DE LA COBERTURA BOSCOsa REMANENTE; ANÁLISIS MSPA)		
	2009	2011	2013	2009	2011	2013
Aguajal	11.56%	10.09%	10.74%	4.48%	5.32%	5.33%
Bosque Húmedo de Colina Alta	43.23%	39.16%	41.46%	2.04%	2.30%	1.84%
Bosque Húmedo de Colina Baja y Lomada	30.50%	28.49%	29.76%	1.25%	1.38%	1.21%
Bosque Húmedo de Montana	36.05%	35.65%	37.86%	3.83%	3.87%	4.13%
Bosque Húmedo de Terraza Alta	29.10%	26.67%	26.98%	5.46%	5.51%	7.26%
Bosque Húmedo de Terraza Baja y Media	37.89%	35.42%	36.15%	5.90%	6.03%	5.99%

FIGURA 3. PARA ENCONTRAR EL ÍNDICE DE FRAGMENTACIÓN DE BOSQUES PARA SAN MARTÍN, SE UTILIZÓ UN MAPA DE COBERTURA BOSQUE - NO BOSQUE Y UN MAPA DE ANÁLISIS MORFOLÓGICO DE PATRONES ESPACIALES (MSPA).

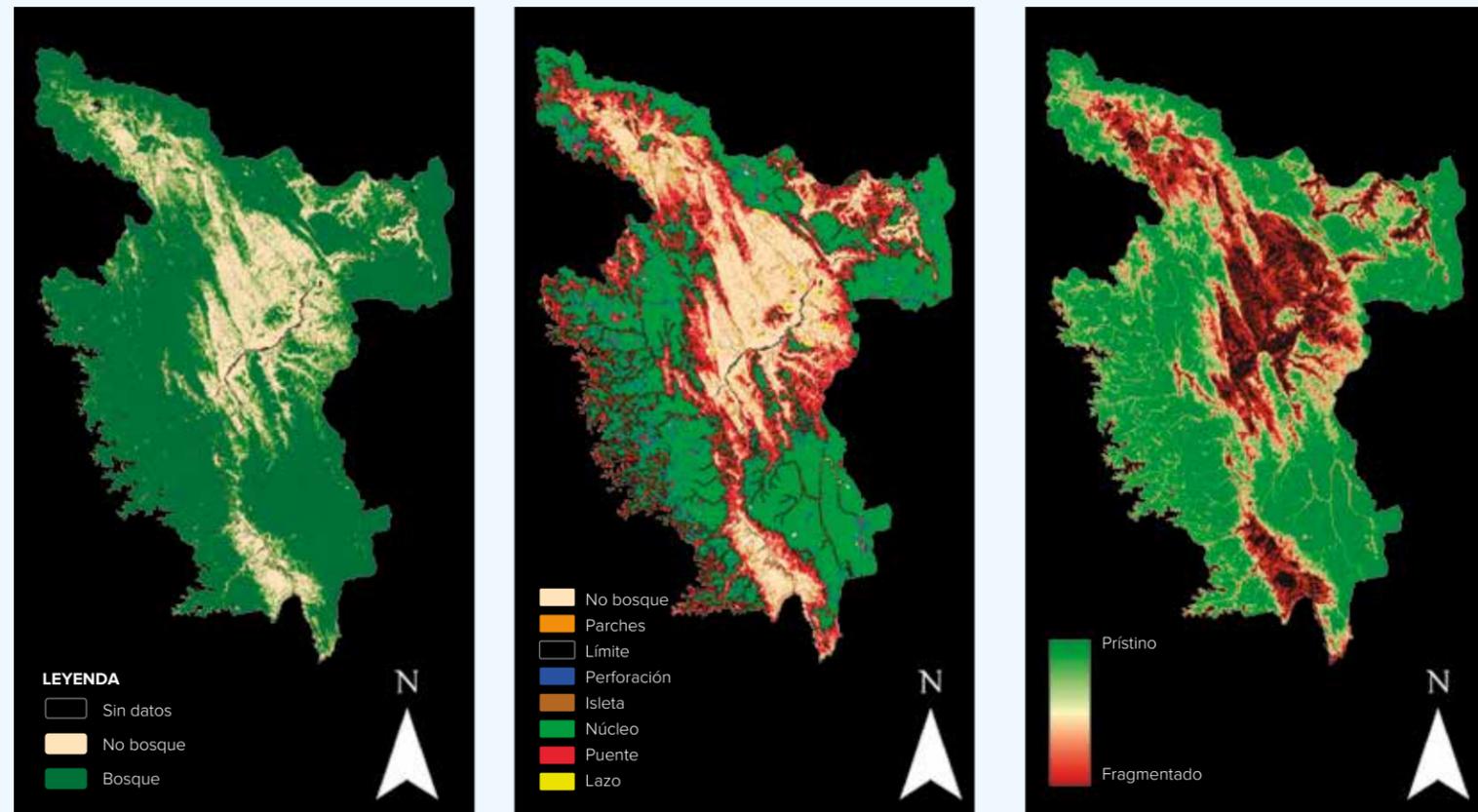
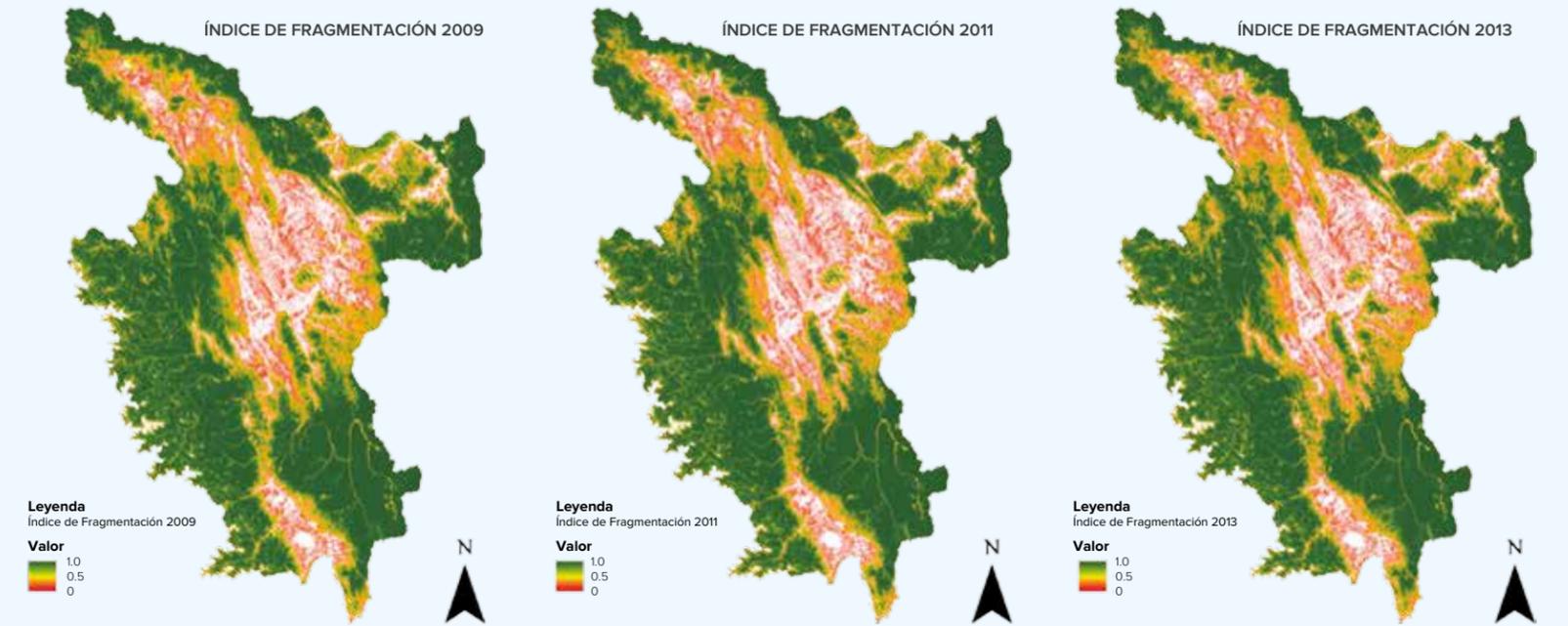


FIGURA 4. ÍNDICES EXPLÍCITOS DE FRAGMENTACIÓN ESPACIAL PARA EL 2009, 2011, Y 2013.



MODELOS HIDROLÓGICOS

La fragmentación es el cambio en la configuración espacial de los ecosistemas lo que resulta por la pérdida de hábitats (Esterguil and Mouton 2009).

Función hidrológica

La funcionalidad de los ecosistemas para interceptar, almacenar, y regular el flujo de agua dulce depende de muchos factores, desde la composición de especies individuales de plantas a las condiciones ambientales y climáticas. La relación entre estos diversos factores es compleja y dinámica en la naturaleza (Bruijnzeel et al. 2010).

Suministro máximo de agua

Para el cálculo de la oferta máxima del agua en San Martín, se consideró el balance hídrico anual (que consiste en la superficie y la escorrentía de aguas subterráneas procedentes de los ecosistemas) que es igual a la capacidad máxima del ecosistema para suministrar los flujos de agua dulce a los cuerpos de agua (tales como ríos, arroyos, lagos y represas). Para estimar el balance hídrico anual (mm año^{-1}) se hizo uso de un modelo hidrológico, espacialmente distribuido y basado en procesos dentro del marco de trabajo de modelamiento¹ (Mulligan and Burke 2005; Sáenz 2012). WaterWorld está específicamente diseñado para modelar espacialmente y temporalmente (mensual) los cambios en el balance hídrico en ambientes tropicales montañosos

¹ <http://WaterWorldModel.org/>

mediante la incorporación de precipitaciones verticales, horizontales y contribuciones de las nubes y la niebla. Condiciones que son típicas para San Martín. Este marco de trabajo es altamente apropiado para usarlo en regiones con pocos datos ya que se incorpora datos globales disponibles obtenidos con sensores remotos, pero también permite incluir las variables obtenidas localmente para mejorar la precisión de los resultados (resolución espacial de los resultados es de 3 o 30 segundos de arco lo que es equivalente aproximadamente a 90 m o 1 km en el ecuador). En San Martín, el modelo WaterWorld fue ejecutado para cada periodo contable usando el mapa de extensión de ecosistemas (ver CEE Tomo I - Figura 12) mejorado con los mapas de deforestación producidos con los datos globales Landsat, producidos por Hansen et al. (2013) como un sustituto para los mapas de cobertura de tierra de WaterWorld. Los 30 segundos de arco resultantes fueron convertidos de (mm año^{-1}) a ($\text{m}^3 \text{ año}^{-1}$); esto se hizo usando el área correspondiente de cada celda de 30 segundos de arco usando los datos del Landsat 2011 (Bright et al. 2012). Los resultados de este modelo fueron después usados para el modelo de flujo de servicios entre ecosistemas (ver más adelante) y de regulación de sedimentos (ver más adelante). La validación del modelo en San Martín no se realizó, por lo que se desconoce la precisión de sus resultados.

Uso total directo del agua de los cuerpos de agua

Para medir la totalidad del uso de agua en San Martín, se utilizó las asignaciones anuales de agua para los diferentes sectores en base a los datos suministrados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Este contenía información detallada sobre los permisos de asignación de agua otorgados a los diferentes usuarios del agua que residen en las tres regiones hidrológicas, definidas por la ANA (CEE Tomo I - Figura 15).

El gobierno posee datos organizados por región, en dos cuadros separados en función del tipo de uso del agua: 1) El uso no agrícola (*Uso de Agua No Agrícola*); y 2) el uso agrícola (*Uso de Agua Agrícola*). Estas bases de datos contienen información sobre la ubicación geográfica exacta de los puntos de extracción de agua (por ejemplo la ubicación de una toma de agua usada para generar energía hidroeléctrica) o puntos del uso real de agua (por ejemplo la localización de un campo agrícola irrigado) y la información acerca de la cantidad de agua asignada anualmente a cada usuario ($\text{m}^3 \text{ año}^{-1}$). Sin embargo, se encontró que la información sobre la distribución del agua existe solamente para los productos no agrícolas y generalmente no existe en los datos sobre uso agrícola. Los funcionarios de la ANA informaron que los registros de datos para los usuarios agrícolas no están completos. Por lo tanto, para resolver esta carencia de datos, se estimó la asignación de agua



a las zonas agrícolas del arroz a partir del análisis de imágenes satelitales. Específicamente se usó mapas de cultivos de arroz irrigados producidos para este proyecto por Geoville² con el financiamiento del proyecto G-ECO-MON, usando la metodología descrita por Xiao et al. (2005). Para obtener el mapa de demanda de agua anual se multiplicó cada hectárea de los cultivos de arroz por 15,000 (m³ año⁻¹). Este valor de multiplicación de 15,000 se basó en la información obtenida a través de los cuadros de la ANA y parecen corresponder a la cantidad total de agua designada por el gobierno para una hectárea de cultivo irrigado de arroz. Los cuadros de la ANA también tenían información sobre las fechas de emisión de permisos. Las fechas van desde 1980 al 2014 (aunque la mayoría de los permisos se emitieron a partir de la década del 2000 en adelante). Estas fechas se utilizaron para reportar los resultados de los diferentes períodos contables analizados en nuestro estudio (por ejemplo, 2009, 2011, y 2013)³. En la realización de estos ejercicios se asumió que: 1) los permisos fueron emitidos por un período indeterminado; 2) no hubo cancelaciones de permisos; y 3) no hubo duplicados ni actualizaciones de registros.

“ El modelo Water World es altamente apropiado para usarlo en regiones con pocos datos ya que se incorpora datos globales disponibles obtenidos con sensores remotos, pero también permite incluir las variables obtenidas localmente para mejorar la precisión de los resultados. ”

Flujos de servicios entre ecosistemas para los ecosistemas terrestres naturales

Para medir la contribución de los ecosistemas terrestres naturales a los cuerpos de agua y a los usuarios del agua, se utilizó un enfoque basado en los datos de las asignaciones anuales de agua (descrito anteriormente) y esto se relacionó con la escorrentía superficial disponible, procedente de los ecosistemas terrestres.

En primer lugar, se calculó el volumen anual acumulado de la escorrentía superficial utilizando los datos de dirección de flujo obtenidos de la base de datos HydroSHEDS (Lehner et al. 2008) y los datos del balance hídrico del agua superficial de los 30 segundos de arco (m³ año⁻¹) (para más detalles de este modelo de agua superficial ver la sección Máxima Oferta de Agua). El modelo resultante nos permite hacer estimados de la cantidad del volumen de agua superficial que fluye anualmente a través de cualquier punto en el paisaje incluyendo ríos y arroyos. En segundo lugar, se ajustó la ubicación de algunos puntos de extracción de agua superficial para que espacialmente coincidieran con el mayor flujo de agua en el río o arroyo más cercano (el ajuste automatizado de ubicación no excedió los 2.5 km). Los ajustes de las ubicaciones de los puntos de uso real del agua, que por lo general registraron los campos agrícolas irrigados, se hicieron utilizando un procedimiento automatizado que creó puntos “artificiales” de extracción de agua superficiales en los principales ríos para todos los campos de la agricultura irrigados en un área de influencia de 2.5 km alrededor de ellos. En tercer lugar, sobre la base de estas ubicaciones ajustadas (realizadas

por separado para cada punto), delineamos áreas de cobertura de prestación de servicio río arriba (por ejemplo, cuencas de las cuales el agua es suministrada en cada punto de extracción). En cuarto lugar, en cada área de cobertura de prestación de servicio se calculó la contribución relativa de cada celda de 30 segundos de arco al suministro de agua como una fracción del volumen total del agua suministrado por un área de cobertura de prestación de servicio en particular. En quinto lugar, en cada área de cobertura de prestación de servicio se relacionó el volumen de agua asignado (demanda) con las celdas de 30 segundos de arco ajustándolas proporcionalmente, usando los resultados obtenidos en el paso previo. En sexto lugar, se tabuló los resultados usando los mapas de extensión de ecosistemas para cada periodo contable (valores para agricultura se usaron en el análisis de imágenes satelitales para el 2007, 2012, y 2013).

Se necesitan datos hidrológicos detallados de los flujos de agua subterránea, similares a los de la sección anterior, para mapear y cuantificar la relación entre las asignaciones de agua subterránea y los ecosistemas. WaterWorld no proporciona rendimientos básicos sobre la escorrentía y la infiltración de las aguas subterráneas. Sin embargo, cuando no hay datos sobre las direcciones y límites de los flujos de las aguas subterráneas de los acuíferos, no es posible asignar el uso del agua a los ecosistemas.

² <http://www.geoville.com/>

³ Los valores agrícolas se basaron en el análisis de las imágenes satelitales del 2007, 2012 y 2013.



La población San Martín depende del agua superficial y subterránea para el consumo y otros usos domésticos.

Valoración monetaria para el suministro de agua

Como en muchas otras partes, la población San Martín depende del agua superficial y subterránea para el consumo y otros usos domésticos. El agua también es un elemento esencial para la producción en diferentes sectores de la economía, tales como pesquería, agricultura y acuicultura. Con el aumento actual de la población de San Martín la demanda de agua se incrementará más. Sin embargo, muy poco se sabe de la contribución del agua a los diferentes sectores en términos monetarios. El propósito de la cuenta de ecosistemas es proporcionar una mayor comprensión sobre la contribución de los diferentes ecosistemas en el suministro de agua a los diferentes usuarios. El objetivo del análisis económico dentro de esta contabilidad de ecosistemas es monetizar el aporte de agua suministrada por los ecosistemas, así como cuantificar la cuota relativa de agua en las

actividades económicas como consumo directo e insumo de producción.

La valoración del agua por sus diferente usos, tales como doméstico, agricultura e industrial se hace usando enfoques similares usados para otras materias primas, como por ejemplo se usa el precio de las transacciones del agua. Sin embargo, el precio de la transacción del agua no es un indicador adecuado de su verdadero valor monetario debido a sus numerosas y particulares características tales como la ausencia de derechos de propiedad o de precisión de ubicación, asociadas con la escala económica y a las regulaciones de precio por el estado, las cuales tienen muy poca relación con el verdadero valor monetario y costo de suministro. Con estas limitaciones, se siguió los enfoques de cuota de suministro y costos de producción. Se aplicaron diferentes enfoques para los tres usos específicos de diferentes beneficiarios. El texto a continuación describe los métodos para cada componente de valoración y el Tabla 8 los resume.

TABLA 8.

Resumen de los métodos de valorización, indicadores y fuentes de información para la valoración del agua.

USUARIOS DEL AGUA	MÉTODO DE VALORIZACIÓN	INDICADORES	FUENTES DE DATOS
Agua en agricultura	Retorno Neto del Agua (RNA)	Cosecha Ganancia Costo Variable	Análisis físico del uso de agua Ministerio de Agricultura y Riego
Agua en el uso doméstico e industrial	Costo de producción	Uso de agua Producción de agua Cobro por agua Costos operativos	Análisis físico del uso de agua Banco Mundial (2012); Servicio Nacional de Saneamiento (2012)
Agua en generación de hidroelectricidad	Productividad marginal	Electricidad generada total Agua total consumida Tarifas eléctricas	Análisis físico del uso de agua Fuentes de datos gubernamentales

Valor monetario del agua en la agricultura

En este análisis se usó un enfoque de valor residual llamado Retorno Neto del Agua (RNA) para la valoración del agua en la agricultura. Este es un enfoque común en la valoración y contabilidad del agua y ha sido recientemente usado en el SCAE-Agua (UN 2012). Se calculó el RNA para el arroz y se utilizó este valor para agricultura en general. La ecuación está expresada de la siguiente manera:

Por lo tanto,

$$p_w = \frac{TVP - \sum p_i q_i}{q_w}$$

Donde, TVP = Valor total de la Mercancía Producida (siglas en ingles TVP); $p_i q_i$ = los costos de los insumos no-acuáticos para la producción; p_w = valor del agua (su producto marginal); q_w = metros cúbicos de agua usados en la producción. Los insumos no acuáticos incluyen a los insumos intermedios como el costo de la semilla, fertilizantes y pesticidas, así como también el costo de la mano de obra, manejo y cosecha, etc. La Tabla 9 nos da el marco de trabajo para el cálculo de rendimiento neto del agua para el cultivo de arroz. Los costos y los datos de ganancias fueron recolectados de las fuentes de datos gubernamentales tales como el Ministerio de Agricultura y Riego.

Valor económico del agua en el uso industrial y domestico

En el SCN el agua se monetiza, como otros bienes y servicios, de acuerdo a los precios de transacción. La

tarifa de agua es como un precio de transacción, pero la tarifa refleja más un costo por servicio que un valor monetario del agua. Adicionalmente, la tarifa no refleja los costos totales de la producción y suministro de agua y el precio es por lo general subestimado debido a los subsidios. Las Naciones Unidas (2012) sugieren que “los precios de las transacciones no representan el valor marginal debido a que las condiciones necesarias para un mercado competitivo no están presentes”. Las técnicas de valoración convencionales no mercantiles (como la valoración contingente) también son inaplicables debido a las inconsistencias con el SCN. Por lo tanto, para la valoración del agua tomamos un enfoque que refleja el costo de la producción y es consistente con SCN. Dos enfoques viables que consideramos fueron el costo de oportunidad y el costo de la producción. En este análisis se utiliza un enfoque basado en los costos, por ejemplo el costo de suministro de agua para uso doméstico. Para una discusión sobre enfoques similares basados en los costos para la contabilidad económica de agua ver *Contabilidad de agua en Botswana* (The World Bank 2014). La Tabla 10 nos da los cálculos del costo de producción unitario del agua por los diferentes proveedores de servicio en San Martín, Perú.

Se estimó la asignación de agua a las zonas agrícolas del arroz a partir del análisis de imágenes satelitales. Específicamente usamos mapas de cultivos de arroz irrigados producidos para este proyecto por Geoville2 con el financiamiento de ESA



TABLA 9. Valor económico del consumo de agua en el cultivo de arroz en San Martín.

INDICADORES Y MEDIDAS		VALOR (S/. POR HA)
Ganancias	Producción ton/ha	6.7
	Precio/ton	2349.0
Ganancia bruta total		5427.0
Costos variables	Semilla	160.0
	Fertilizante	347.0
	Pesticida	200.0
	Mano de obra	1710.0
	Mecanización	630.0
	Cosecha	338.0
Costo Indirecto		1006.0
Costo total variable excluyendo el agua		4391.0
Ganancia neta + costo del agua		1028.2
Retorno Neto del Agua (RNA)		51.4
Consumo de agua por ha (m ³)		14000.0
RNA por m ³ de agua consumida		0.0036

Fuente de datos: Ministerio de Agricultura y Riego

TABLA 10.

Cálculos de los costos de la unidad de producción en base a los datos comprendidos entre el 2005-2009 para San Martín, Perú.

PROVEEDOR DEL SERVICIO	VOLUMEN PRODUCIDO (M ³)	VOLUMEN FACTURADO (M ³)	COSTO DE OPERACIÓN (S./.)	COSTO DE PRODUCCIÓN UNITARIO (S/. POR M ³)	
				VOL. FACTURADO	VOL. PRODUCIDO
SEDAPAL	671,640,144	412,709,789	969,091,592	2.35	1.44
Grande	450,678,707	230,059,826	420,056,588	1.83	0.93
Medio	190,921,277	95,960,665	148,276,215	1.55	0.78
Pequeño	36,050,889	16,929,302	19,211,866	1.13	0.53
Total	1,304,255,018	755,659,591	1,556,636,257	2.06	1.19

TABLA 11.

Indicadores usados para calcular el valor del agua usado en generación de hidroelectricidad.

INDICADORES	UNIDADES	VALOR
Electricidad total generada	GWh/año	28.3
Agua total consumida	M m ³ /año	167.14
Productividad de agua en unidades físicas	GWh por M m ³ agua	0.17
Precio unitario de electricidad	S/. por kwh	0.000912
Productividad de agua en unidades monetarias	S/. por m ³ agua	0.00015504

Valor económico del agua para la generación de hidroelectricidad

Para la generación de precio unitario para el valor económico del agua para la generación de energía hidroeléctrica se utilizaron las contribuciones en el enfoque de producción/productividad marginal del agua (PMA), por ejemplo la contribución del agua como un insumo para la generación de electricidad es el aporte de agua a la economía. Se utilizaron las fuentes de datos del gobierno para encontrar los valores de los indicadores utilizados en la Tabla 11.



MODELOS DE SEDIMENTACIÓN

Regulación de sedimentos

La topografía variable, las altas tasas de cambio de cobertura de tierra y uso de tierra y la abundancia de lluvias, suelos sueltos, hacen que la región de San Martín sea susceptible a altas tasas de erosión del suelo, especialmente aquella causada por el agua (Inka y López, 2015). Los efectos intermitentes de la erosión del suelo están bien documentados e incluyen efectos como la pérdida de la productividad agrícola, el aumento de las condiciones propensas a la sequía, sedimentación en las infraestructuras río abajo, tales como los canales de riego y represas hidroeléctricas (Morgan, 2005).

La presencia de los ecosistemas reduce significativamente la fuerza erosiva de la lluvia y disminuye la escorrentía superficial. Se sabe que los ecosistemas naturales tales como los bosques, los humedales y pantanos funcionan como trampas eficientes de sedimentación, atenuando así el problema. La creación de modelos es la principal herramienta utilizada para el análisis de los cambios en la erosión del suelo debido a los efectos del clima, topografía, ecosistemas o factores humanos. Se dispone de una amplia selección de herramientas para la predicción de pérdida y degradación de suelo que van desde modelos empíricos a modelos basados en evidencia física (Saavedra, 2005).

En San Martín se usó el modelo de Unit Stream Power Erosion and Deposition (USPED; Mitsova et al., 1996) que es una versión mejorada del modelo Universal Soil Loss Equation (USLE) originalmente introducida por Wischmeier y Smith (1978). Primero, el USPED estima la función promedio del transporte de suelo anual (Mg ha⁻¹ año⁻¹): $T = R K C P A^m (\sin S)^n$; donde R es lluvia-escorrentía o factor de erosión, K es potencial de erosión del suelo, C es manejo de coberturas, P es prácticas de conservación de suelos, A es el área drenada por unidad de contorno, S es la calidad de la pendiente, y m y n son coeficientes empíricos y sus valores dependen en el tipo de erosión considerada (ya sea laminar o en surcos). En el segundo

paso, se usa el aspecto de la pendiente α . USPED estima la tasa de producción neta de sedimentos E (Mg por ha por año) como una divergencia del flujo de sedimentos: $E = d(T \cos \alpha)/dx + d(T \sin \alpha)/dy$. Esto determina las áreas dadas en el paisaje donde T se incrementa (erosión de suelo) o disminuye (deposición de suelo).

Los factores listados anteriormente son el resultado de un modelo biofísico aparte que vemos a continuación:

El factor R ($MJ \text{ mm ha}^{-1} \text{ hora}^{-1} \text{ año}^{-1}$) fue estimado usando 37 medidas de precipitación diaria para San Martín y alrededores obtenida de las estaciones meteorológicas administradas por ANA, y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Se usó la ecuación empírica derivada de Elsenbeer et al. (1993) para la Selva Central del Perú: $R = 0.335 x^{1.81}$; donde x representa la precipitación diaria (mm dia^{-1}). Se obtuvo una capa continua mediante la interpolación especial de valores resultantes entre las 37 localidades usando el método de Kriging.

El factor K ($\text{Mg ha hora ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) fue estimado usando datos de análisis de suelos realizados por Torres (2005) y los enfoques estándares descritos por Morgan (2005). Los atributos de la textura de suelos y contenido de materia orgánica se basaron en mediciones locales provistas y descritas por Inka y López (2015).

El factor C (0-1) es el radio de pérdida de suelo de un área con una cobertura y manejo específico con la pérdida de suelo de un área idéntica en barbecho, esta fue estimada usando los valores publicados por Morgan (2005) (para más detalles ver la Tabla 12).

TABLA 12.

Valores de los factores C usados en San Martín para el modelo de regulación de sedimentos.

SAN MARTÍN		
COBERTURA DE TIERRA / USO DE TIERRA		FACTOR C
Humedales y cuerpos de agua	Aguajal (swamp)	0.000
	Bofedal (alpine wetland)	0.000
	Río, Lago y Laguna (water bodies)	0.000
	Cocha (oxbow)	0.000
	Herbazal Hidrofítico (herbaceous swamp)	0.000
Bosques	Bosque Húmedo de Colina Alta	0.001
	Bosque Húmedo de Colina Baja y Lomada	0.001
	Bosque Húmedo de Montaña	0.001
	Bosque Húmedo de Terraza Alta	0.001
	Bosque Húmedo de Terraza Baja y Media	0.001
Matorrales	Matorral Arbustivo (shrub thicket)	0.001
Pajonales	Pajonal Altoandino (alpine scrubland)	0.010
	Páramo (alpine tundra)	0.010
Paisajes antropogénicos	Agricultura*	0.281
	Área urbana	0.100

* Valor promedio para una variedad de cultivos típicamente cultivados en la región (obtenido de Morgan 2005).



