

El contenido de esta obra es una contribución del autor al repositorio digital de la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, por tanto el autor tiene exclusiva responsabilidad sobre el mismo y no necesariamente refleja los puntos de vista de la UASB. Este trabajo se almacena bajo una licencia de distribución no exclusiva otorgada por el autor al repositorio, y con licencia [Creative Commons - Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas 3.0 Ecuador](#)



---

## ¿Existen alternativas frente al petróleo en la Amazonía Centro-sur?

Carlos Larrea

**¿Existen alternativas frente al petróleo en la Amazonía Centro-sur?**

Carlos Larrea

Versión preliminar, no citar ni reproducir

## ¿Existen alternativas frente al petróleo en la Amazonía Centro-sur?

Carlos Larrea

### Introducción

En el capítulo anterior se analizó cómo la economía ecuatoriana, basada principalmente en las exportaciones de petróleo desde 1972, ha enfrentado serios obstáculos para canalizar las utilidades del petróleo hacia un desarrollo equitativo y sustentable. La experiencia de las cuatro últimas décadas refleja un crecimiento económico lento e inestable, que se ha mostrado insuficiente no solamente para diversificar y fortalecer la economía sino sobre todo para superar las grandes inequidades que históricamente han prevalecido en el país, logrando la inclusión efectiva de una proporción elevada de la población. Si bien durante los últimos años se han registrado importantes avances sociales, su continuidad y profundización son dudosas, debido a factores como la mínima diversificación de las exportaciones y de la actividad productiva, y también el progresivo agotamiento de las condiciones externas que han impulsado la recuperación reciente del país y de América Latina.

Adicionalmente, la progresiva declinación de la extracción petrolera a partir de 2004 y las limitadas reservas configuran un escenario caracterizado por la necesidad de una rápida sustitución del petróleo por una economía más diversificada y flexible, en un lapso de tiempo no mayor de 20 años. Los avances en este sentido han sido muy limitados. Finalmente, los impactos ambientales de la extracción petrolera sobre los ecosistemas extremadamente ricos en biodiversidad en la Amazonía, la salud de la población y las culturas indígenas han sido severos.

Entendemos el desarrollo humano y sustentable, o *buen vivir*, como un proceso encaminado a una mejora participativa de la calidad de la vida, a partir no solamente de un mayor acceso a bienes y servicios para la satisfacción de las necesidades humanas, sino también de la consolidación de la cohesión social, valores comunitarios, y la participación activa de individuos y comunidades en las decisiones relevantes para la construcción de su propio destino, sobre la base de la equidad con respeto a la diversidad. Este proceso se inscribe en una relación armónica con la naturaleza, que concibe a la sociedad humana como un elemento constitutivo de una totalidad dinámica en evolución, cuya realización plena no puede exceder los límites de los ecosistemas que lo han originado (SENPLADES, 2013).

Frente al agotamiento de las reservas de petróleo y la inevitable declinación futura de los volúmenes a extraerse, el país enfrenta dos alternativas básicas. La primera, promovida por el actual gobierno, consiste en profundizar el extractivismo para superarlo en el mediano plazo, iniciando la extracción petrolera en el campo ITT del Parque Nacional Yasuní, luego de la decisión estatal de abandonar la Iniciativa Yasuní-ITT; ampliando la frontera petrolera hacia la Amazonía centro-sur, mediante la XI Ronda Petrolera y la explotación futura de bloques reservados para las empresas públicas, y promoviendo la minería en gran escala, mediante el proyecto Cóndor Mirador en la Amazonía sur, que se encuentra firmado, y otros proyectos en negociación.

La segunda alternativa se basa en una política de conservación de los ecosistemas remanentes, y la promoción, con activa participación pública, de una diversificación productiva hacia actividades compatibles con la preservación de la biodiversidad, que tengan alto potencial redistributivo y de generación de empleo. Inicialmente se promoverán el turismo, el ecoturismo y el turismo de aventura, y complementariamente se impulsará la cooperación internacional hacia la conservación de la biodiversidad y mitigación del cambio climático. Son prioritarios también el desarrollo de

energías renovables, la soberanía alimentaria mediante agroforestería y agroecología, y la promoción del bioconocimiento con una adecuada participación nacional y de los pueblos indígenas en sus beneficios. También se promoverán actividades de transformación de bienes primarios, principalmente alimentos, en ramas intensivas en empleo con amplios enlaces productivos nacionales.

Este artículo tiene dos objetivos. Se propone en primer lugar profundizar en los efectos de la actual estrategia de desarrollo en la Amazonía, y específicamente en su región centro-sur, y complementariamente se busca presentar en mayor detalle las opciones y efectos de las dos alternativas de desarrollo esbozadas en el contexto nacional.

### **Fuentes y metodología**

Las principales fuentes empíricas para el análisis social son los censos de población, principalmente los de 1990, 2001 y 2010. Se ha analizado también la Encuesta de Condiciones de Vida de 2006 para combinarla con los censos y obtener estimaciones locales de pobreza y desigualdad social. Las principales fuentes sobre variables ambientales, principalmente deforestación y cambio en el uso del suelo, son fotografías satelitales procesadas por el Ministerio del Ambiente (MAE) y estudiadas por Rodrigo Sierra para los años 1990, 2000 y 2008 (Sierra, 2013), y la información más reciente del MAE sobre ecosistemas originales y remanentes (MAE, 2012). A partir de esta información y otras fuentes complementarias se ha procesado integradamente variables ambientales y sociales, desagregando la región Amazónica con varios criterios y niveles de detalle, que se explicarán ampliamente en las siguientes secciones. Como primera aproximación, se ha dividido la región en tres grandes subregiones: norte, centro-sur y sur. La subregión centro-sur corresponde gruesamente a las áreas cubiertas por la XI ronda petrolera y sus bloques excluidos sin explotación. Específicamente, incluye los cantones Morona, Palora, Sucúa, Huamboya, Taisha, Logrono, Pablo Sexto, Tiwintza, Tena, Archidona, Carlos Julio Arosemena Tola, Pastaza, Mera, Santa Clara, Arajuno, y Loreto, en las provincias de Pastaza, Napo, Morona Santiago y Orellana. La Amazonía norte está conformada principalmente por el área intervenida petrolera actual, el área intervenida no petrolera occidental, y las áreas predominantemente no intervenidas de la Reserva de Biosfera Yasuní, la Reserva Faunística Cuyabeno y su entorno. La Amazonía sur corresponde a la región no incluida en las subregiones mencionadas, principalmente en la provincia de Zamora Chinchipe (Mapa 1).

Para un estudio más detallado, se han diferenciado las siguientes subregiones en la Amazonía rural, establecidas a partir de la división del INEC en sectores censales, que son el segmento más pequeño con información estadística disponible: áreas no petrolera intervenida, petrolera intervenida, y no intervenida de la Amazonía norte, áreas intervenida y no intervenida de la Amazonía sur-oriente, y Amazonía sur intervenida. Para analizar con mayor detalle los efectos sociales y ambientales de la actividad petrolera en la Amazonía norte se han definido tres sub-áreas, la ruta Auca, que constituye un caso particular de deforestación y conflictividad al occidente de la Reserva de Biosfera Yasuní, la ruta Maxus, que fue la única carretera construida antes de 2012 al interior del Parque Nacional Yasuní con fines de extracción de petróleo, y el resto del área. Todas las áreas son continuas, y se define un área como intervenida cuando su proporción de territorio deforestado sobre el total es significativa, como se observa en el Mapa 2. A estas áreas debe añadirse la Amazonía urbana (conformada por áreas amanzanadas contiguas de más de 5.000 habitantes) y las áreas rurales amanzanadas. Esta división territorial, basada en sectores censales y patrones de deforestación, es distinta de la clasificación inicial, basada en cantones y en la distribución de los bloques de la XI Ronda petrolera.

Con el propósito de evaluar los posibles impactos de la expansión de la actividad petrolera en la Amazonía centro-sur se han elaborado escenarios prospectivos de deforestación, bajo varias hipótesis alternativas, como la estrategia conservacionista sin expansión de la actual actividad petrolera y con políticas de protección, la expansión de la actividad petrolera bajo distintos supuestos, y la continuidad de las tendencias actuales con construcción de vías sin expansión de la extracción petrolera. Estos escenarios se han proyectado hacia el futuro en un horizonte de hasta 20 años, y sus resultados muestran mapas de deforestación, que permiten evaluar adicionalmente impactos sobre la integridad de los ecosistemas remanentes, considerando factores como la degradación de la biodiversidad debido a la fragmentación y otros efectos. Los escenarios han sido elaborados utilizando el programa *Idrisi Selva*. Aunque los resultados detallados del análisis ambiental se exponen en otros capítulos, algunas conclusiones de este estudio son integradas aquí, para analizarlos integradamente en el contexto del análisis comparativo de las estrategias de desarrollo.

Para estudiar el potencial petrolero de la Amazonía centro-sur se ha empleado la información pública difundida por el gobierno y algunas entrevistas con informantes calificados.

### **La Amazonía Centro Sur: una Región Única**

El centro-sur amazónico es una región única en el país. Cubre más de la mitad (60%) de la Amazonía ecuatoriana, y alberga el 41% de su población (Cuadros 1 y 3). La subregión sobresale tanto por la elevada participación y diversidad de sus culturas indígenas como por su alto grado de conservación.

Culturalmente, la Amazonía centro-sur constituye la región más rica del país. Entre sus habitantes están representadas todas las 32 nacionalidades indígenas ecuatorianas, y su territorio alberga a la mayoría de los Shuar, Achuar, Shiwiar, Zápara, Kichuas amazónicos, e inclusive Waoranis. El 55% de su población es indígena, la cifra más alta del país, muy superior a las proporciones de las restantes subregiones amazónicas (véase información detallada en el Cuadro 2).

Esta incomparable riqueza cultural está acompañada de un elevado nivel de conservación de la biodiversidad de su territorio. El 87% de su superficie está todavía cubierto por bosques, cifra que también es la mayor del país, y su tasa de deforestación - 0.22% anual en el período 1990-2008 - es claramente la más baja del Ecuador (Cuadro 1).

Las selvas tropicales albergan la mayor proporción de biodiversidad en el planeta, regulan el clima y el aprovisionamiento de agua, y conforman, junto con los mares, los mayores sumideros de carbono que estabilizan el clima mundial. Los servicios ecosistémicos de las selvas tropicales constituyen un requisito indispensable para la subsistencia futura de la civilización humana. La Amazonía es la mayor selva tropical en el mundo, y en su interior, la región occidental, próxima a la cordillera de los Andes, donde se encuentra el Ecuador, alcanza la mayor biodiversidad. Sin embargo, la Amazonía occidental ha sido también catalogada como uno de los 14 frentes de deforestación más activos del mundo, y esta riqueza biológica está seriamente amenazada (Myers, 1993, Myers, 2000).

La riqueza biológica de la Amazonía centro-sur es analizada en detalle en otros capítulos de este libro. Para los fines más amplios de esta investigación, se señalan, sin embargo, algunos elementos que demuestran la significación única de la subregión.

**Cuadro 1**  
**Deforestación y Cambio de Uso del Suelo en el Ecuador continental: 1990-2008**  
**(Áreas en kilómetros cuadrados)**

Año	1990				2000				2008				
	Bosque	Agricultura	Urbana	Otros	Bosque	Agricultura	Urbana	Otros	Bosque	Agricultura	Urbana	Otros	Total
Litoral	24459.3	34202.9	427.9	9106.2	19398.7	39271.6	442.9	9106.2	16950.6	41692	470.6	9106.2	68219.4
Sierra	18182.8	21730.8	325.1	23287	15392	24522	326.5	23287	14100.3	25811.5	328.7	23287	63527.5
Amazonia	83877.2	6603.9	39.6	4378.2	80142	10345.3	46.6	4378.2	78109.2	12364.9	59.8	4378.2	94912.1
Amazonia Norte	38379.6	2714	19.7	1591.1	36067.4	5033.1	23.6	1591.1	35698.2	5391.5	34.4	1591.1	42715.2
Amazonia Centro sur	51400.8	3024.7	16.9	2368.2	50339.3	4088.2	19.7	2368.2	49402	5020.7	24.5	2368.2	56815.4
Amazonia Sur	14398.9	1883.2	10	779.2	13026.2	3256.6	11.5	779.2	12091.6	4189	13.7	779.2	17073.5
Nacional	146816	63555.6	799.7	37131.5	134224	76171.1	824.5	37131.5	128242	82104.7	872.4	37131.5	248351

	Tasa anual de deforestación			Porcentaje de remanencia		
	1990-2000	2000-2008	1990-2008	1990	2000	2008
<b>Nacional</b>	<b>0.89</b>	<b>0.57</b>	<b>0.75</b>	59.1	54.0	51.6
<b>Litoral</b>	<b>2.29</b>	<b>1.67</b>	<b>2.02</b>	35.9	28.4	24.8
<b>Sierra</b>	<b>1.65</b>	<b>1.09</b>	<b>1.40</b>	28.6	24.2	22.2
<b>Amazonia</b>	0.45	0.32	0.40	88.4	84.4	82.3
Amazonia Norte	0.62	0.13	0.40	89.9	84.4	83.6
Amazonia Centro-sur	0.21	0.23	0.22	90.5	88.6	87.0
Amazonia Sur	1.00	0.93	0.97	84.3	76.3	70.8

Fuente: Sierra, 2013.

**Cuadro 2**

<b>Población indígena del Ecuador por nacionalidad y región</b>								
	<b>Amazonía</b>							<b>Total</b>
<b>Nacionalidad</b>	<b>Costa</b>	<b>Sierra</b>	<b>Norte</b>	<b>Centro Sur</b>	<b>Sur</b>	<b>Total</b>	<b>Galápagos</b>	<b>Total País</b>
Awa	1461	3915	72	61	4	137	0	5513
Achuar	336	859	253	6302	112	6667	3	7865
Chachi	9457	728	19	16	2	37	0	10222
Cofan	70	163	1023	182	45	1250	2	1485
Epera	486	38	9	13	0	22	0	546
Siona	15	45	537	14	0	551	0	611
Secoya	86	42	464	91	6	561	0	689
Shiwiar	56	105	25	938	74	1037	0	1198
Shuar	326	1549	3916	57793	16120	77829	5	79709
Tsachila	102	2710	34	110	0	144	0	2956
Waorani	73	120	908	1312	2	2222	1	2416
Zápara	7	78	10	464	0	474	0	559
Andoa	1586	1671	132	2846	112	3090	69	6416
Kichwa	16960	185972	37935	84812	2195	124942	275	328149
Pastos	73	1296	17	23	0	40	0	1409
Natabuela	2	1802	50	3	5	58	0	1862
Otavalo	636	55670	165	156	18	339	30	56675
Karanki	51	11434	34	60	1	95	10	11590
Kayambi	56	33319	330	21	0	351	0	33726
Kitukara	2	2387	7	3	0	10	0	2399
Panzaleo	104	60764	41	105	11	157	1	61026
Chibuleo	78	5130	55	120	0	175	0	5383
Salasaka	71	5576	22	17	0	39	759	6445
Kisapincha	126	9911	14	44	0	58	10	10105
Tomabela	19	12009	2	13	0	15	1	12044
Waranka	62	16827	37	35	0	72	2	16963
Puruha	5778	129486	243	515	74	832	45	136141
Kañari	171	28357	6	29	77	112	5	28645
Saraguro	60	12013	15	39	4964	5018	27	17118
Paltas	15	380	2	3	24	29	0	424
Manta	262	41	0	1	7	8	0	311
Huancavilca	1607	446	8	1	1	10	0	2063
Otras	1502	18225	304	473	3	780	18	20525
Sin información	35270	91374	7385	8640	1828	17853	491	144988
<b>Total</b>	<b>76966</b>	<b>694442</b>	<b>54074</b>	<b>165255</b>	<b>25685</b>	<b>245014</b>	<b>1754</b>	<b>1018176</b>
Población total	7269206	6449355	305889	302462	131463	739814	25124	14483499
% indígena	1.1	10.8	17.7	54.6	19.5	33.1	7.0	7.0

Fuente: INEC. Censo de Población y Vivienda, 2010.

**Cuadro 3****Población del Ecuador por Regiones: 1990-2010**

Región	Población			Tasa de crecimiento anual		
	1990	2001	2010	1990-2001	2001-2010	1990-2010
Costa	4804452	6128809	7269206	2.24	1.91	2.09
Sierra	4377824	5460738	6449355	2.03	1.87	1.96
Amazonía Norte	117417	213664	305889	5.59	4.07	4.90
Amazonia Centro-sur	150415	219702	302462	3.50	3.62	3.55
Amazonia Sur	97621	115053	131463	1.50	1.49	1.50
Amazonía total	365453	548419	739814	3.76	3.38	3.59
Galápagos	9785	18640	25124	6.03	3.37	4.83
Total Nacional	9557514	12156606	14483499	2.21	1.97	2.10

Fuentes: INEC. Censos de Población y Vivienda, 1990, 2001 y 2010.

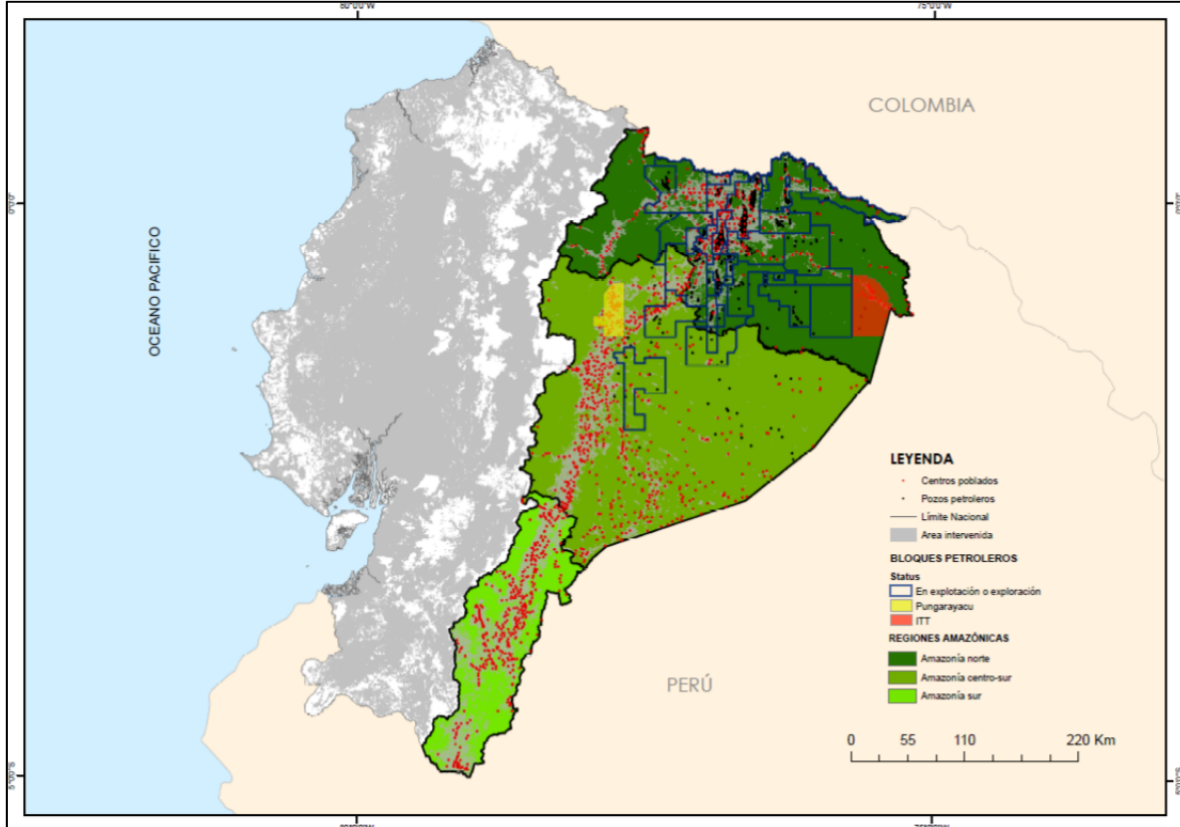
**Cuadro 4****Población del Ecuador por subregiones detalladas: 2001 y 2010**

Región	Población		Tasa de crecimiento anual
	2001	2010	
Quito Urbano	1621646	1979831	2.24
Resto Sierra Urbana	1520092	1960146	2.87
Guayaquil Urbano	2007892	2307587	1.56
Resto Costa Urbana	2266478	2987451	3.12
Galápagos Urbano	8509	18085	8.74
Sierra Rural	2319000	2509378	0.88
Costa Rural	1854439	1974168	0.70
Galápagos Rural	10131	7039	-3.97
Amazonía Norte Intervenida Petrolera Rural	84576	107397	2.69
Amazonía Norte Intervenida No Petrolera Rural	57469	72234	2.57
Amazonía Sur Intervenida Rural	50275	54550	0.91
Amazonía norte intervenida Vía Auca Rural	14302	17645	2.36
Amazonía norte intervenida Vía Maxus Rural	2034	1645	-2.33
Amazonía Amanzanada Rural	107456	133392	2.43
Amazonía Suroriente Rural	60464	88611	4.34
Amazonía Suroriente Urbana	13699	16198	1.88
Amazonía Norte no Intervenida	5448	6906	2.67
Resto de la Amazonía Urbana	152696	241236	5.21
Total Nacional	12156606	14483499	1.97

Fuentes: INEC. Censos de Población y Vivienda, 2001 y 2010.

