



reclasificación y los valores de MSA asignados a las clases de uso de suelo de los mapas de cada país.

Para la presión de **Infraestructura** en la metodología GLOBIO3 se ha desarrollado una herramienta que permite calcular directamente el impacto al MSA en cada unidad de área, a partir de su valor correspondiente en las variables determinantes: tipo de ecosistema, distancia a carreteras y densidad poblacional. En cada país, las clases de uso de suelo (con la reclasificación realizada durante la estimación del impacto por Uso de Suelo) fueron reclasificadas según los tipos de ecosistemas descritos en Alkemade *et al* (ver Cuadro 2 del Anexo I). Se construyeron mapas de distancia a las carreteras a partir de los mapas nacionales de red vial. Se obtuvieron los mapas nacionales de densidad poblacional o se construyeron a partir de los mapas de población. Las variables fueron integradas a la herramienta por medio del ArcGIS. Finalmente se descartó el impacto por infraestructura en las áreas no naturales, asignándoles el valor de MSA de 1, de manera que sólo el impacto en las áreas naturales fuera integrado al cálculo del impacto total. Para la presión de **Fragmentación** se determinó la localización y extensión de los parches aislados de área natural y se les asignó el valor de MSA correspondiente según su tamaño (ver Cuadro 3 del Anexo I).

Para la presión de **Cambio Climático**, se realizaron extracciones del mapa global de biomas o ecorregiones de la World Wildlife Foundation (WWF), para los países de la región. Las ecorregiones de cada nación fueron reclasificadas en las ecorregiones del modelo IMAGE (ver Cuadro 5 del Anexo I). A cada ecorregión se le asignó el valor de pendiente correspondiente, el cual se introdujo en la ecuación de regresión junto con el aumento global promedio de temperatura esperado para el año considerado (el año del mapa de uso de suelo), también derivado de IMAGE (Cuadro 6, Anexo I).

La presión de **Deposición de Nitrógeno** aplica solamente para las áreas que presentan un excedente de Nitrógeno. Este excedente se calcula obteniendo la diferencia entre la deposición de Nitrógeno y el nivel de carga crítica tolerable de un área. Dado que los países de Centroamérica no contaban con información local sobre la deposición y la carga crítica de Nitrógeno en su territorio, se calculó el excedente a partir de extracciones realizadas a mapas mundiales tomados del modelo IMAGE. Según estos mapas, los niveles de deposición de Nitrógeno no sobrepasan la carga crítica tolerable por los

reclassification and the MSA values assigned to land use types of each country's map.

For **Infrastructure** pressure, a tool has been developed in the GLOBIO3 methodology to directly calculate the impact on the MSA in each area unit, based on its corresponding value in the determinant variables: type of ecosystem, distance to roads, and population density. Land use types were reclassified in each country (reclassification was carried out during the estimation of impact caused by Land Use) according to the types of ecosystems described in Alkemade *et al* (see Chart 2 in Annex I). Maps showing distance to roads were obtained from the national road system maps. National population density maps were obtained, or made in some cases, based on population maps. The variables were integrated to the tool through ArcGIS. Finally, impact due to Infrastructure was eliminated in non-natural areas, assigning them an MSA value of 1, so that only the impact on natural areas would be integrated to the total impact estimate. For **Fragmentation** pressure, location and extension of the isolated natural area patches was determined, and an MSA value was assigned to them according to their size (see Chart 3 in Annex I).

Some data were taken from the global biomass or eco-regions map of the World Wildlife Foundation (WWF) for **Climate Change** pressure in the countries. Each country's eco-region was reclassified in the eco-regions of the IMAGE model (see Chart 5 in Annex I). Each eco-region was assigned with the corresponding slope value, which was introduced in the regression equation along with the expected global average temperature increase for the year considered (the year of the land use map), also derived from IMAGE (Chart 6, Annex I).

Nitrogen Deposition pressure applies only to areas with Nitrogen excess. This excess is calculated as the difference between the Nitrogen deposition and the level of tolerable critical load in an area. Since the Central American countries did not have local information about deposition and critical Nitrogen load in their territories, the excess was calculated based on information extracted from world maps taken from the IMAGE model. According to these maps, Nitrogen deposition levels do not exceed the critical load tolerated by the ecosystems in the Central American region; that is, there is no excess, and because of this the Nitrogen deposition pressure was not taken into account in the combination of impacts.



ecosistemas de la región centroamericana; es decir, que no hay excedente, por lo cual la presión por deposición de Nitrógeno no fue tomada en cuenta en la combinación de los impacto.