El factor P (0-1) representa el radio entre la pérdida de suelo bajo actividades de apoyo, como contornos, cultivo de terrazas, con la pérdida de suelo que sucede cuando se hace cultivos de surcos rectos en pendientes. Esta información no estaba disponible, por lo tanto se usó el factor P a 1.

Los factores A y S fueron calculados usando el modelo de elevación digital Shuttle Radar Topography Mission condicionado hidrológicamente a 3 segundos de arco y con vacíos rellenos (CIAT, 2004; Lehner et al., 2008). Los parámetros m y n se establecieron a 1, representado la erosión laminar y la deposición de suelos a lo largo de las pendientes, típicas para las áreas con buena cobertura boscosa o suelo compactado. Esta elección la hicimos en base al estudio de una localidad ubicada en una cuenca con bosques en Rio Grande do Sul, Brasil (Oliviera, 2011).

En una validación de los modelos de análisis de erosión realizado en Cochabamba, Bolivia (Saavedra, 2005) se observó que para áreas muy empinadas (por ejemplo, frentes montañosos, laderas empinadas y barrancos), RUSLE y otros modelos similares sobreestimaron la cantidad de suelo erosionado. Un estudio realizado por Ochoa-Cueva et al. (2013) en la Cuenca de Zamora Huyaco en el centro del Ecuador reportó que el promedio anual de pérdida de suelos va desde los 1.5 a los 936.0 $\text{Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. Otros estudios de campo experimentales en los Andes, por ejemplo los estudios de Harden (1988), reportaron valores similares. En base a esto se restringió el rango de valores a dos desviaciones estándares que caen dentro de este rango. La validación de este modelo en San Martín no fue realizada, por lo que no se sabe la exactitud de los resultados.

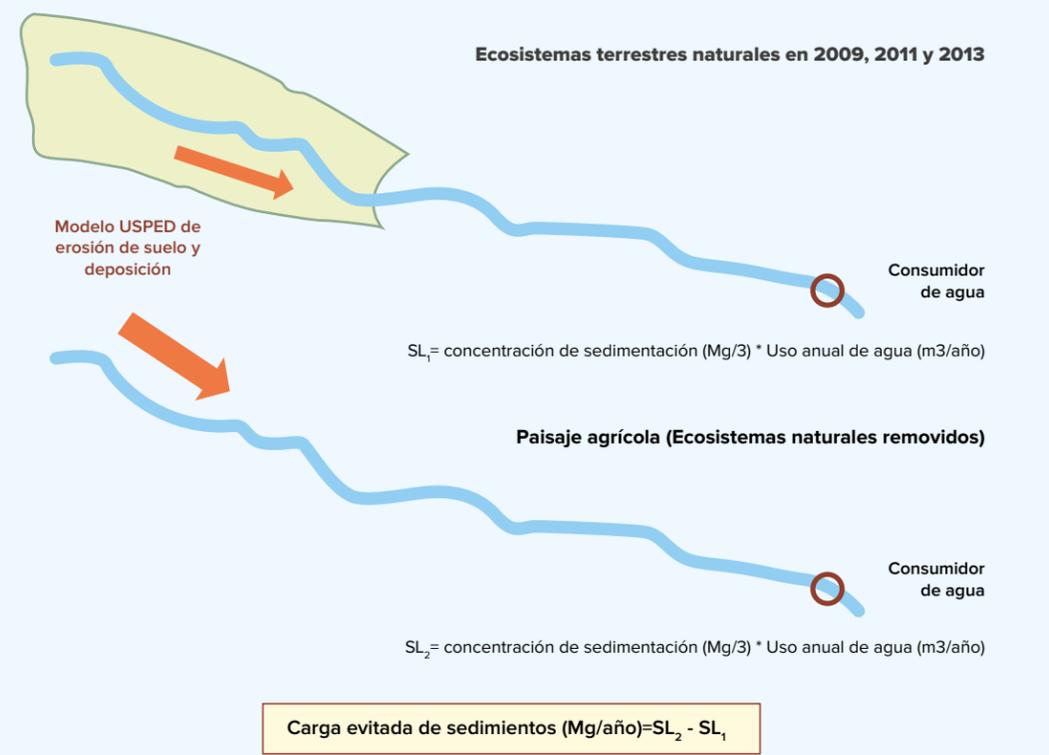
Flujo directo total

Para estimar el servicio de flujo de regulación de sedimentos para los ecosistemas en San Martín se aplicó los siguientes pasos. Primero se estimó la producción total de sedimentos ($\text{Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) usando el USPED, en un primer momento con la presencia de ecosistemas terrestres (usando tierras agrícolas en reemplazo al uso de tierra para esta simulación). En segundo lugar se estimó la concentración de sedimentos en ríos y arroyos (Mg m^{-3}) dividiendo la suma acumulada de los resultados río abajo obtenidos en el paso uno con el volumen anual acumulado de la escorrentía superficial para cada año reportado (para más detalles ver el modelo hidrológico anterior). Esto generó una serie de mapas que muestran la concentración de sedimentos en ríos y arroyos, primero con, la presencia de ecosistemas terrestres naturales y segundo sin la presencia de estos. Tercero, se calculó la cantidad de sedimentos evitados para un grupo seleccionado de sectores económicos (usuarios de agua) usando las concentraciones de sedimentos en las ubicaciones donde están los usuarios de agua y datos de asignación del volumen de agua obtenidos en las tablas de ANA (para más detalles sobre los pasos ver la Figura 5). En cuarto lugar, para cada período contable se tabularon los resultados utilizando los mapas de extensión de ecosistemas correspondientes.

La carga de sedimento evitado (Mg year^{-1}) una diferencia entre la carga de sedimento evitado entre el paisaje actual y el antropogénico representa el flujo del servicio y en este caso se asume que también es igual a la capacidad del ecosistema de proveer este servicio.



FIGURA 5. ETAPAS PARA DERIVAR LA CANTIDAD DE SEDIMENTO EVITADO (MG YEAR-1) PARA LOS USUARIOS INDIVIDUALES DE AGUA SUPERFICIAL EN SAN MARTÍN.



Flujos de servicios entre ecosistemas terrestres naturales

Para analizar como los ecosistemas terrestres contribuyen en la regulación de sedimentos se podría usar un enfoque similar al del modelo de flujo entre ecosistemas para suministro de agua. La mayor diferencia es que se usa la producción neta de sedimentos en el lugar del balance de agua en los pasos 1 a 6 (para mayores detalles ver el modelo de flujos de agua entre ecosistemas para provisión de aguas entre ecosistemas).

Valoración económica

Tanto la erosión localizada como la erosión fuera de lugar tienen consecuencias económicas y estas consecuencias afectan a varios sectores de la economía de diferente manera. Los costos de erosión se pueden clasificar en 3 grupos diferentes: los costos privados a los agricultores, los costos empresariales y los costos sociales.

El enfoque de este análisis es el costo de sedimentación empresarial (C_{sed}), y la formula general es:

$$C_{sed} = \sum_{j=1}^n (V_j C_j)$$

El segundo término se refiere a los costos fuera del lugar donde V_j es el volumen de suelo depositado como sedimentos en efectos fuera de lugar j ($j =$ represas hidroeléctricas, lechos de sedimentación

de ríos, etc.) y C_j es el costo de cada unidad de volumen de sedimentos en efectos fuera de lugar j .

En este análisis se vió como los sedimentos evitados ahorran costos en las represas hidroeléctricas. Un enfoque muy popular en este caso es la determinación de cuanto es lo que se puede ahorrar en el dragado de sedimentos producidos por la erosión debido a los servicios de control de erosión que proporcionan los ecosistemas. Se tomó el enfoque de valor neto actual para elucidar los recursos monetarios total que se ahorran a lo largo de la vida útil de la represa hidroeléctrica

$$PVSR_{dam} = \frac{\sum Tot.retain \times dred.cost}{(1 + r)^t}$$

TABLA 13. Parámetros utilizados en la monetización del valor de la sedimentación evitada

VARIABLES	AÑO CONTABLE		
	2009	2011	2013
Sedimentos evitados (ton)	244,113	243,902	243,884
Tiempo de vida útil (años)	20	18	16
Tasa de descuento (%)	9	9	9
Costo de dragado (PEN)	4	4	4

Acá $PVSR_{dam}$, es el valor actual del valor de la retención de sedimento, $Tot.retain$, total de sedimentos retenidos, $dred.cost$, costo de dragado de sedimentos, r , tasa de descuento, t , año y T vida útil del proyecto.

No se conoce ningún dato costos de dragado para San Martín. Sin embargo, hay bastante literatura que reporta el costo de remoción de sedimentos de diferentes plantas hidroeléctricas. Conte et al (2011) reporta el uso de 1.37 USD ton⁻¹ suelo en el modelo de retención de sedimentos InVEST. En este análisis se usa el costo de dragado de suelos de S/. 4 ton⁻¹ de suelos. Se asume un tiempo de vida remanente de las plantas hidroeléctricas de 20 años para el año 2009. Se usa una tasa de descuento del 9% para este análisis (Tabla 13).

MADERA

VALORACIÓN DEL AGUA
Usamos un enfoque de valor residual llamado **Retorno Neto del Agua (RNA)** para la valorización del agua en la agricultura. Este es un enfoque común en la valorización y contabilidad del agua y ha sido recientemente usado en el SCAEAgua (UN 2012).

Perú es uno de los tres países (Brasil y República Democrática del Congo son los otros dos) con el área más grande de bosques tropicales, que también alberga a una rica biodiversidad. El departamento de San Martín es de particular importancia ya que es proveedor de un gran volumen de productos forestales en el Perú (tanto recursos madereros como no-madereros). A pesar de esta importancia en la económica regional, local y nacional, los bosques están siendo degradados y talados. Solo entre los años 2000 y 2004 la deforestación total en el Perú fue de 7.3 millones de hectáreas, la más alta se dio en San Martín (1.62 millones de hectáreas) (Cristina and Valladares 2010). Los análisis espaciales en este ejercicio de contabilidad encontraron que la deforestación en la región fue de alrededor de 139,000 hectáreas entre el 2011 al 2012.

Los bosques de San Martín han sido clasificados en 6 diferentes clases de bosques, representando una serie de gradientes altitudinales y características ecológicas (ver la sección de la Cuenta de Extensión). La extracción comercial de madera se da en todos estos ecosistemas.

El objetivo en general de la contabilidad de madera es medir como los ecosistemas contribuyen al sector maderero de la región. La madera fue usada para la Cuenta de Uso y Suministro de Servicios Ecosistémicos y la Cuenta de Activos del Ecosistema.

Para la Cuenta de Uso y Suministro de Servicios Ecosistémicos los objetivos fueron dos: la determinación del flujo real de recursos madereros de los diferentes ecosistemas y una evaluación de como los recursos madereros fluyen a los diferentes sectores de la economía.

Para trabajar con estos objetivos el marco de trabajo analítico usó lo siguiente:

1.

Análisis espacial de las concesiones forestales en relación con los ecosistemas.

2.

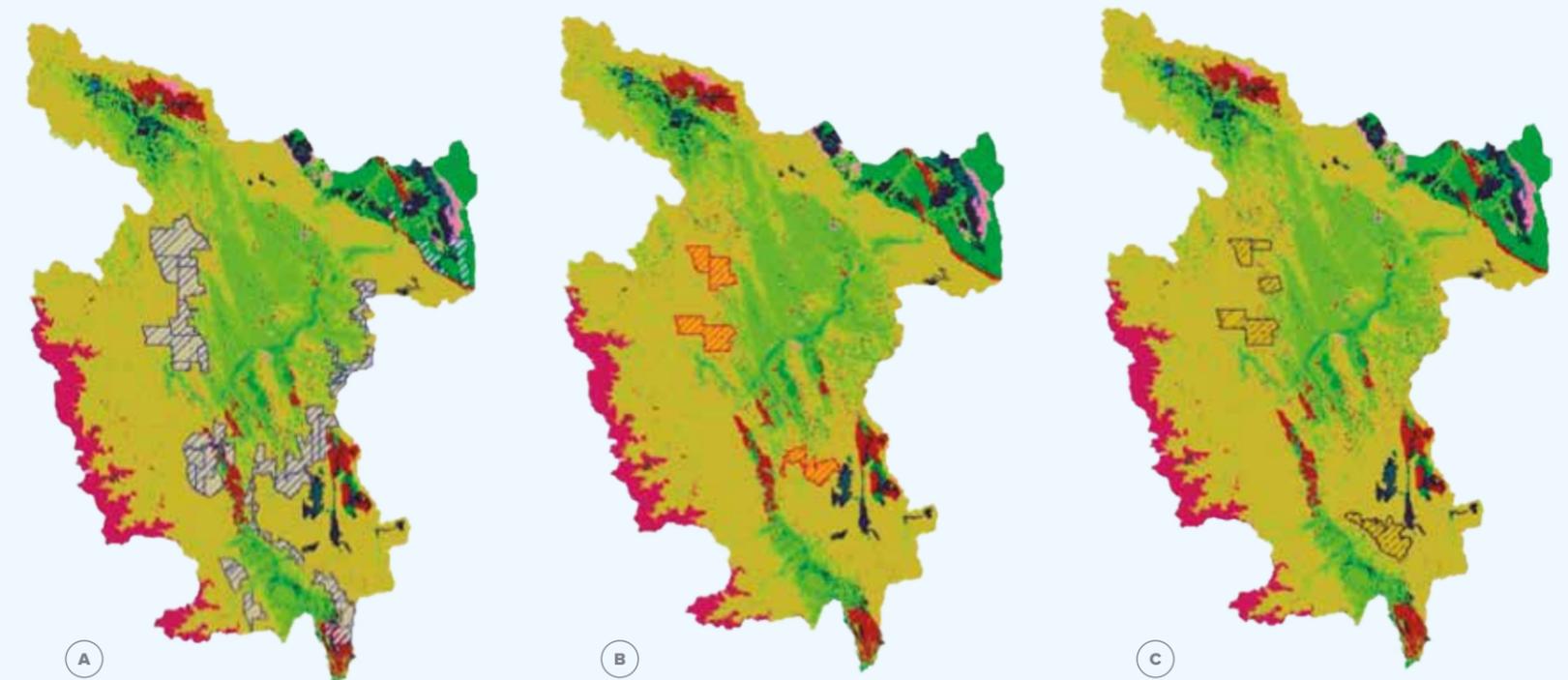
Análisis biofísico de la extracción de madera y sus contribuciones a los diferentes sectores

3.

Análisis económico del valor monetario de la extracción de recursos madereros de diferentes ecosistemas

FIGURA 6.

CONCESIONES FORESTALES DISTRIBUIDAS EN LOS DIFERENTES ECOSISTEMAS INCLUYENDO (A) TODAS LAS CONCESIONES EN GENERAL, (B) CONCESIONES ACTIVAS EN EL 2012 Y (C) CONCESIONES ACTIVAS EN EL 2013.



Análisis espacial y biofísico

Para poder identificar que concesiones forestales estaban activas en los años de estudio se georreferenciaron las capas SIG de las concesiones forestales (información provista por el gobierno peruano) con las hojas de datos Excel que detallaban cuales eran las concesiones activas para cada año. Para identificar que concesiones estaban activas en cada año se georreferenció la siguiente información con la capa SIG de concesiones forestales: 1) los puntos GPS donde el concesionario extrajo madera durante un año dado; y 2) el nombre del concesionario de una base de datos no espacial. Basados en los nombres de los concesionarios que estaban activos en los años respectivos y las ubicaciones en donde estaban activos, se pudo identificar que concesiones estaban activas en un determinado año. No hubo casos en donde se dieran conflictos entre las capas SIG y los datos no espaciales; en otras palabras, los nombres de los concesionarios siempre coincidieron y los puntos GPS siempre estuvieron dentro del polígono de la concesión (ver la Figura 6 para la visualización de las concesiones forestales).

Precios unitarios para el cálculo de ingresos

Este precio se basa en precios de exportación históricos de los diferentes productos madereros. Se usó el volumen total exportado y las ganancias totales obtenidas de la base de datos del Anuario. Al dividir estos ingresos por los volúmenes se tiene el precio unitario. Estos precios fueron estimados en USD. Se convirtió los USD a nuevos soles peruanos (PEN) usando la tasa de cambio para los años correspondientes (enero 1) usando www.usforesx.com.

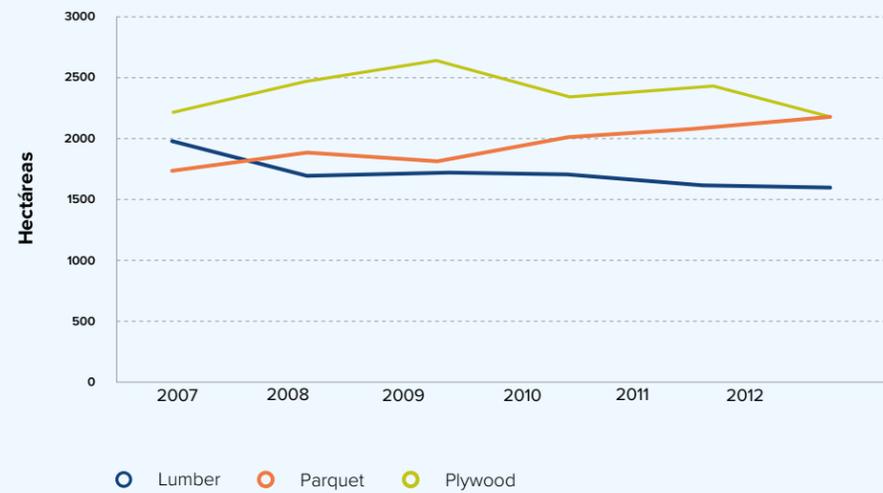
TABLA 14.

Precio por m³ en nuevos soles peruanos (PEN) a través del tiempo y para diferentes productos madereros.

PRODUCTO	PRECIO (PEN/M ³)						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	PROMEDIO
Madera	1984.24	1705.67	1720.55	1708.15	1632.44	1604.68	1725.95
Parquet	1727.71	1879.61	1801.96	2014.19	2072.71	2182.01	1946.36
Triplay	2220.68	2478.30	2651.19	2355.31	2436.00	2181.53	2387.17

FIGURA 7.

PRECIO DE LOS PRODUCTOS MADEREROS A TRAVÉS DE LOS AÑOS



Valoración de la madera

Se siguió el enfoque de Recursos de Rentas (RR) para hacer la valoración de los recursos madereros en la contabilidad de ecosistemas. Este enfoque es equivalente al valor total de la ganancia generado de la extracción de madera menos los costos de extracción. A veces se usan los precios de derechos de tala en vez de los RR, este es el precio de la madera antes de ser talada y es igual al valor de la madera que se puede aserrar, menos los costos de tala, transporte y transformación. Para determinar los precios de derecho de tala primero se evalúa la parcela de árboles para medir el volumen disponible para talar, que luego es multiplicado con la tasa de derecho de tala. El precio de derecho de tala se obtiene usualmente siguiendo la siguiente fórmula simplificada:

$$S = Resource.rent (RR) = A [(P \times Q) - \sum C_n] \quad (1)$$

Donde A es el área, P es el precio de derecho de tala, Q es el volumen de cosecha y C_n son los costos asociados y S, el precio de derecho de tala.

En nuestro análisis el RR fue derivado de la siguiente fórmula:

$$RR = TR - (CI + C_p + FC) - T \quad (2)$$

Donde TR es el ingreso total, C_i es el costo de tala, tales como el costo de mano de obra, C_p es el costo intermedio de procesamiento FC es el costo de capital del usuario (por ejemplo retorno fijo del

capital) y T es el impuesto de venta (Tabla 15). Los datos de las ganancias son derivados de los precios unitarios de ventas multiplicados por el volumen obtenido de las fuentes de datos gubernamentales (Tabla 16). El precio unitario fue determinado de las estadísticas anuales de exportación de cada año. El costo de transporte y costo de oportunidad de los capitales no se pudo determinar debido a la falta de datos.

Los datos de los costos de cosecha y procesamiento fueron tomados de Giudice et al. (2012). El costo de capital del usuario no se pudo determinar debido a la falta de datos. Los flujos de la tala de madera en los diferentes tipos de ecosistema se pueden ver en la Tabla 17.

TABLA 15.

Calculo de los RR en base a la ecuación anterior.

COMPONENTE	UNIDAD	CANTIDAD (PEN)
Ganancia (precio)	PEN/m ³	1,604
Mano de obra	PEN/m ³	80
Costo de procesamiento intermedio	PEN/m ³	70
Impuesto de venta	18%	289
RR	PEN/m ³	1,196

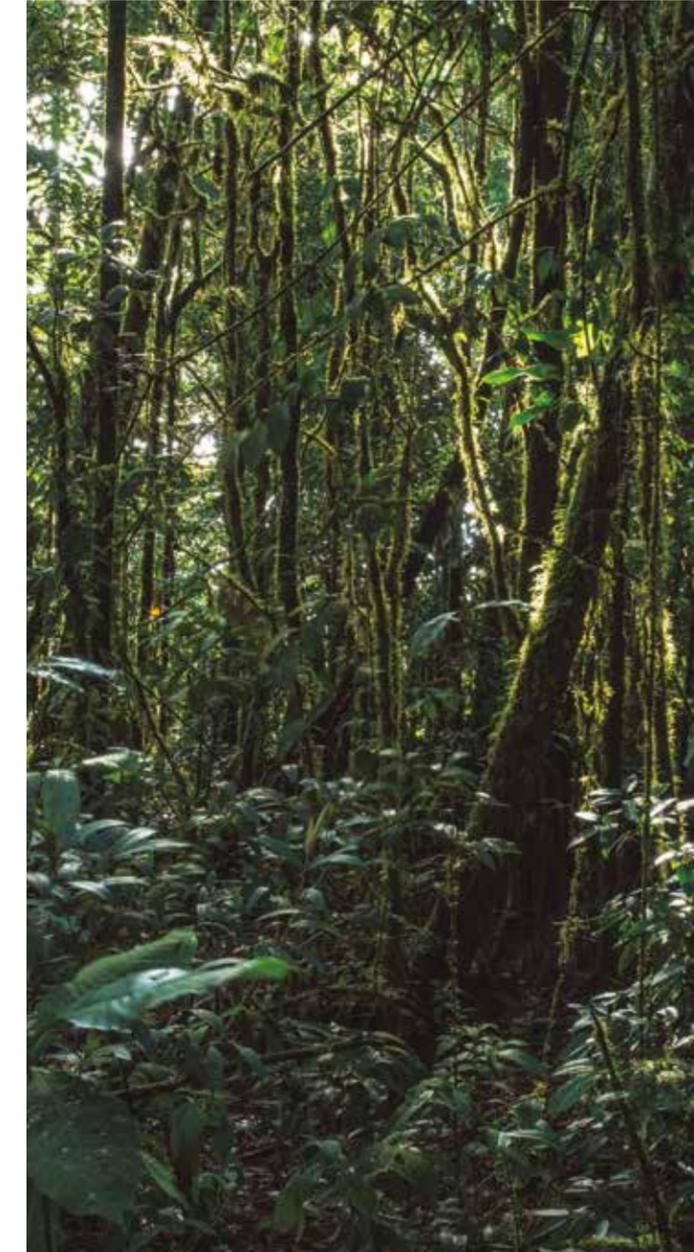


TABLA 16.

Ganancias de la venta de diferentes productos madereros en San Martín, Perú.

PRODUCTOS MADEREROS	2012		2011		2010		2009		2008		2007	
	M³	PEN	M³	PEN								
Madera rolliza	35,656	1,782,792	33,662	1,683,094	42,013	2,100,625	23,311	1,165,551	44,525	2,226,260	105,669	5,283,425
Madera	18,571	29,787,483	17,701	28,887,722	20,675	35,313,703	14,921	25,664,842	27,508	46,901,532	50,755	100,696,928
Parquet (piso de casas)	167	364,896	399	826,293	1,150	2,316,684	2,059	3,708,457	4,296	8,072,259	4,621	7,980,692
Triplay y enchapado	132	288,524	359	874,402	471	1,109,017	632	1,676,360	745	1,846,407	324	719,058
Totales	54,526	32,223,695	52,120	32,271,511	64,309	40,840,028	40,924	32,215,210	77,075	59,046,459	161,368	114,680,103

TABLA 17.

Flujos de la madera extraída en los diferentes tipos de ecosistemas de San Martín en el 2013.

INDICADORES	TIPOS DE ECOSISTEMA									TOTAL
	BOSQUE HUMEDO DE MONTANA	BOSQUE HUMEDO DE COLINA ALTA	BOSQUE HUMEDO DE COLINA BAJA Y LOMADA	BOSQUE HUMEDO DE TERRAZA ALTA	BOSQUE HUMEDO DE TERRAZA BAJA Y MEDIA	LAGO Y LAGUNA Y RIO	AGUAJAL	COCHA	AREAS SIN BOSQUE	
Área total en concesión activa (ha)	99,002	0	0	0	2,397	0	0	0	7,042	108,442
Porcentaje del área en concesión activa (%)	91	0	0	0	2.21	0	0	0	6.49	100
Volumen extraído de madera (m³)	25,357	0	0	0	613	0	0	0	1,802	27,774

Cálculo del Valor Neto Actual para la Cuenta de los Activos del Ecosistemas

Se usó el enfoque de Recursos de Renta (RR) para valorar los activos madereros en la Cuenta de los Activos del Ecosistemas. El valor de muchos recursos naturales (especialmente los activos del sub-suelo) se calcula antes de su extracción. Una manera de hacer esta valoración in-situ, también descrita en SCAE-MC, es mediante la aplicación de un valor descontado de los futuros ingresos. Este es el valor que los inversores están dispuestos a pagar por un activo al precio actual. Generalmente se representa así:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{RR_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

Donde T es el periodo de rotación y r es la tasa de descuento. Al poner las variables para los RR de la ecuación (1) en la sección 4 se tiene que:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{P_t Q_t - \Sigma C_n}{(1+r)^t} \quad (2)$$

En esta ecuación (2), el VNA (o NPV por sus siglas en inglés) representa el valor actual descontado de los futuros recursos de rentas para el periodo de rotación que se desea T. T. P y Q son el precio y las cantidades respectivas y C representa el costo de la extracción así como los costos de los procesos intermediarios y cualquier costo de depreciación del capital. La Tabla 18 nos da las variables que se usaron en el cálculo del RR y el VNA.

TABLA 18.

Variables usadas en el cálculo del valor neto actual (VNA).

VARIABLES	UNIDAD	VALOR
Activos de vida	años	20
Recursos de renta	PEN/m³	1,196
Tasa de descuento	%	9

“ El objetivo en general de la contabilidad de madera es medir cómo los ecosistemas contribuyen al sector maderero de la región. La madera fue usada para la Cuenta de Uso y Suministro de Servicios Ecosistémicos y la Cuenta de Activos del Ecosistema. ”





EXTRACCIÓN DE ANIMALES SILVESTRES

Numerosas especies de mamíferos, aves, reptiles, insectos y arañas son extraídas en Perú (Tabla 19), ya sea para subsistencia o para su comercialización.

Productos Forestales No Maderables (PFNM)

En San Martín los PFNM son extraídos ilegalmente y legalmente ya sea por razones de subsistencia o comerciales. En general hay cuatro tipos de extracción: 1) extracción legal de subsistencia; 2) extracción comercial y legal; 3) extracción de subsistencia ilegal; y 4) extracción comercial ilegal. En San Martín, la extracción legal comercial de PFNM es por lo general regulada por los permisos correspondientes mientras que la extracción de subsistencia legal se da en concesiones manejadas por la comunidad. La extracción ilegal se da cuando no se han seguido los procedimientos permitidos apropiados o cuando la extracción de subsistencia ocurre en lugares que no está permitida la extracción.

Los animales silvestres extraídos en el Perú se encuentran en varios tipos de ecosistemas, así como en áreas degradadas. Los diferentes ecosistemas proveen de diferentes tipos de animales silvestres; sin embargo, un estudio en Brasil y Colombia encontró que el 62% de animales capturados se encuentran en bosque primario (van Vliet 2014).

En el Perú –así como en otros países– el punto de entrada de la carne de monte tanto en los mercados comerciales como de subsistencia es a nivel doméstico. Estos negocios se proveen de la carne obtenida por los cazadores que viven en las áreas cercanas a los hábitats remanentes (Parks Watch 2003) y la extracción no se considera sostenible para numerosas especies que están siendo extraídas en el Perú (por ejemplo, Parks Watch 2003; Shanee 2013). El valor nacional de la extracción de animales silvestres podría exceder varios millones de USD por año; un estudio en el nordeste peruano, en tres localidades estimó que la extracción anual va más allá de los 250,000 USD (van Vliet 2014).

La extracción de vida silvestre que existe en San Martín (Tabla 19) incluyen mamíferos, aves, reptiles, insectos (hormigas y mariposas) y arañas. La

extracción es legal e ilegal, tanto para subsistencia como para propósitos comerciales. Las especies en la Tabla 19 representan la mayoría de las especies extraídas tanto para su consumo de subsistencia como para su comercio; otros estudios han mostrado que de las 192 especies de mamíferos de la Amazonía solo el 28% de estas son cazadas (Fa and Peres 2001 seguramente porque las aves de gran tamaño y los mamíferos son los que proveen un mayor beneficio nutricional a los consumidores (Alvard 1993). Por ejemplo, en nuestra lista (Tabla 19) se incluye las especies de mamíferos (por ejemplo, ungulados y roedores grandes) que son comúnmente cazados y consumidos (Alvard 1993; Bodmer and Lozano 2001); los ungulados representan el 78% de la biomasa extraída en una región del Perú (Bodmer et al. 1994) y las aves grandes y los mamíferos son los que proveen de un mayor beneficio nutricional a los consumidores (Alvard 1993).