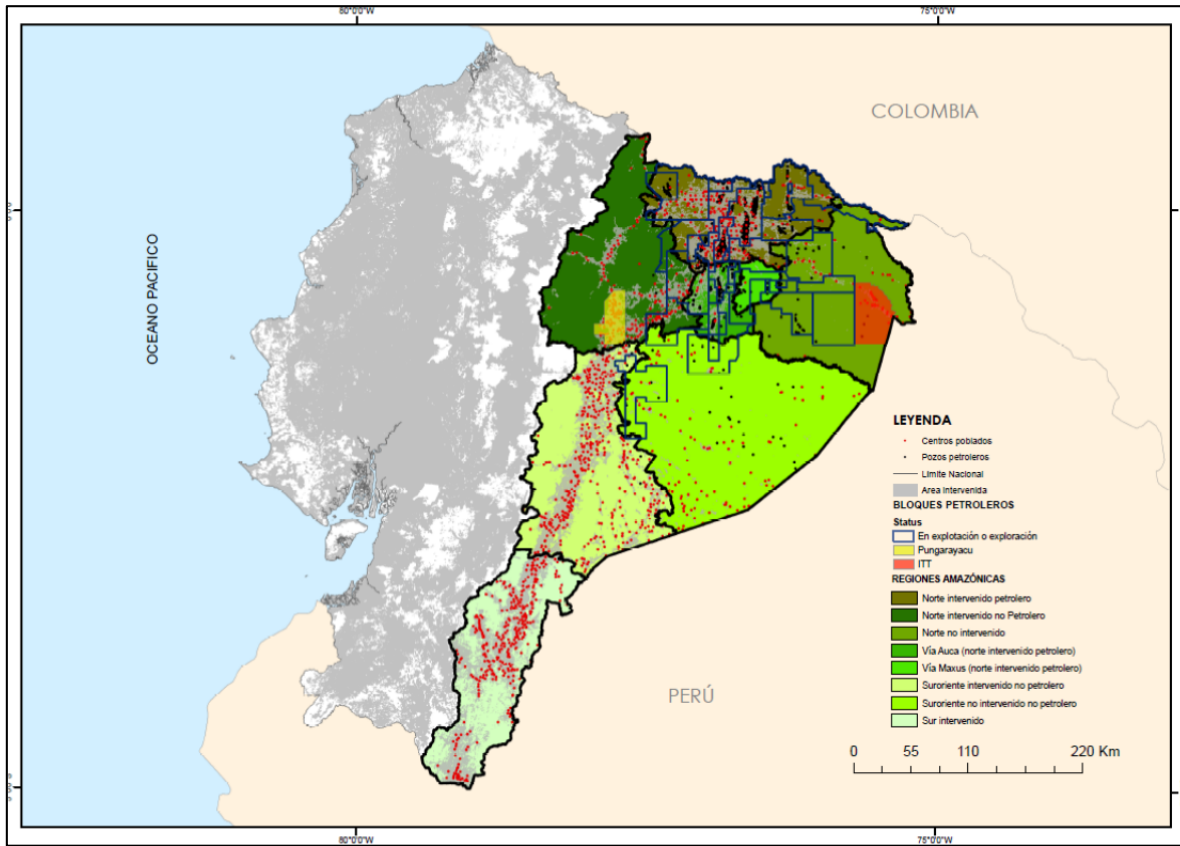


**Mapa 1. Conservación, población y petróleo en la Amazonía**



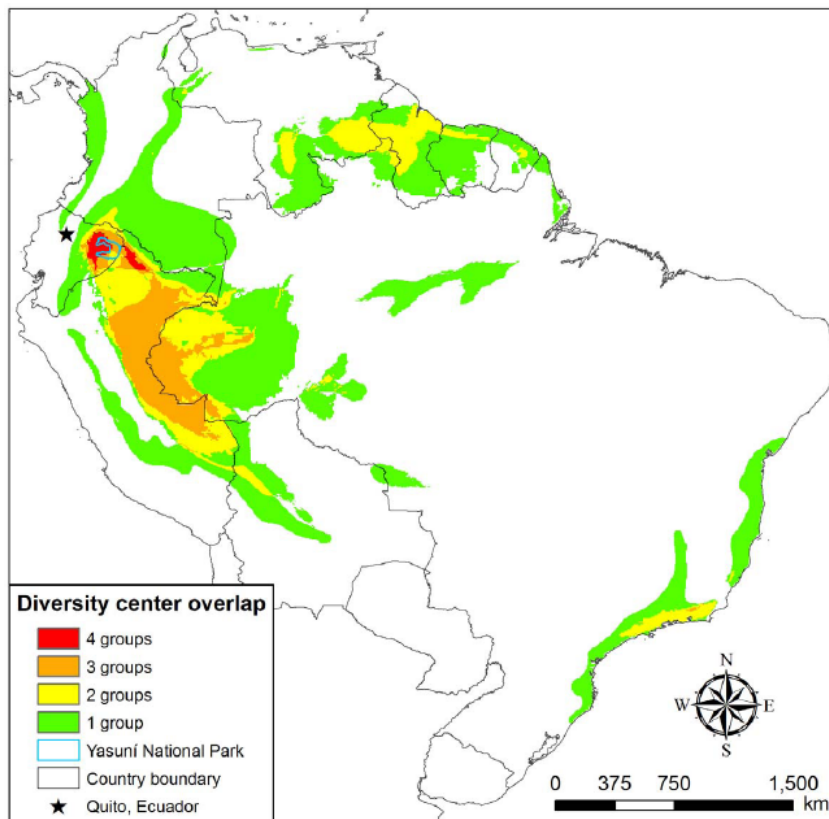
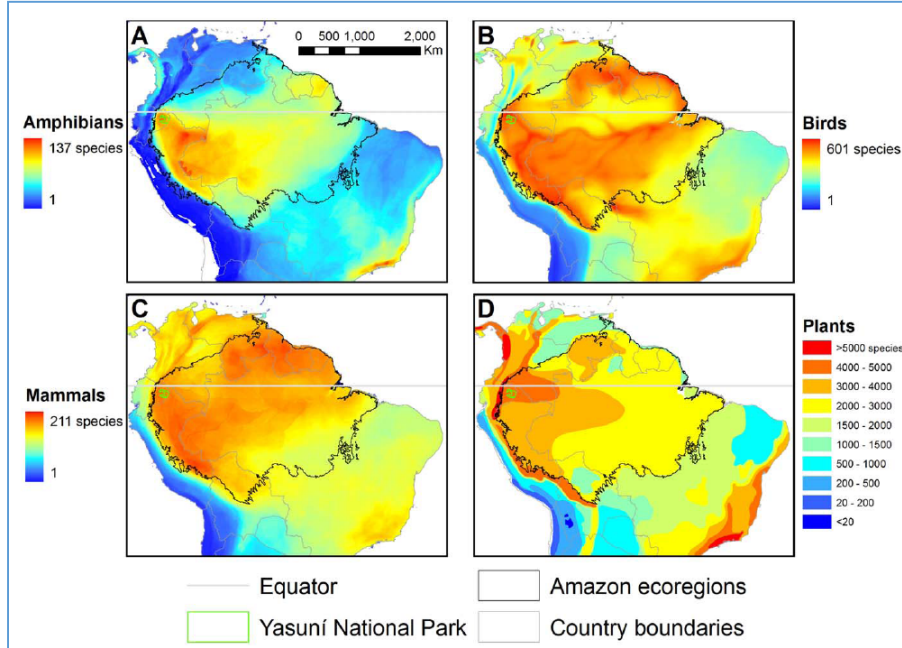
Fuentes: Larrea, 2005. UASB-UISA, Base de información socio-ambiental, 2013.

## Mapa 2 División territorial de la Amazonía rural



Fuentes: Larrea, 2005. UASB-UISA, Base de información socio-ambiental, 2013.

### Mapa 3 Biodiversidad en la Cuenca Amazónica



Fuente: Bass M, Finer M, Jenkins C, et al, 2010.

Estudios recientes muestran que el este de la Amazonía ecuatoriana, integrada en el norte por la cuenca del alto Napo, con la Reserva Faunística Cuyabeno y el Parque Nacional Yasuní, y vinculada en el Sur con las cuencas de los ríos Pastaza, Morona y Santiago, conforma el área con mayor biodiversidad del hemisferio occidental, donde las áreas protegidas y la integridad de los ecosistemas aledaños permiten una estrategia de conservación viable (Mapa 3).

La región oriental de la Amazonía ecuatoriana es un área heterogénea desde varias perspectivas. Sin embargo esta región tiene algunas características particulares que le confieren alta relevancia. Su ubicación estratégica, cercana a la línea equinoccial y a la cordillera de los Andes, le proporciona condiciones climáticas únicas en la Amazonía, con temperatura y humedad relativamente uniformes y elevadas. La teoría de los refugios del pleistoceno proporciona elementos explicativos de la excepcional biodiversidad del área, aunque se han propuesto también otras hipótesis. Además su estado de remanencia de ecosistemas originales es excepcional, y hace viable una política integrada de conservación. Aunque los parques nacionales y áreas protegidas estatales (Yasuní y Cuyabeno) se encuentran al norte, la subregión conforma un territorio continuo, con pluviosidad comparable y alta, y condiciones casi óptimas de conservación. Si bien la región al sur de río Curaray es menos conocida, y su estructura geológica es distinta, su potencial de conservación y su riqueza biológica son también excepcionales.

### **Petróleo y condiciones de vida en la Amazonía ecuatoriana**

Tanto el desarrollo humano sustentable como el buen vivir se proponen alcanzar condiciones de vida compatibles con la dignidad humana de manera equitativa y participativa, dentro de la capacidad de respuesta de los ecosistemas naturales. Es fundamental preguntarse si las cuatro décadas de explotación petrolera en la Amazonía han conducido a este objetivo.

El análisis integrado de un amplio conjunto de indicadores sociales en la Amazonía evidencia que la región ha mantenido las mayores carencias en sus condiciones de vida en el país desde al menos 1990, y que estas brechas no han desaparecido. Además, paradójicamente, las áreas urbanas y rurales vinculadas a la actividad petrolera presentan indicadores desfavorables respecto a las zonas no vinculadas al petróleo en la región, confirmando que la extracción petrolera no ha significado un aporte a la mejora local en las condiciones de vida.

Para explorar los cambios sociales con detalle, se ha procesado 19 indicadores seleccionados de educación, salud, vivienda, empleo y pobreza para todas las parroquias del país, empleando los Censos de población y vivienda de 1990, 2001 y 2010. A partir de ellos se ha elaborado un índice de desarrollo social comparativo,<sup>1</sup> cuyas medias por región y por área de residencia se presentan en el Cuadro 5.

---

<sup>1</sup> Los indicadores empleados para la construcción del índice social comparativo son: escolaridad, alfabetismo, tasas netas de asistencia primaria, secundaria y superior, tasa de acceso a la instrucción superior, diferencias por sexo en alfabetismo y escolaridad, personal equivalente de salud, porcentaje de hijos muertos de madres entre 15 y 49 años, porcentaje de mujeres en la PEA, porcentaje de viviendas con agua potable, alcantarillado, recolección de basura, electricidad, paredes apropiadas, piso apropiado, porcentaje de viviendas con menos de tres personas por cuarto y porcentaje de hogares con servicio higiénico exclusivo. Los indicadores han sido previamente estandarizados, y el índice se ha transformado a una escala entre 0 y 100 puntos. El índice social comparativo captura el 50,5% de la varianza total de los 19 indicadores que lo componen.

El Índice tiene la siguiente fórmula:

$$ISC = 0.904 * ESCOL24 + 0.707 * ALFAB15 + 0.604 * TPRIM + 0.859 * TSECUN + 0.822 * TSUP + 0.771 * TACSUP - 0.452 * DISEXAL + -0.299 * DISEXESCOL + 0.714 * PERSAL - 0.722 * PNINMUER$$

**Cuadro 5**  
**Índice de Desarrollo Social Comparativo por Región y Área: 1990-2010**

<b>Región y área</b>	<b>1990</b>	<b>2001</b>	<b>2010</b>
Sierra Rural	42.1	49.0	59.0
Sierra Urbana	67.3	72.1	78.4
Costa Rural	42.4	47.7	55.3
Costa Urbana	59.6	63.1	69.6
Amazonía Rural	41.0	45.8	54.3
Amazonía Urbana	54.1	60.5	68.3
Galápagos Rural	62.1	65.9	69.6
Galápagos Urbano	65.5	66.8	74.6
<b>Total</b>	<b>55.2</b>	<b>60.4</b>	<b>68.1</b>

Fuentes: UASB-UISA, con base en: INEC, Censos de Población y Vivienda, 1990, 2001, 2010 y Encuesta de Condiciones de Vida, 2006.

**Cuadro 6**  
**Índice de Desarrollo Social Comparativo por Subregión y Área: 1990-2010**

<b>Subregión</b>	<b>Zona</b>	<b>1990</b>	<b>2001</b>	<b>2010</b>
Amazonía Urbana	Petrolera	47.6	55.3	64.1
	No petrolera	58.3	64.8	72.5
Amazonia Rural	Petrolera	40.4	44.9	53.0
	No petrolera intervenida	41.9	47.0	55.8
	No intervenida	31.1	35.6	42.3
Sierra Rural		42.1	49.0	59.0
Sierra Urbana		67.3	72.1	78.4
Costa Rural		42.4	47.7	55.3
Costa Urbana		59.6	63.1	69.6
Galápagos		63.6	66.4	73.4
<b>Total Nacional</b>	<b>Total</b>	<b>55.2</b>	<b>60.4</b>	<b>68.1</b>

Fuentes: UASB-UISA, con base en: INEC, Censos de Población y Vivienda, 1990, 2001, 2010 y Encuesta de Condiciones de Vida, 2006.

La Amazonía mantiene, entre 1990 y 2010, las condiciones de vida más críticas en el país. Su área rural tuvo en 2010 un índice de 54 puntos, frente a la media nacional de 68 puntos. En el caso urbano, la región Amazónica también mantiene los valores más bajos frente a las otras regiones del país.

Para explorar el efecto social local de la actividad petrolera, se ha diferenciado, tanto en el área urbana como en la rural, las zonas intervenidas petroleras y no petroleras, y se ha creado una

---


$$+ 0.233 * PFEMPEA + 0.802 * PAGUA + 0.749 * PALCAN + 0.848 * PBASURA + 0.734 * PELECT + 0.693 * PPARED + 0.602 * PPISO + 0.716 * PPERCUA + 0.839 * PSSHH \text{ (Larrea y Camacho, ed. 2013).}$$

categoría adicional para las subregiones no intervenidas. El Cuadro 6 contiene los valores del índice social comparativo con esta clasificación más detallada.

Sorprendentemente, tanto en el campo como en las ciudades, las regiones petroleras se comparan desfavorablemente frente a sus contrapartes no petroleras. Estos datos sugieren que el aporte del petróleo al desarrollo local ha sido mínimo o incluso puede tener valores negativos.

La medición precisa del aporte de la actividad petrolera al desarrollo local no puede obtenerse únicamente a partir de la diferencia entre los índices, debido a que otros factores que intervienen en el proceso de desarrollo, como la calidad del suelo, la antigüedad de la colonización, la infraestructura, la potencialidad para el turismo, etc. no han sido estimados en cada caso. En general, puede afirmarse que la aptitud de los suelos para la agricultura, siendo en general pobre en el conjunto de la Amazonía, es relativamente mejor en áreas próximas a la cordillera de los Andes, donde no hay actividad petrolera, así como en el área cercana a Lago Agrio, en las estribaciones del Reventador (Mapa 4). Además, varias regiones no petroleras de estribación de cordillera o zonas similares en la Cordillera del Cóndor han tenido un proceso de colonización previo al inicio de la actividad petrolera (Larrea, C., Larrea, A. y Bravo, 2009).

Pese a los límites de la comparabilidad, los datos muestran que las zonas petroleras en general presentan condiciones de vida más críticas que las restantes. Este resultado puede interpretarse tomando en cuenta que el aporte de la actividad petrolera al empleo local es muy bajo, como se mostrará en detalle en las siguientes secciones. La extracción petrolera en la Amazonía tiene la estructura de un enclave, con escasas vinculaciones productivas y de consumo con la economía local. Los insumos para la actividad petrolera son importados o provienen de las principales ciudades fuera de la región, y el procesamiento del crudo se realiza también fuera de la región. Los campamentos tienen una población predominantemente masculina y altamente calificada, con relativo aislamiento frente a la economía local. La participación local en el excedente petrolero se produce principalmente mediante la redistribución regional de los ingresos fiscales, pero al parecer, la capacidad de los municipios y gobiernos autónomos para recibir recursos e invertirlos en mejoras en las condiciones de vida ha sido limitada o simplemente semejante a la de los gobiernos autónomos amazónicos de las áreas no petroleras, al menos hasta 2010.

Se han diferenciado con mayor detalle tres zonas en las áreas rurales petroleras. En primer lugar está el área petrolera principal, conformada desde fines de los años 1960 alrededor de Lago Agrio y posteriormente ampliada hacia el sureste hasta Coca (Francisco de Orellana) donde se concentran los campos maduros de crudos livianos operados inicialmente por Texaco y luego por Petroecuador, (excepto el campo Auca) y nuevos campos de crudos pesados integrados a partir de los años 1980. Esta región concentra la mayor parte de la extracción y la deforestación asociada a la colonización y expansión vial. En segundo lugar se ha separado la ruta Auca, al sur del río Napo a partir de Coca (Mapa 5). Esta vía fue construida por Texaco para desarrollar el campo Auca, y posteriormente se han incorporado otros campos marginales de menor significación. Antes de la expansión petrolera el territorio estaba poblado por el pueblo Huaorani, que fue posteriormente concentrado en el Protectorado por el Instituto Lingüístico de Verano. La vía Auca ilustra una situación de extensa colonización con la presencia de campos petroleros de limitada capacidad productiva, y además integra una población de origen Huaorani desplazada y aculturada, una población Kichua más reciente y una migración mestiza, en un contexto conflictivo. Este caso es relevante porque las reservas petroleras de la Amazonía centro-sur pueden presentar características comparables, con campos de limitada capacidad y alta dispersión, y con una población indígena con derechos sobre el territorio.

La tercera zona corresponde a la ruta Maxus, que es la única carretera construida al interior del Parque Nacional Yasuní antes de 2012, con fines de extracción petrolera. Su actividad petrolera corresponde al Bloque 16, operado por Repsol-YPF. Desde 2012 se ha construido una segunda carretera en el Bloque 31, operado por Petroamazonas. La ruta Maxus es relevante para esta investigación porque ilustra los resultados de una política de control de la colonización, ya que solamente las comunidades indígenas que habitaban el área (principalmente Huaoranis) están permitidas para deforestar con fines de producción agropecuaria, y hay un control estricto de la inmigración. Por otra parte Repsol-YPF ha mantenido un programa de desarrollo social con la población Huaorani al interior del Bloque 16.

La regionalización detallada comparativa de la Amazonía combina la división por áreas (urbana y rural), regiones (norte, centro-sur y sur), intervención en ecosistemas y actividad petrolera. Los sectores censales amazónicos han sido divididos en 10 grupos principales. Con fines comparativos se han añadido las regiones restantes del país desagregadas por áreas de residencia, y las dos ciudades metropolitanas (Quito y Guayaquil). Para cada una de estas 19 divisiones geográficas se han calculado 16 indicadores sociales a partir de los censos de 2001 y 2010, y con estos indicadores se ha elaborado un índice social por el método de los componentes principales.

El Cuadro 7 contiene varios indicadores sociales representativos en 2010, y el índice social para 2001 y 2010, desagregados con alto detalle geográfico siguiendo la mencionada clasificación. El análisis de esta información conduce a las conclusiones presentadas a continuación.

1. La región amazónica se ubica en las posiciones más críticas del país, como se ha explicado anteriormente, tanto en sus áreas urbanas como rurales.

2. El desarrollo social en las zonas petroleras es heterogéneo, y tiene un nivel menor al de las áreas intervenidas no petroleras, como se ha mencionado. La zona petrolera principal presenta una situación relativamente mejor que la ruta Auca, y la situación más crítica se encuentra en la ruta Maxus, que presenta la peor situación del país, entre las categorías analizadas. La diferencia entre el área petrolera tradicional, consolidada en torno a Lago Agrio y Coca, y la ruta Auca, se explica principalmente porque la primera región incluye las ciudades principales mencionadas. Al comparar únicamente las áreas rurales entre sí, los indicadores son similares, con una leve ventaja para la ruta Auca.

El índice social en 2010 alcanzó solo 15 puntos en la ruta Maxus, con el valor más bajo del país, e incluso inferior al de la propia ruta Maxus en 2001 (29 puntos), evidenciando no solamente una situación social extremadamente precaria, sino también un deterioro durante el intervalo censal. Este deterioro es consistente con la caída observada en la población (Cuadro 4). La comparación temporal debe tomarse con cautela, porque los límites de los sectores censales no necesariamente se mantienen para áreas pequeñas, limitando la comparabilidad intercensal. La vía Auca y el resto del área rural petrolera presentan en 2010 índices de 40 y 36 puntos, comparables con el resto de la Amazonía rural. Estos valores son muy inferiores a la media nacional de 69 puntos, y también más bajos que las áreas rurales de la Costa y la Sierra.