- Para calcular el **Impacto Total**, en ArcGIS, se realizó una combinación de las capas de los impactos individuales de cada país por separado, multiplicándolos entre sí, asumiendo que los impactos son independientes entre sí y no hay interacción entre ellos, según la fórmula siguiente:

$$MSA_{\text{Remanente}} = MSA_{\text{UsoSuelo}} * MSA_{\text{Infraestructura}} * MSA_{\text{Fragmentación}} * MSA_{\text{CC}} * MSA_{\text{DeposiciónN}}$$

La Figura 1 muestra un ejemplo de esta combinación de presiones para uno de los países evaluados.

- In order to calculate the **Total Impact**, a combination of each country's individual impact layers was made separately in ArcGIS, multiplying them, assuming that the impacts are independent from each other and that there is no interaction between them, according to the following formula:

$$MSA_{\text{Remaining}} = MSA_{\text{LandUse}} * MSA_{\text{Infrastructure}} * MSA_{\text{Fragmentation}} * MSA_{\text{CC}} * MSA_{\text{NDeposition}}$$

Figure 1 shows an example of this combination of pressures for one of the assessed countries.

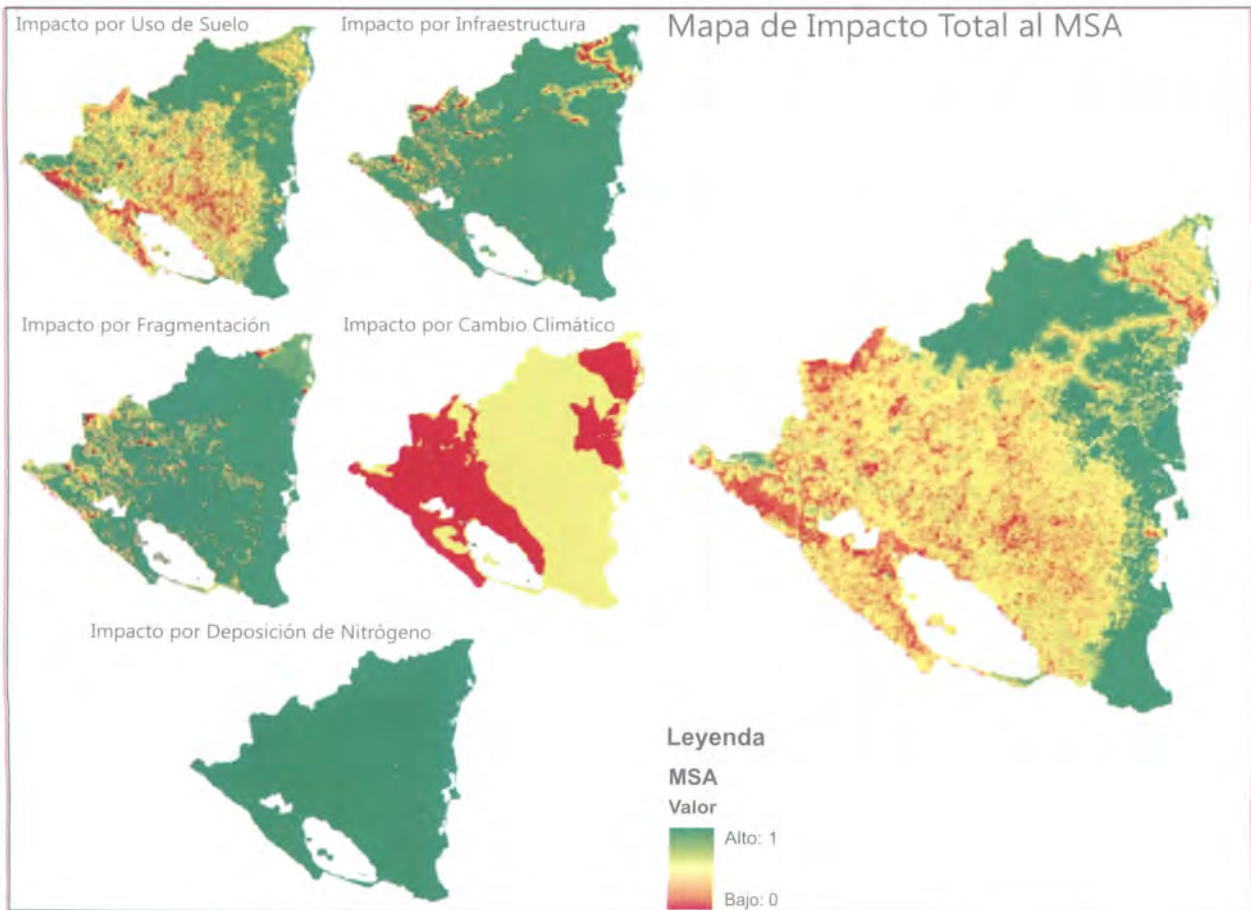


Figura 1. Capas necesarias para el modelo GLOBIO3
Figure 1. Layers needed for the GLOBIO3 model..



Para modelar el estado futuro de la biodiversidad se sigue la misma metodología que en la modelación del estado actual. Solamente se necesita para cada presión una medida de su impacto en el futuro. En esta fase, se puede integrar a la modelación distintos insumos tales como proyecciones de expansión de la infraestructura caminera, de crecimiento poblacional, de incrementos en la deposición de Nitrógeno, de incrementos esperados de temperatura etc. Sin embargo, lo más importante y complejo para estimar ha sido la configuración futura de los usos de suelo de un país o región. Para esto se utilizan escenarios socioeconómicos y se trabaja con el modelo CLUE-S.

2.2. METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS

Para la construcción de escenarios se adoptó el enfoque metodológico "Fuerzas Motrices-Presión-Estado-Impacto-Respuesta", muy en boga para analizar el cambio ambiental previsible en nuestro caso, para las próximas dos décadas, de manera que se puedan definir escenarios posibles. En este análisis, son esenciales los conceptos del bienestar humano y de los servicios de los ecosistemas o servicios ecosistémicos.

El modelo coloca los problemas sociales y los sectores económicos junto con el medio ambiente en la categoría de "impactos", en lugar de ubicarlos exclusivamente en las categorías "fuerzas motrices" o "presión", de la siguiente manera:

Las **fuerzas motrices** hacen referencia a los procesos fundamentales en la sociedad con un impacto directo sobre el medio ambiente. Entre las fuerzas motrices claves se pueden incluir: las demográficas; los patrones de consumo y producción; la innovación científica y tecnológica; la demanda económica, los mercados y el comercio; las pautas de distribución; los modelos institucionales y político-sociales, y los sistemas de valores.

Entre las **presiones** claves podemos incluir: *emisiones* de sustancias que pueden adoptar la forma de contaminantes o de desechos; efectos externos como fertilizantes, productos químicos e irrigación; el uso de la tierra; la extracción de los recursos; la modificación y el movimiento de los organismos. Las intervenciones humanas pueden ser dirigidas a causar un cambio ambiental deseado, como el uso de la tierra, o pueden ser derivaciones intencionadas o no intencionadas de otras actividades humanas, como lo es la contaminación.

In order to model the future status of biodiversity, the same methodology used for modeling the Current State is used. Only a measurement of each pressure's impact in the future is needed. In this phase, different inputs can be integrated to the modeling, such as projections of road infrastructure expansion, population growth, Nitrogen deposition increases, expected temperature increases, etc. However, it is most important and complex to estimate which will be the future configuration of a country or region land uses. This is why socioeconomic scenarios and the CLUE-S model are used.

2.2. METHODOLOGY USED TO BUILD SCENARIOS

A "Motor Forces-Pressure-Status-Impact-Response" methodological approach was adopted to build scenarios. This approach has become very popular to analyze the foreseeable environmental change, in our case for the next two decades, to be able to define possible scenarios. In this analysis, the concepts of wellbeing of humans and ecosystems services or ecosystemic services are essential.

The model places social problems and economic sectors along with the environment in the "impacts" category, instead of placing them exclusively in the "motor forces" or "pressure" categories, as follows:

Motor Forces refer to the fundamental processes in society that have a direct impact on the environment. The following can be included among key motor forces: demographic forces; consumption and production patterns; scientific and technological innovation; economic demand; markets and trade; distribution schemes; institutional and socio-political models, and value systems.