En el estudio se ha considerado que en San Martín los beneficiarios de la extracción de animales silvestres, tanto de subsistencia como comercial, son fundamentalmente los hogares. Adicionalmente, mientras que los animales silvestres extraídos para subsistencia generalmente permanecen dentro de los límites de San Martín, los animales extraídos para uso comercial son generalmente exportados fuera de San Martín. Los registros de transporte (cortesía de ARA) indican que más del 90% de todos los transportes legales de los animales fueron sacados de San Martín entre el 2011 y el 2014. Los productos fueron movidos al norte de San Martín, incluyendo mariposas y aves disecadas, mientras que los productos transportados a Lima eran aves vivas, reptiles y cuero y pezuñas de sajinos.

Aun cuando varias especies son extraídas, de acuerdo a los comentarios de las partes

interesadas sobre los análisis preliminares, se cuantificó la extracción de cinco especies de mamíferos en San Martín (reconociendo que hay otras especies, ejm. Venado y tapir, aunque estas fueron consideradas por los actores como de menor prioridad debido a una población pequeña y por tanto una caza limitada), incluyendo a: sajino (*Tayassu tajacu*), aguti (*Dasyprocta sp.*), coati (*Nasua nasua*), majaz (*Cuniculus paca*), y armadillos (*Dasyprocta novemcinctus*) (reconociendo que hay otras especies de importancia, ejm. tapir y venado, aunque estas fueron consideradas por los expertos como de menor prioridad debido a su reducida población y pocos animales cazados). Se desarrollaron indicadores en el volumen estimado de las tasas de extracción espacialmente explícitas en todo San Martín y para los diferentes ecosistemas basándonos en el agotamiento relativo de animales silvestres debido a la presión de cacería histórica.

Para entender el uso relativo de los animales silvestres debido a la presión histórica de cacería en San Martín, se consideraron varios factores que influyen la extracción de los animales silvestres: 1) distancia de extracción de los pueblos y puntos de acceso; 2) presión de cacería a diferentes distancias de los pueblos/puntos de acceso; 3) facilidad de caminar en los diferentes tipos de ecosistemas y en diferentes topografías (se calculó con la función de caminata de Tobler y clasificando los diferentes ecosistemas por su facilidad de acceso); y 4) la presencia de un parque nacional. Adicionalmente, y basados en los comentarios de los actores locales, se consideró que las distancias de extracción de los poblados rurales es diferente para las comunidades indígenas y no-indígenas. Específicamente, se asumió que las comunidades indígenas (aquellas localizadas dentro de las concesiones comunales) podían viajar alrededor de 40 km desde sus pueblos

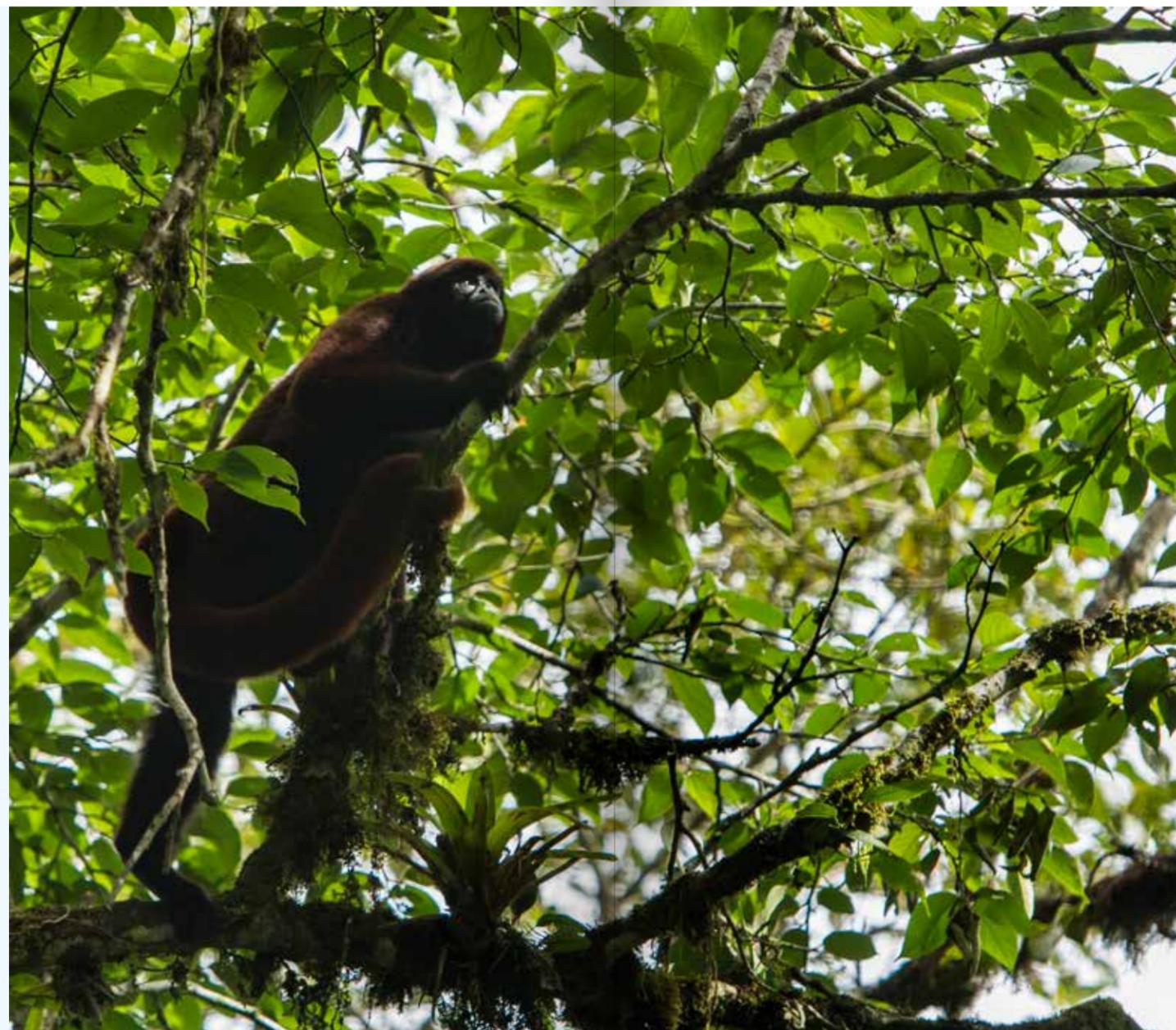
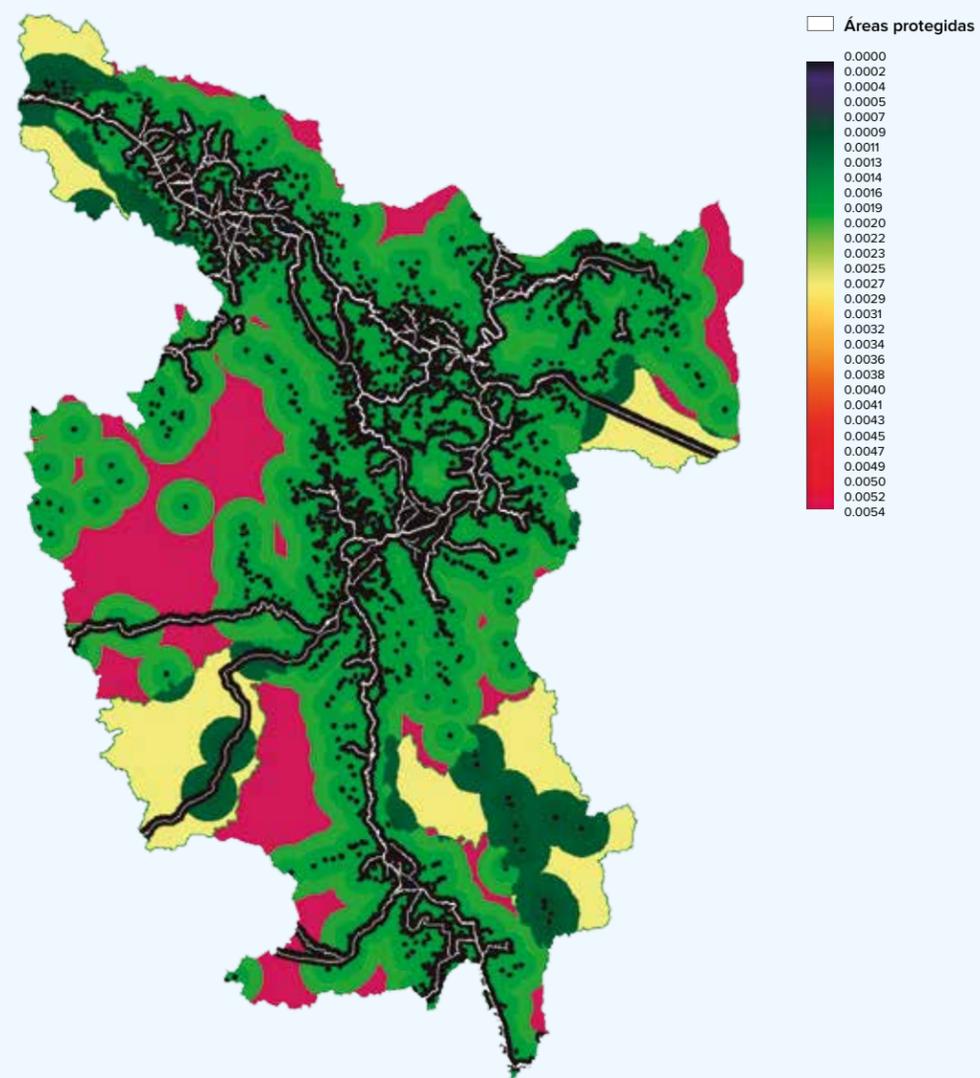
para cazar. Estos estimados se basan en la revisión de literatura (Alvard 1993; Alvard et al. 1997; Levi et al. 2009). Adicionalmente, asumimos que la cacería también se dio a 2 km de los puntos de (carreteras y ríos; Begazo and Bodmer 1998), sin importar que estas carreteras estén dentro de las zonas de concesión o no.

En segundo lugar, para la presión de cacería, la literatura nos indica que la cacería en el Perú se da a una corta distancia de las poblaciones, y las tasas de extracción disminuyen con la distancia de manera no lineal (Ohl-Schacherer et al. 2007). Sin embargo en San Martín, los pobladores locales indicaron que este patrón de extracción ya no ocurre más ya que la cacería no sostenible ha hecho que los cazadores tienen que ir más lejos de sus pueblos para poder extraer más presas. Por esto se usa la presión histórica de cacería (por ejemplo, la presión de cacería descrita para otras partes en el Perú; Ohl-Schacherer et al. 2007) para poder entender donde se han agotado los animales. También asumimos que no hay extracción de animales en áreas urbanas y estas áreas fueron enmascaradas en nuestros análisis.

En tercer lugar, cuando contabilizó por la presencia de un parque nacional, se asumió que la categoría de parque nacional incrementaría la dificultad de extracción de animales silvestres, pero no eliminaría la extracción.

Todos estos tres factores fueron incorporado en un modelo espacial para estimar el agotamiento, este representó: 1) donde había ocurrido históricamente la extracción; 2) la intensidad relativa de la extracción histórica; y 3) la forma en que la extracción histórica fue/ es afectada por la topografía y la categoría de parque nacional. Los resultados de este modelo espacial se pueden ver en la Figura 8, esta nos

FIGURA 8. LA PRESIÓN DE CACERÍA PARA LOS MAMÍFEROS EN SAN MARTÍN, INCLUYENDO A LOS PUEBLOS INDÍGENAS Y NO INDÍGENAS. EN ESTE MAPA SE ASUMIÓ QUE LAS ÁREAS PROTEGIDAS NACIONALES TENÍAN UN 50 % MENOS PRESIÓN DE CACERÍA QUE SI NO ESTUVIERAN PROTEGIDAS.



enseña la presión de la cacería histórica en San Martín (las zonas verdes cerca de las ciudades habían estado históricamente bajo la presión más alta mientras que las áreas de color rojo bajo la presión de la cacería más baja). La mayor parte de San Martín siempre ha estado bajo algún tipo de presión de cacería (Figura 8).

Los estimados del volumen de extracción (kilogramos de biomasa por km²) fueron obtenidos de la literatura existente: 4.22 kg/km² para el sajino; 0.57 kg/km² para el aguti; 0.123 kg/km² para el coati; 1 kg/km² para el majaz; 0.14875 kg/km² para los armadillos (Bodmer and Lozano 2001). Estos estimados son las tasas a las cuales las comunidades parecidas a las existentes en San Martín extrajeron animales silvestres y no necesariamente representa una tasa de extracción sostenible. Con los animales que tenían más de una tasa estimada de extracción en la literatura, siempre se usó el estimado más conservador. Estos estimados de extracción por kilómetro fueron insertados en el modelo espacial, donde fueron modificados para que reflejen el agotamiento de animales a diferentes distancias de los poblados. Las tasa de extracción fueron modificadas como sigue: Primero, las tasas de extracción se disminuyeron proporcionalmente dependiendo de la disponibilidad estimada de los animales remanentes en un pixel dado debido a la presión de caza histórica/agotamiento (visualizada en la Figura 8; las tasas modificadas de extracción puede verse en las Tabla 20 y Tabla 21). Estas tasas de extracción fueron específicas para las especies. En segundo lugar, cuando los pixeles fueron ubicados dentro de los límites de un parque nacional, las tasas de extracción disminuyeron en un 50%, asumiendo que la categoría de área protegida

funciona como desincentivo para la extracción de recursos. En tercer lugar, se asumió que las especies individuales podían ser solo extraídas de los pixeles que están dentro de los tipos de ecosistemas más amplios, en donde las diferentes especies podían encontrarse (basándonos en los tipos de ecosistemas, CEE Tomo I - Tabla 3).

Una vez que cada pixel había sido asignado a una tasa de extracción para cada especie (como se describió anteriormente), la cantidad total de biomasa extraída para cinco especies locales podían ser calculadas. Adicionalmente, al superponer este modelo espacial con los mapas de extensión de los ecosistemas del 2009, 2011 y el 2013, se pudo hacer estimados de la cantidad total de biomasa que fue extraída de los diferentes ecosistemas para cada año.

Basado en el modelo propuesto en el estudio se estimó que - cuando la extracción de las cinco especies se suman - más de 96,000 kg de animales silvestres son extraídos de San Martín por año, tanto de los ecosistemas naturales como intervenidos (Tabla 22). En el Tabla 22 se ve la cantidad de extracción específica por especies de acuerdo al tipo de ecosistema. Nuestros cálculos estiman que más del 90% de la extracción de las cinco especies de mamíferos ocurrió en ecosistemas naturales. Notablemente el Bosque Húmedo de Montana alberga a una gran cantidad de la biomasa extraída in San Martín (75% en el 2009, 74% en el 2011, y 73% en el 2013). Los pobladores locales le indicaron al equipo de EVA que la extracción de mamíferos no es sostenible en San Martín. Sin embargo, no se pudo estimar si esta cacería es sostenible o no en San Martín debido a las limitaciones de los datos.

TABLA 19.

Lista de especies que fueron legal o ilegalmente extraída de San Martín entre el 2011 y el 2014. Esta lista puede estar incompleta ya que los datos solo incluyen aquellas especies que fueron: 1) legalmente extraídas y transportadas y reportadas al gobierno regional (ARA); y 2) aquella descubierta y confiscada durante chequeos periódicos realizados por los gobiernos regionales. La cosecha ilegal y legal se refiere al número total de individuos que fueron registrados por el gobierno regional durante este periodo. Por lo tanto, la cosecha total legal reportada es probablemente similar al número real extraído pero la cosecha ilegal seguramente está siendo subestimada.

TIPO DE ANIMAL	LEGALMENTE EXTRAÍDO	COSECHA LEGAL TOTAL	ILEGALMENTE EXTRAÍDO	COSECHA ILEGAL TOTAL
MAMÍFERO				
UNGULADO				
Ciervo rojo (<i>Mazama americana</i>)	.		Si	17
Ciervo gris (<i>Mazama gouazoubira</i>)	.		No	0
Huangana (<i>Tayassu pecari</i>)	Si	1	Si	1
Sajino (<i>Tayassu tajacu</i>)	Si	5088	Si	16
Tapir (<i>Tapirus terrestris</i>)	.		Si	4
Marsupiales y Endentata				
Raposa (<i>Didelphis marsupialis</i>)	Si	1	Si	1
Serafín (<i>Cyclopes didactylus</i>)	.		Si	3
Perezosos	.		Si	24
Armadillo (<i>Dasyopus sp.</i>)	.		Si	16
Oso hormiguero gigante (<i>Tamandua tetradactyla</i>)	.		Si	2

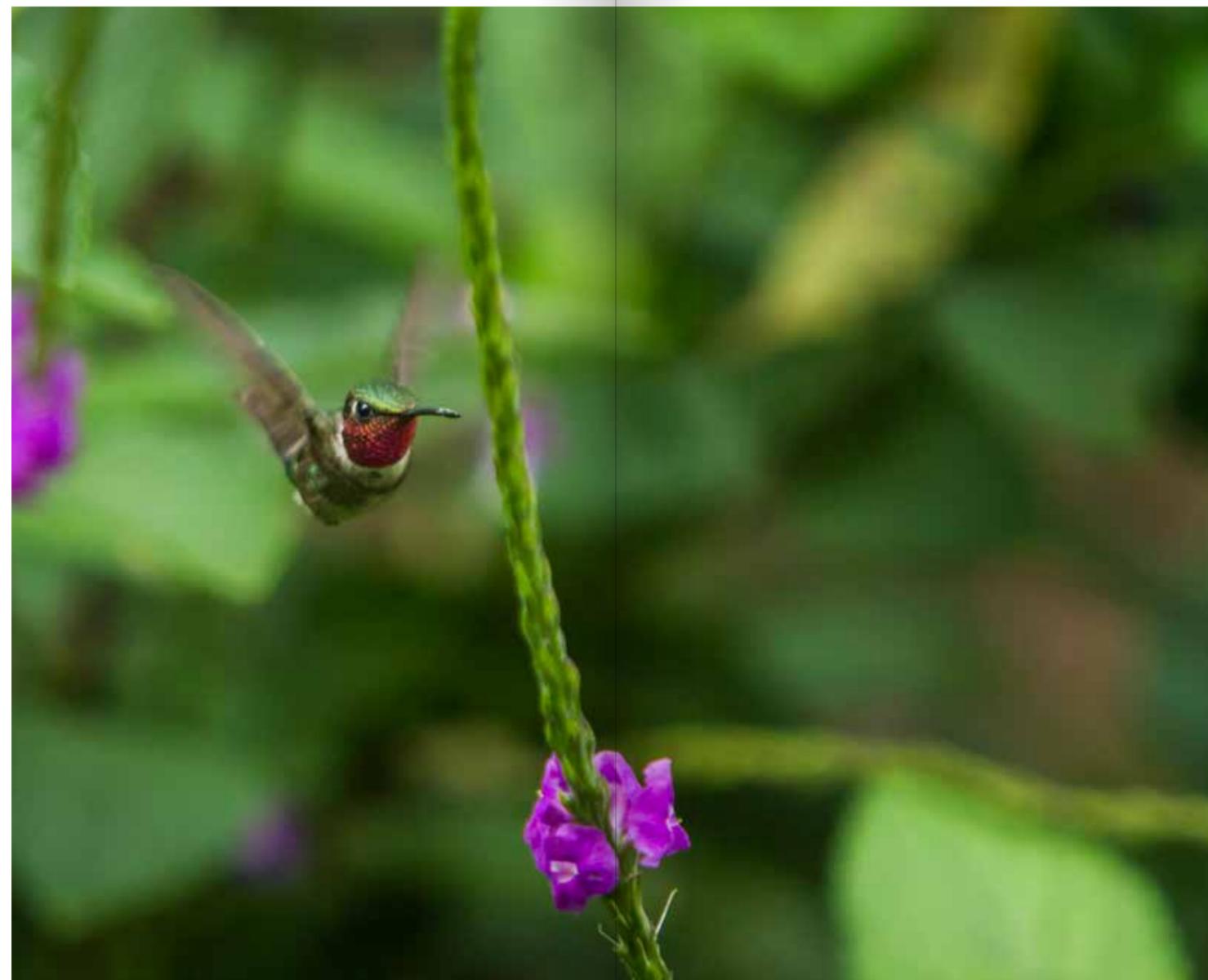


TIPO DE ANIMAL	LEGALMENTE EXTRAÍDO	COSECHA LEGAL TOTAL	ILEGALMENTE EXTRAÍDO	COSECHA ILEGAL TOTAL
ROEDORES				
Aguti (<i>Dasyprocta sp.</i>)	.		Si	44
Majaz (<i>Cuniculus paca</i>)	.		Si	7
Ardilla (<i>Sciurus sp.</i>)	.		Si	4
Capibara (<i>Hydrochoaeris hydrochaeris</i>)	.		Si	16
CARNÍVORA				
Puma (<i>Puma concolor</i>)	.		Si	1
Ocelote (<i>Leopardus pardalis</i>)	.		Si	11
Gato andino (<i>Leopardus jacobita</i>)	.		Si	1
Coati (<i>Nasua nasua</i>)	.		Si	17
Kinkajú (<i>Potos flavus</i>)	.		Si	1
PRIMATES				
Mono cola amarilla (<i>Oreonax flavicauda</i>)	.		Si	1
Mono araña (<i>Ateles sp.</i>)	.		Si	4
Machines (<i>Cebus sp.</i>)	.		Si	8
Monos choro (<i>Lagothrix sp.</i>)	Si	1	No	0
Mono Saki (<i>Pithecia sp.</i>)	Si	1	Si	1
Pichico (<i>Saguinus sp.</i>)	.		Si	12
Mono ardilla (<i>Saimiri sp.</i>)	.		Si	1

TIPO DE ANIMAL	LEGALMENTE EXTRAÍDO	COSECHA LEGAL TOTAL	ILEGALMENTE EXTRAÍDO	COSECHA ILEGAL TOTAL
REPTILES				
Todas las tortugas terrestres y acuáticas	.		Si	230
Todas las lagartijas	.		Si	61
Todas las serpientes (incluyendo a la Boa constrictor)	.		Si	30
Todos los otros reptiles (no identificados a especies)	.		Si	132

INSECTOS Y ARAÑAS				
Arañas	.		Si	21
Hormigas	.		Si	68
Escarabajos	.		Si	22
Todas las mariposas	Si	1872	Si	298

AVES				
Loros (Amazona sp.)	.		Si	151
Guacamayas (Ara sp.)	.		Si	41
Periquitos (Brotogeris sp.)	.		Si	1489
Cacique ala amarilla (CaciCOU cela)	Si		No	0
Barbudo filigrana (Capito auratus)	Si	36	No	0
Oropéndola crestada (Psarocolius decumanus)	Si	52	No	0



TIPO DE ANIMAL	LEGALMENTE EXTRAÍDO	COSECHA LEGAL TOTAL	ILEGALMENTE EXTRAÍDO	COSECHA ILEGAL TOTAL
Arasari (Pteroglossus sp.)	Si	68	No	0
Tucán (Ramphastos sp.)	.		Si	9
Tangara sp.	Si	551	No	0
Tangara azulada (Thraupis episcopus)	Si	260	No	0
Fueguero oscuro (Ramphocelus carbo)	Si	68	No	0
Tangara urraca (Cissopis levariens)	Si	1	No	0
Eufonía piquigrua (Euphonia xanthogaster)	Si	102	No	0
Carpintero penachiamarillo (Melanerpes cruentatus)	Si	1	No	0
Benteveo mediano (Myiozetetes similis)	Si	10	No	0
Codorniz (Odontophorus sp.)	.		Si	1
Águila	.		Si	1
Aguilucho	.		Si	1
Faisán	.		Si	1
Cóndor (Vultur gryphus)	.		Si	1

CRÁCIDOS				
Paujil de pico azul (Crax alberti)	.		Si	5
Chachalaca (Ortalis sp.)	.		Si	11
Pava (Penelope sp.)	.		Si	16

TABLA 20.

Presión de cacería a diferentes distancias desde los poblados no indígenas y otros puntos de acceso (tales como carreteras). Nota: estos valores disminuyen en un 50% cuando el área coincide con un parque nacional.

			BIOMASA (KG) EXTRAÍDA POR KM ²				
DISTANCIA DEL POBLADO	PRESIÓN HISTÓRICA DE CACERÍA	DISPONIBILIDAD DE ANIMALES (POR EJEMPLO, AGOTAMIENTO)	SAJINO	AGUTI	COATI	MAJAZ	ARMADILLOS
< 1 km	100%	0%	0	0	0	0	0
1 – 5 km	75%	25%	1.055	0.1425	0.03075	0.25	0.037
5 – 10 km	50%	50%	2.11	0.285	0.0615	0.5	0.074
10 – 12 km	25%	75%	3.165	1.80405	0.09225	0.75	0.112
> 10 km	5%	95%	4.009	0.5415	0.11685	0.95	0.141
DISTANCIA DE LA CARRETERA	PRESIÓN HISTÓRICA DE CACERÍA	DISPONIBILIDAD DE ANIMALES (POR EJEMPLO, AGOTAMIENTO)					
< 2km	100%	0%	0	0	0	0	0
> 2 km	5%	95%	4.009	0.5415	0.11685	0.95	0.141

TABLA 21.

Presión de cacería a diferentes distancias desde los poblados indígenas y otros puntos de acceso (tales como carreteras). Nota: estos valores disminuyen en un 50% cuando el área coincide con un parque nacional.

			BIOMASA (KG) EXTRAÍDA POR KM ²				
DISTANCIA DEL POBLADO	PRESIÓN HISTÓRICA DE CACERÍA	DISPONIBILIDAD DE ANIMALES (POR EJEMPLO, AGOTAMIENTO)	SAJINO	AGUTI	COATI	MAJAZ	ARMADILLOS
< 1 km	100%	0%	0	0	0	0	0
1 – 5 km	75%	25%	1.055	0.1425	0.03075	0.25	0.037
5 – 10 km	50%	50%	2.11	0.285	0.0615	0.5	0.074
10 – 40 km	25%	75%	3.165	1.80405	0.09225	0.75	0.112
> 40 km	5%	95%	4.009	0.5415	0.11685	0.95	0.141
DISTANCIA DE LA CARRETERA	PRESIÓN HISTÓRICA DE CACERÍA	DISPONIBILIDAD DE ANIMALES (POR EJEMPLO, AGOTAMIENTO)					
< 2km	100%	0%	0	0	0	0	0
> 2 km	5%	95%	4.009	0.5415	0.11685	0.95	0.141

TABLA 22.

Volumen de animales silvestres extraídos (en kilogramos) de los ecosistemas naturales en San Martín. Las diferencias a través del tiempo, en nuestro modelo, son atribuibles a los cambios en la extensión del ecosistema; nuestro modelo no toma en cuenta los cambios de población o los cambios en las frecuencias de cacería. Todos: todos los animales extraídos; Ag: Aguti; Ar: Armadillo; Co: Coati; Ma: Majaz; Sa: Sajino.