3. La Amazonía, y en particular su área rural, no solamente sufren por las mayores carencias sociales del país, sino que también presentan un perfil característico en su pobreza, con el predominio de carencias en salud, hábitat y servicios sociales. Sus indicadores educativos son comparativamente menos críticos, y algo superiores a los de otras regiones rurales del país, con excepción de la ruta Maxus, que inclusive en educación presenta las peores condiciones del país. Este perfil de carencias sociales es característico de las áreas de migración reciente. En general los

migrantes y colonos tienen un nivel educativo superior a la media de sus regiones de origen (principalmente áreas rurales de la Sierra y la Costa) debido a que la decisión de migrar es más favorable en hogares con niveles comparativamente altos de capital humano e incluso de recursos económicos. Las carencias sociales se originan porque en regiones relativamente remotas, sin infraestructura, con rápido crecimiento demográfico y limitadas opciones productivas, como la Amazonía, la inversión privada y pública en infraestructura es mínima.

4. Los indicadores seleccionados en el Cuadro 7 ilustran este panorama. Como indicador representativo de educación, se ha seleccionado los años promedio de escolaridad de la población de 24 y más años de edad. Frente a un promedio nacional de 8.9 años, la vía Maxus tiene 5 años, el valor más bajo del país, incluso inferior a la Amazonía no intervenida; las restantes áreas petroleras rurales fluctúan entre 6.4 y 6.9 años, y los valores para las áreas no petroleras rurales son semejantes. Mientras tanto, las áreas rurales de la Costa y la Sierra se encuentran levemente bajo los 6 años.

Esta situación levemente favorable en educación se revierte en las dimensiones de salud y vivienda. El porcentaje de hijos fallecidos de madres entre 15 y 49 años, indicador de resultado de salud representativo de la mortalidad, muestra contrastes extremos que evidencian las carencias sociales críticas de la Amazonía. La Vía Maxus tiene el valor más alto del país, con 8.5%, seguida por las áreas no intervenidas, y luego por las áreas rurales petroleras restantes, con 5.8% y 5.6%. El área no petrolera de la Amazonía norte intervenida tiene un valor algo menor, 5.1%, y el valor rural amazónico más bajo corresponde a la zona sur oriente (4.7%). Las áreas rurales de la costa y de la Sierra tienen valores menores, así como las áreas amanzanadas y urbanas. La media nacional es de 3.6%. El personal equivalente de salud por cada 10.000 habitantes muestra una distribución semejante, con una carencia total en la ruta Maxus, y valores muy bajos para la región rural amazónica petrolera, que son inferiores a los de la zona no petrolera, con expresión de la ruta Auca, que está mejor dotada. Como ejemplo puede mencionarse el contraste entre los 4.85 médicos equivalentes por cada 10.000 habitantes en la Amazonía norte petrolera rural (área principal sin las vías Maxus y Auca), la media nacional de 50.4 médicos equivalentes, y el valor para Quito de 93.5.

Las carencias de infraestructura habitacional son también grandes, así como las brechas con el resto del país. En la vía Maxus ninguna vivienda tiene agua entubada al interior de la vivienda y solo el 10% tienen electricidad, y en la vía Auca apenas el 2% tiene agua entubada.



**Cuadro 7**  
**Indicadores sociales por región, área y zona Amazónica: 2010**

Región, Área y Zona	Escolaridad	% hijos fallecidos	Personal de salud	% viviendas con agua entubada	% viviendas con electricidad	Índice Social 2010	Índice Social 2001
Quito Urbano	11.00	3.44	93.51	85.74	99.57	91.90	82.20
Resto Sierra Urbana	10.07	2.93	75.72	77.29	98.95	84.86	73.08
Guayaquil Urbano	10.14	2.61	72.34	76.68	93.12	80.08	67.82
Resto Costa Urbana	9.08	3.20	48.12	54.61	93.93	70.68	56.71
Galápagos Urbano	11.14	2.81	73.54	68.62	99.54	84.72	70.24
Sierra Rural	5.98	4.60	18.45	31.27	92.33	49.43	29.08
Costa Rural	5.72	4.25	8.04	12.1	83.87	43.60	26.25
Galápagos Rural	11.18	4.06	54.55	43.41	97.32	78.88	69.55
Amazonía norte, Vía Auca Rural	6.93	5.61	22.39	2.4	64.53	41.80	21.22
Amazonía norte Vía Maxus Rural	5.71	8.62	0.00	0	6.35	21.90	24.36
Resto Amazonía Norte Petrolera Rural	6.41	5.85	4.85	5.38	68.86	39.08	19.48
(Resto Amazonía Norte Petrolera Total)	7.83	4.81	23.78	25.84	85.39		
Amaz. Norte Interv. No Petrolera Rural	6.69	5.16	12.09	6.91	68.37	40.51	17.62
Amazonía Suroriente Rural	6.75	4.71	10.63	11.12	58.84	36.32	16.31
Amazonía Sur Intervenido Rural	6.14	5.84	5.98	8.54	74.1	39.42	21.06
Amazonía Amanzanado Rural	8.19	3.93	33.50	48.14	92.67	63.69	47.14
Amazonía Suroriente no Intervenido	5.82	5.88	15.27	0.5	11.4	16.52	1.98
Amazonía Norte no Intervenido	5.18	7.72	2.42	1.63	21.93	16.31	0.36
Amazonía Urbana	9.66	3.78	58.59	57.26	97.09	74.14	59.93
Total Nacional	8.69	3.60	50.41	55.31	93.19	69.35	53.87

Nota 1: los indicadores, tomados del censo de 2010, son: años promedio de escolaridad en la población de 23 y más años; porcentaje de hijos fallecidos de madres entre 15 y 49 años; personal equivalente de salud por cada 10.000 habitantes, obtenido como suma ponderada de médicos, asistentes profesionales y asistentes no profesionales de salud; porcentaje de viviendas con agua entubada al interior de la vivienda; porcentaje de viviendas con electricidad e Índice de Desarrollo Social (2010 y 2001) obtenido por el método de los componentes principales a partir de 20 indicadores sociales en 2001 y 2010. Los indicadores son alfabetismo, escolaridad, tasas de asistencia primaria, secundaria y superior, proporción de acceso a instrucción superior, promedio de sobre-edad en educación básica y media, diferencia de género en alfabetismo, porcentaje de hijos vivos, personal equivalente de salud, proporción de madres adolescentes, proporción de la PEA con

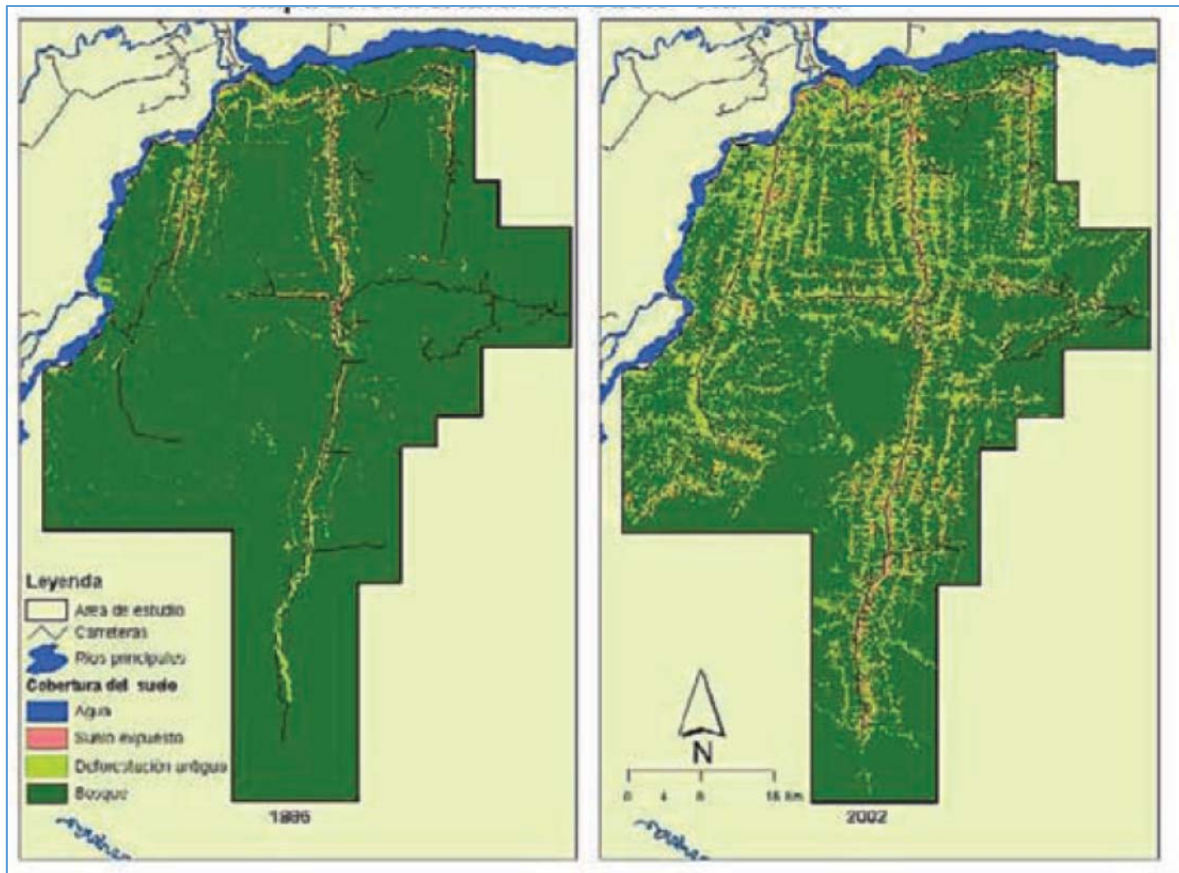
seguridad social, proporciones de viviendas con agua potable, alcantarillado, electricidad, recolección de basura, piso y paredes adecuadas, proporción de hogares sin hacinamiento y proporción de hogares con servicio higiénico exclusivo. El índice explica el 69% de la varianza total de los 20 indicadores. (Larrea, Camacho, Atlas de Desigualdades Sociales, SENPLADES, 2013).

Nota 2: El sector censal con código 220252999001, de enorme extensión en los dos censos, abarca el tramo final de la ruta Maxus y una parte de la zona intangible en el Parque Nacional Yasuní. Ha sido clasificado en la categoría “Amazonía Norte no intervenida” donde se ubica la mayor parte de su territorio.

Fuentes: UASB-UISA, con base en: INEC, Censos de Población y Vivienda, 1990, 2001, 2010 y Encuesta de Condiciones de Vida, 2006.



**Mapa 5**  
**Deforestación en la ruta Auca: 1986 y 2002**

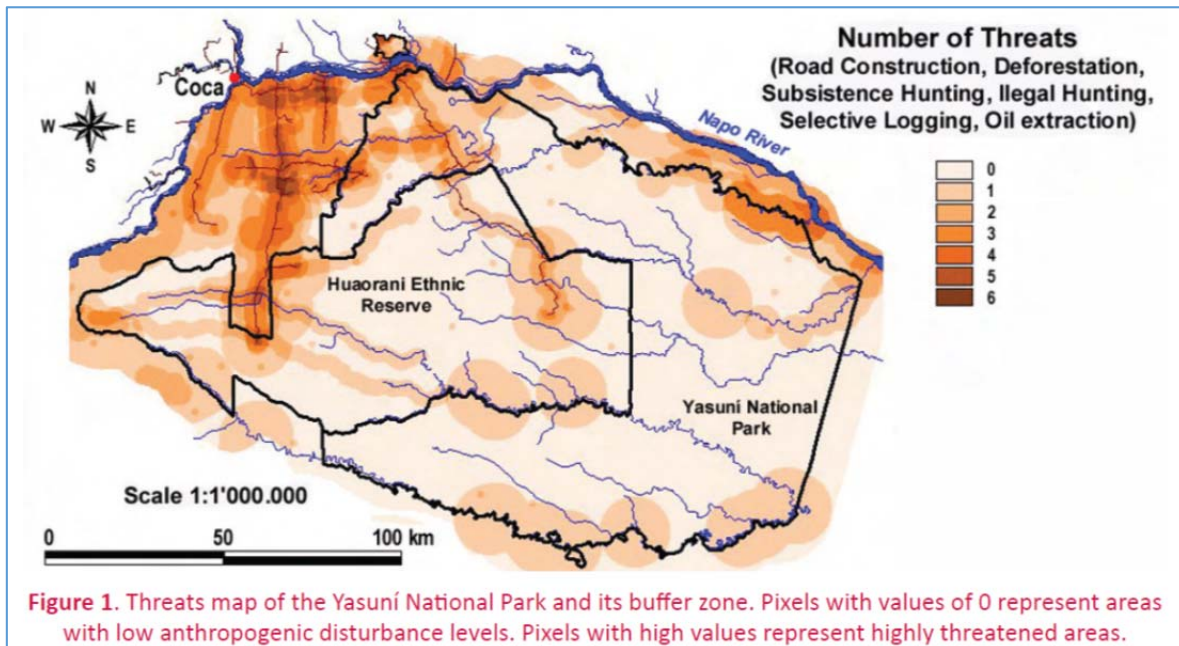


Fuente: Woltman, 2013.

En síntesis, las condiciones de vida en la Amazonía rural son las peores comparadas con otras regiones rurales del país, y entre ellas, las zonas petroleras se comparan con desventaja frente a otras áreas intervenidas. Entre las zonas petroleras, la ruta Auca presenta un contexto desventajoso y la ruta Maxus se caracteriza por ser indudablemente una de las zonas más pobres del Ecuador.

Es importante vincular las condiciones de vida de la población en las zonas petroleras con los impactos sobre la biodiversidad. Un estudio de Wildlife Conservation Society (Woltman, 2013) analiza varias formas de impacto humano sobre la biodiversidad en la Reserva de Biosfera Yasuní, integrada por el Parque Nacional Yasuní, el Territorio Huaorani y su zona de amortiguamiento. Se evalúan por separado los impactos de 6 actividades humanas, como construcción de vías, deforestación, cacería de subsistencia, cacería ilegal comercial, tala de madera y extracción petrolera. El resultado del estudio se presenta en el Mapa 6, que muestra que las mayores amenazas se encuentran en el occidente del área, y se vinculan con la vía Auca y en segundo lugar con la vía Maxus. Ambas rutas han sido construidas para la explotación petrolera.

## Mapa 6 Amenazas a la Reserva de Biósfera Yasuní



Fuente: Woltman, Anna 2013.

Para evaluar el impacto de estas dos vías sobre la deforestación, Woltman compara mapas satelitales de la cobertura vegetal de las dos vías y su entorno en 1986 y 2002. Los resultados para la vía Auca se presentan en el Mapa 7. Entre los años mencionados, se deforestó el 23% del área mapeada en la vía Auca, mientras que en el caso de la vía Maxus, la deforestación alcanzó el 4% del área. La importante diferencia se explica porque en la vía Auca se produjo una colonización sin restricciones, mientras que en la vía Maxus únicamente las comunidades Huaorani que previamente habitaban el área fueron autorizadas para actividades de deforestación, con un control efectivo por parte de las empresas petroleras.

Para estudiar otros impactos sobre la biodiversidad el estudio realizó un monitoreo de la densidad y diversidad de animales grandes en las dos áreas, y una zona testigo no intervenida en Tiputini. Los datos muestran una considerable pérdida de la riqueza y densidad de la fauna en la vía Auca, y también un impacto considerable en la vía Maxus, donde los indígenas Huaorani abandonaron sus métodos tradicionales de caza, sustituyéndolos por el empleo de armas de fuego, e iniciaron un amplio sistema de cacería comercial, vendiendo la carne en el mercado de Pompeya, en las riberas del Napo al inicio de la ruta Maxus (Cuadro 8). El estudio mencionado monitoreó la venta de animales cazados en este mercado, registrando en 24 días de actividad 322 mamíferos, 26 aves, 4 reptiles y más de una tonelada de peces, con un total de 3.2 toneladas de carne. La mayoría de los animales cazados provenía de los Huaoranis, mientras que la pesca era vendida principalmente por indígenas Kichwas, quienes también vendían su cacería en proporciones menores.

**Cuadro 8**  
**Número y densidad de encuentros de animales silvestres medianos y grandes reportados por el monitoreo estandarizado en tres zonas del alto Napo**

	Diurnos		Nocturnos	
	Número de especies	Individuos/km	Número de especies	Individuos/km
Tiputini <sup>1</sup>	21	0.99	7	0.32
Ruta Maxus	19	0.79	7	0.58
Ruta Auca	8	0.48	7	0.58

(1) Área de control no intervenida.

Fuente: Woltman, Anna, 2013.

El sistema institucionalizado de cacería comercial con armas de fuego no es solamente una presión sobre la biodiversidad en el Parque Nacional Yasuní, sino que también ha creado presiones sobre la economía de subsistencia de los pueblos no contactados, que viven todavía de la caza y recolección. Estas presiones han contribuido a los enfrentamientos entre las comunidades Huaorani de la ruta Maxus y los indígenas no contactados que dejaron varias decenas de muertos, de acuerdo a la opinión de Laura Rival, antropóloga de la Universidad de Oxford.

La evidencia de que la población Huaorani ubicada sobre la ruta Maxus se encuentra entre las más pobres del país es sorprendente, porque la empresa petrolera Repsol-YPF ha financiado programas de desarrollo social para este grupo étnico con fondos aproximados de un millón de dólares por año durante varios años consecutivos. La población total de la nacionalidad Huaorani es pequeña, alcanzando 2400 personas en 2010 (Cuadro 4) y un monto de recursos para el desarrollo social de la magnitud mencionada hubiera permitido alcanzar condiciones de vida muy superiores a las registradas en el Censo. Este ejemplo confirma la baja efectividad de programas de responsabilidad social corporativa auspiciados por empresas petroleras o mineras en los países andinos, que ha sido estudiada por Bebbington (2013).

El estudio presenta evidencia sólida sobre los impactos de las carreteras sobre la biodiversidad, tanto mediante la deforestación como por otras formas de degradación. Aunque los efectos sobre la deforestación han sido mitigados por el control en la ruta Maxus, la expansión sin control efectivo de la cacería comercial tiene un efecto considerable.

Al integrar esta información con el análisis previo de las condiciones sociales, se concluye que el modelo de expansión de la actividad petrolera en la Amazonía, asociado a la construcción de vías, genera impactos severos y difícilmente reversibles sobre la biodiversidad y no logra proporcionar condiciones de vida compatibles con los derechos humanos a los pueblos indígenas y colonos que habitan estas áreas. Los efectos sociales y ambientales de este patrón de expansión económica y poblacional impulsado por la extracción petrolera han sido negativos.

### **Deforestación y condiciones de vida**

En la Amazonía ecuatoriana han prevalecido políticas encaminadas tanto hacia la extracción de recursos naturales, como hacia la reducción de presiones sociales originadas en otras regiones del país, principalmente relacionadas con las oportunidades de empleo y acceso a la tierra. La Amazonía ha sido percibida como un espacio virtualmente vacío, ignorando la presencia de los

pueblos indígenas, y también como una fuente virtualmente inagotable de recursos naturales, sin consideración sobre problemas de sustentabilidad y agotamiento del suelo y de los recursos no renovables.

Las transformaciones sufridas por las culturas indígenas y los ecosistemas amazónicos ecuatorianos desde la conquista hispánica se han originado en presiones externas a la región, y principalmente han sido impulsadas por la extracción de recursos como el oro, el caucho y recientemente el petróleo. Sin embargo, los cambios originados por el ciclo petrolero han superado en magnitud a los efectos de los períodos anteriores.

Las estrategias que han buscado la conservación de la biodiversidad, el apoyo a las culturas y derechos de los pueblos indígenas, y la promoción de actividades económicas sustentables, como la declaración de los parques nacionales, el reconocimiento de los derechos de la naturaleza en la constitución de 2008, el reconocimiento del Convenio 169 de la OIT, la iniciativa Yasuni-ITT recientemente abandonada, y el programa Socio-Bosque, no han logrado compensar efectivamente las estrategias dominantes y se han subordinado a las visiones extractivistas dominantes (Larrea et al, 2009).

El proceso de inmigración, colonización y apertura de caminos en la Amazonía, que ha sido impulsado o inducido por la exploración y explotación de petróleo principalmente desde mediados de los años 1960, ha conducido a una rápida deforestación y degradación de la biodiversidad en la región. La población amazónica ha experimentado un crecimiento enorme, pasando de 75.000 habitantes en 1962 a 740.000 en 2010, con un crecimiento de casi 10 veces en menos de medio siglo (INEC, 1962, 2010). El cambio de uso del suelo en la región amazónica, en la mayor parte hacia la agricultura y ganadería, es generalmente seguido por la declinación progresiva de la fertilidad de la tierra, que en algunos lustros pierde casi completamente su capacidad productiva, conduciendo a los colonos a nuevos ciclos de deforestación.

La experiencia en la Amazonía ecuatoriana y en otros países sugiere que la deforestación no conduce a mejoras sustentables en la calidad de vida de los colonos. El estudio reciente de Rodrigues et al (2009) ilustra que, en el caso brasileño, la deforestación presenta una relación parabólica y cóncava hacia abajo con las condiciones sociales, tomando la forma de una “U” invertida. En sus fases iniciales, los colonos mejoran sus condiciones de vida, pero conforme avanza la deforestación, este avance se estanca y posteriormente se revierte, provocando una declinación, de forma que, para áreas con deforestación avanzada, las condiciones de vida son semejantes o apenas superiores a las regiones en las cuales este proceso se inicia.