Among key **pressures** we may include: emission of substances that can adopt the form of pollutants or wastes; external effects such as fertilizers, chemical products and irrigation; land use; extraction of resources; and modification and movement of organisms. Human interventions may be aimed to cause a desired environmental change, as in land use; or they may be the intended or non-intended results from other human activities, as in pollution.



El **estado** ambiental incluye también las **tendencias**, que frecuentemente están relacionadas con el cambio ambiental. Este cambio puede ser natural o *inducido por los humanos*, o por ambas causas. Ejemplos de procesos naturales incluyen la radiación solar, los eventos extremos de la naturaleza, la polinización y la erosión. Las formas claves del cambio ambiental inducido por los humanos incluyen el cambio climático, la desertificación y la degradación de la tierra, la pérdida de la biodiversidad, y la contaminación del aire y del agua, por ejemplo.

El medio ambiente se ve directa o indirectamente afectado por los sectores sociales y económicos, lo que contribuye a los cambios (tanto positivos como negativos) en el bienestar humano y en la capacidad de afrontar los cambios ambientales. Los **impactos**, tanto sobre el bienestar humano, los sectores sociales y económicos, como sobre los servicios ambientales, dependen en gran medida de las características de las fuerzas motrices.

Las **respuestas** se dirigen a problemas de vulnerabilidad, tanto de las personas como del medio ambiente, proporcionan oportunidades para reducir la vulnerabilidad humana y para mejorar el bienestar humano. Las respuestas tienen lugar a varios niveles: por ejemplo, las leyes e instituciones ambientales en el ámbito nacional, y los acuerdos e instituciones multilaterales ambientales en los ámbitos regional y global.

La utilidad de este escenario consiste en el análisis causa-efecto de la respuesta de la sociedad y sus instituciones ante los retos ambientales con los que se enfrenta; así como el papel dual de sectores económicos como la agricultura, silvicultura y turismo, en su contribución al desarrollo del bienestar humano y sus presiones sobre el medio ambiente.

2.2.1. Escenario de Línea Base

Para el cálculo de las tendencias del pasado al presente de las áreas de uso de suelo, se tomaron diferentes bases de datos y diversos años, según la disponibilidad de datos en cada caso. Inicialmente se debieron agrupar ciertas categorías de uso de suelos encontradas en la literatura consultada, para que coincidiera con los usos de suelo utilizados en el modelo. Cuando se encontraron disponibles, se usaron los datos del 1960 al 2005, para ver las tendencias del pasado al presente.

The environmental **status** also includes **trends** that are frequently related to environmental change. This change can be natural, induced by human beings, or both. Some examples of natural processes include solar radiation, extreme events in nature, pollination and erosion. Key forms of environmental change induced by human beings include climate change, land desertification and degradation, loss of biodiversity, and pollution of air and water, just to mention some examples.

The environment is directly or indirectly affected by social and economic groups, which contributes to changes (both positive and negative) in human wellbeing and in the capability to face environmental changes. The **impacts**, whether on human wellbeing, on social and economic sectors, or on environmental services, depend to a great extent on the characteristics of the motor forces.

Responses are aimed at vulnerability problems of the people and the environment, and provide opportunities to reduce human vulnerability and improve human wellbeing. Responses take place at different levels: for example, environmental laws and institutions within the national context, and multi-lateral environmental agreements and institutions in the regional and global context.

The usefulness of this scenario consists in the cause-effect analysis of the response of the society and its institutions before environmental challenges, and the dual role of socioeconomic sectors, such as agriculture, forestry and tourism, in their contribution to human wellbeing development and their pressures on the environment.

2.2.1. Baseline Scenario

Various data bases and several years were taken into account, according to data available in each case, to estimate past to present trends in land use areas. Initially, certain land use categories found in the literature consulted had to be grouped, so that they matched with the land uses in the model. When available, data from 1960 to 2005 were used to see the trends from the past to the present.



Cultivos permanentes: se utilizó la fuente de datos de la CEPAL para los siete países del área. Fuente: CEPAL.

Área cosechada de café, cacao, palma africana y cítricos: con base en datos de CEPAL, se sumaron las áreas de todos los cultivos, para obtener la superficie anual. Fuente: CEPAL.

Área de granos básicos: incluye superficies sembradas de arroz, maíz, frijol, sorgo y trigo. Fuente: Prisma para los cinco países de CA y datos FAOSTAT para Belice y Panamá.