	2009						2011						2013					
	TODOS	AG	AR	CO	MA	SA	TODOS	AG	AR	CO	MA	SA	TODOS	AG	AR	CO	MA	SA
Aguajal	313	0	11	0	0	302	312	0	11	0	0	302	312	0	11	0	0	301
Bofedal	11	0	0.4	0	0	10	11	0	0.4	0	0	10	11	0	0.4	0	0	10
Bosque Húmedo de Colina Alta	3062	625	83	0	0	2354	3500	606	78	65	527	2224	3415	597	76	63	513	2166
Bosque Húmedo de Colina Baja y Lomada	4862	1078	103	85	389	2907	4765	1068	100	83	673	2841	4717	1064	99	82	665	2807
Bosque Húmedo de Montaña	72366	15066	1551	1283	10434	44032	71286	14940	1525	1262	10260	43298	70826	14881	1514	1253	10187	42990
Bosque Húmedo de Terraza Alta	1236	232	27	23	183	771	1218	230	27	22	180	759	1201	227	26	22	177	748
Bosque Húmedo de Terraza Baja y Media	2711	432	62	51	415	1752	2619	422	59	49	400	1689	2576	417	58	48	393	1659
Cocha	11	0	0.3	0	2	8	11	0	0.3	0	2	8	11	0	0.3	0	2	8
Herbazal Hidrofítico	24	0	0.8	0	0	24	22	0	0.7	0	0	21	20	0	0.7	0	0	19
Matorral Arbustivo	21	0	0.7	0	0	20	20	0	0.7	0	0	20	20	0	0.7	0	0	19
Pajonal Altoandino	4612	0	157	0	0	4455	4612	0	157	0	0	4455	4611	0	157	0	0	4454
Paramo	77	0	3	0	0	75	77	0	3	0	0	75	77	0	3	0	0	75
Cuerpos de agua	462	0	13	0	86	363	462	0	13	0	86	363	462	0	13	0	86	363
Ciudades y áreas deforestadas	6794	0	0	0	0	6794	7802	0	0	0	0	7802	8245	0	0	0	0	8245

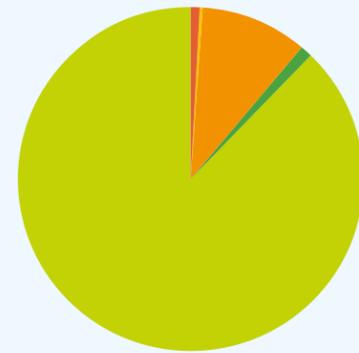
LEÑA

Usamos el enfoque de Recursos de Renta (RR) para valorizar los activos madereros en la Cuenta de los Activos del Ecosistemas

La leña es una fuente importante de energía en todo el mundo; el consumo de biomasa de leña para las cuentas de energía es de casi el 10 % de todo el uso de la energía por humanos (Smith 2006). Gran parte de este uso se debe a las necesidades de energía de los hogares rurales de los países en vías desarrollo. Por ejemplo, en el Perú, la leña representa el 88 % del volumen total de madera extraída a nivel nacional entre 2006 y 2012 (Figura 9). El volumen de extracción es considerable; se extrajo más de 7 millones de m³ de madera a nivel nacional en el 2012 para ser utilizados como leña. En el caso de San Martín, la leña representa el 75 % del volumen total de biomasa extraída para ese mismo período (2006 al 2012, Anuario Forestal, MIANGRI). Por lo tanto la leña representa una presión significativa para los recursos forestales en San Martín, aunque el consumo de leña ha ido disminuyendo tanto en las regiones urbanas como en las rurales (Figura 10).

En Perú, el 65.5 % de los hogares rurales, en promedio, utilizó leña como fuente de energía entre el 2003 y el 2012 (ENAH0, Figura 11). Los hogares utilizan leña para la calefacción, la cocina y otros usos relacionados con artesanías y usos culturales (Torres 2011). La leña también es utilizada por las empresas comerciales, incluyendo restaurantes, hornos de ladrillo y otros. Sin embargo, hasta donde se sabe, no hay fuentes integrales de información que detalles sobre el uso de leña y carbón por estas

FIGURA 9. PROMEDIO DE LA EXTRACCIÓN DEL VOLUMEN DE MADERA POR TIPO DE PRODUCTO COMO UN PORCENTAJE DEL VOLUMEN TOTAL EXTRAÍDO. EL GRÁFICO REPRESENTA LOS DATOS NACIONALES DE PERÚ PROMEDIADOS A TRAVÉS DE UN PERÍODO DE TIEMPO DE VARIOS AÑOS (2006 TO 2012).



- Decorative laminated sheets
- Triplay
- Parquet
- Poles
- Railroad track loggs
- saw timber
- Carbon*

empresas comerciales en Perú. A pesar de esto, el uso de leña es muy ineficiente tanto para el hogar como para el uso comercial; la pérdida de energía en las cocinas se estima que es entre el 80-95 % la eficiencia energética para la producción de ladrillos es de tan solo el 30%, y el rendimiento de la producción de carbón es del 15 al 25 % (Smith 2006). Además, puede haber efectos negativos indirectos sobre la salud humana cuando la leña se quema dentro de la casa (Smith 2006).

El estudio se centra en la cuantificación de la extracción de leña en San Martín de dos maneras: 1) modelar patrones espaciales de la extracción de leña; y 2) modelar cuales son los ecosistemas que son las fuentes probables de la leña que se extrae en San Martín.

Se utilizaron dos enfoques diferentes para abordar los objetivos. En primer lugar, se utilizó un enfoque de arriba hacia abajo, donde el volumen total de la leña extraída en San Martín por año (2009, 2011, y 2013; reportada en el Anuario Forestal) se asignó a todo San Martín un modelo que incorpora: 1) la ubicación de los pueblos y puntos de acceso (por ejemplo carreteras) a los diferentes ecosistemas (Censo Distrital de San Martín 2012-2013); 2) la población existente de esos pueblos (Censo Distrital de San Martín 2012-2013); 3) disminución de la presión de extracción con el incremento de la distancia de estos pueblos/puntos de acceso; 4) pendiente del terreno; 5) accesibilidad al ecosistema; 6) categoría de área protegida (por ejemplo si el área está dentro de un parque nacional o no); y 7) la probabilidad de encontrar leña en el

FIGURA 10. PROMEDIO ANUAL DE CONSUMO DE LEÑA COMO PORCENTAJE DE LA BIOMASA TOTAL EXTRAÍDO A TRAVÉS DEL TIEMPO (2003 A 2012). EL GRÁFICO REPRESENTA LOS DATOS NACIONALES DE PERÚ. FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA - ENCUESTA NACIONAL DE HOGARES.

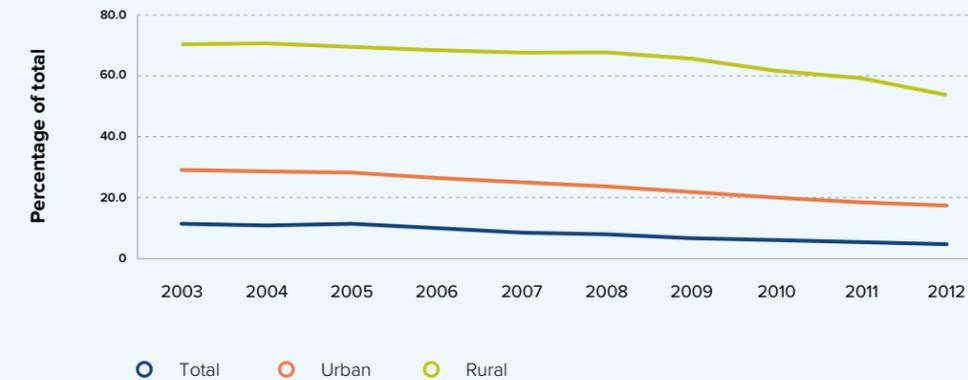
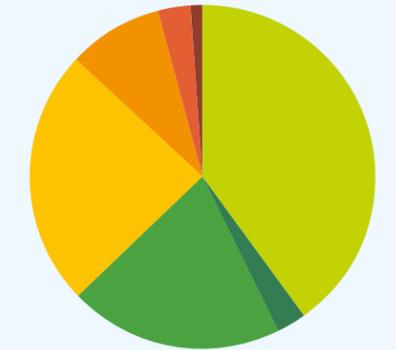


FIGURA 11. LA PROPORCIÓN DE HOGARES, EN PROMEDIO, QUE UTILIZAN DIFERENTES TIPOS DE FUENTES DE ENERGÍA, INCLUYENDO TANTO A LOS HOGARES RURALES Y COMO URBANOS. LOS DATOS SON A NIVEL NACIONAL PARA EL PERÚ Y SE PROMEDIAN A TRAVÉS DE UN PERÍODO DE TIEMPO (2003 TO 2012).



- Only gas*
- Kerosene
- Gas and other fuel**
- Firewood***
- More than one fuel****
- Do not cook at home
- Charcoal

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA - ENCUESTA NACIONAL DE HOGARES.

- * Incluye el GLP y Gas natural
- ** Usando gas (GLP y Natural) más leña, carbón, electricidad y kerosene
- *** Incluye otro tipo de biomasa tales como residuos de cultivos, etc.
- **** Los hogares que usan más un combustible contaminante para cocinar

ecosistema (por ejemplo, los pajonales son fáciles de caminar pero la probabilidad de encontrar leña es mucho menor que de encontrar leña en los bosques secos). Este modelo utiliza muchos de los mismos parámetros utilizados para estimar que animales salvajes están siendo extraídos en San Martín en el supuesto de que gran parte de la leña y extracciones de animales silvestres estarían correlacionados entre sí. Al superponer los resultados espaciales del modelo de la leña con el del mapa de extensión de los ecosistemas, se obtuvo la cantidad de leña que se extrae de los diferentes ecosistemas de San Martín.

En el segundo enfoque de abajo hacia arriba, donde se utilizaron los mismos parámetros que se enumeran anteriormente, pero en vez de asignar una cantidad total de extracción de todo San Martín, se calculó las tasas de extracción basados en el consumo anual per cápita de leña de 1.3 m³ (Barrena Arroyo 2010).

Dado que solo se contaban con datos sobre la población en un único punto temporal hubo una mínima variación entre los años contables.

En general el ecosistema que contribuyó con la mayor cantidad de volumen de leña fue el Bosque Húmedo de Montaña (53%). Si se observa esta misma información para las zonas de bosque de acuerdo a las propuestas por la zonificación forestal, los mayores contribuidores a la producción de leña son las Áreas Protegidas (31%), Bosque de Categoría III (31%), y Zonas de Producción Agroforestal y Silvopastoriles (20%). El valor estimado total de la extracción de leña de nuestro modelo es 510,295 metros cúbicos, lo que es 55% más de los valores reportados en el Anuario Forestal, que reporta 332,868 metros cúbicos.

La leña representa el 88 % del volumen total de madera extraída a nivel nacional entre 2006 y 2012 (CEE Tomo I - Figura 9). Se extrajo más de 7 millones de m³ de madera a nivel nacional en el 2012 para ser utilizados como leña estimamos que el 12% de sajinos, 15 de aguti, 50% de coati, 1% de majaz, y 1% de armadillos son extraídos para ser vendidos en el mercado

VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS ANIMALES SILVESTRES Y LEÑA

Muchos productos forestales no maderables (PFNM) son extraídos para subsistencia y por lo tanto no entran en el mercado formal. La mayoría de países solo incluyen economías formales e industriales en su contabilidad nacional; sectores informales e ilegales, tales como la labor del hogar, huertas y la venta de sustancias ilícitas, no son incluidas en las cuentas nacionales y por lo tanto son considerados externalidades. Debido al marco legal que hay para los PFNM extraídos, gran parte de la extracción de los PFNM se realiza como parte de la economía informal. Por esto, para los PFNM que son producidos para subsistir y/o son parte de la economía informal, el enfoque más apropiado para la valoración es el uso del enfoque de Renta de recurso (RR) aunque en otros escenarios, el uso de precios de mercado o precios sustitutos puede ser más conveniente. El enfoque RR es la renta económica generada por una entidad, en este caso: ecosistemas. En general, el RR son una función de diferentes variables, incluyendo: costo de oportunidad del tiempo; depreciación de los activos fijos; y costo del usuario del capital invertido. Una ecuación generalizada para el cálculo del RR es (Ecuación 5):

$$RR = TR - (IC + LC + UCF) \quad (5)$$

Donde, RR= renta del recurso, TR=ganancia total, IC=consumo intermedio, LC=salarios (costos de mano de obra), UCF=costos del usuario basado en activos (Sumarga et al. 2015).

Sin embargo, para los PFNM, la ecuación está simplificada y se considera una función del costo de oportunidad del tiempo y costos de procesamiento intermedios. En otras palabras, el costo total del tiempo y otros costos intermedios son substituidos de las ganancias adquiridas por unidad extraída. Esta cantidad si se multiplica por la cantidad total extraída de PFNM con los precios virtuales del mercado para cada producto (ver las ecuaciones de abajo). Un marco de trabajo para el cálculo de los recursos de renta para los PFNM puede verse en la Tabla 23 y el resumen de la unidad de renta está en la Tabla 24.

$$URR = UP - (OC_1 + IC) \quad (6)$$

Donde UP = precio unitario y OC₁ = costo de oportunidad del tiempo que es igual a to [tarifa de salarios (W) * tiempo invertido (T)]

Por lo tanto,

$$URR = UP - (W * T + IC) \quad (7)$$

TABLA 23.

El marco de trabajo y las variables usadas para el cálculo de los recursos de renta de los PFSM.

VARIABLES		UNIDADES	VALOR
Precio (UP)	Mamíferos	PEN por kg	2
	Leña	PEN por kg	5
Tiempo dedicado a la colección (T)	Mamíferos	horas/kg	0.08
	Leña	horas/kg	0.31
Costo del oportunidad del tiempo (OCt)		Mano de obra S/. por hora	4.9
Costos de procesamiento intermedio (IC)		10% del OCt	0.49

Para poder estimar el valor económico de la extracción de vida silvestre en San Martín, se usó: 1) Porcentaje de la extracción (el volumen extraído por km²) que es para subsistencia; y 2) el mercado y valores de subsistencia de un kg de carne para cinco especies diferentes. No se pudo conseguir estimados claros del porcentaje de la extracción que era legal o ilegal (no toda la extracción de subsistencia es ilegal y no todo el comercio es legal); dada la falta de información sobre este tema, se ha tomado como supuesto que el 50 % de tanto la extracción de subsistencia y la comercial se realizan de forma ilegal.

El porcentaje de extracción que fue extraído para subsistencia se basó en la literatura y en la información de pobladores. Como resultado, se estimó que el 12% de sajinos, 15 de aguti, 50% de coati⁴, 1% de majaz, y 1% de armadillos son extraídos para ser vendidos en el mercado

(Bodmer and Los valores estimados para el comercio y para subsistencia fueron obtenidos de la literatura.⁵

Para poder ajustar los costos de extracción de estos mercados y los valores de subsistencia para los costos de extracción, se contabilizó el valor de la mano de obra que fue usada para la extracción de cada kilogramo de los habitas remanentes basándonos en el salario por hora pagado en San Martín (INEI datos para el 2009, 2011, y 2013) y la tasa promedio de extracción por hora (17.97 kg/hora para mamíferos; según Alvard 1993).

4. Los coati se extraen para ser mascotas (de acuerdo a los informantes locales).

5. Los precios de Mercado de los animales se reporta en la literatura, incluyendo: 30 PEN/kg de sajino; 5.5 PEN/kg por aguti; y 8.4 PEN/kg por los armadillos. No pudimos encontrar un estimado del valor del mercado para el coati o el majaz, así que lo estimamos en 5 PEN/kg. Los precios de subsistencia de los animales, como se reporta en la literatura, incluye: 13 PEN/kg por sajino; 1 PEN/kg por aguti; 1 PEN/kg por coati; 1 PEN/kg por majaz, y 1.22 PEN/kg por los armadillos.

TABLA 24.

Recursos de renta calculados para los diferentes PFSM.

PFSM	UNIDAD	URR
Mamíferos	PEN por kg	1.12
Leña	PEN por kg	2.99
	PEN por m ³	1196

Para la leña el enfoque general fue similar. El volumen total de cosecha de leña se basó en los datos del INEI usados para ubicarlos en los diferentes ecosistemas (ver la sección biofísica anterior). El precio de la leña, tiempo de colección y cosecha así como el costo de oportunidad del tiempo se basó en la combinación de la información local del mercado, datos del INEI y la literatura. Es importante mencionar que el precio de la madera está basado en un valor de subsistencia, que no necesariamente refleja el valor de mercado. De igual forma, el costo de oportunidad también se asume menor comparado con el valor de la mano de obra por día.

La mayoría de países solo incluyen economías formales en su contabilidad nacional; sectores informales e ilegales, tales como la labor del hogar, huertas y la venta de sustancias ilícitas, no son consideradas en las cuentas nacionales. En el 2009, más de 2,442 millones de toneladas de CO₂ fueron almacenadas en los ecosistemas de San Martín; este número disminuye a una tasa de más o menos 1% anual.

REGULACIÓN DE CARBONO Y CLIMA

El carbono es un elemento importante de la cuenta de los ecosistemas como una medida de regulación del clima (Vardon 2014). El SCAE CEE categorizó al stock de carbono como biocarbono (carbono almacenado biomasa viva y muerta, y en suelos) y geocarbono (carbono almacenado en combustibles fósiles y sedimentos marinos) y describe dos servicios ecosistémicos relacionados con el biocarbono; secuestro y almacén (Vardon 2014). El uso y cambio de uso de suelo, a través de la deforestación, puede impactar al stock de carbono (Asner et al. 2014b); por lo tanto, una cuenta de activos de carbono integral proporcionara información sobre el stock de carbono y cómo cambia debido a las actividades humanas y por causas naturales.

Aquí, hemos limitado al análisis a: 1) estimación del stock de carbono; y 2) cambio en la biomasa de las superficies terrestres dentro de los ecosistemas a través del tiempo. El stock de carbono total en los ecosistemas de San Martín fue estimado al calcular el promedio de la densidad de carbono para cada ecosistema. El cambio es el carbono fue medido como el cambio relativo en la extensión del ecosistemas.

La densidad de carbono proviene de la base de datos generada por el Ministerio del Ambiente, con una precisión del nivel 2 de IPCC GPG 2006 (MINAM

2014). El mapa de la densidad de carbono fue producido en base a parcelas de campo medidas por varias organizaciones, pero con metodologías compatibles. En total la información de las 1220 parcelas medidas entre el 2005 y el 2013 fueron usadas para estimar la densidad de carbono en cada ecozona y la región de San Martín fue muestreada de manera adecuada. Las ecozonas son ligeramente distintas a los ecosistemas, por lo que la densidad de carbono fue estimada superponiendo ambos mapas en una plataforma SIG y promediando las densidades basadas en el área de superposiciones. Un factor de conversión fue aplicado para reportar las unidades de CO₂.

En este análisis, se consideró solo al biocarbono almacenado en la biomasa superficial terrestre de cada tipo de ecosistemas. Los datos con respecto a la forestación, reforestación, regeneración natural no están disponibles por ahora; por lo que el secuestro de carbono no se contabiliza. Se asumió que el carbono del bosque fue liberado a la atmosfera en el año de la deforestación y el carbono capturado en los productos de madera de larga vida útil (por ejemplo, muebles y casas) no fue cuantificado o descontado. Asumimos que la densidad de carbono alcanzó su apogeo y que hay pequeñas fluctuaciones anuales, pero el promedio es constante. Las emisiones por degradación de bosques, cuando la biomasa se pierde pero

el ecosistema continua siendo clasificado como ecosistema, no fue contabilizado para este análisis. En el 2009, más de 2,442 millones de toneladas de CO₂ fueron almacenadas en los ecosistemas de San Martín; este número disminuye a una tasa de más o menos 1% anual. Los valores por ecosistema en el 2009, 2011, y el 2013, y los cambios en stock (emisiones debido a conversión de bosques a tierra agrícola) se muestran en CEE Tomo I - Tabla 42.

Valoración económica de los stocks de carbono

Las concentraciones elevadas de gases de efecto invernadero en la atmosfera causará daños a la sociedad en numerosas formas tales como daños a la propiedad debido al aumento del nivel del mar, incremento de eventos extremos del clima, disminución de cosechas agrícolas, daños a los recursos pesqueros y daños a la salud en general. Desde la perspectiva de la contabilidad de ecosistemas para los servicios regulación de clima esto representa: (i) costos/beneficios de secuestro neto de carbono entre años contables, y (ii) valores actuales de los futuros costos/beneficios de los servicios de regulación de clima que dan los ecosistemas en la región. Las siguientes secciones nos dan los pasos metodológicos para el análisis así como los cuadros mostrando los servicios de regulación de clima en San Martín, Perú.

Idealmente los servicios de regulación de clima toman en cuenta el flujo total de carbono de los ecosistemas y deberían incluir las emisiones total debidas a la deforestación (E_{defor}) y degradación de ecosistemas (E_{degrad}) así como secuestro de carbono proveniente de la reforestación (R_{refor}), restauración de tierras (C_{resto}) y crecimiento de biomasa de la vegetación (C_{bio}). Los servicios de regulación de

clima en términos de flujo de carbono en el i^{th} ecosistema y puede ser representado como:

$$\text{Servicio de regulación del clima} = \sum_{t=1}^T (C_{stock} + (C_{refor} + C_{resto} + C_{bio}) - (E_{defor} + E_{degrad}))$$

Sin embargo, en nuestro análisis el valor para secuestro de carbono para los diferentes ecosistemas no estaba disponible. Por lo tanto, solo hicimos uso de los valores de emisión. En términos económicos este análisis demostrara que el valor económico de las emisiones de carbono es originado de los diferentes ecosistemas. Los análisis físicos de las emisiones de carbono y los métodos que se usan se dan en la sección de análisis biofísico de este reporte.

La selección del precio apropiado para el carbono es la decisión más importante en el análisis. Entre las opciones disponibles se tuvo:

- (1) Precio de cotización promedio del carbono para los proyectos REDD
- (2) Costo Social del Carbono (SCC por sus siglas en inglés)

La primera opción implica el uso de un precio de carbono que refleja transacción monetaria en los mercados de carbono. El Ecosystem Marketplace (2015) ha revisado recientemente un rango de precios de carbono existentes basándose en los precios de transacción en las diferentes regiones y contextos. El concepto de SCC, por otro lado, no es tan claro.

El SCC representa el costo marginal por emitir una unidad adicional de CO₂ en la atmosfera, por ejemplo el estimado del valor monetario del daño a la sociedad que resulta de las emisiones de CO₂.

Esto puede ser matemáticamente representado por la siguiente función:

$$VAD_{xT} = \sum_{z=t}^{T-1} \frac{\Delta C_{x,z,z+1} \quad SCC_{z+1}}{(1+r)^{z-t}}$$

Donde, VAD_{xT} es el valor actual del daño evitado (o daño adicional provocado cuando es negativo), debido al secuestro de carbon en la parcela de terreno desde el tiempo t a T. En el lado derecho de la ecuación $\Delta C_{x,z,z+1}$ es el carbono secuestrado en el periodo de rotación (entre el tiempo z y z+1), SCC_{z+1} es el SCC en el año z+1 y r es la tasa de descuento.

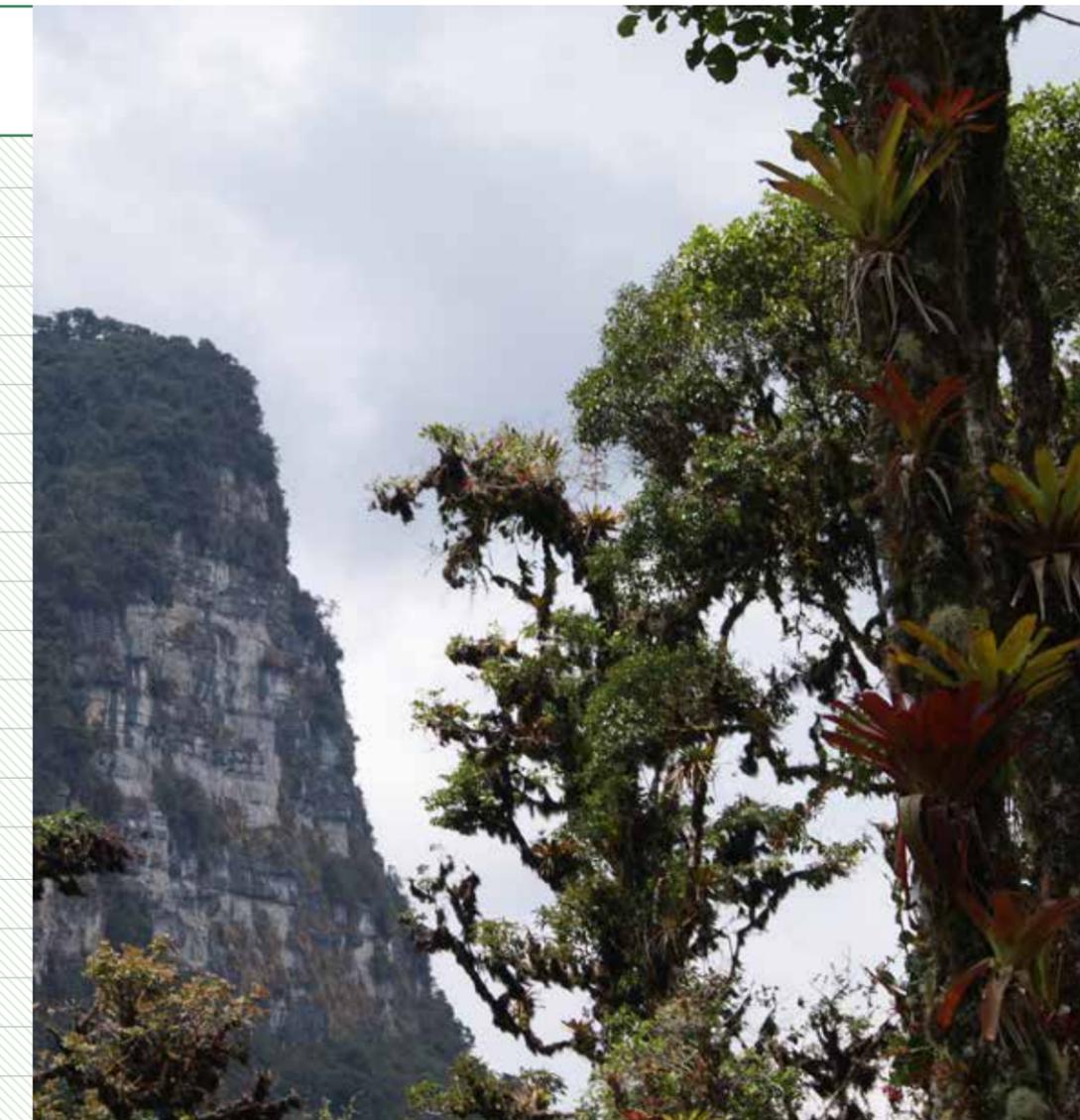
En este análisis se usó el valor de carbono equivalente a PEN 15/ton CO₂ (5 USD/ton CO₂) de acuerdo al precio promedio de carbono en el mecanismo REDD (Ecosistema Marketplace 2015; Ferraro et al. 2015). De igual manera para el SCC se usó el valor de PEN 95/toneladas métricas CO₂ (33 USD/toneladas métricas CO₂) basándose en el valor promedio del SCC en el 2010 calculado en base a tres modelos de evaluación integrados DICE, FUND y PAGES (United States Government 2013).

Este análisis solo demuestra la pérdida económica para la sociedad debido a las emisiones de carbono. Sin embargo, esto no es una perdida "neta". Las actividades de reforestación se dan cada año en los ecosistemas degradados en San Martín. Para el 2012 se reforestó un total de 18,177.65 ha en la región (MINAG 2013) y se espera un aumento de la reforestación acumulada. Esta nueva reforestación está capturando carbono que no se cuenta en el análisis. Además, el secuestro de carbono en bosques secundarios y primarios no ha sido valorado. Por lo tanto, la pérdida económica "neta" podría ser menor a la estimada en este análisis.

TABLA 25.

Parámetros usados en la valorización económica de los servicios de regulación climática.

AÑO	PRECIOS DEL CARBONO (PEN POR T CO ₂)		FACTOR DE DESCUENTO
	REDD	SCC	
2010	15	99	0.971
2011	15	102	0.943
2012	15	105	0.915
2013	15	108	0.888
2014	15	111	0.863
2015	15	114	0.837
2016	15	117	0.813
2017	15	120	0.789
2018	15	123	0.766
2019	15	126	0.744
2020	15	129	0.722
2021	15	132	0.701
2022	15	135	0.681
2023	15	138	0.661
2024	15	141	0.642
2025	15	144	0.623
2026	15	147	0.605
2027	15	147	0.587
2028	15	150	0.570
2029	15	153	0.554



ECOTURISMO

El uso y cambio de uso de suelo, a través de la deforestación, puede impactar al stock de carbono (Asner et al. 2014b); por lo tanto, una cuenta de activos de carbono integral proporcionara información sobre el stock de carbono y cómo cambia debido a las actividades humanas y por causas naturales.

El departamento de San Martín alberga numerosas atracciones turísticas. Una de las atracciones es el parque Nacional del Río Abiseo, registrado como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. Otras atracciones incluyen al Bosque de Protección Alto Mayo y al Parque Nacional Cordillera Azul, ambas son áreas protegidas abundantes en biodiversidad y especies amenazadas. También unos 36 lugares arqueológicos son visitados por los turistas de todo el mundo cada año. Otros lugares populares incluyen los senderos de caminatas, lagos, cataratas y paisajes, que atraen turistas locales e internacionales.

El primer paso para la valoración fue la identificación de los lugares turísticos populares en la región e incluir áreas protegidas, parques nacionales y otras atracciones dentro de los ecosistemas. Se realizó una búsqueda de estudios y bases de datos existentes para el número de turistas y gastos. Los lugares turísticos por lo general son manejados por varias autoridades del gobierno o no gubernamentales. Por lo tanto sus bases de datos y los documentos nos dan información importante sobre las visitas turísticas en las áreas respectivas. Los gastos por persona y el número total de visitas



Buscar por los datos disponibles de gastos, encuestas a turistas, operadores de turismo, hoteles.

anuales en las áreas de interés han sido usados para llegar al valor económico de los servicios ecoturísticos. Los datos de los gastos en cada lugar fueron agregados para ampliar y estimar el valor total para San Martín. Se siguió los siguientes pasos, pero los detalles se dan más adelante:

La Tabla 26, más adelante, nos da un resumen de los métodos que se siguieron con los análisis específicos y las bases de datos usados para los análisis. Nos enfocamos en la cuantificación y valoración de los beneficios que la gente obtiene de la recreación en ambientes naturales. La información clave necesaria es el número de turistas visitando el área así como el promedio de gastos per cápita que

se realizaron en estas visitas. Las fuentes de datos utilizadas incluyen a: estadísticas (por ejemplo, INEI - Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones), estudios y bases de datos existentes.