El estudio mencionado se basa en la comparación de datos entre el porcentaje de deforestación y varios indicadores sociales, tomados para distintas municipalidades en Brasil en un momento determinado (año 2000). Estos datos luego son agrupados en varias categorías y posteriormente comparados entre sí en varios gráficos.

En el Ecuador puede aplicarse un análisis semejante, tomando como unidad territorial la división más pequeña para la que existe información social disponible en los censos de 2001 y 2010, el sector censal, y estimando para cada sector indicadores sociales y también el porcentaje de área intervenida sobre el área total (exceptuando áreas cubiertas por agua como ríos y lagos) información disponible para los años 2000 y 2008. Se han incluido en el análisis únicamente los sectores rurales no amanzanados.

A partir de estos datos se han estimado regresiones simples, tomando el porcentaje de deforestación de cada sector como variable independiente y varios indicadores sociales como variables

dependientes. Los resultados principales se presentan en los Gráficos 1 y 2. El primero contiene los resultados del estudio sobre Brasil, y el segundo las regresiones parabólicas de la Amazonía ecuatoriana para 2000-2001 y 2008-2010. Empleando como variable dependiente un índice social compuesto por 5 indicadores sociales representativos, calculado por el método de los componentes principales a escala de sector censal. Los indicadores sociales son escolaridad, tasa de asistencia a la instrucción primaria, tasa de alfabetismo, proporción de hijos vivos entre madres de 15 a 49 años de edad, y proporción de viviendas con menos de tres personas por cuarto.

Los modelos iniciales estimados con este método tienden a confirmar los resultados obtenidos en Brasil, con una regresión parabólica con concavidad negativa y estadísticamente significativa para los dos censos. Sin embargo, es todavía necesario un análisis más profundo de la asociación entre deforestación y condiciones de vida, ya que ciertos modelos muestran resultados relativamente distintos, al cambiar la ponderación de los casos o la especificación del modelo. Se han probado regresiones simples y múltiples con distintas especificaciones y variables de control, así como regresiones no paramétricas. En todos ellos, sin embargo, se ha encontrado una asociación muy débil entre deforestación y mejoras perdurables en las condiciones de vida. La mayor parte de los modelos muestran una función parabólica cóncava hacia abajo, similar a la encontrada en Brasil. Otros modelos sugieren simplemente una relación casi estacionaria, sin cambios sociales perceptibles, a partir de determinado punto, con retornos sociales fuertemente descendientes de la deforestación. Es necesario también, para depurar los modelos, realizar un análisis que incluya los efectos de auto correlación espacial, que se originan en la proximidad geográfica entre sectores censales. Estos puntos son objetos de nuevas investigaciones. Los detalles de los modelos se presentan en el anexo estadístico de este capítulo.

En síntesis, al comparar las condiciones sociales en sectores censales en 2001 y 2010 con la proporción de área deforestada, se encuentra que la deforestación conduce a mejoras en las condiciones de vida solamente en sus primeras fases. Cuando el proceso avanza y supera aproximadamente el 60% de área deforestada, las condiciones sociales se estancan, y las mejoras tienden a desaparecer o incluso a revertirse, de tal forma que en las fases avanzadas del proceso de deforestación las condiciones sociales son comparables a las observadas en las fases iniciales del proceso. Estos resultados son similares a los encontrados en la Amazonía brasileña.

La evidencia sugiere que una política que ofrezca opciones económicas alternativas o incentivos a los pequeños productores y colonos, en las fases iniciales del proceso de deforestación, cuando los retornos económicos son mayores, puede prevenir o reducir la deforestación. Los incentivos pueden incluir posibilidades de empleo compatibles con la conservación, promoviendo el turismo, ecoturismo y empleos como guardabosques, y otros incentivos económicos para la conservación. Una política más efectiva debe prevenir y reducir a lo mínimo indispensable la construcción de vías que atraviesen zonas de bosque no intervenido.

### **Petróleo y la Amazonía Centro-Sur**

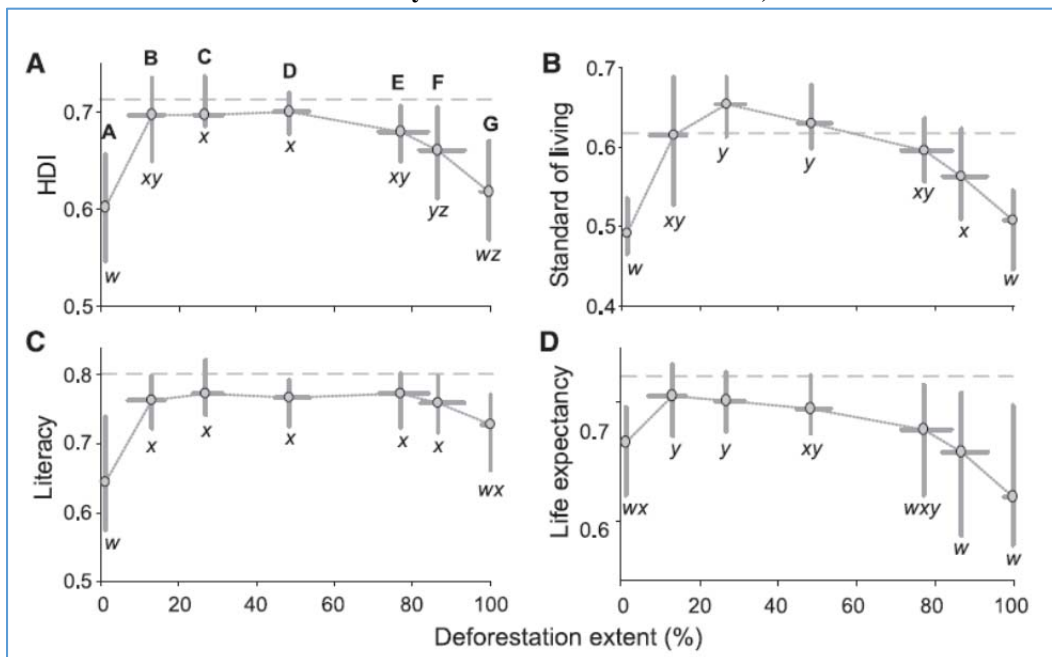
El futuro de la conservación en la región se encuentra actualmente amenazado por la decisión del Estado ecuatoriano de abrir la XI Ronda Petrolera e impulsar la extracción en bloques reservados para Petroamazonas, incluyendo áreas hasta el momento inexploradas en la región. Esta ronda constituye la primera convocatoria para exploración petrolera con participación internacional desde 1997. (La novena ronda en 2004 fue declarada desierta (SHE, 2013)). Aunque las reservas que pueden confirmarse han sido consideradas relativamente pequeñas, la actividad petrolera requiere generalmente la apertura de vías de penetración que originan un impacto severo sobre la deforestación. La experiencia de la Amazonía ecuatoriana respecto al impacto ambiental de la



actividad petrolera ha sido una de las más graves en el mundo, como lo afirmó recientemente el New York Times (Herbert, Junio 4, 2013).

**Gráfico 1**

**Deforestación y condiciones de vida en Brasil, 2000**

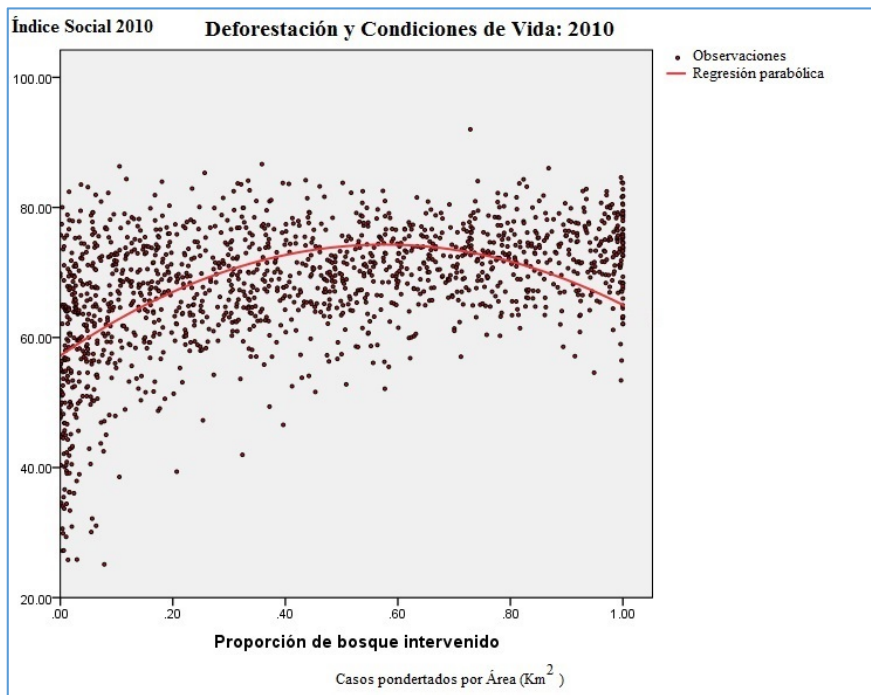
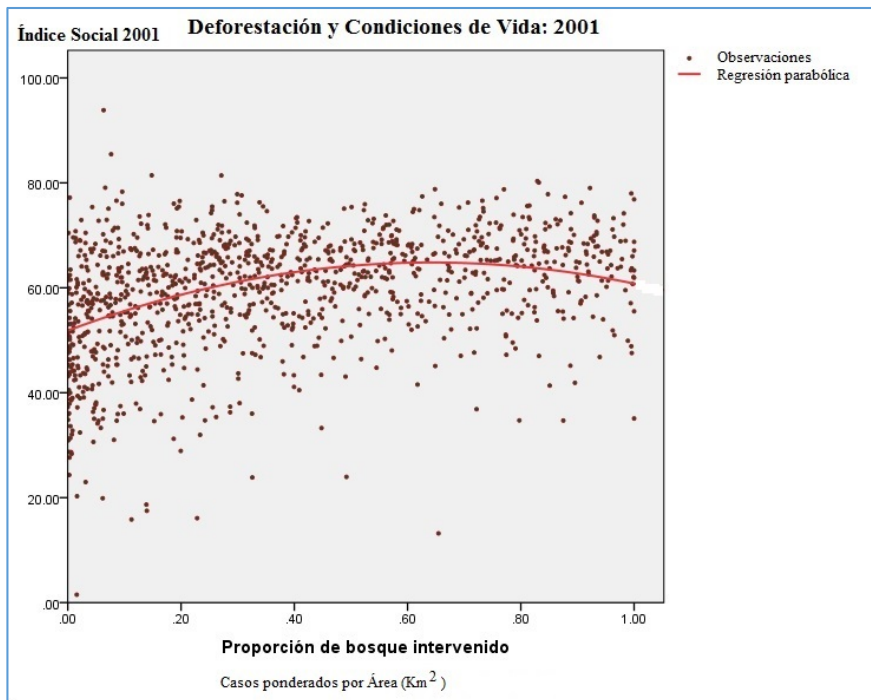


Fuente: Rodrigues et al (2009).

En consecuencia se plantea un dilema de particular trascendencia para el futuro de la región en el mediano y largo plazo. La apertura de la frontera petrolera puede generar altos ingresos en el corto plazo para el Estado y la región, pero conlleva la destrucción irreversible de parte de la biodiversidad, con impactos sobre el clima tanto en el país como a escala planetaria, así como amenazas para las culturas indígenas. La conservación del patrimonio natural y la riqueza cultural de la región, por otra parte, si bien representa una necesidad sentida por varios pueblos indígenas, requiere para implementarse una estrategia compartida y una voluntad política regional y nacional.

Las reservas probables de la región Centro-sur son relativamente pequeñas, de acuerdo a estimaciones preliminares del Instituto Francés de Petróleo y de Petroecuador, con base en pozos exploratorios perforados desde la década de 1970, y alcanzarían entre 112 y 360 millones de barriles, con posibilidades de mayores hallazgos (Ministerio de Energía y Minas, 2007, SHE, 2013). Las reservas probadas equivaldrían a menos del 11% de las reservas remanentes del Ecuador, de 3.437 millones de barriles, según la SHE (2013). Al ritmo actual de producción, estas reservas ampliarían la capacidad extractiva del país no más de dos años, y se puede esperar un flujo inicial menor a 50.000 barriles diarios, que también es comparable o inferior al 10% de la capacidad extractiva actual. Existe además la posibilidad de encontrar petróleo en las capas pre-cretácicas, ubicadas a más de 6.700 metros de profundidad, por un valor de hasta 1.500 millones de barriles. Dado el escaso número de perforaciones previas de esta naturaleza en el país, esta posibilidad permanece incierta. El petróleo a encontrarse podría ser transportado por el oleoducto nor-peruano, que actualmente opera con aproximadamente el 15% de su capacidad instalada (SHE, 2013, El Comercio, septiembre 22, 2012 Hoy, 23 de Agosto de 2012, Hoy, 14 de mayo de 2012, Ministerio de recursos no renovables, 2012).

Gráfico 2



Fuentes: UISA, Universidad Andina Simón Bolívar, a partir de INEC, Censos de Población y vivienda 2001 y 2010, y Ministerio del Ambiente. *Mapa de uso y cobertura del suelo, 1990, 2000, 2008.*

Esta información sugiere que un escenario probable, en caso de encontrarse petróleo en condiciones comerciales, sería la explotación de reservas de moderada magnitud ubicadas cerca de la frontera

peruana, que requieren la construcción de largas vías de acceso, con resultados potencialmente graves respecto a la deforestación, como lo demuestra el caso de la vía Auca, construida por Texaco en la década de 1970 (Mapa 5). Aunque la extracción petrolera origina directamente poca deforestación, el impacto más severo se produce por la colonización resultante de la apertura de vías. Se ha estimado que por cada kilómetro de carretera se deforestan 120 ha en los costados de las vías, con un ancho de 6 kilómetros a cada lado.

Los resultados de la XI Ronda Petrolera fueron limitados. De los 13 bloques ofertados, solamente se han recibido propuestas en tres. La Compañía Nacional de Petróleo de China, a través de Andes Petroleum, presentó una oferta para los Bloques 79 y 83, y Repsol lo hizo para el bloque 29. El Bloque 28, reservado para negociación directa por Petrolamazonas, tiene una propuesta conjunta de esta empresa con ENAP de Chile y Belorusneft, compañía estatal de Bielorrusia (Mapa 7). El limitado interés internacional puede obedecer a la reducida magnitud de las reservas esperadas, la dispersión de los yacimientos, el tipo de contrato de prestación de servicios con riesgo que puede ser poco atractivo para el capital de inversión y la oposición de numerosas organizaciones indígenas.

Todos estos bloques se encuentran en el lado occidental del área licitada, y son contiguos a bloques en explotación. Aunque la exploración petrolera en bloques cercanos o contiguos a la frontera peruana no aparece en el horizonte inmediato, Petroamazonas se ha reservado para contratación directa los bloques 78 y 86, donde pueden iniciarse futuras actividades de exploración y eventual explotación petrolera.

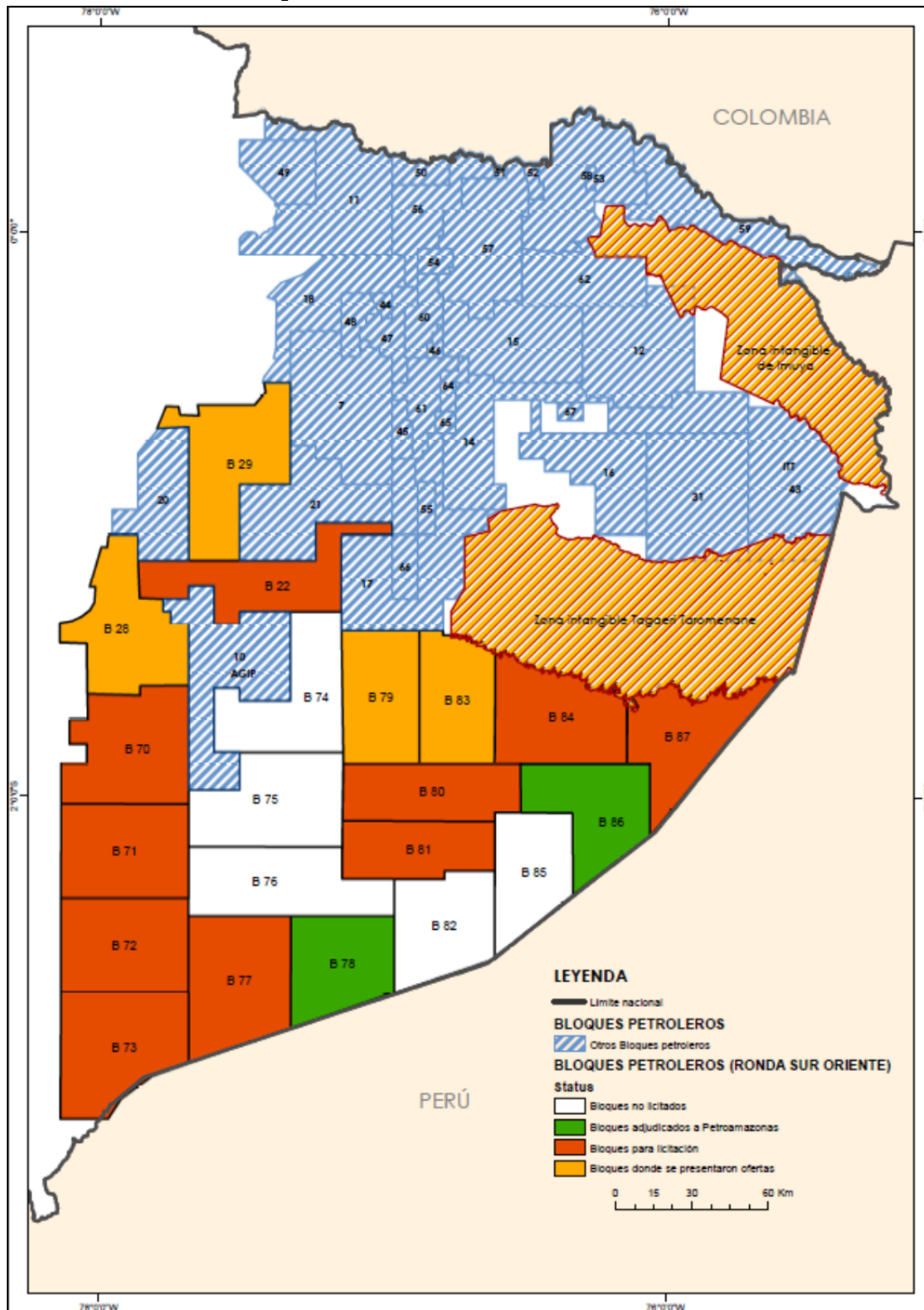
### **Potenciales Reservas Petroleras e Ingresos Fiscales de la Amazonía Suroriente**

La información disponible sobre la magnitud de reservas petroleras en la Amazonia suroriente, costos de producción, precios futuros del petróleo, y la posible participación estatal es parcial, incompleta, y está sujeta a un alto nivel de incertidumbre. En efecto, la exploración ha sido hasta ahora limitada y la evaluación disponible sobre las reservas es especulativa, los precios del petróleo son volátiles, y la valoración del futuro está sujeta a la adopción de una tasa de descuento.

Aun asumiendo un grado significativo de incertidumbre sobre el futuro, es importante formular un grupo reducido de escenarios tentativos que permitan conocer el orden de magnitud de los ingresos fiscales que se pueden derivar de la explotación petrolera en la región. Estos escenarios no buscan alcanzar un nivel alto de precisión, sino más bien constituirse en guías para definir el aporte potencial del petróleo al desarrollo nacional y local. Debido a que la extracción petrolera es intensiva en capital, y a que sus enlaces productivos hacia adelante y hacia atrás son débiles, tanto la generación directa de empleo como la articulación productiva de la extracción petrolera con la economía local y nacional son limitadas. La articulación más significativa se genera a partir de la participación del Estado en el excedente petrolero y su reinversión en desarrollo económico y social.

Los escenarios sobre ingresos futuros nacionales locales y locales se complementan con estimaciones sobre las externalidades ambientales, que permiten cuantificar algunos de los impactos de la extracción petrolera sobre el medio ambiente. Su análisis integrado permite una evaluación más amplia sobre la rentabilidad de la expansión petrolera en la región, para compararla con otras alternativas de desarrollo.

**Mapa 7**  
**Bloques ofertados en la XI Ronda Petrolera**



Fuente: SHE, 2013.

## Metodología

La elaboración de escenarios prospectivos requiere información cuantitativa sobre las reservas, precios, costos de producción y la participación potencial del Estado en el excedente, así como la adopción de una tasa de descuento para calcular el valor presente neto de los posibles ingresos fiscales del petróleo.

**Reservas.** La información pública disponible sobre reservas petroleras en la Amazonía suroriente proviene de la exploración realizada desde los años 1970, incluyendo la perforación de pozos en varios campos. A partir de la existencia de yacimientos en la Amazonía Norte y las cuencas de los ríos Tigre, Corrientes, y Pastaza en el Perú, se asume la continuidad de formaciones geológicas a lo largo de tres ejes estructurales norte-sur, en donde el petróleo puede haberse formado y almacenado en depósitos extraíbles (Mapa 8). Aunque las reservas de la Amazonía norte ecuatoriana son relativamente grandes, y la extracción bordea actualmente los 500.000 barriles diarios, las reservas peruanas son menores. Los lotes 1AB y 8, del nororiente, han mantenido una producción reducida y declinante, pasando de 62.304 barriles diarios en 2002 a solo 25.050 en 2012. El oleoducto norperuano, con capacidad para 200.000 barriles diarios, está operando a menos del 15% de su capacidad instalada (Perupetro, 2012, SHE, 2013, Osinergmin, 2009). La extracción petrolera total del Perú es también limitada, con 66.655 barriles diarios en 2012, equivalentes al 13% de la extracción ecuatoriana. Las reservas del suroriente se basan en la probable continuidad de las formaciones cretácicas Napo y Hollín, y en la posible existencia de petróleo en la formación precretácica a lo largo de la cuenca Santiago, al occidente de la Amazonía (SHE, 2013).