Se utilizó una base de datos gubernamental con las coordenadas espaciales de los puntos turísticos más populares de San Martín. Estas coordenadas incluyen a los puntos turísticos que no son naturales, como los sitios arqueológicos, lugares turísticos dentro de las ciudades, etc. Los filtramos para excluirlos de la base de datos. Luego se plotearon las coordenadas (visto en la Figura 12) en el mapa del ecosistema. Las coordenadas ploteadas muestran un patrón y 3 agrupaciones de

atractivos turísticos naturales. Se creó 5 km áreas de amortiguamiento (asumiendo que los visitantes también verán los sitios naturales) en torno a estas 3 agrupaciones. Había algunos puntos fuera de los 3 grupos, pero se incluyó como sitios individuales y creamos áreas de amortiguamiento de 5 km.

Después se usó una base de datos gubernamental (INEI - Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones), que incluía los datos longitudinales de varios indicadores de las visitas turísticas tales como el tiempo de estadía, tasa de ocupación hotelera, número de visitantes, (locales y extranjeros) y más (ver Tabla 27). Los datos de las visitas de turismo en esta base de datos incluyen a todos los turistas que visitan las áreas que nos son relevantes a los ecosistemas (por ejemplo las ciudades).

Un 60% del total de visitas a San Martín en un año cualquiera se atribuye a las vistas a lugares naturales (esto se valida con los estudios primarios conducidos en la región y que han sido reportados en la literatura).

Cada turista puede visitar la región por varios días. Por lo tanto "días-turista" es más relevante que número de turistas. La base de datos nos da el promedio de la estadía del turista en hoteles en San Martín. Para obtener los días-turista se usó la siguiente formula:

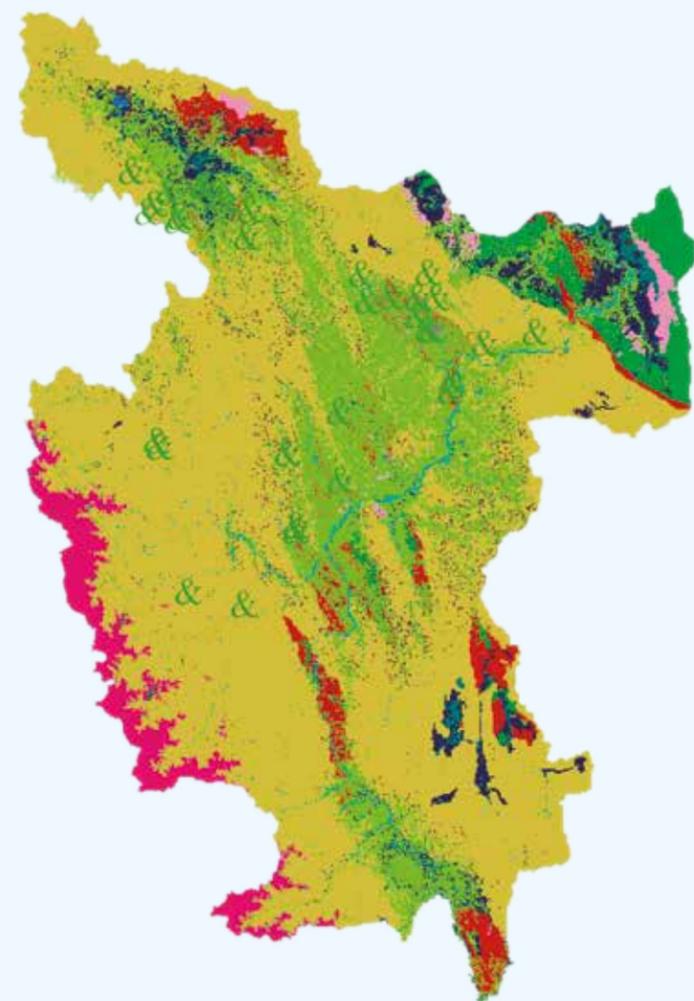
$$\sum D_i = \sum (N_i + 1) \quad (X)$$

Donde D_i es el número de días-turista por un turista y N_i es el número promedio de pernoctaciones en los hoteles.

TABLA 26.
Resumen de los métodos, análisis y requerimientos de datos.

ANÁLISIS	MÉTODOS	DATOS
Mapeo	Identificar (y mapear) los puntos turísticos naturales en cada distrito de San Martín	Mapa de Ecosistemas Capa de Parques Nacionales Capa de Observadores de pájaros
Análisis biofísico	Investigar los estudios existentes y las bases de datos para extraer información en el número de las visitas turísticas	Número de visitantes Número de turistas-apoyo al comercio
Valoración	Buscar los datos disponibles para gastos Multiplicar el número de visitas con el gasto per cápita para cada sitio	Datos sobre el gasto turístico, tales como gastos de viaje, costos de alimentación, costos de pernoctación y cualquier otro costo relevantes a las visitas.
Reporte	Resume los resultados, crear los cuadro de reporte.	Cuadros y figuras producidas con los resultados

FIGURA 12.
LAS COORDENADAS DE LAS UBICACIONES TURÍSTICAS SUPERPUESTAS AL MAPA DE EXTENSIÓN DE ECOSISTEMAS DE SAN MARTÍN DEL 2011.



&SM_turist_clusters

**LULC2011
ECOSYS**

- Aguajale
- Bofedal
- Bosque Humedo de Colina Alta
- Bosque Humedo de Colina Baja y Lomada
- Bosque Humedo de Montana
- Bosque Humedo de Terraza Alta
- Bosque Humedo de Terraza Baja y Media
- Cocha
- Herbazal Hidrofitico
- Matorral Arbustivo
- Pajonal Altoandino
- Paramo
- Cuerpos de Agua
- Deforestación Original (ciudades)
- Deforestación del 2009
- Deforestación 2009-2011



TABLA 27.

Datos de visitas turísticas (Fuente: INEI - Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones).

INDICADOR		UNIDADES	2009	2011
Tiempo de estadía de los extranjeros	Promedio de permanencia de ciudadanos extranjeros en establecimientos de hospedaje	Promedio de días	2.05	1.9
Tiempo de estadía de los locales	Promedio de permanencia de ciudadanos nacionales en los establecimientos de hospedaje	Promedio de días	1.39	1.31
Tasa de ocupación del hotel %	Ocupación de habitaciones	Porcentaje	28.44	31.16
Tasa de ocupación de camas %	Ocupación de camas	Porcentaje	20.58	22.92
# visitantes extranjeros	Arribos de ciudadanos extranjeros a establecimientos de hospedaje	Número de llegadas	9611	13305
# visitantes locales	Arribos de ciudadanos nacionales a establecimientos de hospedaje	Número de llegadas	568591	741668
Pernoctaciones por extranjeros	Pernoctaciones de ciudadanos extranjeros en establecimientos de hospedaje	Número de pernoctaciones	19704	25237
Total de pernoctaciones por locales	Pernoctaciones de ciudadanos nacionales en establecimientos de hospedaje	Número de pernoctaciones	788784	968180
	Visitantes nacionales a Museos y Centros Arqueológicos	Personas	5830	2990
	Visitantes extranjeros a Museos y Centros Arqueológicos	Personas	175	101
# visitantes locales + extranjeros	Arribos de ciudadanos nacionales y extranjeros a establecimientos de hospedaje	Número de llegadas	578202	754973
Total pernoctaciones (locales + extranjeros)	Pernoctaciones de ciudadanos nacionales y extranjeros en establecimientos de hospedaje	Número de pernoctaciones	808488	993417
Promedio de pernoctaciones (locales + extranjeros)	Promedio de permanencia de ciudadanos nacionales y extranjeros en los establecimientos de hospedaje	Promedio de días	1.4	1.32

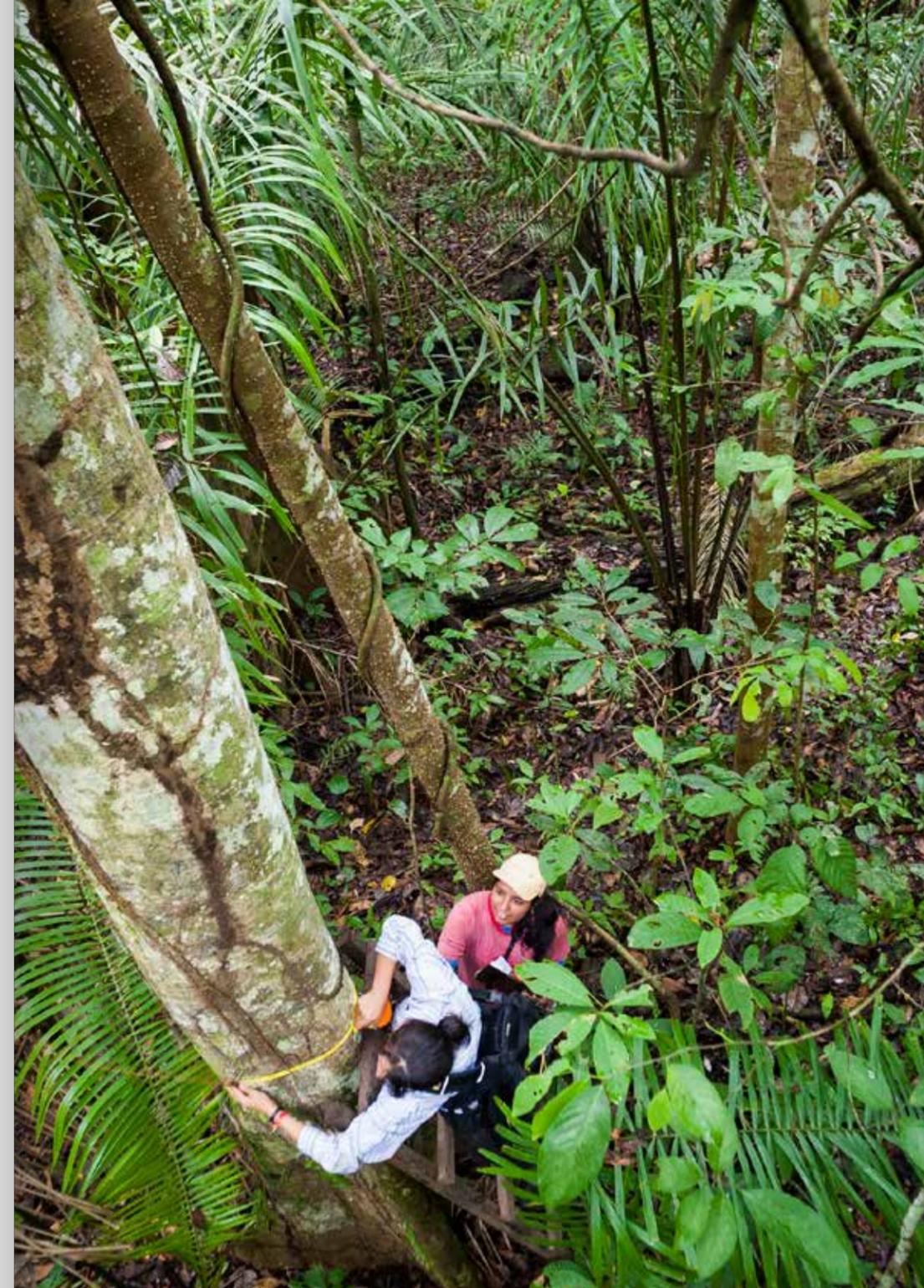
El número de días-turista es diferente para los visitantes nacionales y extranjeros. El cálculo fue por separado, ya que su gasto es diferente como se explica más adelante. Los estudios conducidos en San Martín muestra el rango de gastos en nacionales e internacionales.

Estos gastos incluyen gastos de viaje para y dentro de San Martín, gastos relacionados con pernoctaciones hoteleras así como gastos diarios como transporte local, alimento, etc. La media reportada en estos estudios se incorpora en estos análisis.

TABLA 28.

Un ejemplo de indicadores de la cuenta de ecoturismo derivados de los análisis estadísticos y espaciales.

ECOTOURISM INDICATORS BY ECOSYSTEMS 2011	ECOSYSTEM TYPES									TOTAL
	BOSQUE HUMEDO DE MONTANA	BOSQUE HUMEDO DE COLINA ALTA	BOSQUE HUMEDO DE COLINA BAJA Y LOMADA	BOSQUE HUMEDO DE TERRAZA ALTA	BOSQUE HUMEDO DE TERRAZA BAJA Y MEDIA	LAGO Y LAGUNA AND RIO	AGUAJAL	COCHA	CIUDAD AND AREAS DEFORESTADA	
Visitor Area	123877.53	321.12	423.45	1936.17	1420.11	3612.33	3697.2	518.58	326261.52	462068.01
% area	26.81	0.07	0.09	0.42	0.31	0.78	0.80	0.11	70.61	100.00
#TouristNAT	119301.92	309.26	407.81	1864.65	1367.66	3478.90	3560.64	499.43	314210.54	445000.80
#TouristDaysNAT	275587.43	714.39	942.04	4307.35	3159.29	8036.27	8225.07	1153.67	725826.34	1027951.85
#TouristINT	2140.19	5.55	7.32	33.45	24.53	62.41	63.88	8.96	5636.72	7983.00
#TouristDaysINT	6206.56	16.09	21.22	97.01	71.15	180.99	185.24	25.98	16346.47	23150.70
Revenue Flows NAT (PEN)	8,868,403,534	22,989,010	30,314,824	138,610,585	101,665,803	258,607,030	264,682,881	37,125,189	23,357,091,613	33,079,490,469
Revenue Flows INT (PEN)	579,630,377	1,502,540	1,981,348	9,059,455	6,644,780	16,902,308	17,299,420	2,426,467	1,526,597,178	2,162,043,873
Revenue Flows (NAT+INT) (PEN)	9,448,033,911	24,491,549	32,296,172	147,670,040	108,310,583	275,509,338	281,982,301	39,551,656	24,883,688,792	35,241,534,342



CUADRO DE OFERTA Y UTILIZACIÓN EXTENDIDO

La siguiente sección describe como incorporamos a los ecosistemas y a sus servicios ecosistémicos en la matriz COU. Cabe destacar que la comunidad internacional no ha logrado alcanzar un acuerdo sobre cómo algunos de los elementos de la contabilidad de ecosistemas, deben ser incorporados.

Incorporando la cuenta del Ecosistema en el COU

El SCN es un sistema estadístico que depende de la clasificación de sus elementos, incluyendo las actividades económicas, sectores, bienes y servicios. La clasificación es algo arbitraria y requiere de un acuerdo entre los usuarios, ya que en algunos casos no hay claridad en los límites de los grupos dentro de esta clasificación. Por ejemplo, un molino de arroz se puede clasificar dentro del sector de la agricultura o en el sector de la industria dependiendo de cómo definimos estos dos grupos. La Tabla 29 nos da una lista de los sistemas de clasificación más comunes relativos al SCN y aceptados como estándares internacionales.

TABLA 29.

Familia internacional de clasificaciones económicas de los sectores, productos y categorías de gastos (del DENU 2005) (Fuente: Tucker et al. 2006).

	REFERENCIA	DERIVADA	RELACIONADA
Actividades Económicas	ISIC CIU rev. 3.1 Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas 4 niveles: 298 unidades	NACE rev. 1.1 Nomenclatura General de las Actividades Económicas en las UE 4 niveles: 514 unidades	ANZSIC Clasificación Industrial Internacional Australiana y de Nueva Zelandia 4 niveles: 465 unidades
			NAICS Sistema Norteamericano de Clasificación de la Industria 5 niveles: 1179 unidades
Productos	HS SA 2002 Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías 4 niveles: 7466 unidades	CN 2005 Nomenclatura combinada dentro de la UE 5 niveles: 19000 unidades	
	CPC ver. 1.1 Clasificación Central de Productos 5 niveles: 2096 unidades	CPA 2002 Clasificación de Productos por Actividad dentro de la UE 6 niveles: 2608 unidades	Comercio de servicios (en desarrollo)
		SITC CUCI rev. 3 Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional 5 niveles: 3121 unidades	
Gastos de acuerdo al propósito	COICOP CCIF 1999 Clasificación del Consumo Individual por Finalidades 3 niveles: 157 unidades	COICOP/HICP 2000 COICOP adaptado al HICP 3 niveles: 93 unidades	
	COFOG CFAP Clasificación de las Funciones de las Administraciones Públicas 3 niveles: 109 unidades		
	COPNI CFISFL Clasificación de las Finalidades de las Instituciones sin Fines de Lucro que sirven a los Hogares 3 niveles: 30 unidades		
	COPP CGPF Clasificación de Gastos de los Productores por Finalidad 3 niveles: 23 unidades		

Estos sistemas de clasificaciones están subdivididos a un nivel con detalles suficientes para el análisis y propósito de una COU. Este sistema de clasificación no impide al país agregar sectores, industrias y productos, y los sectores que sean agregados dependerán del desarrollo de la economía del país. Por ejemplo, un país que descubre reservas de petróleo en su territorio añadirá un subsector petróleo a su COU anterior. Lo mismo se aplica para otros sectores y productos.

En el nivel más fundamental, el SCN tiene la intención de hacer un seguimiento a los actores de la economía (industrias, sectores, etc.) y las relaciones entre ellos (los bienes y servicios que son producidos e intercambiados entre ellos). Por lo tanto su propósito es registrar qué productos y servicios se producen y utilizan dentro de la economía y que involucrados producen y usan estos productos básicos. No se puede negar que los sistemas naturales (ecosistemas) producen bienes y servicios aun cuando esta actividad no sucede con la intervención humana. Por esto, no hay razón por la que los ecosistemas no deban de ser considerados como un sector económico. Esta consideración hace que se expanda la frontera de producción para incluir a los ecosistemas naturales. Teniendo en cuenta esto, es importante describir que es lo que los sistemas productivos pueden incluir bajo una nueva actividad económica. Aunque es posible considerar a todas las áreas dentro de un país como diferentes tipos de ecosistemas, incluso si están muy modificados, hemos definido este sector basándonos solo en los ecosistemas naturales poco intervenidos. Estos activos del ecosistema ya han sido definidos anteriormente (CEE Tomo I - Tabla 3).

Esto significa que las zonas agrícolas, urbanas y otros ecosistemas modificados no son considerados en este análisis.

Hubieron varias razones detrás de esta decisión. Las más importantes fueron:



Basándonos en estas consideraciones, definimos nuestro sector de ecosistemas como los sistemas terrestres y acuáticos con poca intervención humana, donde los bienes y servicios (bienes y servicios del ecosistema) ocurren con poca o ninguna intervención humana. Una vez definido nuestro sector del ecosistema, se toma el siguiente paso que es entender que bienes y servicios será producido por el ecosistema. Es muy importante tener en cuenta que el COU es una matriz de información altamente agregada que no intenta capturar las particularidades y detalles de cada sector económico.

Este nivel de detalle se captura en las estadísticas que se utilizó para construir las cuentas individuales de cada uno de estos sectores. Es por eso, para este estudio experimental usamos algunos de los servicios ecosistémicos dentro de la cuenta de oferta y utilización de Servicios Ecosistémicos, ya que esta información es la más adecuada para ser incorporada en el cuadro COU. En este caso, exploramos el uso de valores monetarios y biofísicos. Un importante punto final es que numerosos servicios ecosistémicos (por ejemplo, agua, madera, pesca, etc.) están actualmente clasificados como productos en la clasificación de productos existentes. Se usaron estas categorías de clasificación y se agregaron nuevas si se necesitaba. Por lo tanto, se agregó columnas y filas a los COU según se requerían para la COU regional para San Martín y se trató las cuentas de ecosistemas como otro sector productivo. También se propuso usar los sistemas de clasificación actual expandiendo su aplicación, en vez de crear otras adicionales que solo lidien exclusivamente con recursos naturales. Este enfoque no dividirá el COU, más bien lo expandirá más allá de sus fronteras actuales (ver Figura 13).

FIGURA 13.
ESQUEMA PROPUESTO DE COU CON LA CUENTA EXPERIMENTAL DE ECOSISTEMAS.

		Productos								Industrias								Demanda Final Total	Total Producción
		Nat. Res.	Const.	Manuf.	Transp.	Util.	Inform.	Fin. Ser.	Otros Ser.	Nat. Res.	Const.	Manuf.	Transp.	Util.	Inform.	Fin. Ser.	Otros Ser.		
Productos	Nat. Res.																	Demanda final total	Total producción de productos
	Const.																		
	Manuf.																		
	Transp.																		
	Util.																		
	Inform.																		
	Fin. Ser.																		
	Otros Ser.																		
Industrias	Nat. Res.																Total producción por industria	Total producción de productos	
	Const.																		
	Manuf.																		
	Transp.																		
	Util.																		
	Inform.																		
	Fin. Ser.																		
	Otros Ser.																		
Valor agregado										Valor Agregado								PBI	
Producción total		Producción total por producto								Producción total por industria									Total Producción

Producción secundaria y agregación

La matriz COU es un sistema que puede acomodar fácilmente a la producción secundaria de las industrias. Es muy común que las industrias produzcan más de una solo producto, ya sea porque han diversificado su producción o porque esta producción secundaria es un residual de su proceso de producción.

En términos contables se reconocen tres tipos de producción secundaria (Eurostat 2008):

1.

PRODUCTOS SUBSIDIARIOS:
aquellos productos secundarios que no están tecnológicamente relacionados al producto primario;

2.

PRODUCTOS DERIVADOS:
los productos producidos simultáneamente con otro producto, pero que pueden ser vistos como secundarios a ese producto (por ejemplo, gas de los hornos altos);

3.

PRODUCTOS CONJUNTOS:
productos que son producidos simultáneamente con otros productos, pero que no son secundarios (por ejemplo, carne y piel).

La adaptación a esta situación no representa un desafío para el COU y sus indicadores microeconómicos derivados. Como se vio en los párrafos anteriores, el COU puede ser transformado en una matriz de insumo-producto para un análisis económico posterior. En esta transformación sin embargo, la existencia de la producción secundaria puede generar valores negativos que se vuelven problemáticos en el modelo de insumo-producto (Miller and Blair, 2009). Por esta razón, se prefiere asignar solo un producto por industria y esto se logra por medio de varios métodos, incluyendo la reclasificación y la agregación.

Esta discusión es relevante para el caso de los ecosistemas ya que a menudo producen más de un bien o servicio ecosistémicos. Para este caso, la reclasificación puede requerir una priorización, donde se identifique el ecosistema que es el principal productor de un bien o servicio ecosistémicos. Sin embargo esto podría generar varias malinterpretaciones entre los usuarios de esta información, incluyendo:



La segunda opción de agregación también puede tener limitaciones y confusiones, incluyendo:





Integración de los flujos de servicios ecosistémicos de la cuenta de uso y suministro de servicios ecosistémicos

El siguiente paso fue integrar los flujos de servicios ecosistémicos dentro del COU existente mediante el tratamiento de los ecosistemas como un sector productivo que genera productos y servicios, que luego serán utilizados por otros sectores y las demandas finales (hogares, gobierno, exportaciones). El COU de San Martín se calculó solo para el año 2011 y por lo tanto solo se utilizó la información para este año de los flujos de servicios ecosistémicos (ver más abajo la descripción metodológica del desarrollo del COU).

No todos los servicios ecosistémicos vistos en este estudio fueron incluidos en el COU. No se incluye las emisiones de carbono porque en este caso es difícil determinar el beneficiario final (comunidades locales que reciben un pago directo, la comunidad internacional por los beneficios de reducción del CO₂, etc.) También, las emisiones de CO₂ en realidad generan un costo y no son un beneficio a la sociedad y es por eso que los valores negativos resultantes serían incompatibles y poco informativos en un COU extendido.

La sedimentación evitada no fue incorporada debido a las dificultades y retos metodológicos para asignar valor monetario a los beneficiarios de este servicio. Finalmente, a pesar de que indudablemente los ecosistemas son los motores del turismo hay aún muchos asuntos que se necesitan resolver antes de que el ecoturismo sea agregado al COU. La razón más importante es que el ecoturismo es absorbido

por otras actividades o sectores económicos (por ejemplo transporte, alojamiento, restaurantes, etc.) y estos ya están integrados al COU. Actualmente hay esfuerzos en la comunidad internacional para desarrollar una cuenta de turismo que podría incorporar esta misma información. Entonces, antes de poder asignar algún valor del ecoturismo en la cuenta de ecosistemas sería importante definir las fronteras de producción de todos estos componentes para poder evitar un conteo doble.

Antes de explicar cómo la cuenta de flujos de servicios ecosistémicos, fue incorporada al COU, es importante hacer una breve descripción de la estructura básica de este cuadro: el cuadro de oferta registra el total de la producción de un bien o servicio producidos por un sector económico. El cuadro de utilización desagrega la producción total en varios componentes, tales como consumo final e intermedio y valor agregado (ver CEE Tomo I - Figura 13).

La cuenta de flujo de los servicios ecosistémicos se centra principalmente en los servicios ecosistémicos finales. Eso significa que los servicios ecosistémicos que están siendo analizados tienen que tener beneficiarios definidos y la necesidad de entrar en la actividad económica, ya sea como bienes y servicios del mercado o no mercantiles.

Este enfoque en los servicios ecosistémicos finales, por ejemplo, descarta la inclusión de los árboles en pie en la cuenta de flujo. Para que un árbol entre en la cuenta de flujos del ecosistema este tendría que haber sido transformado en madera o leña. Esta transformación en algunos casos requiere, aparte de los servicios ecosistémicos, otros insumos y factores de producción tales como mano de obra, maquinaria, combustible, etc. Esta es la lógica que hemos



No todos los servicios ecosistémicos vistos en este estudio fueron incluidos en el COU. No incluimos emisiones de carbono, sedimentación, y ecoturismo.

seguido cuando consideramos la incorporación de la cuenta de flujos de los servicios ecosistémicos dentro de la COU. Por lo tanto cada vez que el servicio ecosistémico final o los bienes requiera de otros insumos para su producción, esto será tomado en cuenta y detallado más adelante.

Leña y carne de monte

La metodología para incorporar estos dos servicios ecosistémicos fue similar. Recordemos que la fórmula de renta de los recursos es igual al total de ingresos menos los insumos intermedios y mano de obra. El uso de esta fórmula como guía de los ingresos totales (cantidad multiplicada por precios) fue registrado en el cuadro de oferta de cada uno de los ecosistemas de donde se extrae leña o carne de monte.

Para el cuadro de uso, la mano de obra se registró como un valor agregado bajo subcategoría de retribución mixta. Los insumos intermedios (gasolina, lubricantes, etc. utilizados para el proceso de extracción) se registraron bajo el nombre de "lubricantes y combustible" y la renta de los recursos se registró como consumo final de los hogares de leña, y de carne de monte para los hogares y restaurantes. No se contaba con información sobre el equipo utilizado por lo que la depreciación no se contabilizó.

No hubo necesidad de incorporar un producto para la carne de monte ya que el sistema peruano tiene dos posibles categorías para ello (Productos de la caza = código 010304, y carne de otros = código 040105). No se añadió la leña ya que este producto no se incluyó en la lista de los productos del COU.

TABLA 30.

Leña y correspondencia entre renta del recurso y los elementos SCN

CORRESPONDENCIA SCN	PRODUCCIÓN TOTAL	VALOR AGREGADO	CONSUMO INTERMEDIO (COMBUSTIBLE)	USO INTERMEDIO
ECOSISTEMA	TR	MANO DE OBRA	OTROS	RR
Aguajal	0.00	0.00	0.00	0.00
Bofedal	0.00	0.00	0.00	0.00
Bosque Húmedo de Colina Alta	9,989.24	2,447.36	1,548.33	5,993.55
Bosque Húmedo de Colina Baja y Lomada	6,428.21	1,574.91	996.37	3,856.93
Bosque Húmedo de Montana	143,677.16	35,200.90	22,269.96	86,206.30
Bosque Húmedo de Terraza Alta	2,969.62	727.56	460.29	1,781.77
Bosque Húmedo de Terraza Baja y Media	12,066.95	2,956.40	1,870.38	7,240.17
Matorral Arbustivo	0.00	0.00	0.00	0.00
Pajonal Altoandino y Paramo	2,939.88	720.27	455.68	1,763.93
Cuerpos de agua	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros	88,045.39	21,571.12	13,647.03	52,827.23
Total	266,116.45	65,198.53	41,248.05	159,669.87

TABLA 31.

Carne de monte y correspondencia entre renta del recurso y los elemento SCN.