Las estimaciones sobre los volúmenes de las reservas varían ampliamente. Según el Ministerio de Energía en 2007, las reservas probadas alcanzaban 112.930.000 barriles (Ministerio de Energía, 2007). Los documentos de la XI Ronda estiman un valor “pesimista” de 369 millones de barriles, media de 800 millones, y “optimista” de 1.597 millones, para los 21 bloques del suroriente. La estimación optimista incluye las posibles reservas del precretácico.

A partir de esta información se han asumido tres valores de reservas para los escenarios prospectivos. La estimación baja es de 150 millones de barriles, que parte de las reservas probadas de 2007, con un incremento posible de nuevas reservas a descubrirse, como es frecuente en la explotación petrolera de nuevos yacimientos. El segundo valor, intermedio, es de 369 millones basado en la información de la XI Ronda, y la estimación alta es de 800 millones, considerada poco probable.

**Precios.** Los precios reales del crudo ascendieron pronunciadamente entre 2004 y 2012, pasando, en dólares de 2005, de 31 en 2004 a 56 en 2006 y a 83.5 en 2012. Esta excepcional tendencia, que respondió principalmente al acelerado crecimiento de China, con restricciones en la oferta (Guerra en Libia, bloqueo a Iran, etc.) difícilmente continuará en el futuro. El crecimiento económico de China ha declinado del 12% anual entre 2004 y 2007 al 7.8% en 2012, y la crisis económica internacional ha afectado a la Unión Europea y a otros países industrializados, reduciendo el crecimiento de la economía mundial del 5.3% en 2007 al 3.2% en 2012. Las perspectivas de crecimiento futuro son también modestas (IMF, 2013).

Además de un menor crecimiento de la demanda, los precios futuros del petróleo se verán afectados por la expansión de la oferta, particularmente de Estados Unidos. En este país la extracción de gas y de petróleo ha crecido ampliamente en los últimos años, con la aplicación de nuevas técnicas de fracturación hidráulica, con una expansión del 30% entre 2008 y 2012 en el caso de petróleo. Se prevé que para 2016 Estados Unidos alcance una extracción de 9.5 millones de barriles diarios, casi

duplicando el nivel de 2008 (5 millones de barriles diarios). El consumo de petróleo, mientras tanto, ha caído tanto en EE UU como en la Europa, como resultado de la expansión de energías renovables y gas. En EE UU la reducción del consumo es del 11% entre 2005 y 2012 y en la Europa la cifra es de 12% (EIA, 2013). Ante la expansión de la oferta y la caída de la demanda, la EIA predice una reducción del precio del petróleo en 10 dólares entre 2012 y 2017.

Además de EE UU, la extracción de petróleo puede aumentar durante los próximos años en Irán, Iraq y Brasil, entre otros países. Otras fuentes como el Banco Mundial y el FMI también estiman que los precios del crudo declinarán en el mediano plazo. Según la primera institución, el precio real del petróleo en 2025 puede ser inferior al actual en un 25% (World Bank, 2013).

Sin negar la volatilidad crónica de los precios del petróleo, y la poderosa influencia de variables políticas como los conflictos en el Medio Oriente, las principales proyecciones actuales muestran una posible declinación futura de los precios en el mediano plazo. Para los fines de esta investigación se han elaborado tres escenarios futuros, con precios reales medios de 75, 90 y 100 dólares de 2013 por barril para el intervalo 2014-2043.

**Costos de producción.** Tomando en cuenta la dispersión y bajo monto de las reservas, la necesidad de construir vías de acceso, oleoductos y obras de infraestructura, y la densidad del crudo, se ha tomado un costo de producción de 25 dólares por barril. Se ha asumido que el capital de riesgo, que debe ser proporcionado por la empresa contratista, alcanza los 600, 1.107 y 2.400 millones de dólares para los escenarios de reservas de 150, 369 y 800 millones de barriles, de acuerdo a la información sobre la Ronda difundida por la Secretaría de Hidrocarburos (SHE, 2013). La participación del Estado en las utilidades ha sido determinada asumiendo una rentabilidad mínima del 20% de la inversión de riesgo financiada por la empresa contratista.

**Tasa de descuento.** Para el cálculo del valor presente neto de los ingresos fiscales y de las externalidades se ha tomado una tasa de descuento del 12% anual. Este valor ha sido empleado en varios estudios sobre extracción petrolera en el Ecuador por empresas estatales. La extracción petrolera ha sido estimada para un período total de 30 años, con una fase de exploración e inversión inicial de 5 años, seguida por un período de extracción contante de 19 años y una fase final de declinación.

### **Ingresos fiscales estimados**

Se han proyectado nueve escenarios para el valor presente de la extracción de las reservas totales de la Amazonía suroriente (21 bloques), en función del precio promedio del crudo entre 2019 y 2043 y del monto total de las reservas a extraerse (Cuadro 9). Entre ellos, un caso intermedio, moderadamente optimista, que tiene mayores posibilidades de cumplirse, corresponde a un precio de 90 dólares por barril, con reservas por 369 millones de barriles, un valor presente de 2.899 millones de dólares, una participación local del 12%, equivalente a un total de 347.9 millones de dólares en 24 años de extracción, con una media de 14.5 millones por año. El valor presente del aporte petrolero anual de la Amazonía centro-sur al presupuesto del Estado se encuentra bajo el 1% de los ingresos percibidos en 2012. Los escenarios con reservas altas (800 millones de barriles) o precios elevados son poco probables, mientras que los escenarios bajos, siendo probables, generan valores agregados muy inferiores al caso mencionado.

En síntesis, los yacimientos petroleros de la Amazonía suroriente contienen reservas limitadas y dispersas de crudos pesados, que requieren para explotarse una considerable inversión de capital de riesgo, así como la construcción de infraestructura en áreas con predominio marcado de bosques

tropicales no intervenidos. La rentabilidad de esta inversión es relativamente baja para el Estado, y la potencial participación de los gobiernos regionales y locales es modesta.

### **Externalidades ambientales: Emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

La exploración y explotación de petróleo en áreas tropicales no intervenidas tienen un alto impacto ambiental en términos de deforestación, degradación de ecosistemas extremadamente ricos en biodiversidad, extinción de especies, contaminación por derrames, efectos sobre la salud humana y especies domesticadas, degradación de suelos y aguas, detrimento posible de las culturas indígenas, e impactos en el largo plazo sobre el cambio climático regional y global. Un análisis detallado de estos efectos rebasa los límites de este estudio, y se presenta parcialmente en otros capítulos de este libro.

En este capítulo se presenta, sin embargo, una dimensión importante de las externalidades negativas de la explotación petrolera, vinculada a las emisiones resultantes de CO<sub>2</sub>, que al contribuir al cambio climático, constituyen el peligro más severo para la civilización humana en este siglo y podrían traer consecuencias devastadoras para la Amazonía, como la parcial conversión en una sabana seca de entre el 30% y el 60% de la selva, como consecuencia de la mayor temperatura y menor precipitación (WWF, 2006; Pounds & Puschendorf, 2004).







**Cuadro 9**  
**Valor Presente Neto de los ingresos fiscales por extracción petrolera en la Amazonía centro-**  
**sus: 2014-2043 (millones de dólares)**

**Escenarios proyectados**

	<b>Reservas (millones de barriles)</b>		
<b>Precio por barril</b>	<b>150</b>	<b>369</b>	<b>800</b>
<b>75</b>	412	1622	3517
<b>90</b>	857	2899	6287
<b>100</b>	1236	3650	7913
<b>Participación del Estado en las utilidades (%)</b>			
<b>75</b>	25	40	40
<b>90</b>	40	55	55
<b>100</b>	50	60	60
<b>Participación Regional en ingresos fiscales</b>			
<b>75</b>	49.4	194.6	422.0
<b>90</b>	102.8	347.9	754.4
<b>100</b>	148.3	438.0	949.6
<b>Capital (Millones de dólares)</b>	600	1107	2400
<b>Extracción diaria (barriles): 2019-2037</b>	18680	45953	99627

Fuente: Elaboración propia con base en SHE, 2013 y otras referencias.

El petróleo extraído emite CO<sub>2</sub> al quemarse como combustible. Estas emisiones dependen de las reservas (Cuadro 10) y para el caso medio más probable, alcanzan 169.6 millones de toneladas, aproximadamente equivalentes a la mitad de las emisiones anuales de Brasil por quema de combustibles fósiles<sup>2</sup>. Para calcular el costo económico de estas emisiones para el planeta, se han tomado dos referencias. La primera corresponde al estudio realizado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos, que mide el costo social de la emisión de una tonelada adicional de dióxido de carbono, convirtiendo en valores económicos los distintos efectos de esta emisión sobre el cambio climático. Según el estudio más reciente, este valor es de 37 dólares por tonelada para las emisiones de 2015 (US Environmental Protection Agency, 2013, Jason Plautz, E&E reporter, 2013). Asumiendo este valor con la misma metodología empleada para calcular el valor presente de los ingresos fiscales del petróleo, se obtiene un costo global de las emisiones de petróleo de 1.379 millones de dólares. Si se emplea la metodología de la EPA, el valor es mayor, dado este organismo incluye un mayor impacto de las emisiones futuras, por sus efectos mayores sobre el cambio climático, y usa menores tasas de descuento. Este valor, que representa el costo

<sup>2</sup> En el cálculo de las emisiones no se ha incluido las emisiones derivadas de la explotación y extracción, ni las emisiones del gas natural asociado al petróleo.

planetario de la extracción petrolera por sus efectos sobre el cambio climático, equivale a casi la mitad de las utilidades del Estado por la extracción.

**Cuadro 10**  
**Emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de la extracción petrolera en Amazonía Suroriente**

	<b>Reservas (millones de barriles)</b>		
	<b>150</b>	<b>369</b>	<b>800</b>
Emisiones de CO <sub>2</sub> del petróleo extraído (millones de toneladas)			
	68.9	169.6	367.6
VPN (Valor presente neto)			
Precio por tonelada de CO <sub>2</sub>			
<b>37</b>	560	1379	2990
<b>20</b>	303	745	1616
Emisiones por deforestación de 739.700 ha (millones de toneladas)			
	434		
VPN (Valor presente neto) Deforestación (millones de dólares)			
Precio por tonelada de CO <sub>2</sub>			
<b>37</b>	4829		
<b>20</b>	2610		
<b>5</b>	653		

Fuente: Elaboración propia con base en SHE, 2013 y otras referencias.

Un método alternativo para el cálculo del efecto ambiental de las emisiones es valorarlas de acuerdo al precio real pagado por mitigarlas. Siguiendo el promedio del valor pagado por los permisos de emisión en el mercado europeo de carbono entre 2005 y 2009, de 22.07 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub>, se ha tomado un valor redondeado de 20 dólares por tonelada. Si bien este segundo criterio es subjetivo, corresponde a transacciones reales realizadas en el marco del Protocolo de Kioto.

Además de las emisiones directas provenientes de la combustión del petróleo extraído, existen emisiones indirectas provenientes de la deforestación posterior a la construcción de vías de acceso a los campos petroleros. Estas emisiones, como se ha mencionado, provienen principalmente de la colonización inducida por la expansión de la frontera petrolera.

Se han elaborado modelos predictivos sobre la deforestación futura en la Amazonía suroriente bajo varios escenarios, empleando el programa *Idrisi Selva*. Sus resultados se explican en otro capítulo de este libro. Para calcular la deforestación resultante de la explotación petrolera en la región para el año 2038, se ha sustraído la deforestación del escenario de conservación de la resultante del escenario de expansión petrolera sin restricciones. El valor obtenido es de 739.700 ha deforestadas durante un período de 30 años.

El contenido de carbono almacenado en el bosque amazónico ecuatoriano es variable, y depende de las especies y las condiciones naturales. A partir de varios estudios de campo realizados en el Ecuador sobre el contenido de carbono aéreo de la vegetación de la selva amazónica no intervenida (sin incluir las raíces ni el carbono en el suelo), se ha obtenido un valor medio representativo de 160 toneladas de carbón por hectárea (Véase Anexo Técnico). Empleando este parámetro se ha estimado

que la deforestación indirectamente asociada a la expansión petrolera en la región generará emisiones de 434 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, cuyo valor presente alcanza los 4.829 millones de dólares tomando un costo de 37 dólares por tonelada. Con costos alternativos de 20 y 5 dólares por tonelada las cifras son mejores, pero siguen siendo considerables. El valor de 5 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub> corresponde al valor acordado entre Brasil y Noruega en su proyecto de deforestación evitada en la Amazonía, con una contribución total de Noruega de mil millones de dólares (Norway: Ministry of the Environment, 2012).

En síntesis, aun tomando las estimaciones más bajas sobre el precio de las emisiones de CO<sub>2</sub>, las externalidades provenientes de esta causa alcanzan 1.398 millones de dólares, equivalentes al 48% del valor presente de los ingresos fiscales del petróleo, en el escenario medio. Valorando las emisiones a su costo social, sus externalidades superan al doble del valor presente de los beneficios del estado por la explotación del petróleo. Estas cifras sugieren que, si se incluyen sus costos ambientales reales en el largo plazo, la rentabilidad de la expansión petrolera en la región es dudosa e incluso puede ser negativa.

En el capítulo de este libro elaborado por Earth Economics, titulado “Amazonía Suroriente, una valoración de ecosistemas”, se discute una evaluación integrada de los beneficios ecosistémicos que se perderían en el escenario de expansión petrolera no restringida. Las evaluaciones alcanzan un valor presente de varios miles de millones de dólares, dependiendo de la metodología y los escenarios. Las cifras son varias veces superiores a los ingresos fiscales derivados de la extracción. Este análisis confirma la conclusión sobre la dudosa, e incluso negativa rentabilidad de la extracción petrolera en la subregión.

### **Otras opciones extractivas**

La estrategia de profundizar en el extractivismo en el corto plazo se complementa con la expansión de la explotación petrolera en el Parque Nacional Yasuní (Bloques ITT y 31) y con el inicio de la minería en gran escala en la Amazonía sur y la Sierra sur. En este artículo no se pretende analizar en detalle estas opciones, pero puede mencionarse que, aunque en el Parque Yanuní las reservas probadas son mayores, están concentradas y el riesgo es menor, el balance global sobre la rentabilidad de la inversión, incluyendo las externalidades ambientales, también puede ser dudoso y debe analizarse con detenimiento.

En el caso de los proyectos mineros, debe mencionarse al menos que su rentabilidad es considerablemente más baja que la del petróleo. El Proyecto Cóndor **Mirador**, que es el único suscrito y en ejecución, tiene, según su propio estudio de factibilidad, un valor presente neto de apenas 392.5 millones de dólares, de los cuales el Estado percibirá 127.5 millones (Ecuacorriente Resources Inc, 2008). Este valor es muy inferior que el del petróleo en la Amazonía suroriente en todos sus escenarios. Según estimaciones de la Cámara de Minería del Ecuador (Camara de Minería del Ecuador, 2012), Cóndor Mirador es el mayor de los proyectos potenciales de minería a gran escala, y los restantes tienen reservas inferidas de menor valor. Estos son Fruta del Norte, Río Blanco, Quimsacocha y Panantza-San Carlos. En consecuencia, la minería en gran escala, aun en el caso de ejecución de todos sus proyectos en negociación, no generará recursos fiscales de magnitud comparable a los del petróleo, y no será suficiente para equilibrar la declinación futura de los ingresos fiscales por el agotamiento progresivo de las reservas.

## **Estrategias alternativas hacia el desarrollo sustentable en la Amazonía suroriente**

El objetivo del desarrollo sustentable, o buen vivir, como se ha mencionado, implica alcanzar la satisfacción de las necesidades humanas en educación, salud, nutrición vivienda y empleo, en forma participativa y con respeto a la identidad cultural de los pueblos indígenas, transformando y expandiendo la economía dentro de los límites impuestos por la conservación de los ecosistemas, en una estrategia sustentable en el largo plazo.

Existe una extensa evidencia internacional que confirma que estas estas metas no pueden alcanzarse por la mera acción de las fuerzas del mercado, ni por la especialización internacional dentro del marco de la teoría de las ventajas comparativas (Lefebvre, 1991, Stiglitz, 2004, Sen, 1996, Altimir, 1997, Larrea, 2000, Larrea, 2004, Larrea, 2011). Se requiere, por el contrario, la participación activa del Estado tanto en la construcción de “ventajas competitivas” como en el desarrollo social, mediante la promoción de actividades estratégicas viables que generen empleo productivo, tengan sólidos enlaces locales y nacionales, amplíen el acceso al crédito, asistencia técnica y capacitación para los hogares de limitados recursos y promuevan la redistribución de la riqueza y los activos productivos.

La pregunta central radica, entonces, en la identificación de actividades productivas, con amplia capacidad de redistribución de la riqueza y generación de empleo de calidad, que puedan promoverse en la Amazonía, y en particular en la región suroriente, dentro de una estrategia nacional de largo plazo hacia el desarrollo equitativo y sustentable.

Se ha analizado ya en detalle los límites económicos, sociales y ambientales de las actuales estrategias de desarrollo, que carecen de sustentabilidad, conducen a la destrucción irreversible de la biodiversidad y los ecosistemas remanentes, no logran una mejora perdurable en las condiciones de vida, y tienen una rentabilidad económica y social muy dudosa o negativa. Una conclusión derivada de este estudio conduce a detener la expansión de la frontera petrolera hacia el Parque Nacional Yasuní, la Reserva Faunística Cuyabeno, y la Amazonía centro-sur, con los objetivos de mitigar el cambio climático y preservar ecosistemas apenas intervenidos, cuya riqueza es única en el planeta, sobre cuyas bases puede desarrollarse una estrategia sustentable hacia la mejora participativa de las condiciones de vida de la población. Un argumento similar puede aplicarse al caso de la minería en la Amazonía sur, pero este tema requiere mayor estudio.

En consecuencia, la actividad extractiva debe restringirse a los yacimientos petroleros actualmente en explotación fuera de las áreas protegidas, cuyo impacto ambiental futuro es limitado, donde se concentra la gran mayoría de las reservas petroleras del país. Las técnicas de recuperación mejorada prometen ampliar la capacidad productiva de estos yacimientos, con un aumento de las reservas extraíbles evaluado en 500 millones de barriles (El Comercio, enero 8, 2014).

Un camino alternativo no puede limitarse a restringir actividades no sustentables, contaminantes y poco conducentes al desarrollo social. Es preciso, además, impulsar opciones necesarias hacia la diversificación productiva y mejora participativa en las condiciones sociales, dentro de los límites de la sustentabilidad. En este artículo se elaboran algunas propuestas básicas para la Amazonía suroriente.

## **Bases para una estrategia regional incluyente en la Amazonía suroriente**

Una estrategia alternativa incluyente y sustentable no puede mantenerse sin una articulación con una política nacional similar. Un elemento central de toda estrategia futura hacia el desarrollo es la diversificación estable de la inserción internacional. El país ha dependido de un grupo limitado de

productos primarios en sus exportaciones y no ha logrado una diversificación significativa desde 1972, como se ha analizado en detalle en un capítulo anterior de este libro. Los productos primarios en general tienen precios internacionales inestables o declinantes, en el caso de ciertos productos agrícolas (banano, café, cacao, flores) dependen en alto grado de salarios bajos, y también tienen límites ambientales serios por su limitada sustentabilidad (camarón) o su carácter no renovable (petróleo, minería). Las estrategias para ampliar la base exportable a productos manufacturados han tenido un éxito moderado, y aunque deben promoverse, difícilmente alcanzarán por sí solas la magnitud necesaria para sustituir la futura declinación de las exportaciones petroleras.

La alternativa que se propone es ampliar la exportación de servicios basados en la conservación de la biodiversidad. El Ecuador sobresale entre los países del mundo, colocándose entre las primeras posiciones por su extrema biodiversidad y por su alto grado de remanencia de ecosistemas no intervenidos y se distingue además por la riqueza y diversidad de sus culturas indígenas, y por la preservación de su herencia artística y arquitectónica colonial. Este potencial puede ser aprovechado en la generación de empleo, expandiendo actividades productivas con altos enlaces, efectos multiplicadores y potencial de generación de divisas, mediante una estrategia que las promueva, convirtiendo a la preservación de la biodiversidad, la identidad cultural y la herencia histórica del país en una prioridad estratégica.

Entre las actividades que pueden ampliarse a partir de una estrategia se encuentran el turismo - en particular el ecoturismo, el turismo de aventura, el turismo comunitario, el turismo cultural e histórico - el manejo sustentable de la biodiversidad con técnicas de agroforestería, agroecología y permacultura, la captación de la cooperación internacional para la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático, el aprovechamiento sustentable de bienes y servicios no maderables de los boques tropicales, y la promoción del bioconocimiento, con una política tendiente a la participación adecuada del país y los pueblos indígenas en los frutos de la investigación, transformando el marco regulatorio internacional sobre propiedad intelectual que en la actualidad beneficia desproporcionadamente a las transaccionales.