CORRESPONDENCIA SCN	PRODUCCIÓN TOTAL	VALOR AGREGADO	ENTRADA INTERMEDIA	USO INTERMEDIO
RECURSO DE RENTA	RENTA TOTAL	MANO DE OBRA	OTROS	RR
ECOSISTEMA				
Aguajal	4.51	0.50	0.63	3.37
Bofedal	0.15	0.02	0.02	0.11
Bosque Húmedo de Colina Alta	34.98	4.40	5.50	25.09
Bosque Húmedo de Colina Baja y Lomada	45.13	5.79	7.24	32.10
Bosque Húmedo de Montana	685.84	87.46	109.33	489.05
Bosque Húmedo de Terraza Alta	11.98	1.51	1.89	8.57
Bosque Húmedo de Terraza Baja y Media	26.50	3.32	4.15	19.04
Matorral Arbustivo	0.30	0.03	0.04	0.22
Pajonal Altoandino y Paramo	67.68	7.55	9.44	50.68
Cuerpos de Agua	6.00	0.71	0.88	4.41



La cuenta de flujo de los servicios ecosistémicos se centra principalmente en los servicios ecosistémicos finales. Eso significa que los servicios ecosistémicos que están siendo analizados tienen que tener beneficiarios definidos y que entran en la actividad económica, ya sea como bienes y servicios

Madera

Para el análisis biofísico no se tuvo los datos del año 2011, y por lo tanto no fue posible usarlo en nuestros estimados para incorporarlo en el COU. Sin embargo, la madera es un servicio ecosistémico que ya está en el SCN y ya había datos para el COU de San Martín. se utilizó la producción asignada a la madera rolliza y la reclasificamos al sector ecosistema.

Se utilizó información biofísica para dividir proporcionalmente el valor entre los diferentes ecosistemas. Para este caso se asumió que la frontera productiva del sector ecosistema con respect a madera termina en el punto en que la madera extraída es transportada a la primera industria que la procesará.

Por tanto toda la mano de obra y los insumos usados para cortar un árbol y el procesamiento previo que ocurren en el campo antes que la madera sea entregada fue asignada al sector ecosistema. Para los otros elementos del COU, tales como el valor agregado, usos y suministros intermedios y finales, los valores reportados en el COU fueron reclasificados de acuerdo a estos. Para el caso peruano de la madera rolliza, este tiene un código 010301, y otros códigos asociados para el proceso de productos madereros e insumos usados durante el proceso de producción.



Suministro de agua

Aunque se tuvo los valores biofísicos para los números usuarios del agua, para el ejemplo para el COU solo se usó el agua usada en el cultivo de arroz y energía (hidroelectricidad) ya que para estos teníamos el valor monetario. El método de valoración de recursos de renta se basa en la idea de que el valor de los recursos naturales está considerado en las ganancias del sector que usa estos recursos. De tal manera, que el valor del agua es una porción de la ganancia que el usuario está generando. Por esta razón se propone que una porción de la ganancia obtenida del cultivo de arroz y de la energía debería ser clasificada al sector ecosistema, para reflejar el agua usada en estas actividades económicas. El agua es también un caso de los servicios ecosistémicos que ya están incorporados en el SCN. El caso de agua es muy particular por el hecho de estar considerado en el sector ecosistema, en la cuenta de agua SACE-MCs y en el sector

“ Para nuestro caso asumimos que la frontera productiva del sector ecosistema con respecto a madera termina en el punto en que la madera extraída es transportada a la primera industria que la procesará. ”

que procesa el agua. Acá de nuevo debemos tomar en cuenta que información puede ser clasificada en que sector. El sector del agua en el SCN captura el costo de procesamiento y distribución de este recurso, especialmente para consumo humano y municipal. Se propone que la cuenta del ecosistema debería registrar la función de aprovisionamiento de agua de los ecosistemas terrestres hasta donde el agua este depositada en cuerpos de agua y a partir de este punto la información será registrada en la cuenta de agua y otras cuentas relacionadas en el SCN. Si el sistema económico permite el uso intermedio de productos, que luego serán procesados y transformados, entonces no hay razón alguna para que esta lógica no se pueda aplicar a las cuentas del ecosistema y las cuentas que se relaciona a esta. La función de provisión de agua de los ecosistemas no requiere de insumos externos y por lo tanto no se registró otros insumos intermediarios o valores agregados para este servicio en particular.

Se agregó estos datos de leña, carne de monte, madera rolliza y agua (para agricultura y energía) teniendo en cuenta las características de equilibrio más importantes del COU.

Suministro total= productos + importaciones
Uso total = consumo intermedio + consumo final + formación de capital bruto + exportaciones
Valor bruto agregado + producto – consumo intermedio
Valor neto agregado = producto – consumo intermedio – consumo de capital fijo
Valor bruto agregado = exceso bruto operativo + compensación de empleados + impuestos – subsidios

Metodología y cálculo de la matriz oferta-utilización del 2011 para la región de San Martín

La siguiente sección describe la metodología usada para el desarrollo del COU para San Martín⁴. También incluye una breve descripción de los resultados más importantes que describen a la economía de San Martín y su estructura de producción.

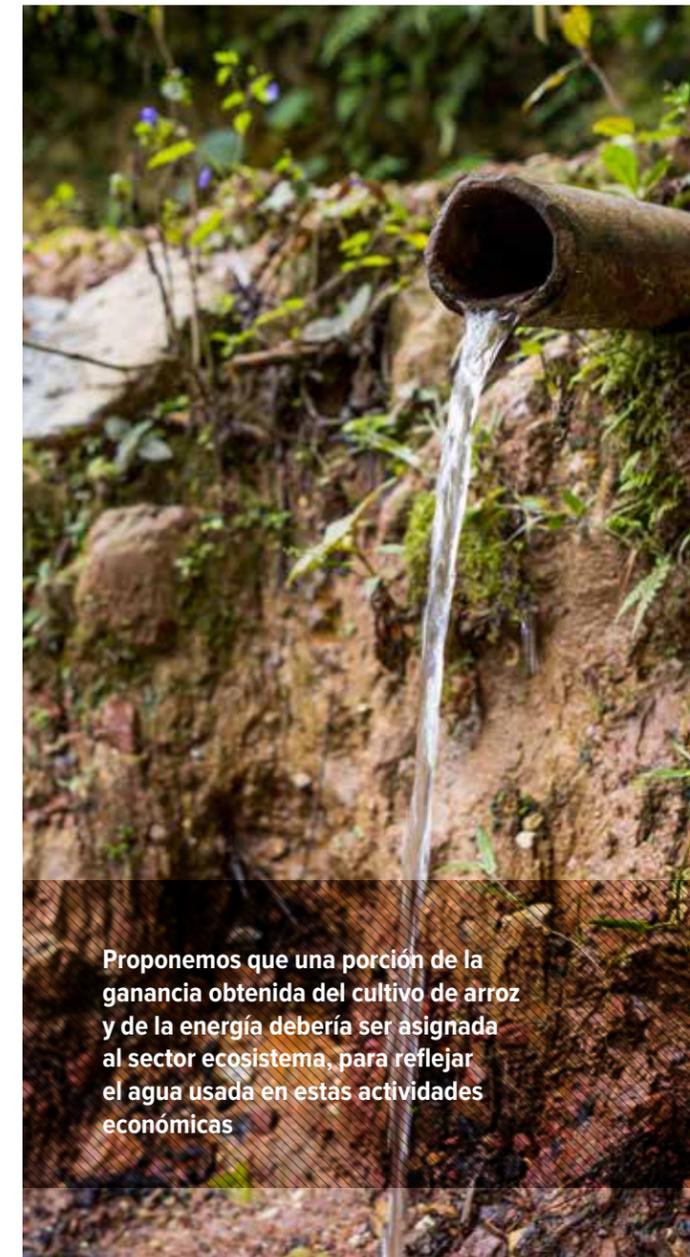
La metodología y recursos utilizados para la construcción del COU en el 2011 para la región de San Martín, es similar a la usada el cuadro de insumo-producto del 2011 para el Perú, que ha sido preparada usando información estadística y estudios económicos de los registros administrativos de la región (Tabla 32).

El desarrollo del COU para San Martín tuvo dos etapas. En la primera etapa las variables de producción y demanda intermedia fueron calculadas. En la segunda etapa, se obtuvieron las variables con las tasas actuales de formación bruta de capital y de consumo final y la balanza comercial neta.

El COU para San Martín tiene 34 actividades económicas y 113 productos, que han sido establecidos en base a su importancia en la economía regional.

Cabe resaltar que para el desarrollo del COU para San Martín, se tuvo que clasificar las actividades económicas de acuerdo a la cuarta revisión de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU). Rev.4. La siguiente es la lista de las actividades económicas más importantes:

⁴ La metodología y el CUS fueron preparados por el consultor del Proyecto EVA Carlos Carré, quien apoyo al equipo en los asuntos de contabilidad nacional



Proponemos que una porción de la ganancia obtenida del cultivo de arroz y de la energía debería ser asignada al sector ecosistema, para reflejar el agua usada en estas actividades económicas

TABLA 32.

Fuentes de información de los diferentes tipos de actividades económicas.

ACTIVIDAD ECONÓMICA	FUENTES DE INFORMACIÓN	MÉTODO DE ESTIMACIÓN
Agricultura, caza y silvicultura.	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) - Estadística agropecuaria. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - Índice de precios al por mayor. 	<p>VBA : Valor Bruto Añadido VBP : Valor Bruto de la Producción CI: Consumo Intermedio CT: Coeficiente de mano de obra del año base 2007</p>
Pesquería y Acuicultura	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de la Producción (PRODUCE) - Estadística pesquera y anuario estadístico de pesquería. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - IV Censo nacional económico (CENEC), estudio especial de pesca artesanal 2008, índice de precios al consumidor de principales ciudades 2007-2013. 	<p>El valor bruto de la producción se obtuvo de la información mensual sobre cada una de las zonas mineras, compilado por (PRODUCE). El CI a precios actuales se determina a partir de la estructura de costos del Censo Nacional Económico y a través de la evolución de los principales insumos de la actividad.</p>
Metal Minera	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Energía y Minas (MEM) - Declaración Anual Consolidada (DAC) Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) – IV Censo Nacional Económico 	<p>VBP: se determina a partir de los volúmenes de información de la producción a nivel de empresa y producto suministrado por el Ministerio de Energía y Minas (MEM). CI: calculado con el coeficiente técnico a nivel nacional.</p>
Industrias de Manufactura	<ul style="list-style-type: none"> Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - IV Censo Nacional Económico (CENEC), Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO), Estudios Especiales, Índice de Precios al Consumidor de Lima, Índice de Precios al Consumidor de Principales Ciudades, Índice de Precios al por Mayor Ministerio de la Producción (PRODUCE) - Encuesta Económica Anual Manufacturera y Estadística Pesquera, Índice de Crecimiento Industrial Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT) Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) – Estadística Agroindustrial Ministerio de Energía y Minas (MEM) Asociación de Productores de Cemento (ASOCEM) Censo Nacional de Empresas Manufactureras 2007 (CENEM) Superintendencia del Mercado de Valores (SMV) 	<p>VBP: no comprende la principal producción y la producción secundaria. CI : incluye los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Material crudo doméstico e importado Materiales, contenedores y empaques domésticos e importados Combustible y lubricantes domésticos e importado Partes y accesorios Gastos de transporte Envío y telecomunicaciones Gastos profesionales Trabajo de reparación y mantenimientos Otros trabajos llevados a cabo por el establecimiento Publicidad Otras rentas, con excepción de la tierra Energía eléctrica, gas y agua Publicaciones y Relaciones publicas Seguros Varios servicios Gastos en bienes y servicios Para producción y consumo Energía eléctrica de autoconsumo

ACTIVIDAD ECONÓMICA	FUENTES DE INFORMACIÓN	MÉTODO DE ESTIMACIÓN
Electricidad, Gas y Agua	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Energía y Minas (MEM) - Anuario Estadístico. Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minas (OSINERGMIN) - Anuario Estadístico. Comisión Nacional Supervisora de Empresas y Valores – CONASEV. Instituto Nacional de Estadística e Informática - IV Censo Nacional Económico (CENEC). Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento (SUNASS). Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) - Directorio de empresas prestadoras de servicio de gestión de desechos. Directorio de Empresas de la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria - SUNAT. 	<p>VBP: Para calcular la electricidad o transmisión eléctrica, distribución de electricidad y generación de electricidad. La producción de agua se determinó en base a los ingresos procedentes de la prestación de servicios de agua y alcantarillado por cada una de las empresas de Agua Potable y Saneamiento (APS). CI: se obtiene del coeficiente técnico para compañías y clase CIU, calculada en base a la información del IV Censo Nacional Económico.</p>
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - IV Censo Nacional Económico (CENEC), Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda (CPV 2007), Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares (ENAPREF) Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria (SUNAT) Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) - Sistema de Integración de Administración Financiera (SIAF). Sistema de Integración Contable- SICON Ministerio de Energía y Minas (MEM) - Declaración Anual Consolidada (DAC) Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) Servicio Nacional de Capacitación para la industria de la Construcción (SENCICO) 	<p>VBP: se ha calculado considerando la inversión en la construcción pública, mientras que la construcción privada fe determinada por medio de la venta de cemento. CI: calculada del coeficiente técnico nacional de cada actividad</p>
Cambio y reparación y mantenimiento de vehículos	<ul style="list-style-type: none"> Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - IV Censo Nacional Económico, Encuesta Económica Especial Comercio y Servicios Ambulatorios, Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO), Índice de Precios al Consumidor de las principales Ciudades. 	<p>VBP: Las diferencias entre los valores de venta de los productos vendidos y los precios de adquisición correspondientes. CI: se calcula con la información reportada de las compañías en el IV Censo Nacional Económico (CENEC) y la encuesta económica anual.</p>
Telecomunicaciones y otros servicios de información	<ul style="list-style-type: none"> Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - IV Censo Nacional Económico (CENEC), Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO), Estudio Especial del Transporte Urbano de Pasajeros, Estudio Especial del Parque de Transporte medido a partir del SOAT, Encuesta Económica Anual (EEA) 2006. Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria (SUNAT). Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL). 	<p>VBP: por transporte acuático y aéreo, información de pasajeros y carga y el número de pasajeros transportados, se usó el volumen. La producción de transporte relacionado a los servicios fue calculada de acuerdo a la evolución de las actividades de servicio por medio de transporte terrestre, aéreo y acuático. La producción de almacenamiento se calcula a partir de la información proporcionada por los comerciantes de comestibles y el servicio de correo a las empresas de la encuesta económica anual. Storage production was calculated from information provided by the grocers and mail service to the annual economic survey companies. CI: la información se determinó con la encuesta especial del transporte urbano de pasajeros y encuestas económicas.</p>

ACTIVIDAD ECONÓMICA	FUENTES DE INFORMACIÓN	MÉTODO DE ESTIMACIÓN
Alojamiento y Restaurantes	<ul style="list-style-type: none"> Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - IV Censo Nacional Económico (CENEC), Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO), Índice de Precios al Consumidor de Principales Ciudades, Encuesta Económica Anual. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR) - Encuesta de Establecimientos de Hospedaje. Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria (SUNAT). 	VBP: el alojamiento se calculó de la tarifa promedio y el número de pernoctaciones por categoría y clases. Para los restaurantes, se calculó en base al informe de ingreso reportado por la SUNAT 2007, el IV Censo Nacional Económico y la Encuesta de Económica Hogares. CI: fue calculada de la información de la SUNAT y el IV Censo Nacional Económico y la Encuesta Económica de Hogares.
Telecomunicaciones y Otros Servicios de Información	<ul style="list-style-type: none"> Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria (SUNAT). Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) - Anuario Estadístico. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - Encuesta Económica Anual (EEA). Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL). 	VBP: Las Telecomunicaciones fueron calculadas en base a la distribución de las líneas de servicio. Para otros servicios de información y comunicación fue calculado en base a la información obtenida en el IV Censo Nacional Económico. CI: se realizó usando IV Censo Nacional Económico y la Encuesta Económica de Hogares.
Administración pública y defensa	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) - Sistema Integrado de Administración Financiera (SIAF), Sistema de Integración Contable de la Nación (SICON), Cuenta General de la República Seguro Social de Salud del Perú (EsSalud) Instituto Nacional de Estadística e Informática - Índice de Precios al Consumidor de las principales ciudades, Índice de Precios al por Mayor, Estadística de Población. 	VBP: se determinó por sus costos, es decir la suma del consume intermedio y el valor agregado. CI: eso incluye a los costos que se incurren en administración pública y servicios y bienes de defensa, los cuales se determinan utilizando las líneas presupuestarias correspondientes a servicios de bienes y servicios. GVA: se calcula con la suma de los gastos para pagar sueldos y salarios en efectivo o productos.
Servicios financieros y seguros	<ul style="list-style-type: none"> Superintendencia de Banca, Seguros y Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones (SBS). Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - IV Censo Nacional Económico (CENEC), Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO) 2007, Encuesta Nacional Continua 2006 (ENCO), Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares (ENAPREF), Censos Nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda, Índice de Precios al Consumidor de Principales Ciudades, Índice de Precios al por Mayor. 	VBP y el CI para cada sector tiene un tratamiento específico (ver Anexo 1).
Compra, venta y renta de viviendas	<ul style="list-style-type: none"> Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria (SUNAT) Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) - Sistema de Integración Contable de la Nación (SICON), Sistema Integrado de Administración Financiera (SIAF) Ministerio de Educación (MINEDU) - Estadística de la Calidad Educativa (ESCALE) Seguro Social de Salud del Perú (EsSalud) Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR) - Encuesta Mensual de Turismo. 	
Servicios de negocios		
Educación pública y privada		
Saludo pública y privada		
Servicios personales sociales, asociados y otros.		

Cálculo de la formación bruta del capital, consumo final y el comercio neto

Gasto final del consumo de los hogares (GFCH)

Se define como los gastos en bienes y servicios adquiridos por los residentes de un hogar en la región de San Martín, para la satisfacción directa de sus necesidades, sin importar si estos bienes y servicios han sido producidos en la misma región o en otras regiones del país o importados del extranjero.

Los gastos se clasifican como productos de mercado y productos que no son del mercado. Las diferentes alternativas que tiene un hogar para satisfacer sus necesidades son: compra de bienes y servicios en el mercado (en efectivo o crédito), producción familiar para el autoconsumo (producción de bienes que pueden ser objeto de comercio en el mercado, pero se consumen en el hogar), pagos en especies, trueques o intercambios entre hogares.

Los productos que no son del mercado incluyen varios bienes producidos por el hogar pero consumidos en la casa así como también el alquiler imputado de vivienda, pago al servicio doméstico, pago a las instituciones del gobierno o instituciones sin fines de lucro precios que no son económicamente significativos.

El Gasto Final de Consumo de los Hogares (GFCH) se valora con los precios del comprador para los bienes y servicios que están disponibles en el mercado y precios por consumo básico. La compilación de los gastos del consumo final de los

residentes de los hogares, se puede hacer tanto dentro y fuera del territorio económico, y se incluyen los pagos en bienes recibidos por los empleados, la producción de bienes para el autoconsumo y el valor imputado para las casas que están ocupadas por los propietarios. Se excluyen los gastos por la compra de activos fijos ya que estos contribuyen a la formación del capital fijo bruto.

En el cálculo se ha considerado la información de las encuestas de ENAHO aplicadas a una muestra de los hogares de San Martín, cuyo detalle del producto se procesó y correlacionó con la nomenclatura de los productos de las cuentas nacionales, a fin de tener consistencia en los resultados y poder compararlos. Los gastos y cantidad por producto, y los ingresos fueron estratificados por cuartiles de ingreso, para evaluar los costos per cápita y los gastos de los hogares en San Martín. Para definir el valor total de los gastos de consumo de los hogares en el departamento de San Martín se analizó la información de los años 2010, 2011 y 2012 de la ENAHO, teniendo en cuenta la subestimación de la encuesta.

Gasto del Consumo Final del Gobierno (GCFG)

El gasto del consumo final del gobierno es el valor de los servicios no mercantiles, ya sea colectivo o individual, tales como administración pública, educación pública y salud pública, más el valor de los bienes repartidos gratuitamente a la red pública de los ingresos de las ventas en el mercado de bienes y servicios así como también los pagos parciales realizados por las familias, que por definición no cubren sus costos de producción. Estos servicios son consumidos por el gobierno a nombre de la comunidad.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares (ENAPREF),
- Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO),
- XI Censo de Población y VI de Vivienda (CPV 2007).
- Índices de Precio al Consumidor Nacional.
- Producto Bruto Interno por departamentos 2001-2012
- Cuentas Nacionales de Perú 2007, Año base 2007.

Costos incurridos por las diferentes instituciones de la administración pública localizadas en la región de San Martín, en la adquisición de bienes y/o servicios, pagos de salarios y sueldos a los trabajadores de la administración pública que atienden las necesidades colectivas e individuales proporcionadas por el gobierno regional y local a la población. Ejemplos de estos bienes y servicios incluyen a la seguridad y el orden, la defensa nacional, la administración tributaria, la salud pública y educación, los programas de asistencia social y apoyo, etc.

La principal fuente para el cálculo del consumo final es el Sistema Integrado de Administración Financiera (SIAF), al igual que para el valor bruto de la producción. El procedimiento para estimar este valor está implícita en el momento de la medición

de la producción de los servicios públicos y está determinado por la suma del valor total del consumo intermedio y valor agregado, menos los ingresos propios procedentes de las ventas de bienes y servicios y los pagos parciales realizados por los hogares. Adicionalmente, estos consideran los gastos en bienes para la distribución gratuita como parte del gasto de consumo final del gobierno en los productos de mercado.

El gasto de consumo final del gobierno (GCFG) se calcula de la siguiente manera:

$$\text{GCFG} = \text{CI} + \text{VA} - \text{Y} - \text{T}$$

Donde:

CI = Consumo intermedio
 VA = Valor agregado
 Y = Ingreso de la venta de bienes y servicios
 T = Pagos parciales por los hogares

Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF)

Es el valor de los bienes nuevos adquiridos por unidades de producción que tienen una vida útil larga, y que se utilizarán durante al menos un año en el proceso de producción. Se estima como el valor total de las compras menos las ventas de activos fijos realizadas por el productor durante el período contable, más los agregados al valor de los activos no producidos realizadas por la actividad productiva de las unidades institucionales.

Cubre los bienes y servicios utilizados en la producción en un periodo de menos un año o más, tales como viviendas, otros edificios y estructuras,

equipos y maquinaria, activos cultivados que se utilizan varias veces para producir productos finales, árboles, ganado, la exploración mineral, software original, entretenimiento, literario o artístico, y otros activos fijos tangibles o intangibles.

Para delinear la frontera entre la producción y el FBCF se tomó en cuenta lo siguiente: para las compañías privadas y públicas que generan sus propios ingresos, cuyos recursos no provienen exclusivamente del estado y declaran impuestos de ingreso.

El Artículo 23 del Reglamento del Impuesto sobre la Renta, establece que para que un bien sea considerado un activo fijo, este debe exceder el costo del 11/4 de la UIT, de otra manera se clasifican como gastos; estas compañías están gobernadas por las leyes del Plan de Cuentas Corporativo, excepto para las instituciones del sector público que son gobernadas por el sistema de cuentas gubernamental, que no se reporta a la SUNAT, y depende de los recursos del estado para que estos bienes sean considerados un activo cuando exceden el 11/8 de la UTI y tiene una gran durabilidad.

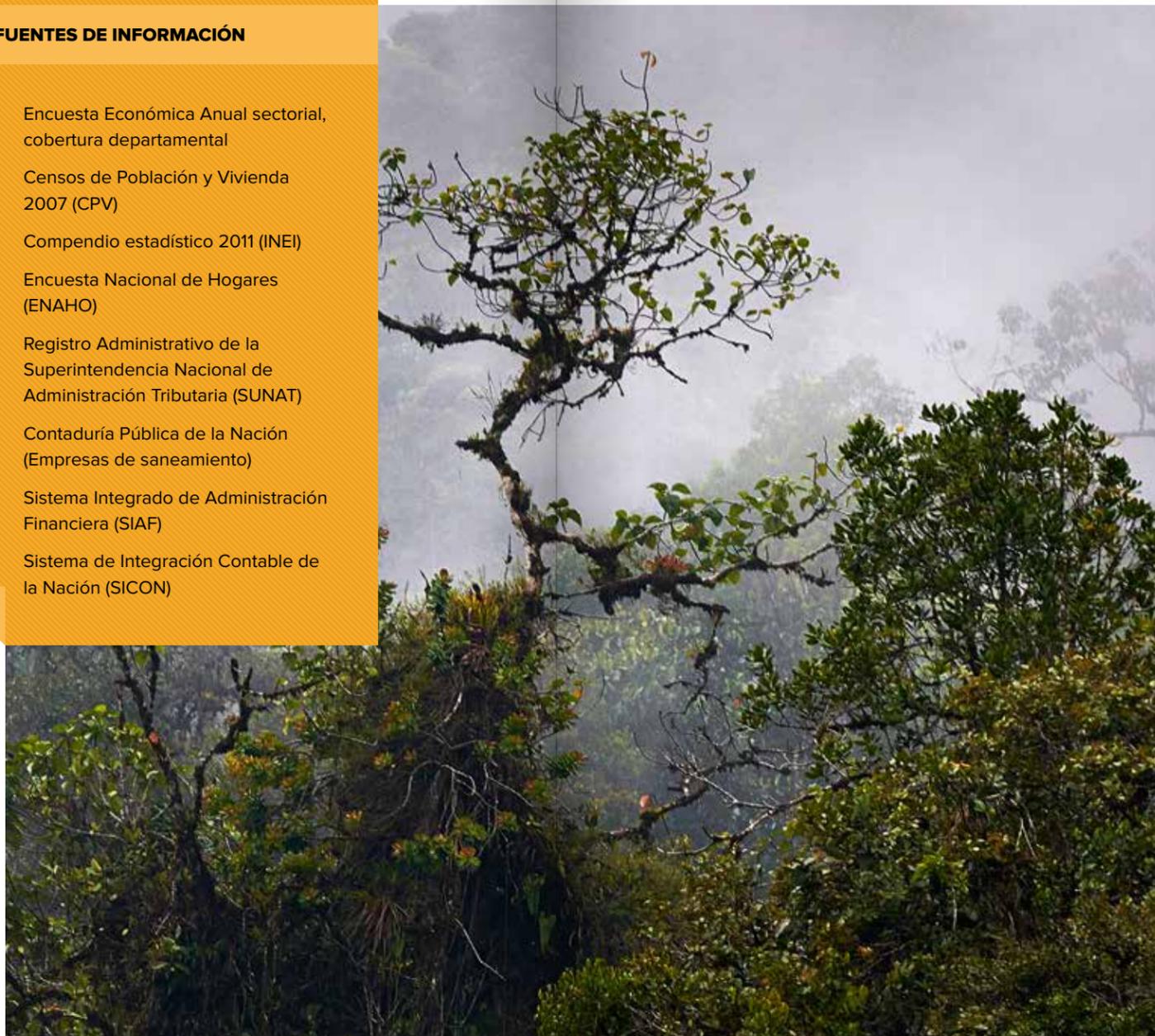
Tipos de activos FBCF

Se consideró los siguientes tipos de FBCF:

- Adquisiciones menos las cesiones de activos fijos tangibles nuevos o existentes, casas, otras construcciones y estructuras, maquinaria y equipo y activos cultivados que son usados repetidamente para producir productos finales, árboles y ganado.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Encuesta Económica Anual sectorial, cobertura departamental
- Censos de Población y Vivienda 2007 (CPV)
- Compendio estadístico 2011 (INEI)
- Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG)
- Registro Administrativo de la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT)
- Contaduría Pública de la Nación (Empresas de saneamiento)
- Sistema Integrado de Administración Financiera (SIAF)
- Sistema de Integración Contable de la Nación (SICON)



- Adquisiciones menos las cesiones de activos fijos intangibles nuevos o existentes: exploración mineral, software original, entretenimiento literario o artístico y otros activos fijos intangibles.
- Grandes mejorías de los activos existentes, que incorporan cambios significativos en los activos fijos en algunas de sus características a través de renovaciones, reconstrucciones o ampliaciones que aumentan el rendimiento o la capacidad productiva o extienden la vida útil del activo.
- Mejorías de los activos no producidos tangibles, incluyendo a la tierra y tierra que consiste en adquisiciones que resulten en mejoras significativas en cantidad, calidad o productividad de la tierra o previene su deterioro, tales como paredes de represas o reclamación de territorio al mar, limpieza de bosques, rocas, etc.
- Los costos asociados con la transferencia de propiedad de los activos no producidos. Entre estos están por ejemplo los gastos de negocio o las comisiones incurridas por la unidad que adquiere el activo y los impuestos a pagar por la transferencia de propiedad del activo.
- Los bienes sujetos a alquiler (en la práctica casi exclusivamente maquinaria y equipo), los cuales se tratan como si se hubieran adquirido y el usuario fuera el dueño. La adquisición de un activo por el arrendatario se considera financiado por una reclamación financiera, clasificada como un préstamo.

El cálculo del FBCF se hizo tanto del lado del suministro como el de la demanda, considerando para cada uno de ellos sus fuentes de información para poder evaluar la consistencia de las fuentes de información y la compatibilidad de datos

El FBCF del lado del suministro fue estimado a través de las actividades de construcción y los bienes importados y regionales, mientras que el FBCF del lado de la demanda se calculó para el sector público y privado.

Para estimar la formación bruta de capital fijo, la fuente de información fue SIAF, para construcción y maquinaria y equipo por tipo de activo.

Para estimar la formación bruta de capital fijo se tuvo información en el valor de las ventas de cemento por departamento, actualizando los valores del año base, el 2007, hasta el 2011. Para desarrollar información en maquinaria y equipo, la relación producto-capital clasificado por actividad económica se usó a nivel nacional, y esta misma fue usada para San Martín.

Exportaciones e Importaciones

El valor de las exportaciones e importaciones en el Cuadro de Suministro y Uso del 2011 para San Martín, fue calculado como balance neto.

Las exportaciones son bienes y servicios que el departamento de San Martín asigna a otros departamentos o fuera del país. Si el valor es positivo este se le asignó al vector de exportación y si el valor es negativo se le colocó en el cuadro de importaciones.



La metodología y recursos utilizados para la construcción del COU en el 2011 para la región de San Martín, es similar a la usada el cuadro de insumo-producto del 2011 para el Perú

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES REFERENTES A LOS ENFOQUES ANALÍTICOS INVESTIGADOS Y NO UTILIZADOS EN LAS CUENTAS

Degradación

La degradación del hábitat es un indicador clave para determinar la calidad de un ecosistema y es distinto de las métricas condicionadas como la fragmentación y biodiversidad. A pesar de que la degradación es reconocida como la mayor amenaza para los ecosistemas, la biodiversidad, la salud pública y los modos de vida (World Health Organization 2005; Meneses-Tovar 2012), los estimados sobre las extensiones y severidad de la degradación son poco confiables debido a las complejidades intrínsecas de su conceptualización precisa y en su definición (a diferencia por ejemplo de medidas de deforestación). En términos generales, la degradación de hábitats es mayormente evaluada a través del deterioro en la estructura de la vegetación, la que puede ser originada por la extracción de madera selectiva, limpieza de sotobosques, cambios de la vegetación debido al cambio climático, etc., a pesar de la existencia continua del hábitat. Esto a su vez puede reducir las funciones del ecosistema, la salud y la productividad, por lo tanto la degradación es un indicador importante en la cuenta de la condición.

La biomasa de la vegetación proporciona una buena opción para el monitoreo de cambios en la degradación de hábitats a través del tiempo, y es un excelente indicador para contabilizar la regeneración de bosques (alturas bajas y baja biomasa total a pesar de su alta productividad primaria neta (PPN)) dentro de un determinado tipo de ecosistema. Las medidas de PPN son muy útiles para entender el secuestro de carbono, pero los valores altos de PPN no deberían ser equiparados con los hábitats intactos o prístinos para los cuales las mediciones de biomasa son más útiles. Sin embargo, para este estudio en San Martín, los datos de biomasa periódicos no estaban disponibles a intervalos adecuados ni en las localidades como para utilizar este indicador.

Es por eso que se eligió usar el índice de vegetación diferencial normalizado (IVDN) o índice verde como un indicador para evaluar el estado de la productividad periódica del ecosistema como ya lo han hecho otros autores en el pasado (Lambin 1999; Kinyanjui 2011; Meneses-Tovar 2012; Munawar 2015). La capacidad productiva es una característica del ecosistema que describe su potencial de productividad basándose en la densidad de la

vegetación como un indicador, independiente de los efectos de corto o mediano plazo de las variaciones climáticas que pueden ser consistentemente aplicadas en todos los ecosistemas terrestres.

Las medidas de IVDN miden "lo verde" como una manera de evaluar la densidad de la vegetación. En hábitats con vegetación, se sabe que los valores IVDN más bajos están en los pajonales y matorrales, y los valores más altos en bosque húmedo alto y maduro, con valores correspondientes desde el cero al uno. Existen muchos índices verdes basados en el análisis de imágenes digitales que pueden ser usados para evaluar la capacidad productiva del ecosistema; sin embargo el IVDN sobresale como uno de los más ampliamente usado y es bastante consistente bajo varias condiciones de condiciones solares y atmosféricas (Yengoh et. al. 2014). El espectro radiómetro de formación de imágenes de resolución moderada (MODIS) nos da la serie más grande de registros temporales desde el año 2000.

Durante este estudio experimental se probó con medir la degradación usando el IVDN. Se utilizó el producto IVDN MOD13Q1 (16-días L3 Global 250-metros), y se recolectó datos del 2000 al 2014. Las imágenes para cada año fueron combinadas en promedios anuales, usando la capa de confiabilidad del pixel asociado para asegurar que los datos eran exactos, de tal manera que solo los datos del pixel "Marginal" o "Bueno" fueron incluidos en el promedio anual de productos.

Estos métodos fueron probados en el ecosistema más grande de San Martín, el Bosque Húmedo de Montaña para el año 2013 (los datos por ahora son insuficientes como para poder repetir





esta metodología para cada tipo de ecosistema, muchos de los cuales son geográficamente muy restrictivos). El bosque húmedo de montaña es el ecosistema más grande San Martín, y usando la actual clasificación, cubre un gran rango de estructuras de y alturas de bosques, desde bosques altos a bajas elevaciones a los bosques enanos de altas elevaciones. Por esta razón se decidió que era necesario estratificar este tipo de ecosistema (como está definido) en clases de elevación bajas y altas, para contabilizar las conocidas diferencias en el IVDN (más bajo en bosque húmedo de montaña prístina de altas elevaciones y más alto en bosque húmedo de montaña prístina de bajas elevaciones).

El promedio de IVDN fue calculado para el 2013, después de esto la degradación fue evaluada en tres etapas: 1) se estableció un umbral de elevación apropiado para estratificar este ecosistema ampliamente distribuido, en clases de elevación altas y bajas debido a la heterogeneidad dentro de la clase del (por ejemplo las diferencias en la altura de los árboles); 2) el reconocimiento de que las áreas protegidas albergan el estado más intacto de cada clase de ecosistema, se usó áreas protegidas⁵ como indicadores para establecer los rangos IVDN de referencia para condiciones prístinas en cada umbral de elevación; y 3) se determinó el estado de la degradación de los hábitats dentro de la clase del ecosistema mediante la comparación de valores del IVDN con las condiciones "prístinas" para cada uno, incluyendo la diferencia entre los rangos de elevación altos y bajos para los cuales teníamos un valor distintivo para los bosques prístino. Un umbral de 3,200 msnm se usó para delinear los niveles

altos y bajos, ya que se observó un cambio distintivo en los patrones espaciales del IVDN a este rango de elevación (Figura 14).

El IVDN promedio fue calculado para dos clases de elevación en las áreas protegidas, y un rango de desviación estándar de ± 1 (DE) del promedio fue aplicado para darnos un umbral adecuado para poder evaluar los valores de IVDN para los ecosistemas prístinos versus degradadas (Tabla 33). Estos rangos fueron aplicados a los niveles superiores e inferiores para la extensión total del ecosistema Bosque Húmedo de Montaña (BHM) para darnos una clasificación de áreas degradadas versus prístinas. El resultado es un archivo binario que nos da una aproximación para áreas "prístinas" y "degradadas" en un año (Figura 15). Un enfoque alternativo podría ser enfocarse exclusivamente en el percentil superior del IVDN para cada rango de elevación.

Los resultados de este análisis experimental concluyen que gran parte del ecosistema bosque húmedo de montaña puede ser clasificado como degradado en términos de la capacidad productiva total de la biomasa de bosque, cuando se compara con la productividad de las áreas prístinas de bosques protegidos (Tabla 34). Usando el umbral de 3,200 m para determinar los rangos de elevación altos y bajos, y el umbral del IVDN de 0.56 - 0.74 y 0.46 - 0.79 para determinar las condiciones prístinas de los niveles bajos y altos del ecosistema, respectivamente, se determina que un poco más de la mitad del ecosistema bosque húmedo de montaña ha sido degradado.

⁵ Las áreas protegidas para este análisis incluyeron a Cordillera Azul y Rio Abiseo. El Área de Protección Alto Mayo no fue incluida en el estudio debido a que esta degradada sustancialmente.

TABLA 33.

Esta tabla nos da el umbral IVDN para los niveles de elevación alto y bajo en el ecosistema Bosque Húmedo de Montaña ecosistema, incluyendo el IVDN promedio calculado para áreas protegidas y una DE de +/- 1 para el promedio.

ECOSYSTEM	PRISTINE CONDITIONS							
	HIGHER				LOWER			
	1SD	AVERAGE	MINUS 1SD	PLUS 1SD	1SD	AVERAGE	MINUS 1SD	PLUS 1SD
Bosque Humedo de Montana	927.3222	6484.4025	5557.080298	7411.725	1656.529	6252.6682	4596.139142	7909.197

FIGURA 14.

UN DIAGRAMA QUE MUESTRA EL PROCESO DE COMO EL ECOSISTEMA DEL BOSQUE HÚMEDO DE MONTAÑA (BHM) FUE AISLADO EN UNA MÁSCARA, Y DE AHÍ ESTRATIFICADO EN NIVELES DE ELEVACIÓN ALTO Y BAJO.

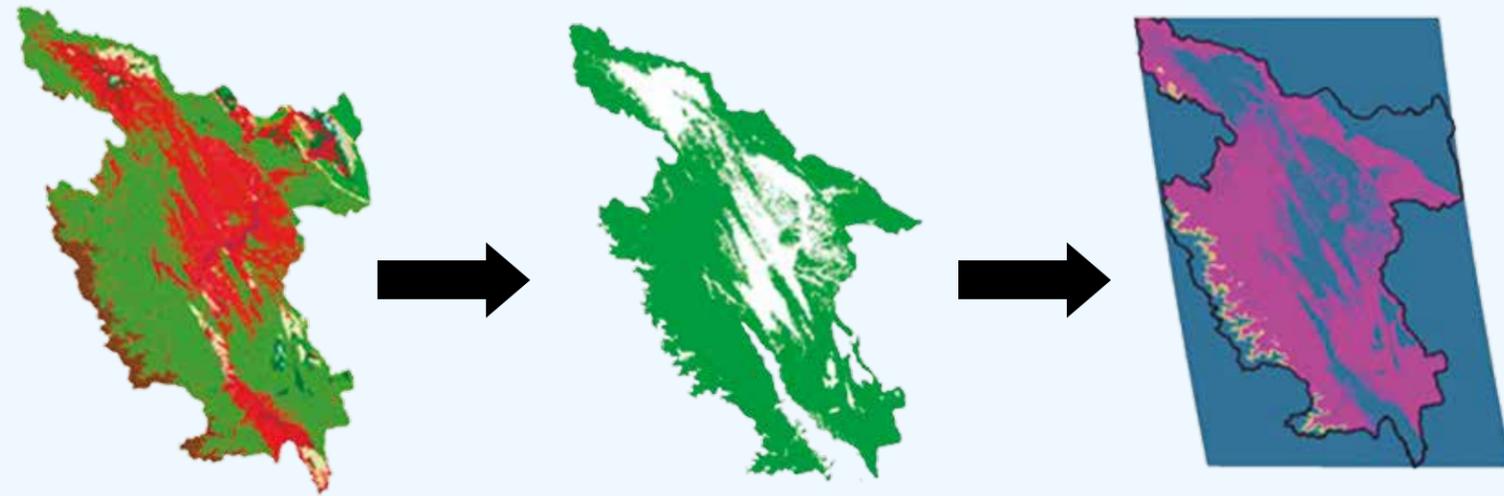


FIGURA 15.
ÁREAS PRISTINAS Y DEGRADAS EN EL BOSQUE HÚMEDO DE MONTAÑA EN SAN MARTÍN.

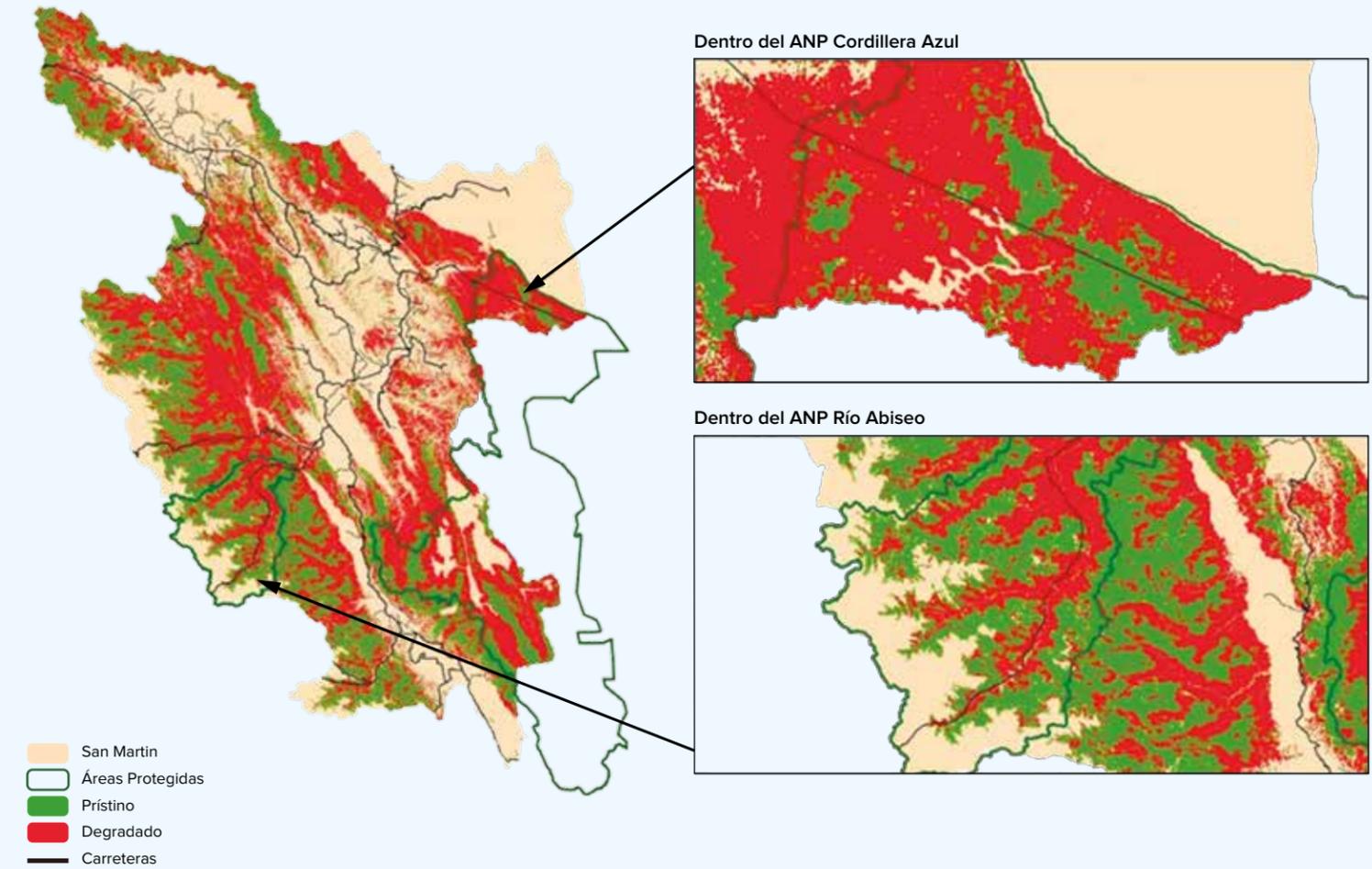


TABLA 34.

Cuadro que reporta la cantidad de áreas degradadas y prístinas en el ecosistema de Bosque Húmedo de Montaña.

BOSQUE HÚMEDO DE MONTAÑA	ÁREA (HA)	% ÁREA
Prístino	1,435,863	50%
Degradado	1,439,743	50%
Total	2,875,606	100%

Se observa cierta consistencia cuando se compara la extensión de la degradación con la ubicación de las carreteras y otros sistemas de infraestructura. Aproximadamente el 52% del área dentro de un área de amortiguamiento de 100 m alrededor de las carreteras conocidas tenían signos de degradación (Tabla 35).

TABLA 35.

Cantidad de áreas prístinas y degradadas en el ecosistema Bosque Húmedo de Montaña ecosistema dentro de los 100m alrededor de una carretera conocida.

BOSQUE HÚMEDO DE MONTAÑA	ÁREA DE 100M ALREDEDOR DE LAS CARRETERAS(HA)	% ÁREA
Prístino	5,152	48%
Degradado	5,586	52%
Total	10,738	100%



En términos generales, la degradación de hábitats es mayormente evaluada a través del deterioro en la estructura de la vegetación. Esto a su vez puede reducir las funciones del ecosistema, la salud y la productividad, por lo tanto la degradación es un indicador importante en la cuenta de la condición.

Se debe de reconocer que estos métodos fueron contruidos como parte experimental de una evaluación preliminar de la degradación en el ecosistema y hay una variedad de recomendaciones que podrían ayudar a la mejoría y verificación de la exactitud de los resultados de este análisis. Esta evaluación preliminar de la degradación se basa en un enfoque de análisis de gabinete y asume que las áreas protegidas representan condiciones prístinas del ecosistema. Un segundo cálculo de este análisis debería utilizar datos de campo de los valores observados del IVDN en áreas prístinas para establecer la veracidad de estos umbrales. Este método también utiliza promedios anuales de los compuestos IVDN, lo que entonces no toma en cuenta la variación por estacionalidad. En los cálculos futuros de estos valores, podría ser útil establecer los promedios en las diferentes estaciones del año en vez de utilizar promedios anuales.

Orquídeas

Perú alberga miles de especies de (entre 2500 a 3500 orquídeas; Roque y León 2006). Gran proporción de estas especies (n = 775) son endémicas del Perú y 71 son especies endémicas registradas para San Martín (Roque y León 2006). Este gran número de orquídeas encontradas en el Perú hacen que esta familia sea una de las más importantes para la flora endémica del país (Roque y León 2006). Sin embargo, las orquídeas en el Perú están amenazadas por la destrucción de hábitats y la extracción ilegal (Roque y León 2006); estas amenazas también impactan a las orquídeas de San Martín. La extracción y venta ilegal es considerada como una amenaza para el Bosque de Protección Alto Mayo (Parks Watch 2003). Las especies de orquídeas endémicas son frecuentemente

encontradas en bosques húmedos a lo largo de una amplia gradiente de elevación (100 - 4,600 msnm; Roque y León 2006).

En Perú solo se permite la venta de orquídeas cultivadas (Parks Watch 2003). Es más, el comercio de orquídeas- y otras plantas ornamentales- es regulada por SERFOR (antes era INRENA, pero este ya no existe) (Parks Watch 2003). La exportación de orquídeas es monitoreada también por SERFOR y se conduce de acuerdo a los lineamientos del CITES (Parks Watch 2003). Sin embargo- y a pesar del marco legal- las orquídeas aún son exportadas ilegalmente del país (Parks Watch 2003), muchas veces camufladas en paquetes con empaquetaduras falsas para despistar a las autoridades peruanas (Parks Watch 2003; Thomas 2006).

En San Martín, la propagación de orquídeas es legal con los permisos adecuados. Para propagar legalmente orquídeas en San Martín, se necesitan dos clases de permisos: 1) un permiso del gobierno regional por autorizar el lugar físico; y 2) permiso del gobierno nacional para el uso de recursos genéticos. Estos permisos pueden demorar hasta cinco años (Marco León, com. pers.). La propagación legal de orquídeas en el Perú es una industria grande, en el 2013 se propagaron más de 15,000 individuos (Tabla 36). No hay datos de la propagación o extracción ilegal. En México se estimó que el volumen del comercio ilegal es igual al volumen del comercio legal (Flores-Palacios y Valencia-Díaz 2007). Hay que tener en cuenta que a los coleccionistas se les permite recolectar orquídeas silvestres solo para eventos de propagación. Sin embargo, la mayoría de las orquídeas que se venden a través del comercio legal podrían haber sido recogidas en el bosque y no se han propagado (90 % de las orquídeas, Marco León, com. pers.). Esto puede ser impulsado por el deseo de proveer de orquídeas

alto valor al mercado (por ejemplo, orquídeas raras en la naturaleza, inusuales, o difíciles de propagar). Un estudio realizado en la región del Bosque de Protección Alto Mayo señaló que las orquídeas extraídas ilegalmente a menudo se venden a través de viveros a través de redes comerciales que conectan a los vendedores ambulantes rurales con los viveros más grandes (Parks Watch 2003).

La propagación y la extracción ilegal y legal de orquídeas son predominantemente, si es que no completamente, manejadas por el comercio internacional de orquídeas. Las orquídeas son generalmente extraídas de las zonas rurales o se propagan en los viveros en el Perú. Cuando las orquídeas son extraídas por los pobladores rurales, los compradores y los minoristas suelen pagar menos de 1 USD por orquídea (Parks Watch 2003).

Los exportadores que compran orquídeas de estos compradores y minoristas pagarán hasta 6 USD por orquídea y la exportarán a Estados Unidos, Japón y otros mercados extranjeros (Parks Watch 2003); un vivero en Moyobamba indica en su página web que pueden vender más de 300 especies de orquídeas, con precios que van normalmente desde los 2 a los 10 USD. (<http://www.orquideasamazonicas.com/es/Catalogo/?Orquidea=1>). En los mercados internacionales estas orquídeas tienen un valor en el mercado de 10 a 500 USD (Parks Watch 2003).

La propagación legal de orquídeas en San Martín conforma el 16.8% y el 9% del volumen de la propagación legal de orquídeas en el Perú en el 2012 y 2013, respectivamente (Tabla 36). El número de orquídeas que están legalmente propagadas varían bastante por cada año (Tabla 36). En este momento, 12 individuos tienen licencia para propagar orquídeas en San Martín (ARA 2014). Los beneficiarios de la propagación legal de orquídeas

en San Martín son los viveros y poseedores de licencia en la región. Si asumimos que una orquídea legalmente propagada se vende en 6 USD (Parks Watch 2003) entonces el valor total anual económico de las orquídeas pudo haber sido aproximadamente de 18,240 USD en el 2012 y 8,544 USD en el 2013 (basado en el volumen anual de propagación; Tabla 36).

La extracción y propagación ilegal existe en San Martín, aunque es difícil cuantificar el volumen total de la extracción ilegal en San Martín debido a que muy pocos individuos han sido arrestados con orquídeas extraídas ilegalmente durante los últimos años (Tabla 36).

Un estudio en el área que rodea el Bosque de Protección Alto Mayo determina que la venta de orquídeas ilegales generalmente se dan en puestos de venta al costado de la carretera en áreas rurales (Parks Watch 2003). Adicionalmente, varios de los viveros no tiene los permisos necesarios que se necesitan legalmente para producir orquídeas (Parks Watch 2003). Los beneficiarios de esta extracción y propagación ilegal de orquídeas en San Martín son los viveros sin licencia y los pobladores de los pueblos pequeños y rurales. En estos pueblos, los individuos extraen orquídeas y las venden a menos de un USD a los comerciantes de orquídeas o intermediarios (Parks Watch 2003).

Está claro que la extracción ilegal de orquídeas es un comercio lucrativo. Futuros estudios que tomen en cuenta este servicio del ecosistema requerirán de muchos datos que no están siendo recolectados sistemáticamente en la región de San Martín. Por ejemplo, no está claro cuántas orquídeas están siendo extraídas el año, de que tipos de ecosistemas están siendo extraídas y como se mueven dentro del mercado. No se sabe cuántas de estas orquídeas

se exportan fuera de San Martín y cuál es el valor económico de las diferentes especies. Colectas de datos adicionales son necesarias para examinar el comercio ilegal de orquídeas aunque estos datos sean difíciles de recolectar debido a la naturaleza ilegal de esta extracción.



TABLA 36.

Propagación y extracción legal e ilegal de orquídeas (individuos de orquídeas). Los datos sobre propagación legal se tomaron de los reportes anuales "Perú Forestal en Números" y bases de datos pertenecientes al (antiguo) Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) (Ministro de Agricultura); estos datos corresponden al número de orquídeas legalmente producidas en la región. Los datos de extracción ilegal se obtuvieron gracias a ARA, e ilustran el número de individuos de orquídeas que fueron confiscadas por el gobierno durante redadas. N.D. = No hay Datos.

AÑO	EXTRACCIÓN LEGAL		EXTRACCIÓN ILEGAL
	TODO PERÚ	SAN MARTÍN	SAN MARTÍN
1997	0	0	N.D.
1998	0	0	N.D.
1999	0	0	N.D.
2000	5,799	5,799	N.D.
2001	0	0	N.D.
2002	0	0	N.D.
2003	0	0	N.D.
2004	4,097	0	N.D.
2005	1,734	1,726	N.D.
2006	265	0	N.D.
2007	734	734	N.D.
2008	0	0	N.D.
2009	0	0	N.D.
2010	312	0	N.D.
2011	398	0	0
2012	18,054	3,040	1
2013	15,819	1,424	5
2014	N.D.	N.D.	1



Perú alberga miles de especies de orquídeas (entre 2500 a 3500 orquídeas; Roque y León 2006). Gran proporción de estas especies (n = 775) son endémicas del Perú y 71 son especies endémicas registradas para San Martín

Plantas Medicinales

Perú alberga 4,000 especies de plantas medicinales y aromáticas; 1,500 son usadas en medicina tradicional (Gupta et al. 2010). Las plantas medicinales son comúnmente usadas en todo el Perú, y tienen un amplio rango de uso medicinal y cultural (Tabla 37). Son usadas para el tratamiento tanto de las personas como de los animales domésticos que estas crían. (Jernigan 2009). Un estudio en el noroeste del Perú encontró que el 9.9% de las especies y 4.5% de árboles individuales (más de 10 cm de diámetro) son usados como plantas medicinales (Pinedo-Vasquez et al. 1990); este estudio probablemente subestima el porcentaje de plantas silvestres extraídas por su uso medicinal, ya que muchas de ellas no son especies de árboles (por ejemplo ver en la Tabla 37) y no alcanzan los 10 cm de diámetro (Pinedo-Vasquez et al. 1990).

Las plantas medicinales se encuentran en un gran rango de ecosistemas y muchas especies pueden crecer en hábitats degradados y modificados (Tabla 37). Adicionalmente, numerosas especies de plantas crecen en huertas caseras (Works 1990). La inclusión de estas huertas esta fuera del alcance del análisis de este estudio debido a que el cultivo de plantas medicinales está siendo reportado en gran parte- en los estudios agrícolas. La destrucción del hábitat es la amenaza más grande a la cual se enfrentan las plantas medicinales, aunque el cambio climático podría afectar los sistemas boscosos montañosos donde se encuentran varias de estas especies (Gupta et al. 2010).

En el Perú las plantas medicinales son generalmente cosechadas sosteniblemente y no destructivamente; las plantas medicinales usualmente no son comercializadas (de Jong et al. 1999; Kvist et al.

2001; Lawrence et al. 2005). Un estudio encontró que de 13 especies extraídas para uso medicinal en una comunidad el noroeste peruano, solo cuatro especies eran comercializadas (Pinedo-Vasquez et al. 1990). En otro estudio en el sureste peruano, las comunidades pequeñas mencionaron que 15 taxones medicinales son extraídos de ecosistemas naturales pero ninguno es comercializado (Lawrence et al. 2005). No hay datos para los colectores de pequeña escala (por ejemplo individuos que colectan plantas medicinales consistentemente para su venta comercial) que extraen/colectan plantas medicinales en el Perú (de Jong et al. 1999). Cabe señalar que hay diferencias de género en la valorización de las plantas medicinales (Works 1990) y, si bien este estudio no analizó cómo el valor de las plantas medicinales es diferente entre los hombres y las mujeres, este es un tema que merece de mayor atención para estudios posteriores.

Sin embargo, y a pesar de que la extracción relativamente sostenible de plantas medicinales por las comunidades que dependen de bosque, la comercialización de plantas medicinales en el Perú se ha incrementado desde mediados de los noventa; la exportación de numerosas de esas especies se han incrementado entre un 37% a un 579% entre el 2006 al 2010 (pero la exportación de algunas especies ha disminuido; Gupta et al. 2010). Para estas empresas comerciales, la extracción sigue siendo la principal forma de adquisición de estas plantas medicinales en el país (a comparación con el cultivo de plantas medicinales; Gupta et al. 2010). La cadena mercantil para este comercio en general, implica a las grandes empresas farmacéuticas que preparan a las plantas medicinales para el consumo nacional (y a veces para el mercado internacional); estas empresas están por lo general en Lima y compran la materia prima de los intermediarios que trabajan con las

comunidades rurales en la extracción de las plantas (Gupta et al. 2010). Estados Unidos es el mayor comprador de plantas medicinales del Perú (Gupta et al. 2010).

A nivel nacional, el valor económico de las plantas medicinales exportadas sobrepasó los 274 millones de USD en el 2010. A nivel local, el valor económico de la extracción de plantas medicinales para uso personal dentro de la comunidad se ha estimado a una cifra de 20 USD por año, mientras que la extracción comercial solo fue de 12 USD (anuales para la comunidad (Kvist et al. 2001). Solo para motivos de comparación, el mismo estudio encontró que la pesca de subsistencia arroja un valor de 282 USD para la comunidad (Kvist et al. 2001).

Las plantas medicinales son extraídas de las comunidades de San Martín, tanto de ecosistemas primarios como degradados, cerca de los centros poblados. Datos de la Comunidad Nativa de Llacanayacu en el Distrito de Chazuta de San Martín muestra que se usa una gran diversidad de plantas para uso medicinal y cultural (Tabla 37); esta comunidad extrae todas estas plantas de áreas degradadas localizadas cerca del pueblo que ya no son consideradas albergues de bosques remanentes.