La base principal de esta estrategia consiste en detener la elevada tasa de deforestación y degradación de ecosistemas remanentes que prevalece en el país, impulsada, como se ha demostrado, por la expansión de la frontera petrolera y el inicio de la minera en gran escala, y alimentada por la construcción de vías que atraviesan áreas no intervenidas. Adicionalmente se requiere mejorar la infraestructura turística del país, continuar y profundizar las políticas actuales de mejora en educación, salud y vivienda, y ampliar los estímulos para la micro, pequeña y mediana empresa y para empresas comunitarias, mediante programas integrados de crédito, asistencia técnica y capacitación.

Entre las actividades que pueden promoverse mediante una estrategia de conservación de la biodiversidad y patrimonio cultural del Ecuador sobresale el turismo en el corto plazo. El desarrollo de este sector, inmerso en una estrategia más amplia de diversificación productiva y redistribución económica, puede consolidar la transición necesaria hacia una economía sustentable y equitativa.

El turismo es una de las actividades de mayor expansión a escala mundial, y ha mantenido un crecimiento importante incluso durante los años de la reciente crisis financiera internacional. El número de turistas internacionales ascendió un 4% en 2012, y el sector representa actualmente el 9% de la economía mundial, generando 120 millones de empleos directos y otros 125 millones de empleos indirectos (World Economic Forum, 2013). A pesar del potencial nacional, este sector es todavía pequeño en el país (Cuadro 11).

**Cuadro 11**  
**Desarrollo Turístico Internacional Comparativo: 2013**

País	Ingresos por turismo 2011			% PIB 2012	% Empleo 2012	Ranking (1 a 140)
	Turistas Internacionales	Ingresos por turismo internacional 2011 (miles US\$)	Ingreso por turista (US\$)			
España	56694300	59892300	1056	5.3	2.7	4
Italia	46118800	42999700	932	3.2	3.8	26
Costa Rica	2192100	2152000	982	4.9	4.6	47
México	23403300	11868800	507	5.5	6.3	44
Australia	5875300	31473100	5357	2.4	3.9	11
Brasil	5433400	6554900	1206	3.3	2.9	51
Argentina	5704600	5355000	939	3.8	3.6	61
Chile	3069800	1831000	596	2.9	2.8	56
Perú	2597800	2359700	908	3.5	2.7	73
Colombia	2384900	2201400	923	1.6	2.4	84
Ecuador	1141000	843400	739	1.9	1.7	81

Fuente: World Economic Forum, 2013.

Pese a su amplio potencial, el Ecuador todavía se encuentra en una posición claramente desventajosa en el contexto latinoamericano y mundial por la magnitud de sus ingresos turísticos internacionales, ocupando la posición 81 entre 140 países del mundo por su nivel de competitividad.

El aporte del turismo internacional al PIB y al empleo en el Ecuador está todavía bajo el 2% en ambos casos, muy inferior a casi todos los países incluidos en el Cuadro 11, donde se destacan Costa Rica, con valores cercanos al 5% en ambos casos, y México. Las principales limitaciones del Ecuador radican, según el Word Economic Forum, en la falta de seguridad para turistas, falta de infraestructura en transporte aéreo, servicios turísticos e Internet, deficiencias en recursos humanos, dificultades y excesivas regulaciones para abrir empresas, entre otros.

Pese a estas limitaciones y a la escasa promoción pública efectiva del turismo, la expansión del turismo en el Ecuador ha sido rápida. El número de turistas internacionales ascendió de 450.000 en 1995 a 1.141.000 en 2011, con una tasa anual de crecimiento del 6%. En forma similar, el empleo en turismo (interno e internacional) ha ascendido aceleradamente desde 1990, como lo muestra el Cuadro 12.

**Cuadro 12**  
**Participación del Turismo (interno e internacional) en la PEA: 1990-2010**

	Personas			Tasa anual de crecimiento		
	1990	2001	2010	1990-2001	2001-2010	1990-2010
Hoteles	6720	13499	24080	6.5	6.6	6.6
Restaurantes	43093	92318	186055	7.2	8.1	7.6
Subtotal	49813	105817	210135	7.1	7.9	7.5
Total Turismo	49950	93217	204934	5.8	9.1	7.3
PEA	3220050	4471681	5383148	3.0 3.0	2.1 2.1	2.6 2.6
<b>Porcentaje sobre PEA</b>						
Hoteles	0.21	0.30	0.45			
Restaurantes	1.34	2.06	3.46			
Subtotal	1.55	2.37	3.90			
Total Turismo	1.55	2.79	4.36			

Nota: La PEA del turismo se ha calculado asignando coeficientes para el turismo a las ramas definidas en los censos, según los criterios definidos por el Banco Central para la estimación de cuentas nacionales satelitales de turismo. Se ha asumido una productividad constante por persona ocupada entre las ramas incluidas. Véase: Secretaría General de la Comunidad Andina (2011). Cuenta Satélite de Turismo de Ecuador, Datos preliminares, 2006. Lima, CAN.

Fuentes: INEC. Censos de población, 1990, 2001, 2010.

En 2010 el turismo ocupaba a 204.900 personas, equivalentes al 4.4% de la fuerza laboral del país, y su aporte al PIB en 2006 fue del 4.78% (Secretaría General de la Comunidad Andina, 2011). El sector ha mantenido tasas de crecimiento cercanas al 6% anual, valor muy elevado en el contexto de la economía nacional. La generación de divisas por el turismo receptor, de 843 millones de dólares en 2011, convierte al sector en uno de los principales rubros de exportación (de servicios), después del petróleo, el banano, elaborados de productos de mar y camarón, superando a las flores. El turismo interno genera un gasto mayor al del turismo receptor, alcanzando 2.633 millones de dólares en 2006, frente al turismo internacional receptor, que generó 749 millones el año mencionado. En síntesis, a pesar de haber recibido un apoyo reducido en las estrategias de desarrollo y a la ausencia de una efectiva política de conservación de la biodiversidad en el Ecuador, el turismo ha crecido

aceleradamente, pero se encuentra claramente por debajo de su potencial. En consecuencia, su desarrollo futuro es viable bajo el impulso de una estrategia coherente y definida de promoción.<sup>3</sup>

La promoción turística en el Ecuador debe priorizar el desarrollo de micro, pequeñas y medianas empresas, y favorecer los enlaces productivos con otras actividades económicas. No se trata de promover un turismo con escasas vinculaciones con la economía local, como ha ocurrido en parte en Galápagos. Además se busca promover principalmente el turismo vinculado con la conservación de la naturaleza, la identidad cultural de los pueblos indígenas y el patrimonio histórico del país.

La distribución regional del empleo turístico revela una expansión sorprendente del turismo en la Amazonía (Cuadro 13), que ha aumentado 14 veces entre 1990 y 2010, alcanzando en este último año el 3.5% de la PEA, cifra comparable a la media nacional. El cuadro 13 contrasta también el empleo del turismo con el del petróleo, cuyo aporte es muy inferior al 1%. Por cada empleo generado por el petróleo en el Ecuador, el turismo genera 25 puestos de trabajo, y la relación es de 5 a 1 en la región Amazónica. Como referencia se ha incluido también en el cuadro el empleo del sector agropecuario que, aunque declinante, todavía es el mayor generador de puestos de trabajo en el país.

La contribución del turismo al desarrollo local es fundamental en varias parroquias y ciudades del Ecuador, como lo muestra el Cuadro 14, que presenta los casos con mayor participación turística en el empleo. Los primeros lugares corresponden a Mindo, Papallacta, Baños y varias parroquias de Galápagos. Se encuentran también en posiciones destacadas Baeza, Puyo y varios pueblos en la cuenca alta del Pastaza, como Rio Verde. Existen varias experiencias locales que pueden catalogarse como exitosas en turismo en la Amazonía, con importante participación de las comunidades indígenas, como Napo Wildlife Center, Yasuni Lodge, Bamenó y Capawi, entre otras.

Costa Rica, país menor que el Ecuador en superficie y población, mantuvo una base agroexportadora en los años 1950, con los mismos productos que nuestro país (banano, café y cacao), y actualmente ha logrado un ingreso por habitante que duplica el ecuatoriano, una distribución del ingreso más equitativa, y una de las condiciones sociales más avanzadas en América Latina. Estos resultados se han obtenido en un país que carece de petróleo, pero que, a partir de la revolución de 1948, estableció una democracia estable, con alta inversión en educación, salud, ciencia y tecnología. Recientemente ha impulsado una estrategia de reforestación, ampliando el área de bosques en el 8.8% entre 2000 y 2010, como se parecía en el Mapa 9 (Mongabay, 2013, UNEP-FAO, 2009). Como resultado de una política consistente, el ecoturismo se ha convertido en un pilar importante de la economía y el desarrollo social, el país ha incursionado también en la exportación de servicios de alta tecnología y ha diversificado sus exportaciones.

Otro ejemplo reciente relativamente exitoso de una estrategia de conservación del bosque tropical es Brasil, país que ha logrado reducir su tasa anual de deforestación en la Amazonía en un 74% entre 2005 y 2011 (Gráfico 3), combinando una importante contribución internacional noruega de 1.000 millones de dólares, un sistema eficiente de monitoreo satelital y un programa participativo de incentivos para la conservación (Fondo Amazonía). Desafortunadamente, el aumento en la deforestación en 2013 no garantiza la continuidad de estas políticas.

---

<sup>3</sup> Las diferencias entre los cuadros 11, que incluye solamente el turismo receptor intencional, y el Ecuador 12, que incluye también el turismo interno, se explican por esta causa, y también por el empleo de distintas metodologías.



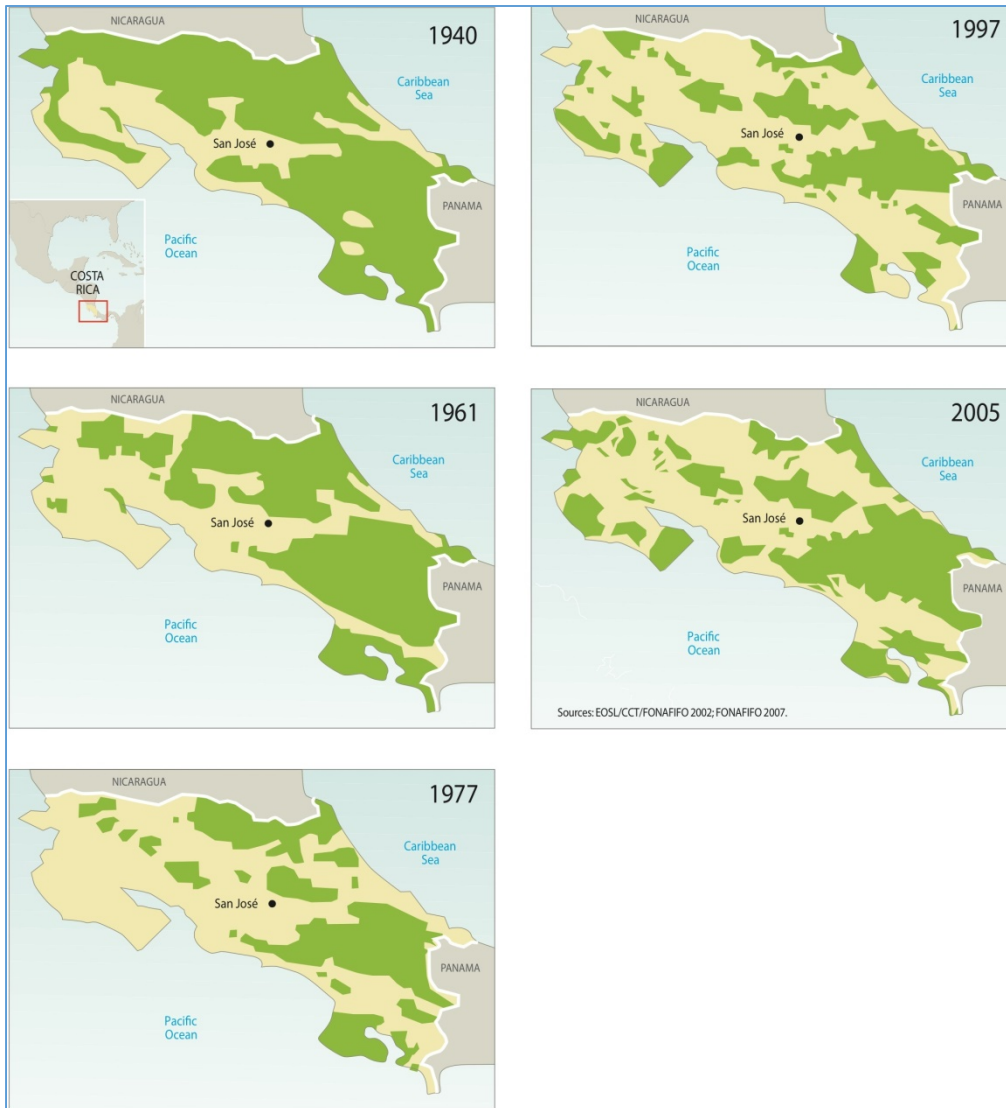
Una estrategia consistente hacia la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de sumideros de carbono en los bosques y páramos del Ecuador puede atraer significativos aportes de la cooperación internacional, como en el caso mencionado de Brasil y también el de Guyana, que recibe 250 millones de dólares de Noruega en un programa similar para reducir la deforestación. El Ecuador ha obtenido un amplio reconocimiento internacional al convertirse en el primer país en el mundo en reconocer en su constitución los derechos de la naturaleza, y al haber planteado, con la Iniciativa Yasuní-ITT, mecanismos innovadores de mitigación como la no extracción de reservas de combustibles fósiles en áreas de alta sensibilidad ambiental en países en desarrollo, cuya pertinencia y necesidad han sido conformadas por la investigación científica reciente.

Aunque el gobierno actual haya abandonado la Iniciativa Yasuní-ITT, la posibilidad de canalizar importantes recursos internacionales mediante políticas de conservación, que incluyan la reducción de la deforestación, el mantenimiento de la biodiversidad, el desarrollo sustentable e incluso el mantenimiento de reservas inexploradas de combustibles fósiles sigue siendo factible. El Fondo Verde Climático, promovido por Naciones Unidas, se ha propuesto canalizar 100.000 millones de dólares para 2020. Aunque esta meta no se alcance, la disponibilidad de recursos internacionales para una estrategia coherente de conservación es creciente y continuará ascendiendo conforme se supere la crisis financiera internacional y aumente la conciencia sobre nuevos mecanismos de mitigación del cambio climático. En síntesis, una propuesta de segunda generación que combine la no expansión de la frontera petrolera hacia los parques nacionales y la Amazonía suroriente con una política consistente de conservación y desarrollo sustentable, puede recibir significativas contribuciones internacionales que la consoliden.

Además de la protección de la biodiversidad y el aprovechamiento sustentable de sus beneficios, una estrategia alternativa de desarrollo debe garantizar la futura demanda de alimentos saludables, minimizando el impacto potencial del cambio climático, optimizando el uso de recursos limitados, como los suelos fértiles y el agua, y generando fuentes de trabajo para las economías campesinas. Varios estudios demuestran que las pequeñas propiedades rurales alcanzan una productividad por hectárea superior a las grandes extensiones. Su cultivo mediante técnicas de agroecología y agroforestería proporciona resiliencia a la producción, mantiene la diversidad genética de los cultivos y conserva los suelos, promoviendo la soberanía alimentaria. La agroecología proporciona una alternativa frente a los límites ambientales de las técnicas agropecuarias basadas en los monocultivos y el empleo intensivo de agroquímicos y plaguicidas, cuyos límites económicos, sociales y ambientales son claros (Altieri, 2009).

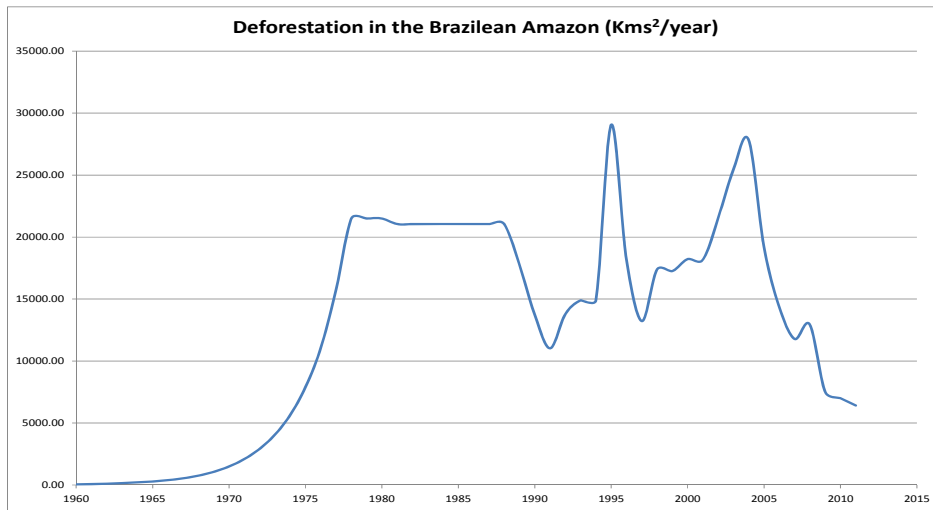
Los mercados locales de alimentos y bienes de subsistencia deben adquirir mayor importancia frente a la dependencia de mercados internacionales, que requieren de transporte de grandes distancias con elevado consumo de energía, y están afectados por fluctuaciones erráticas en sus precios que afectan desproporcionadamente a los pequeños productores, como en los casos del café y el cacao en el Ecuador. Las comunidades de producción y consumo pueden buscar mayor autonomía y resiliencia, reforzando las formas no convencionales de intercambio, como los sistemas monetarios locales y sistemas complejos de trueque e intercambio de bienes y servicios que han sido creados a escala local en varias experiencias de crisis en América Latina.

### Mapa 9 Cambio en la cobertura boscosa de Costa Rica: 1940-2005



Fuente: UNEP-FAO, 2009.

**Gráfico 3**  
**Deforestación en la Amazonía Brasileña: 1960-2011**



Fuente: INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Sao Paulo, <http://www.inpe.br>. Agosto 2012.

Una estrategia territorial de manejo sustentable implica no solamente la aplicación de técnicas de agroforestería y agroecología para mantener la reducida productividad de los suelos amazónicos, sino también la limitación progresiva de actividades pecuarias, como la ganadería vacuna extensiva, cuyos rendimientos por hectárea son mínimos, que además contribuyen al cambio climático mediante las emisiones de metano. La aplicación de técnicas para el manejo sustentable de bosques complementa un manejo apropiado del territorio.

En síntesis, se requiere una política territorial que privilegie la producción sustentable de alimentos y las técnicas intensivas en empleo, para reducir las presiones hacia la expansión no sustentable de la frontera agrícola y maximizar el potencial de la agricultura en la generación sustentable de empleo.

**Cuadro 13**  
**PEA en agricultura, turismo y petróleo por regiones: 1990-2010**

Rama	Costa	Sierra	Amazonía	Galápagos	Total	Costa	Sierra	Amazonía	Galápagos	Total
<b>Personas</b>					<b>Porcentaje de PEA</b>					
<b>Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca</b>										
<b>1990</b>	492998	546159	83240	837	1123234	33.61	33.90	60.51	18.64	34.88
<b>2001</b>	610687	670644	110658	1575	1393564	29.77	30.47	52.56	18.67	31.16
<b>2010</b>	561810	541970	163610	1129	1268519	24.04	21.38	32.71	9.94	23.56
<b>Petróleo</b>										
<b>1990</b>	526	2958	2047	1	5532	0.04	0.18	1.49	0.02	0.17
<b>2001</b>	1268	3393	4054	2	8717	0.06	0.15	1.93	0.02	0.19
<b>2010</b>	843	3786	3497	5	8131	0.04	0.15	0.70	0.04	0.15
<b>Turismo</b>										
<b>1990</b>	24266	24231	1259	194	49950	1.65	1.50	0.92	4.31	1.55
<b>2001</b>	44723	45404	2664	427	93217	2.18	2.06	1.27	5.06	2.08
<b>2010</b>	88688	97029	17520	1698	204934	3.79	3.83	3.50	14.94	3.81
<b>PEA</b>										
<b>1990</b>	1466786	1611207	137567	4490	3220050	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
<b>2001</b>	2051511	2201196	210539	8435	4471681	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
<b>2010</b>	2337029	2534582	500176	11361	5383148	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Nota: La PEA del turismo se ha calculado asignando coeficientes para el turismo a las ramas definidas en los censos, según los criterios definidos por el Banco Central para la estimación de cuentas nacionales satelitales de turismo. Se ha asumido una productividad constante por persona ocupada entre las ramas incluidas. Véase: Secretaría General de la Comunidad Andina (2011). Cuenta Satélite de Turismo de Ecuador, Datos preliminares, 2006. Lima, CAN.

Fuentes: INEC, Censos de Población, 1990, 2001 y 2010.