Algunas de estas especies también se cultivan y cosechan comercialmente en San Martín por la Corporación Takiwasi (Tabla 37); aunque el gobierno peruano registró que la última extracción de plantas medicinales en San Martín para uso comercial fue en el 2000 (CEE Tomo I - Tabla 19; datos disponibles desde 1997 al 2013; Instituto Nacional de Recursos Naturales, INRENA, Ministerio de Agricultura). No tenemos los datos necesarios para estimar el volumen de extracción en San Martín, el valor económico de dicha extracción, o estimar cuales

son los ecosistemas contribuyen con la provisión de estos servicios. Los beneficiarios de la extracción legal de plantas medicinales son las comunidades rurales ubicadas cerca de los remanentes de hábitat (Lawrence et al. 2005) y en menor grado, las empresas comerciales (aunque estas usualmente cultivan estas plantas medicinales y no las extraen de los ecosistemas).

El contexto legal en cuanto a la extracción de plantas medicinales en San Martín no está definido. Sin embargo, al parecer la extracción, inclusive la extracción ilegal para subsistencia, se realiza de manera sostenible. Esto es en parte a que muchas de las comunidades de San Martín utilizan chacras comunales y caseras para el cultivo de sus plantas medicinales de uso común (Works 1990). También es muy probable que la extracción ilegal para uso comercial esté ocurriendo. Muchas plantas medicinales de gran demanda (por ejemplo la uña de gato; Tabla 37) se encuentran en San Martín y hay un comercio ilegal relacionado a estas (de Jong et al. 1999).

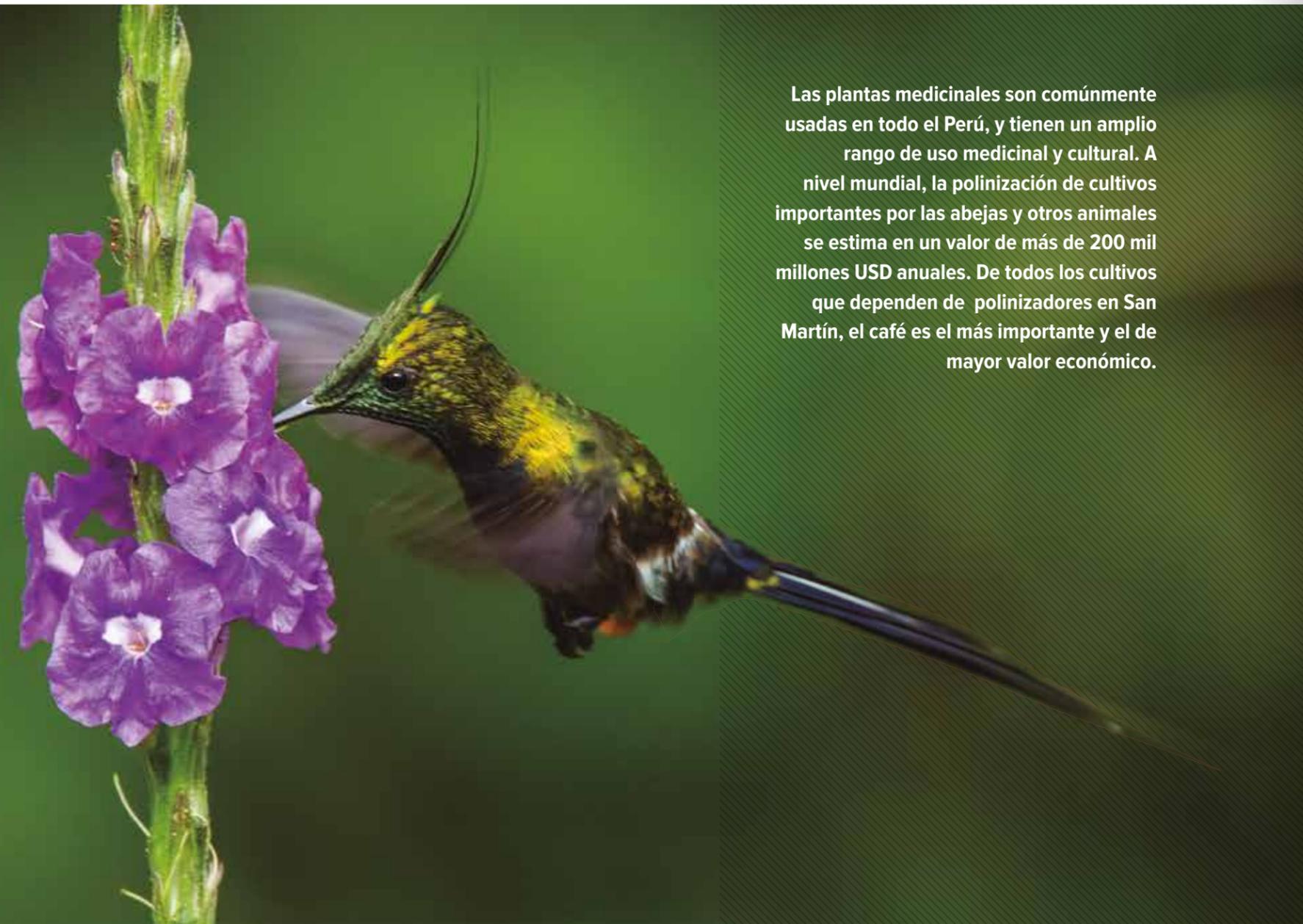
No se contó con datos suficientes para estimar el volumen de la extracción ilegal en San Martín, el valor económico de la extracción o para estimar que ecosistemas son los más beneficiosos en la prestación de estos servicios. Estudios posteriores que deseen incluir este servicio ecosistémicos requerirá de una gran cantidad de datos que no están siendo recolectados en este momento para la región de San Martín. Por ejemplo, no está claro cuantas plantas medicinales son extraídas cada año, de qué tipo de ecosistemas se están extrayendo y como se mueven dentro del mercado. No está claro tampoco como gran parte de estas plantas medicinales son exportadas fuera de San Martín y cuales es el valor económico de las diferentes especies.



TABLA 37.

Plantas medicinales usadas en la Comunidad Nativa de Llacanavacu en San Martín así como aquellas cultivadas para uso comercial por la Corporación Takiwasi. Esta, por ningún motivo, no es una lista completa de las plantas medicinales usadas en San Martín; información adicional puede ser encontrada en Works (1990) y Pinedo-Vasquez et al. (1990).

ESPECIE (NOMBRE COMÚN)	USO	USADAS POR LA COMUNIDAD NATIVA DE LLACANAYACU	CULTIVADAS POR LA CORPORACIÓN TAKIWASI	CULTIVADA A NIVEL COMERCIAL Y REGISTRADA POR EL MINAG (AÑO - CANTIDAD)	HÁBITAT
Abuta grandifolia (Abuta)	Para el tratamiento de diabetes y curaciones	Si			Cultivada
Ocimum micranthum (Albahaca negra)	---		Si		
Mansoa alliacea (Ajo sacha)	Tratamiento de reumatismo, artritis y resfríos	Si	Si		Bosque
Physalis angulata (Bolsa mullaca)	---		Si		Bosques disturbados
Maytenus macrocarpa (Chuchuwasi)	Resfríos, Cicatrización y curaciones	Si	Si		Bosque húmedo
Copaifera paupera (Copaiba)	Cicatrización y curaciones	Si	Si		Bosque húmedo
Ilex guayusa (Guayusa)	Tratamiento de artritis	Si			Cultivada
Dracontium lorentense (Jergon sacha)	Tratamiento de cáncer y males de la próstata.	Si	Si		Sotobosque de Bosque húmedo
Lippia alba (Pampa orégano)	---		Si		Cultivada; hábitats disturbados
Croton lechleri (Sangre de grado)	Cicatrización	Si	Si	1997 – 60 lt 1999 – 8,041 lt	Cultivada (Works 1990)
Uncaria tomentosa (Uña de gato)	Tratamiento anticancerígeno	Si	Si	1997 – 8046 kg 1998 – 2945 kg 1999 – 3290 kg 2000 – 2829 kg	Bosque húmedo



Las plantas medicinales son comúnmente usadas en todo el Perú, y tienen un amplio rango de uso medicinal y cultural. A nivel mundial, la polinización de cultivos importantes por las abejas y otros animales se estima en un valor de más de 200 mil millones USD anuales. De todos los cultivos que dependen de polinizadores en San Martín, el café es el más importante y el de mayor valor económico.

Polinización de Cultivos

A nivel mundial la polinización de cultivos importantes por las abejas y otros animales se estima en un valor de más de 200 mil millones USD anuales. Las abejas domesticadas son ampliamente reconocidas como polinizadores clave de muchos de nuestros cultivos más importantes. Sin embargo, ahora se está empezando a reconocer de que una amplia diversidad de polinizadores silvestres son esenciales para el mantenimiento de la producción de cultivos y contribuyen a la capacidad de recuperación de ese servicio en vista de múltiples presiones, desde la intensificación agrícola hasta el cambio climático.

De todos los cultivos que dependen de polinizadores en San Martín, el café es el más importante y el de mayor valor económico, y por lo tanto representa el cultivo focal ideal sobre el cual se pueda desarrollar una cuenta inicial del ecosistema. En términos de superficie agraria, el café representa casi el 70 % de todos los cultivos dependientes de los polinizadores en San Martín, y la producción total de café se sabe que se incrementa ante la presencia de polinizadores silvestres que anidan en los bosques y los hábitats naturales cerca o alrededor de las plantaciones de café. Adicionalmente, la diversidad de especies de abejas silvestres, que se benefician de la protección de los bosques nativos, es tan o más importante que la abundancia total de abejas para la determinación de incrementos en los rendimientos de café.

Un importante paso en el futuro en la contabilidad de ecosistemas en San Martín, y Perú, sería cuantificar la influencia de

los polinizadores silvestres, a través de la protección del hábitat natural, en los incrementos en la producción agrícola, sobre todo para los cultivos más abundantes y valiosos como el café.

Una herramienta excelente para modelar estas contribuciones es el modelo de polinización de cultivos dentro de InVEST (http://www.naturalcapitalproject.org/models/crop_pollination.html). Los datos claves para este modelo incluyen a los mapas explícitos de los tipos de cultivo y las clases de ecosistema; datos describiendo las comunidades de abejas en el área de estudio incluyendo atributos de especies tales como distancia de alimentación de su hábitat natural (puede ser estimado con el tamaño de la especie si no existen medidas de campo), preferencias de sitio de anidación, preferencias de recursos florales, eficiencia del polinizador de cada especie de abeja, y producción del cultivo anual y su valor en el mercado para el área de estudio.

Son datos detallados de las especies, que puede ser difícil de obtener para las diversas comunidades de abejas en el campo. Se puede usar enfoques más simples, los cuales adoptan funciones de saturación de la producción del cultivo, incrementos estimados en la producción del cultivo basados en funciones de distancia del hábitat natural, etc. La FAO (<http://www.fao.org/pollination/en/>) nos da excelentes recursos para el asesoramiento de estos tipos de datos, especialmente cuando se está en el campo. Esperamos que este tipo de datos requerido estarán disponibles para San Martín gracias a estudios que se llevarán a cabo más tarde en el año 2015. Por ahora no pudimos incluir la polinización en esta cuenta del ecosistema debido a la falta de información.

Valoración económica de los servicios de polinización:

Para cuantificar la valoración económica de los servicios de polinización, la renta de recursos puede ser calculada usando un enfoque de Radio de Dependencia. El radio de dependencia (D) es una medida del grado de dependencia de los cultivos agrícolas en la polinización biótica (ver Klein et al. 2007). D se mide como $1 - (f_{pe} / f_p)$, donde f_{pe} = fruta puesta en condicione de ausencia de polinizador y f_p = fruta puesta con insectos polinizadores presentes Winfree et al. 2011). El valor económico de la polinización (VEP) en este caso se define como el precio de mercado de la proporción de la producción del cultivo que se puede atribuir a los polinizadores y se calcula usando la siguiente formula:

$$EVP = \sum_{i=1}^i (FGV_i D_i) = \sum_{i=1}^i (P_i Q_i D_i)$$

Sin embargo, en esta ecuación, los costos de producción no se deducen del total de las ganancias y por lo tanto nos dan un valor inflado de los servicios de polinización (Winfree et al. 2011). Por lo que la ecuación modificada para este ajuste en el costo sería así:

$$EVP = \sum_{i=1}^i ((P_i Q_i - VC) D_i)$$

($0 \leq D_i \leq 1$)

En esta ecuación: i se refiere al tipo de cultivo; FGV_i es el valor de cultivo i puesto en chacra; P es el precio del productor; Q es la cantidad producida por el i^{th} cultivo; VC es el costo variable; y D es el radio de dependencia.

REFERENCIAS

Allnutt, T. F., Ferrier, S., Manion, G., Powell, G. V., Ricketts, T. H., Fisher, B. L., ... & Rakotondrainibe, F. (2008). A method for quantifying biodiversity loss and its application to a 50 year record of deforestation across Madagascar. *Conservation Letters*, 1(4), 173-181.

Alvard, M. S. (1993) Testing the “ecologically noble savage” hypothesis: interspecific prey choice by Piro hunters of Amazonian Peru. *Human Ecology* 21: 355-387.

Alvard, M. S., Robinson, J.G., Redford, K.H., and Kaplan, H. (1997) The sustainability of subsistence hunting in the neotropics. *Conservation Biology* 11: 977-982.

Asner, G.P., Knapp, D.E., Martin, R.E., Tupayachi, R., Anderson, C.B., Mascaro, J., Sinca, F., Chadwick, K.D., Higgins, M., Farfan, W., Llactayo, W., and Silman, M.R. (2014b) Targeted carbon conservation at national scales with high-resolution monitoring. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111 (47): E5016–E5022, doi: 10.1073/pnas.141955011.

Australian Bureau of Meteorology (2013) *Guide to environmental accounting in Australia, Environmental Information Programme Publication Series no. 3*. Bureau of Meteorology, Canberra, Australia, 122pp.

Balvanera, P., Pfisterer, A.B., Buchmann, N., He, J.-S., Nakashizuka, T., Raffaelli, D. and Schmid, B. (2006) Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters* 9: 1146-1156.

Barrena Arroyo, V., Gianella, J., Garía, H., Flores, N., Rubín, Ethel, Ocaña, J.C., Guillén, R. (2010). *Análisis de recursos biomásicos leñoso y de residuos para uso combustible*. In: Bioenergía y seguridad alimentaria “BEFS”; el análisis BEFS para el Perú. BEFS. FAO.

Begazo, A. J., and Bodmer, E. (1998) Use and conservation of Cracidae (Aves: Galliformes) in the Peruvian Amazon. *Oryx* 32: 301-309.

Bodmer, R. E., and Lozano, E.P. (2001) Rural development and sustainable wildlife use in Peru. *Conservation Biology* 15: 1163-1170.

Bodmer, R. E., Fang, T. G., Luis, M. I., and Gill, R. (1994) Managing wildlife to conserve Amazonian forests: population biology and economic considerations of game hunting. *Biological Conservation* 67: 29-35.

Bright, E.A., Coleman, P.R., Rose, A.N., and Urban, M.L. (2012) *LandScan 2011*, Oak Ridge, TN, Oak Ridge National Laboratory, July 1, 2012, (digital raster data).

Bruijnzeel, L.A. (2004) Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? *Agriculture, Ecosystems and the Environment* 104: 185-228.

Cristina, S., and Valladares, R. (2010) *Impacts of Deforestation on Poverty : Case Study of the Region San Martín in Peru*. International Institute of Social Studies, The Netherlands.

CIAT – International Centre for Tropical Agriculture (2004) Void-filled seamless SRTM data V2. Raster Data available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database at: <http://srtm.csi.cgiar.org/>

de Jong, W., Melnyk, M., Alfaro Lozano, L., Rosales, M., and Garcia, M. (1999) *Una de Gato: Fate and future of a Peruvian forest resource*. CIFOR. Occasional Paper No. 22. ISSN: 0854-9818

Ecosystem Marketplace (2015) *Ahead of the curve state of the voluntary carbon markets 2015*. Forest Trends' Ecosystem Marketplace, Washington DC.

Edens, B. and Hein, L. (2013) Towards a consistent approach for ecosystem accounting. *Ecological Economics* 90:41-52.

Elsenbeer, H., Cassel, K., and Tinner, W. 1993. A daily rainfall erosivity model for Western Amazonia. *Journal of Soil and Water Conservation* 48(5): 439 – 444.

Esterguil, C. and Mouton, C. (2009) Measuring and reporting on forest landscape pattern, fragmentation, and connectivity in Europe: methods and indicators. Joint Research Centre, European Commission: Italy.

Eurostat (2008) *Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables. Methodologies and Working Papers*. Office for Official Publications of the European Communities: Luxembourg.

Fa, J.E., and Peres, C.A. (2001) Game vertebrate extraction in African and neotropical forests: An intercontinental comparison. In: *Conservation of Exploited Species* (Reynolds, J., Mace, G.M., Redford, K.H., Robinson, J.G., Eds). Cambridge University Press: Cambridge, UK.

Ferraro, P.J., Hanauer, M.M., Miteva, D.A., Nelson, J.L., Pattanayak, S.K., Nolte, C., and Sims, K.R.E. (2015) Estimating the Impacts of Conservation on Ecosystem Services and Poverty by Integrating Modeling and Evaluation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(24): 7420–25.

Ferrier, S., Manion, G., Elith, J., and Richardson, K. (2007) Using generalized dissimilarity modelling to analyse and predict patterns of beta diversity in regional biodiversity assessment. *Diversity and Distributions* 13: 252-264.

Flores-Palacios, A., and Valencia-Diaz, S. (2007) Local illegal trade reveals unknown diversity and involves a high species richness of wild vascular epiphytes. *Biological Conservation* 136: 372-387.

Giudice, R., Soares-Filho, B. S., Merry, F., Rodrigues, H. O., and Bowman, M. (2012) Timber concessions in Madre de Dios: Are they a good deal? *Ecological Economics* 77: 158–165.

González, C. Vargas, E. Rojas Baez, D. Castillo Soto, V. Espinoza Mendoza, A. Calderón-Urquiza Carbonel, R. Giudice Granados, N. Malaga Durán. 2014. Protocolo de Clasificación de Pérdida de Cobertura en los Bosques Húmedos Amazónicos entre los años 2000-2011. Ministerio del Ambiente y Ministerio de Agricultura y Riego. Lima-Perú.

Gupta, M.P., Handa, S.S., Longo, G., and Rakesh, D.D. (eds.) (2010) *Compendium of Medicinal and Aromatics Plants- The Americas*. Panama University.

Haines-Young, R., and Potschin, M. (2013) *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4*. University of Nottingham: Nottingham, UK. Available at <http://www.cices.eu>.

Hansen, M.C., Potapov, P.V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S.A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S.V., Goetz, S.J., Loveland, T.R., Komareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C.O., and Townshend, J.R.G. (2013) High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science* 342: 850–53. Data available on-line at: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>.

Inca, C.A.G., and López, R.L. (2015) Reporte Técnico Evaluación de los efectos de la deforestación sobre la hidrología y flujo lateral del carbono orgánico del suelo en la cuenca del Alto Mayo, Perú. *Report for CI-Peru*, Moyobamba, San Martín, Peru.

International Centre for Tropical Agriculture [CIAT] (2004) *Void-filled seamless SRTM data V2. Raster Data available from the CGIAR-CSI SRTM 90m*. Available online: <http://srtm.csi.cgiar.org/>

Jernigan, K.A. (2009) Barking up the same tree: a comparison of ethnomedicine and canine ethnoveterinary medicine among the Aguaruna. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 5:33

Klein, A. M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., and Tscharntke, T. (2007) Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 274(1608): 303-313.

Kvist, L.P., Gram, S., Cacaes, A., and Ore B. (2001) Socio-economy of flood plain households in the Peruvian Amazon. *Forest Ecology and Management* 150: 175-186.

Landers, D.H., and Nahlik, A.M. (2013) *Final Ecosystem Goods and Services Classification System (FECS-CS)*. EPA/600/R-13/ORD-004914. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development: Washington, D.C, USA. Retrieved at 06/06/2014 at http://ecosystemcommons.org/sites/default/files/feqs-cs_final_v_2_8a.pdf

Lawrence, A., Phillips, O.L., Reategui Ismodes, A., Lopez, M., Rose, S., Wood, D., and Jose Farfan, A. (2005) Local values for harvested forest plants in Madre de Dios, Peru: towards a more contextualized interpretation of quantitative ethnobotanical data. *Biodiversity and Conservation* 14: 45-79.

Lehner, B., Verdin, K., and Jarvis, A. (2008) New global hydrography derived from spaceborne elevation data. *Eos, Transactions, AGU* 89: 93-94.

Levi, T., Shepard Jr., G.H., Ohi-Schacherer, J., Peres, C.A., and Yu, D.W. (2009) Modelling the long-term sustainability of indigenous hunting in Manu National Park, Peru: landscape-scale management implications for Amazonia. *Journal of Applied Ecology* 46: 804-814.

Miller, R.E., and Blair, P.D. (2009) *Input-Output Analysis, Foundations and Extensions. Second Edition*. Cambridge University Press: New York, USA.

MINAG (2013) Perú forestal en números año 2012. MINAG-DGFFS, Government of Peru.

Ministerio del Ambiente [MINAM] (2012) *Memoria Descriptiva del Mapa de Cobertura Vegetal del Perú*. Editorial Super Gráfica EIRL: Lima, Peru.

Ministerio del Ambiente [MINAM] (2014) *Estimación de los contenidos de carbono de la biomasa aérea en los bosques de Perú*, MINAM: Lima, Peru.

Mitasova, H., Hofierka, J., Zlocha, M., and Iverson, L.R. (1996) Modelling topographic potential for erosion and deposition using GIS. *Int.J. Geographical Information Systems* 10: 629-641.

Morgan R.P.C. (2005) *Soil erosion and conservation*. Blackwell Publishing: USA. p. 316.

Mulligan, M. and Burke, S. (2005) FIESTA - Fog Interception for the Enhancement of Streamflow in Tropical Areas. In: *Annex 4a - Final technical report for AMBIOTEK contribution to the Department for International Development-Forestry Research Programme funded project (Project no. R7991)*. King's College London: London, UK. Available from: http://www.falw.vu/~fiesta/reports/R7991_FTR_Annex4a_Ambiotek_final.pdf. Accessed on August 30, 2015.

Ochoa-Cueva, P., Fries, A., Montesinos, P., Rodríguez-Díaz, J. A., and Boll, J. (2015) Spatial Estimation of Soil Erosion Risk by Land-cover Change in the Andes OF Southern Ecuador. *Land Degrad. Develop.* **26**: 565–573. doi: 10.1002/ldr.2219.

Ohi-Schacherer, J., Shepard Jr., G.H., Kaplan, H., Peres, C.A., Levi, T., and Yu, D.W. (2007) The sustainability of subsistence hunting by Matsigenka native communities in Manu National Park, Peru. *Conservation Biology* 21:1174-1185.

Oliviera, A.H. (2011) *Erosão Hídrica e Seus Componentes na Sub-bacia Hidrográfica do Horto Florestal Terra Dura, Eldorado do Sul (RS)*. PhD Thesis. Universidade Federal de Lavras: Lavras, Minas Geiras, Brazil.

Parks Watch (2003) *Protected area profile – Peru Alto Mayo protected forest*. Report available online: http://w.parkswatch.org/parkprofiles/pdf/ampf_eng.pdf Accessed August 28 2015

Pinedo-Vasquez, M., Zarin, D., and Jipp, P. (1990) Use-values of tree species in a communal forest reserve in northeast Peru. *Conservation Biology* 4: 405-416.

Riitters, K.H., Wickham, J.D., O'Neill, R.V., Jones, K.B., Smith, E.R., Coulston, J.W., Wade, T.G., and Smith, J. H. (2002) Fragmentation of continental United States forests. *Ecosystem* 5: 815-822.

Roque, J., and Leon, B. (2006) Orchidaceae endemias del Peru. *Rev. Peru. Biol.* 13: 7592-878s.

Saavedra, C. (2005) *Estimating spatial patterns of soil erosion and deposition in the Andean region using geo-information techniques: A case study in Cochabamba, Bolivia*. PhD Thesis. Wageningen University: The Netherlands.

Sáenz, L. (2012) *Understanding the impact of conservation of cloud forests on water inputs to dams*. PhD Thesis. King's College London: London, UK.

SEEA (2012a) *System of Economic Environmental Accounting 2012 - Central Framework*. Retrieved at 06/06/2014 at http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/SEEA_CF_Final_en.pdf

SEEA (2012b) *System of Economic Environmental Accounting 2012 – Experimental Ecosystem Accounting*. White cover publication, pre-edited text subject to official editing. Retrieved at 06/06/2014 at http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/eea_white_cover.pdf

System of National Accounts [SNA] (2008) Available online: <https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/sna2008.asp> Accessed August 28 2015.

Shanee, S., Tello-Alvarado, J.C., Boveda-Penalba, A.J. (2013) GIS Risk Assessment and GAP Analysis for the Andean Titi Monkey. *Primate Conservation* 26: 17-23.

Smith, K.R. (2006) El uso doméstico de leña en los países en desarrollo y sus repercusiones en la salud. *Unasylva* 224: 57.

Stiglitz, J.E., Sen, A., and Fitoussi, J.P. (2009) *Report. Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress*. Available online at <http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/en/index.htm>

Sumarga, E., Hein, L., Edens, B., and Suwarno, A. (2015) Mapping monetary values of ecosystem services in support of developing ecosystem accounts. *Ecosystem Services* 12: 71–83. doi:10.1016/j.ecoser.2015.02.009

Thomas, B.A. (2006) Slippers, thieves, and smugglers – dealing with the illegal international trade in orchids. *Env L Rev B*: 85-92.

Torres, R.E. (2005) *Suelos y Capacidad de Uso Mayor de la Tierra de la Región de San Martín, Zonificación Ecológica Económica de esta Región*. Gobierno Regional de San Martín: Moyobamba, San Martín, Peru.

Torres Muro, H.A. (2011) Evaluación de impacto ambiental producido por el uso de leña en zonas rurales de la Región Tacna. *Ciencia y Desarrollo* 13: 92-100.

Tukker, A., Huppes, G., van Oers, L., and Heijungs, R. (2006) Environmentally extended input-output tables and models for Europe. Institute for Prospective Technological Studies. European Commission.

United States Government (2013) *Technical support document: Technical update of the social cost of carbon for regulatory impact analysis under Executive Order 12866* (United States Government, Washington, DC.)

United Nations [UN] (2012) SEEA-Water System of Environmental-Economic Accounting for Water. United Nations Statistics Division: New York, USA.

United Nations Statistical Division (2015) SEEA Experimental Ecosystem Accounting: Technical Guidance. Draft for consultation – July 2015. Prepared as part of the joint UNEP / UNSD / CBD project on Advancing Natural Capital Accounting funded by NORAD.

Van vliet, N., Mesa, M.P.Q., Cruz-Antia, D., Neves de Aquino, L.J., Moreno, J., and Nasi, R. (2014) The uncovered volumes of bushmeat commercialized in the Amazonian trifrontier between Colombia, Peru, and Brazil. *Ethnobiology and Conservation* 3: 7.

Vardon, M. (2014) Carbon and ecosystem accounting: draft technical note.

Vogt, P. (2014) *GuidosToolbox (Graphical User Interface for the Description of image Objects and their Shapes): Digital image analysis software collection*. Available online <http://forest.jrc.ec.europa.eu/download/software/guidos>

Winfrey, R., Gross, B.J., and Kremen, C. (2011) Valuing pollination services to agriculture. *Ecological Economics* 71: 80–88.

Wischmeier, W.H., and Smith, D.D. (1978) *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. Agriculture Handbook No. 537*. USDA/Science and Education Administration, US. Govt. Printing Office, Washington, DC, USA.

Works, M.A. (1990) Continuity and conservation of house gardens in Western Amazonia. *APCG Yearbook* 52: 31-64.

The World Bank (2014). *Accounting for Water in Botswana. WAVES Technical report*. The World Bank: Washington D.C., USA.

Xiao, X., Boles, S., Liu, J., Zhuang, D., Frolking, S., Li, C., Salas, W. & Moore, B. III (2005) Mapping paddy rice agriculture in southern China using multi-temporal MODIS images. *Remote Sensing of Environment* 95: 480–492.

Zimmermann, R., Roque, H.S., Börner, A., and Mette, T. (2003) Tree growth history, stand structure, and biomass of pre montane forest types at the Cerro Tambo, Alto Mayo, Northern Peru. *Lyonia* 3(2): 291-300.

Zimmermann, B., and Elsenbeer, H. (2008) Spatial and temporal variability of soil saturated hydraulic conductivity in gradients of disturbance. *Journal of Hydrology* 361: 78–95.

Zimmermann, B., Papritz, A., and Elsenbeer, H. (2010) Asymmetric response to disturbance and recovery: Changes of soil permeability under forest–pasture–forest transitions. *Geoderma* 159: 209–215.