**Cuadro 14**  
**Principales parroquias y ciudades turísticas del Ecuador**

Rango	Parroquia	Provincia	% turismo PEA	
			2010	2001
1	Mindo	Pichincha	0.184	0.059
2	Papallacta	Napo	0.132	0.051
3	Puerto Villamil	Galápagos	0.13	0.031
4	Baños	Tungurahua	0.102	0.066
5	Puerto Ayora	Galápagos	0.09	0.065
6	Atacames	Esmeraldas	0.087	0.083
7	Santa Rosa	Galápagos	0.074	0.036
8	Tonsupa	Esmeraldas	0.072	0.053
9	Ulba	Tungurahua	0.072	0.025
10	Tonchigue	Esmeraldas	0.067	0.032
11	Bellavista	Galápagos	0.065	0.064
12	Puerto Baquerizo Moreno	Galápagos	0.059	0.035
13	Canoa	Manabí	0.059	0.013
15	Isla Santa María (Floreana)	Galápagos	0.054	0.03
16	Puerto López	Manabí	0.054	0.03
17	Baeza	Napo	0.051	0.035
18	Puyo	Pastaza	0.05	0.038
20	Rio negro	Tungurahua	0.048	0.021
22	Mera	Pastaza	0.047	0.017
23	Cosanga	Napo	0.047	0.02
24	Nanegalito	Pichincha	0.046	0.031
26	Macas	Morona Santiago	0.045	0.031
27	Baños	Azuay	0.045	0.034
28	Vilcabamba (Victoria)	Loja	0.045	0.028
30	Puerto Francisco de Orellana	Orellana	0.044	0.028
32	Quito	Pichincha	0.044	0.037
33	Tulcán	Carchi	0.044	0.047
36	San Francisco de Borja	Napo	0.043	0.029
39	Riobamba	Chimborazo	0.042	0.032
43	Sto. Domingo de los Colorados	Santo Domingo de los Tsáchilas	0.041	
45	Salinas	Santa Elena	0.041	
46	Nueva Loja	Sucumbíos	0.041	0.038
47	Ambato	Tungurahua	0.041	0.031
50	Ibarra	Imbabura	0.04	0.036
52	El chaco	Napo	0.04	0.027
56	Manta	Manabí	0.04	0.035
57	Machala	El Oro	0.04	0.031
58	Loja	Loja	0.039	0.033
59	Tena	Napo	0.039	0.03
60	Rio Verde	Tungurahua	0.039	0.024
64	Guayaquil	Guayas	0.038	0.033
65	Cuenca	Azuay	0.038	0.033

Nota: Se han omitido varios destinos de playa de la Costa, y otras localidades pequeñas de varias regiones para mantener el espacio disponible. Véase nota del cuadro 13 para cálculos del empleo en turismo.

Fuente: INEC, Censos de Población, 2001 y 2010.

## Conclusiones

Desde 1972, el Ecuador ha convertido al petróleo en su producto principal de exportación y la base principal de su economía. Esta dependencia ha repercutido en una mínima diversificación económica, un crecimiento bajo e inestable y en la persistencia de la inequidad social y la pobreza, que históricamente han afectado al país. Adicionalmente la extracción petrolera ha tenido un impacto severo sobre la selva Amazónica y los pueblos indígenas, amenazando la excepcional riqueza cultural y natural del Ecuador. El panorama se torna crítico al tomar en cuenta las reservas limitadas de petróleo, que permitirían al país continuar sus exportaciones netas de combustibles fósiles por no más de dos décadas.

En el mediano plazo, el Ecuador tiene dos opciones básicas. La primera consiste en profundizar el extractivismo, ampliando la frontera petrolera al interior del Parque Nacional Yasuní y en el Centro-sur de la Amazonía e iniciando la minería en gran escala, y la segunda implica privilegiar la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad, promoviendo el turismo, el bioconocimiento y otras actividades sustentables con alta generación de empleo productivo y enlaces. Este artículo presenta elementos para una evaluación comparativa de estas alternativas, con especial referencia a la Amazonía centro-sur.

La región conformada por la cuenca alta del Napo, incluyendo el Parque Yasuní y la reserva Cuyabeno, y la Amazonía Centro-Sur, integrando las cuencas del Bobonaza, Pastaza y Morona, conforma un territorio de características excepcionales. Su biodiversidad ha sido catalogada como la más alta en el hemisferio occidental, y prevalece un nivel mínimo de intervención en un paisaje con predominio de bosques primarios y bajas tasas de deforestación, confiriéndole a la región un alto potencial de conservación. La proporción de pueblos indígenas en su población alcanza el 55%, valor único en el país, con una significativa presencia de los pueblos Shuar, Achuar, Shiwiar, Kichwa y Zápara.

Históricamente la Amazonía ha atravesado por ciclos de larga duración con el predominio de alguna actividad de tipo extractivo, como el oro, el caucho y más recientemente el petróleo. La extracción petrolera ha implicado un cambio rápido y profundo en la Amazonía, cuya población ha aumentado casi 10 veces entre 1974 y 2010, a pesar tanto de la limitada vocación agrícola de sus suelos como de la mínima generación de empleo de la actividad petrolera. Este cambio demográfico, desafortunadamente, no ha sido acompañado con una mejora comparativa de las condiciones de vida de la región frente al resto del país. La Amazonía registra, particularmente desde 1990, las condiciones sociales más deprimidas entre las regiones del país, particularmente en el área rural. Los indicadores más críticos son los de salud y vivienda, mientras que las variables de educación son comparables o algo mejores que las de las áreas rurales de la Sierra y Costa, porque una parte considerable de la población amazónica está conformada por migrantes, cuyo nivel educativo en general supera el promedio de las áreas de origen de las migraciones. Entre los indicadores más críticos sobresalen la mortalidad infantil, la desnutrición crónica de menores de 5 años, la falta de servicios adecuados de salud y las carencias en agua potable e infraestructura habitacional.

Es sorprendente que, tanto en las ciudades como en el campo, las zonas petroleras presentan condiciones de vida inferiores a las no petroleras. Si bien no puede inferirse directamente de esta diferencia que el efecto del petróleo sobre las condiciones de vida de la población es negativo, ya que éstas dependen también de otros factores como la fertilidad del suelo, el desarrollo turístico y la antigüedad de los asentamientos humanos, la desventaja de las áreas petroleras apunta fuertemente a identificar un aporte mínimo de esta actividad al bienestar social de las poblaciones circundantes.

Se ha diferenciado tres zonas principales al interior del área petrolera intervenida en la Amazonía: el área norte, centrada en Lago Agrio, donde se desarrollaron los campos de Texaco (excepto el Campo Auca) y luego se han explotado crudos pesados hacia el Este, la ruta Auca al Sur de Coca, y la ruta Maxus que

ingresa al interior del Parque Nacional Yasuní en el Bloque 16. En general, las condiciones sociales más críticas se encuentran en la Ruta Maxus, y esta zona puede identificarse como una de las más deprimidas del Ecuador. La ruta Auca se ubica en una posición intermedia, y las condiciones de vida son relativamente mejores en el área petrolera principal. Las mejores condiciones de vida del área petrolera principal se concentran en centros urbanos, como Lago Agrio y Coca, mientras en el campo las condiciones sociales mejores favorables son comparables a las e la ruta Auca.

Aunque las áreas rurales al interior de las zonas petroleras presentan condiciones sociales críticas, la situación es alarmante en la ruta Maxus. En este lugar se observan los valores más críticos del país en analfabetismo, escolaridad, mortalidad infantil, desnutrición crónica, acceso a servicios de salud e infraestructura habitacional. El caso es sorprendente porque la empresa petrolera Repsol-YPF ha financiado programas de desarrollo social en el Bloque 16 con fondos aproximados de un millón de dólares por año durante varios años consecutivos.

En la ruta Maxus las empresas petroleras han controlado estrictamente la migración, permitiendo ampliar sus actividades agropecuarias únicamente a la población mayoritariamente Huaorani previamente residente en el área. Sin embargo, aunque la deforestación es limitada la degradación ambiental es considerable debido a la expansión de la cacería con armas de fuego y fines comerciales, cuyo control es apenas efectivo. En la ruta Auca, por el contrario, la deforestación ha sido acelerada, creando un contexto de deterioro ambiental, alta conflictividad social y persistencia de carencias en las necesidades básicas.

La deforestación en la Amazonía ecuatoriana responde principalmente a la colonización proveniente de pequeños y medianos propietarios inmigrantes, cuya intervención es facilitada por la construcción de vías para la exploración y explotación de petróleo. Esta investigación, partiendo de información censal y satelital a escala local, encuentra que las mejoras sociales asociadas a la deforestación no son perdurables, y se producen solamente en las etapas iniciales del proceso, posiblemente estimuladas por una productividad inicial relativamente alta del suelo y por ingresos de la venta de madera. Posteriormente, conforme declina la productividad de la tierra, las mejoras sociales se reducen, desaparecen e incluso se revierten, de tal forma que los beneficios sociales netos perdurables de la deforestación son mínimos. En consecuencia, la función que vincula la deforestación con las condiciones de vida sigue una curva parabólica cóncava hacia abajo, como una “U” invertida. Este estudio confirma investigaciones previas en la Amazonía brasileña que llegan a conclusiones similares. Desde una perspectiva social y ambiental, la deforestación en la Amazonía tiene altos costos ambientales locales, nacionales y planetarios, sin proporcionar beneficios perdurables para la población. Considerando la escasa o ninguna vocación agrícola de los suelos amazónicos, y la mínima capacidad de generar empleo del petróleo, se pueden apreciar los límites distributivos de la actual estructura económica en la Amazonía.

LA XI Ronda Petrolera ha reiniciado la expansión, aunque todavía limitada por sus modestos resultados, de la exploración y explotación petrolera en la Amazonía Centro-sur. La limitada información disponible sobre el potencial productivo de los 21 bloques que conforman el área de potencial expansión se basa principalmente en pozos exploratorios perforados principalmente en los años 1970. En general, las reservas esperadas son limitadas, están dispersas y requieren una inversión alta de capital de riesgo y la construcción de una extensa infraestructura de acceso y extracción. Aunque los precios futuros del petróleo sean volátiles y difíciles de predecir, las expectativas actuales no son alentadoras, tomando en cuenta el menor crecimiento de China y de la economía mundial, la rápida expansión de la producción en EE. UU. y el acelerado proceso de cambio tecnológico hacia energías limpias y hacia una mayor eficiencia energética.

Con estos antecedentes se han elaborado nueve modelos prospectivos sobre los ingresos fiscales potenciales del petróleo en el sur-oriente amazónico. En un escenario moderadamente optimista, las reservas extraíbles alcanzarían los 369 millones de barriles a un precio futuro de 90 dólares por barril, y el valor presente de los ingresos fiscales futuros llegaría a 2.899 millones de dólares, distribuidos en los próximos 30 años. Este valor es pequeño, y aumentaría los ingresos fiscales en una fracción mínima, posiblemente inferior al 2%. El aporte al desarrollo local, mediante las leyes de descentralización que transfieren una parte de este valor a los gobiernos autónomos, también resultaría pequeño.

De estos ingresos potenciales para el país deben deducirse los costos ambientales. Entre ellos se han estimado con varios métodos los efectos de las emisiones de dióxido de carbono, que contribuyen al cambio climático. Si se asume el costo real para la economía mundial de cada tonelada de CO<sub>2</sub>, estimada en 37 dólares por el gobierno de los Estados Unidos, el impacto negativo de la combustión del petróleo extraído alcanza un valor presente de 1.379 millones de dólares, y las emisiones por deforestación llegan a 4.829 millones de dólares, superando ampliamente los ingresos fiscales de la extracción petrolera. Otras metodologías de cálculo del impacto de las emisiones proporcionan valores menores, pero considerables. Si se añaden otros efectos ambientales de la explotación petrolera sobre la biodiversidad, las aguas, los suelos y la salud humana, el balance se torna más crítico. Las cifras plantean serios interrogantes sobre la rentabilidad futura de la extracción petrolera en la Amazonía centro-sur.

Frente a los límites estructurales del modelo de “desarrollo” prevaleciente en la Amazonía en las dimensiones económica, social y ambiental, es fundamental estructurar una estrategia alternativa, que busque la satisfacción de las necesidades humanas en forma participativa, equitativa, con respeto a la identidad cultural de los pueblos indígenas, promoviendo la expansión de la actividad económica en armonía con la naturaleza, y dentro de los límites impuestos por la conservación de los ecosistemas.

Se propone convertir a la biodiversidad, la riqueza cultural de los pueblos indígenas y la herencia histórica preservada del país en pilares para un desarrollo equitativo y sustentable basado en la conservación de los ecosistemas y en el aprovechamiento de actividades con altos enlaces productivos, generación de empleo y capacidad de generar divisas y atraer la cooperación internacional para la conservación, como el turismo en el corto plazo, y más adelante la promoción del bioconocimiento con una participación adecuada del país y las comunidades indígenas en sus beneficios. En las áreas intervenidas se puede fomentar alternativas como la agroecología y agroforestería, que alcancen la soberanía alimentaria, minimizando la degradación de los suelos, y combinando la diversidad de las especies cultivadas, el conocimiento ancestral de los pueblos indígenas y los aportes contemporáneos de la ecología y la agronomía.

El desarrollo regional amazónico debe estar anclado en una estrategia nacional consistente, que promueva el buen vivir, alcanzando la diversificación productiva, la generación de empleo de calidad y la redistribución equitativa del ingreso y las oportunidades, reduciendo las presiones sociales que han repercutido en el pasado a una migración hacia la Amazonía en busca de horizontes que la sociedad ha negado a los sectores populares en el pasado.

En el corto y mediano plazo, esta estrategia nacional y regional puede iniciarse con una amplia promoción del turismo y ecoturismo, y luego complementarse con una estrategia de seguridad alimentaria, y la promoción del bioconocimiento en las condiciones mencionadas.

A pesar de su limitada promoción por parte de las políticas de desarrollo, el turismo en el Ecuador ha mantenido una expansión consistente desde al menos 1990, con un crecimiento cercano al 6% anual. En la actualidad genera más de 200,000 empleos directos, aporta con cerca del 5% del PIB y es una de las cinco más importantes actividades en la generación de divisas, con ingreso anuales de más de 800



millones de dólares. El empleo turístico en la Amazonía, en particular, ha crecido 14 veces desde 1990, generando 17.500 empleos directos, cinco veces más que el petróleo. Existen varias experiencias exitosas de proyectos ecoturísticos con activa participación de comunidades indígenas, y mediante una política adecuada de promoción y formación de recursos humanos, ésta experiencia puede multiplicarse con alto potencial.

A pesar de su excepcional patrimonio, el Ecuador todavía se encuentra entre los países con baja competitividad en turismo internacional, ocupando la posición 81 entre 140 países del mundo. Existen experiencias exitosas en América Latina, entre las que se destaca Costa Rica, país que, careciendo de petróleo, ha logrado, a partir de los años 1950, una economía agroexportadora y escasamente diversificada, un desarrollo estable con alta expansión de servicios de ecoturismo y conservación, un elevado perfil tecnológico incluso en su sector exportador, y la capacidad para proporcionar a su población condiciones de vida y equidad que se ubican entre las más avanzadas en América Latina.

En síntesis, aunque el ciclo petrolero en la Amazonía ha iniciado su paulatina declinación, en el corto plazo se busca una expansión agresiva de la frontera petrolera hacia territorios con enorme biodiversidad y riqueza cultural, como la Parque Nacional Yasuní y la Amazonía centro-sur. Tanto a escala nacional como regional, el petróleo no ha logrado proporcionar crecimiento, diversificación y una distribución social adecuada a la economía nacional, y ha conllevado un considerable impacto ambiental sobre ecosistemas frágiles.

Afortunadamente existen alternativas viables que pueden combinar la conservación de los ecosistemas con un desarrollo participativo y equitativo en la Amazonía, pero su implementación requiere políticas económicas, sociales y ambientales consistentes en el largo plazo, que dejen atrás la dependencia de productos no renovables.

## Bibliografía

- Altieri, Miguel. *Agroecology, Small Farms, and Food Sovereignty*. Montkly Review, 2009. <http://monthlyreview.org/2009/07/01/agroecology-small-farms-and-food-sovereignty> . Visitado enero 2014.
- Altimir, Oscar. “Desigualdad, empleo y pobreza en América Latina: efectos del ajuste y del cambio en el estilo de desarrollo”. *Desarrollo Económico* (Vol. 37, No. 145, Abril-junio, 1997).
- Bass M, Finer M, Jenkins C, et al.(2010), *Global Conservation Significance of Ecuador’s Yasuní National Park*. PloS ONE, Volume 5, Issue 1, January 2010.
- Bebbington, Anthony. *Industrias extractivas: conflicto social y dinámicas institucionales en la Región Andina*. Lima: IEP, 2013.
- Cámara de Minería del Ecuador, *Depósitos de Minerales Metálicos en el Ecuador*, Borrador de trabajo sujeto a revisión, 2012. <http://www.cme.org.ec/> visitado diciembre 2013.
- Ecuacorriente Resources Inc. *Mirador Copper-Gold Project: 30,000 Tpd Feasibility Study*. 2008. El Comercio, 22 de Septiembre de 2012.
- El Comercio, 8 de enero de 2012. [http://www.elcomercio.com/negocios/Petroamazonas-crudo-inversion\\_0\\_1062493781.html](http://www.elcomercio.com/negocios/Petroamazonas-crudo-inversion_0_1062493781.html). Visitado enero 2014.
- Energy Information Administration (EIA), [www.eia.gov](http://www.eia.gov) . Visitado diciembre 2013. Hoy, 23 de Agosto de 2012.
- Hoy, 14 de mayo de 2012.
- Herbert, Bob. “Disaster in the Amazon”. *New York Times*, June 4, 2010.
- IMF. World Economic Outlook. Transitions and Tensions, October, 2013.
- INEC. Censos de Población y Vivienda, 1962, 1990, 2001 y 2010.
- INEC. Encuesta de Condiciones de Vida, 2006.
- Larrea, Carlos. “Estrategias de desarrollo y políticas sociales en América Latina”, en: Alberto Acosta (comp.) “El Desarrollo en la Globalización: El Reto de América Latina”, Caracas: ILDIS – Nueva Sociedad, 2000.
- Larrea, Carlos. *Hacia un historia ecológica del Ecuador*, Quito: UASB-CEN, 2005.
- Larrea, Carlos. *Pobreza, dolarización y crisis en el Ecuador*. Quito: Abyayala, 2004.
- Larrea, Carlos. “Inequality, Sustainability and the Greed Line: A Conceptual and Empirical Approach”, *The Ecumenical Review*, Volume 63, Issue 3, pages 263–277, October 2011.
- Larrea, Carlos y Camacho, Gloria ed. *Atlas de las desigualdades socioeconómicas del Ecuador*. Quito: SENPLADES, 2013.
- Larrea, Carlos, Larrea, Ana Isabel, y Bravo, Ana Lucía “Petróleo, sustentabilidad y desarrollo en la Amazonía norte del Ecuador: dilemas para una transición hacia una sociedad post-petrolera”. En: Grace Jaramillo (Comp.). **Construyendo puentes entre Ecuador y Colombia**. Quito: FLACSO, 2009.

Lefebvre, Louis. “¿Qué Permanece aún de la teoría del desarrollo?”. *Desarrollo Económico*, Vol. 31, N. 122, (julio-septiembre 1991), 251-263.

Ministerio del Ambiente. *Mapa de uso y cobertura del suelo, 1990, 2000, 2008*. Documento no publicado, 2013.

Ministerio del Ambiente. *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito: Ministerio del Ambiente, 2012. [http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS\\_ECUADOR\\_2.pdf](http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf) Visitado Octubre 2013.

Ministerio de Energía y Minas (2007). *Planificación económica integral de crudos pesados*. Documento no publicado.

Ministerio de recursos no renovables. Página Web. <http://www.recursosnaturales.gob.ec/?p=3269/crudo-ecuadoriano-que-se-explote-en-campos-del-suroriente-saldra-por-oleoducto-peruano#>, visitado agosto 2012.

Mongabay, página Web. [http://rainforests.mongabay.com/deforestation/2000/Costa\\_Rica.htm](http://rainforests.mongabay.com/deforestation/2000/Costa_Rica.htm) . Visitado enero 2004.

Myers, Norman. “Tropical Forests: the Main Deforestation Fronts”. *Environmental Conservation*, Vol.20, N. 1, Spring 1993.

Myers, Norman, Mittermeier, Russell A., Mittermeier, Cristina, G. da Fonseca, Gustavo A. B. and Kent, Jennifer. “Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities”. *Nature*, Vol. 403, N. 24, February 2000.

Norway: Ministry of the Environment, *The Government of Norway's International Climate and Forest Initiative*, 2012. [http://www.regjeringen.no/upload/MD/2011/vedlegg/klima/klima\\_skogprosjektet/Infohefte\\_kos\\_nov2012.pdf](http://www.regjeringen.no/upload/MD/2011/vedlegg/klima/klima_skogprosjektet/Infohefte_kos_nov2012.pdf) Visitado enero 2014.

Osinergmin, 2009, *Eliminación del mayor impacto ambiental de los campos petroleros*. Lima: Osinergmin.

Perupetro, *Estadística Petrolera, 2012*. [www.perupetro.com.pe/](http://www.perupetro.com.pe/) . Visitado diciembre 2013.

Plautz, Jason E&E reporter, November 27, 2013. *White House calls for comments on estimated social cost of carbon*.

Pounds & Puschendorf, “Clouded Forests”, *Nature*, V. 427, January 8, 2004.

Rodrigues, Ana et al (2009). “Boom-and-Bust Development Patterns Across the Amazon Deforestation Frontier”. *Science* Vol 324, June, p. 1435-1437.

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (SHE). *Ecuador Southeastern Round*. <http://www.rondasuroriente.gob.ec/wp-content/uploads/2013/08/RONDA-SURORIENTE-ECUADOR-ENGLISH-revision-enero-2013.pdf> . Visitado en Diciembre 2013.

Secretaría General de la Comunidad Andina (2011). *Cuenta Satélite de Turismo de Ecuador, Datos preliminares, 2006*. Lima, CAN.

SENPLADES. *Buen Vivir: Plan Nacional 2013-2017, todo el mundo mejor*. Quito: SENPLADES, 2013.

Sierra, Rodrigo. *Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años*. Quito: Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends, 2013.

Sen, Amartya. "Development: Which Way Now?". En Jameson, Kenneth y Wilber, Charles (eds.). *The Political Economy of Development and Underdevelopment*. New York: Mc Graw Hill, 1996.

Stiglitz, Joseph. *El rumbo de las reformas: hacia una nueva agenda para América Latina*. Quito: CEN, 2004.

UASB-UISA, Base de información socio-ambiental, documento no publicado, 2013.

UNEP-FAO. *Vital Forest Graphics*, 2009. [www.unep.org/vitalforest/](http://www.unep.org/vitalforest/). Visitado enero 2004.

US Environmental Protection Agency (EPA). Fact Sheet: Social Cost of Carbon. November, 2013. <http://www.epa.gov/climatechange/EPAactivities/economics/scc.html> Visitado diciembre 2013.

Woltman, Anna (2013). *Greater Yasuní-Napo Moist Forest Landscape Conservation Area*. Quito: Wildlife Conservation Society – USAID. ([http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PDACP728.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PDACP728.pdf) . Visitado noviembre 2013).

World Bank. *World Bank Commodities Price forecast*, October 2013. [http://siteresources.worldbank.org/INTPROSPECTS/Resources/334934-1304428586133/Price\\_Forecast\\_Oct13.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTPROSPECTS/Resources/334934-1304428586133/Price_Forecast_Oct13.pdf) Visitado Diciembre 2013.

World Economic Forum. *The Travel and Tourism Competitiveness Report*. 2013. [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_TT\\_Competitiveness\\_Report\\_2013.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_TT_Competitiveness_Report_2013.pdf) . Visitado enero 2014.

WWF, Climate Change Impacts in the Amazon: Review of scientific literature, 2006. [http://wwf.panda.org/what\\_we\\_do/where\\_we\\_work/amazon/problems/climate\\_change\\_amazon/](http://wwf.panda.org/what_we_do/where_we_work/amazon/problems/climate_change_amazon/) Visitado diciembre 2013.

## Anexo Estadístico

### Modelos de regresión sobre deforestación y condiciones de vida en Amazonía rural no amanzanada

#### 1. Modelos parabólicos de regresión simple

Variable dependiente: **Índice social**, elaborado por componentes principales con 5 indicadores (escolaridad, tasa de asistencia a la instrucción primaria, tasa de alfabetismo, proporción de hijos vivos entre madres de 15 a 49 años de edad, y proporción de viviendas con menos de tres personas por cuarto).

Modelo 2001

R = 0.364

Variable independiente	b	Significación
Constante	51.84	< 0.001
Proporción deforestada	40.14	< 0.001
Proporción deforestada <sup>2</sup>	- 31.46	< 0.001

Casos ponderados por área del sector censal.

Modelo 2010

R = 0.441

Variable independiente	b	Significación
Constante	57.20	< 0.001
Proporción deforestada	59.32	< 0.001
Proporción deforestada <sup>2</sup>	- 51.52	< 0.001

Casos ponderados por área del sector censal.

#### 2. Regresiones múltiples incluyendo variables de control.

2010

Modelo A

R = 0.506

Variable independiente	b	Significación
Constante	49.36	< 0.001
Proporción deforestada	47.23	< 0.001
Proporción deforestada <sup>2</sup>	- 43.12	< 0.001
Proporción Agricultura PEA	8.63	< 0.001
Proporción Asalariados PEA	16.30	< 0.001
Distancia sector-mercado (mts)	-7.36E-5	< 0.001

Casos ponderados por área del sector censal.

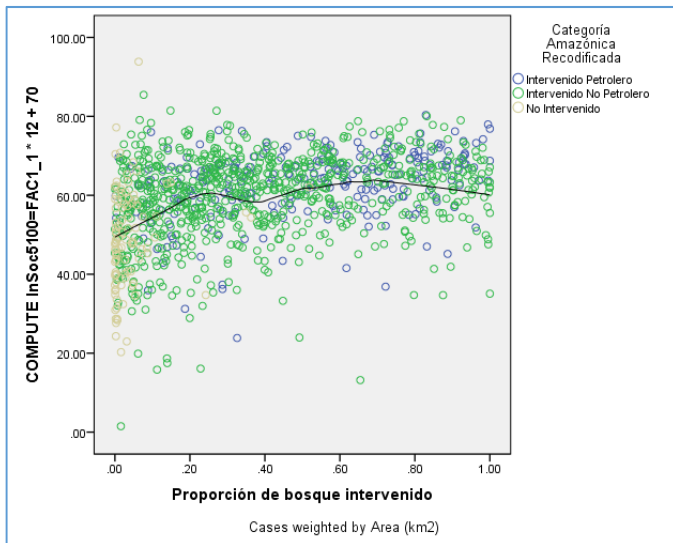
Modelo B  
 R = 0.583

Variable independiente	b	Significación
Constante	60.23	< 0.001
Proporción deforestada	25.22	< 0.001
Proporción deforestada <sup>2</sup>	- 18.27	< 0.001
Proporción Agricultura PEA	- 0.81	0.441
Proporción Asalariados PEA	11.11	< 0.001
Distancia sector-mercado (mts)	-0.000174	< 0.001

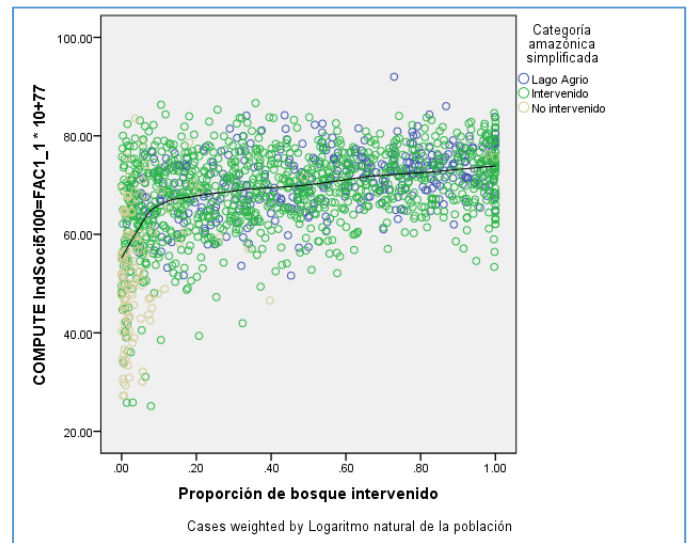
Casos ponderados por logaritmo natural de la población del sector.

3. Regresiones no paramétricas, método *loess*. (Mínimos cuadrados móviles ponderados localmente).

2001



2010



## Anexo Técnico

### Estimaciones de biomasa aérea (BA) contenida en los bosques húmedos tropicales, variaciones entre escalas y fuentes de incertidumbre

Francisco Cuesta C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Área de Biodiversidad, Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN). Correo electrónico: [francisco.cuesta@condesan.org](mailto:francisco.cuesta@condesan.org)

---

La biomasa aérea (BA) contenida en los bosques tropicales es una variable fundamental para comprender el funcionamiento del ecosistema. A través de esta variable es posible estudiar la productividad del bosque, cuantificar la cantidad de CO<sub>2</sub> que captura el bosque y la transforma en tejido vivo a través de la fotosíntesis, así como derivar indicadores para monitorear los efectos del cambio climático y el uso del suelo en el funcionamiento de estos ecosistemas y su biodiversidad (Brown, 2002; Gibbs *et al.*, 2007).

Los inventarios forestales que incluyen el establecimiento de parcelas permanentes para monitorear la dinámica del bosque, ha sido el enfoque metodológico ampliamente utilizado con la cual generar la información sobre los contenidos de biomasa de un bosque (Brown *et al.*, 1989). La alta correlación entre el diámetro del tronco con la BA permite de manera directa utilizar los datos de los inventarios forestales para cuantificar los reservorios de carbono y sus cambios en el tiempo (Chave *et al.*, 2003; Baker *et al.*, 2004a).

Sin embargo, los patrones de biomasa a escalas de parcela y paisaje todavía tienen vacíos de conocimiento importantes (Mitchard *et al.*, 2013). De hecho, es todavía difícil de integrar datos de sitios diversos, colectados con procedimientos heterogéneos que permitan sintetizarlos a escalas regionales o de paisaje en cuanto a densidades de árboles, tasas de recambio o contenidos de biomasa; debido a estos vacíos de conocimiento la extrapolación de datos locales de parcelas a escalas más grandes o de aplicar valores estimados en un paisaje y transferirlos a otros no estudiados tiene un grado de incertidumbre importante y como tal es necesario evaluar cuán representativa son los datos y el grado de error que contienen (Chave *et al.*, 2005).

Las limitaciones para esta migración de escalas está asociada a cuatro fuentes de error principales: (1) La medición de los factores dasométricos requeridos a nivel del árbol, (2) la selección de la ecuación alométrica, (3) el tamaño de la parcela, y (4) la representatividad a escala de paisaje (Figura 1).

En el primer factor la fuente de error está asociada a **imprecisiones en la medición de las variables dasométricas** requeridas en un inventario forestal. Las principales tres variables son diámetro y altura del fuste. Esto es particularmente importante en individuos con troncos de forma irregular, multifustales o con raíces tablares (Condit & Hubbell, 1998). Adicionalmente, otra variable importante es la densidad de la madera de cada especie, la cual puede ser derivada a través de mediciones directas (por medio de muestras tomados en campo) o de bases de datos publicadas que reportan los valores promedios por cada especie (Chave *et al.*, 2006). En varios casos errores de esta variable es producto de una identificación errónea de la especie o por variaciones inter-específicas de las poblaciones de una misma especie (Baker *et al.*, 2004b; Nogueira *et al.*, 2007)

El segundo factor y, quizá la principal fuente de error, está asociada a la **selección del modelo alométrico** para estimar la BA de un árbol o una parcela. Idealmente, como en el caso de los bosques temperados, cada especie debería tener su propia ecuación para cuantificar biomasa, a partir de una

muestra grande. Sin embargo, este escenario es irreal para los bosques megadiversos del Trópico. Los modelos alométricos desarrollados para los bosques tropicales empleados para estimar BA sufren de tres limitaciones importantes (Chave *et al.*, 2005): (i) están desarrollados a partir de muestras pequeñas y que no cubren todo el rango de distribución de las especies (menos de 50 individuos y restringidos a una sola localidad); (ii) se aplican más allá de su rango diamétrico para el cual fueron desarrollados.

Generalmente las clases diamétricas mayores no han sido muestreadas y son los individuos que mayor biomasa aportan en un bosque y por lo tanto existe un error en la aplicación de los modelos alométricos (Lindenmayer *et al.*, 2000); (iii) la mayoría de los modelos no incorporan información disponible sobre la densidad de la madera de las especies. En muchos casos la variación de la densidad de la madera entre especies tropicales es muy amplia y en la mayoría de veces las especies pequeñas tienden a tener densidades mayores que árboles grandes.

El tercer factor está asociado con el **tamaño mínimo de la parcela** donde se realizó el inventario forestal. Las parcelas para los IF tienen un tamaño que oscila entre 0,2-100 ha (Houghton *et al.*, 2001) y los protocolos para su establecimiento han sido ampliamente descritos en la literatura (Condit & Hubbell, 1998). No obstante, recientemente se han publicado las limitaciones de esta metodología respecto a la estimación de los contenidos de BA y sus cambios en el tiempo y los puntos que requieren atención para reducir el error (Clark *et al.*, 2001). Los aspectos metodológicos que son fuentes de error son errores en la estimación del área de la parcela, árboles no censados, árboles censados dos veces, árboles muertos registrados como vivos entre otros. Adicionalmente, los errores a nivel de árboles se cancelan entre sí en parcelas grandes (i.e. 1 ha) y por lo tanto es muy importante el establecer y mantener parcelas grandes de monitoreo. Adicionalmente, durante mucho tiempo se pensaba que parcelas pequeñas (< 0,5 ha) son suficientes para estimar BA con un rango de confianza aceptable, asumiendo que la BA tiene una distribución normal en sub-parcelas de 10 x 10 m. No obstante, dado que los árboles de especies raras y grandes contribuyen con una fracción considerable de toda la biomasa contenida, la distribución en unidades de muestreo inferiores a 1 ha difiere mucho de una distribución normal (Chave *et al.*, 2003; Alvarez *et al.*, 2012).

El cuarto factor de generación de error es la **representatividad de los datos a escala de paisaje**. Una parcela representa un solo punto de muestreo de un bosque en donde se ha reportado una alta variabilidad de los contenidos de BA por efectos de variables ambientales y antrópicas en distancias relativamente cortas. Para reducir el error de este aspecto es necesario contar con un diseño experimental para establecer un número representativo de parcelas que permita cubrir la variabilidad ambiental del paisaje. Este es un aspecto fundamental en el caso del Ecuador ya que las ecuaciones alométricas han sido desarrolladas a partir de un conjunto de parcelas establecidas en Brasil, Panamá y Perú primordialmente. Por lo tanto es posible que los datos de las localidades donde fueron desarrolladas las ecuaciones alométricas no sean representativas de todos los paisajes contenidos en la Amazonía suroriental del Ecuador.

Adicionalmente, muchos estudios utilizan valores promedios de BA provenientes de otros estudios y no a partir de datos propios generados a partir de ecuaciones alométricas. Por ejemplo, (Malhi & Grace, 2000) utilizaron un valor promedio de 180 Mg ha<sup>-1</sup> para su revisión del estado del conocimiento del ciclo de carbono en bosques tropicales. (Houghton *et al.*, 2001) realizaron un meta-análisis para comparar entre diferentes estimaciones de la distribución espacial de la biomasa en la cuenca amazónica del Brasil, en donde reporta valores promedio de BA desde menos de 100 Mg a 226 Mg ha<sup>-1</sup>. En el caso del estudio de Chave y colaboradores (2005) los datos que reportan para bosques densos de tierra firme tiene un promedio de biomasa de 298 Mg/ha con un rango que fluctúa entre 175 y 397 Mg/ha, lo que equivale a un promedio de ~ 150 Mg C/ha. Este valor intermedio fue considerado en este estudio para estimar el



potencial impacto de emisiones derivadas de las proyecciones de cambio de uso del suelo en la Amazonía suroriental.

Estas cuatro fuentes de incertidumbre ocasionan una propagación del error en la estimación del volumen de BA al pasar de árbol a parcela y de parcela a paisaje. Por lo tanto, los valores empleados en este estudio sobre los contenidos promedio de BA por hectárea en los bosques de la Amazonía suroriental están sujetos a un grado de incertidumbre alto. Es probable que este sea un valor conservador que subestime las emisiones potenciales de áreas de bosque con contenidos de carbono mayores. No obstante, también es cierto que no todo cambio de uso implica una pérdida neta total de los reservorios contenidos en la biomasa aérea de estos ecosistemas y que los modelos de cambio no consideran procesos de revegetación de áreas transformadas como se ha documentado en la Amazonía norte del Ecuador (Hansen *et al.*, 2013). Adicionalmente, la Amazonía suroriental está compuesta por más de 5 diferentes tipos de ecosistemas, con valores de productividad probablemente diferentes entre sí y por lo tanto, con volúmenes de biomasa diferenciados.

En conclusión los valores estimados de las posibles emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera debido a cambios en el uso del suelo deben ser analizados con cautela pues es probable que los valores emitidos varíen en al menos una orden de magnitud.

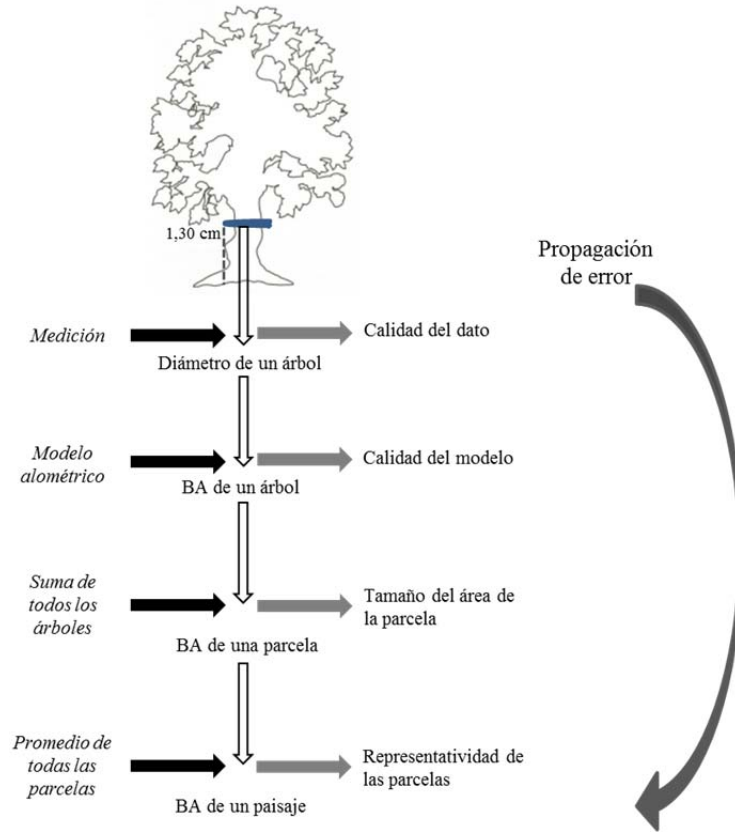


Figura 1. Propagación del error en la estimación de la BA a escala de paisaje a partir de parcelas permanentes. Fuente: Chave et al. (2005)

## Referencias citadas

- Alvarez, E., Duque, A., Saldarriaga, J., Cabrera, K., de las Salas, G., del Valle, I., Lema, A., Moreno, F., Orrego, S. & Rodríguez, L. (2012) Tree above-ground biomass allometries for carbon stocks estimation in the natural forests of Colombia. *Forest Ecology and Management*, **267**, 297-308.
- Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A., Erwin, T., Higuchi, N., Killeen, T.J. & Laurance, S.G. (2004a) Increasing biomass in Amazonian forest plots. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, **359**, 353-365.
- Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A., Erwin, T., Killeen, T.J., Laurance, S.G. & Laurance, W.F. (2004b) Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. *Global Change Biology*, **10**, 545-562.
- Brown, S. (2002) Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Environmental Pollution*, **116**, 363-372.
- Brown, S., Gillespie, A.J.R. & Lugo, A.E. (1989) Biomass Estimation Methods for Tropical Forests with Applications to Forest Inventory Data. *Forest Science*, **35**, 881-902.
- Chave, J., Condit, R., Lao, S., Caspersen, J.P., Foster, R.B. & Hubbell, S.P. (2003) Spatial and temporal variation of biomass in a tropical forest: results from a large census plot in Panama. *Journal of Ecology*, **91**, 240-252.
- Chave, J., Muller-Landau, H.C., Baker, T.R., Easdale, T.A., Steege, H.t. & Webb, C.O. (2006) Regional and Phylogenetic variation of wood density across 2456 Neotropical tree species. *Ecological Applications*, **16**, 2356-2367.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M.A., Chambers, J.Q., Eamus, D., Fölster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.P., Nelson, B.W., Ogawa, H., Puig, H., Riéra, B. & Yamakura, T. (2005) Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, **145**, 87-99.
- Clark, D.A., Brown, S., Kicklighter, D.W., Chambers, J.Q., Thomlinson, J.R. & Ni, J. (2001) Measuring net primary production in forests: concepts and field methods. *Ecological Applications*, **11**, 356-370.
- Condit, R. & Hubbell, S. (1998) *Tropical forest census plots*. Springer.
- Gibbs, H.K., Brown, S., Niles, J.O. & Foley, J.A. (2007) Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. *Environmental Research Letters*, **2**, 045023.
- 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., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C.O. & Townshend, J.R.G. (2013) High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, **342**, 850-853.
- Houghton, R., Lawrence, K., Hackler, J. & Brown, S. (2001) The spatial distribution of forest biomass in the Brazilian Amazon: a comparison of estimates. *Global Change Biology*, **7**, 731-746.
- Lindenmayer, D.B., Margules, C.R. & Botkin, D.B. (2000) Indicators of Biodiversity for Ecologically Sustainable Forest Management
- Indicadores de Biodiversidad para el Manejo Ecológicamente Sostenible de Bosques. *Conservation Biology*, **14**, 941-950.
- Malhi, Y. & Grace, J. (2000) Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. *Trends in Ecology & Evolution*, **15**, 332-337.
- Mitchard, E.T., Saatchi, S.S., Baccini, A., Asner, G.P., Goetz, S.J., Harris, N. & Brown, S. (2013) Uncertainty in the spatial distribution of tropical forest biomass: a comparison of pan-tropical maps. *Carb Bal Manage*,

Nogueira, E.M., Fearnside, P.M., Nelson, B.W. & França, M.B. (2007) Wood density in forests of Brazil's 'arc of deforestation': Implications for biomass and flux of carbon from land-use change in Amazonia. *Forest Ecology and Management*, **248**, 119-135.