Cultivos extensivos: se calculó como la diferencia entre la superficie de cultivos permanentes y las áreas de café, cacao, cítricos y palma africana, que son perennes, pero se consideraron como intensivas, más las áreas de granos básicos. Esta categoría incluye pasturas. Habría que corregir para café y/o cacao de sombra.

Para las proyecciones del presente al futuro, se usaron preferiblemente datos de los últimos 5 años y, a veces, de los últimos 10 años para evidenciar ciertas tendencias que desaparecían en los últimos años, debido probablemente a la falta de datos, como en el caso de las áreas de pastos que permanecen constantes en la mayoría de los países del área estudiada. Así pues, en las proyecciones al 2030 se usaron los siguientes años, según el caso:

Proyección de cultivos extensivos: se calculó la variación inter anual del 2000 al 2005. El promedio de éstas se utilizó en la proyección al 2030, con base en el año 2005.

Plantaciones forestales: se utilizó la variación media anual del 2000 al 2005 de la tabla para la proyección al 2030, con base en el año 2005. Fuente: CEPAL.

Superficie de bosque natural: se utilizaron datos de la CEPAL para todos los países. Los datos de Belice son de NationMaster.² Fuente: CEPAL; Belice, NationMaster.

Superficie forestal: bosque natural + plantaciones forestales. Fuente: Elaboración propia con base en datos CEPAL.

Proyección forestal: se consideró la superficie forestal total, se calcularon las variaciones inter anuales del 2000 al 2005, el promedio de éstas se utilizó para las proyecciones al año 2030.

Cultivos intensivos: la suma de las áreas destinadas a cultivos de exportación tradicionales y no tradicionales. Fuente: Elaboración propia con base en datos Prisma. Para Panamá y Belice se utilizaron datos FAOSTAT (uso

Permanent Crops: CEPAL's data source was used for the seven countries in the area. Source: CEPAL.

Harvest areas for coffee, cacao, African palm and citrus fruits: Based on CEPAL data, the areas of all crops were added in order to obtain the annual surface. Source: CEPAL.

Basic grain areas: includes surfaces planted with rice, corn, beans, sorghum and wheat. Source: Prisma for the five Central American countries and FAOSTAT data for Belize and Panama.

Extensive Crops: Calculated as the difference between the surface of permanent crops and the areas of coffee, cacao, citrus fruits and African palm, which are perennial, but were considered intensive, plus the areas of basic grains. This category includes pastures. It would be necessary to make a correction for shade coffee and/or cacao.

For present to future projections, data from the last five years were preferably used, and sometimes data from the last ten years were used to show certain trends that had disappeared in the most recent years, probably due to lack of data, as in the case of pasture areas that remain constant in most of the countries of the area studied. Thus, for projections to 2030, the following years were used as necessary:

Extensive crop projections: The inter-annual variations from 2000 to 2005 were calculated. The average of these was used for projection to 2030, based on year 2005.

Forest plantations: The mean annual variation from 2000 to 2005 from the chart was used for projection to 2030, based on year 2005. Source: CEPAL.

Natural Forest Surface: data from CEPAL were used for all the countries. Belize data are from NationMaster.² Source: CEPAL; Belize, NationMaster.

Forest Surface: Natural forest + forest plantations. Source: Prepared on our own, based on CEPAL data.

Forest projection: Total forest surface was considered; inter-annual variations from 2000 to 2005 were calculated, and their average was used for projections to year 2030.

Intensive Crops: Addition of the areas devoted to traditional and non-traditional export crops. Source: Prepared by ourselves, based on Prisma data. FAOSTAT data were used for Panama and Belize (land use and harvest areas). The total areas for each year were added.

2 <http://www.nationmaster.com/statistics>



suelos y áreas de cultivo). Se sumaron las áreas totales de cada año.

Proyección cultivos intensivos: se calculó la variación inter anual del 2000 al 2005. El promedio de éstas se utilizó en la proyección al 2030, con base en el año 2005.

Área de pasturas: se utilizaron datos FAOSTAT para toda Mesoamérica.

Proyección de pasturas: se calculó la variación inter anual de 1995 a 2005 y con el promedio de las variaciones se hizo la proyección al 2030, con base en el año 2005. Fuente: Elaboración propia con datos CEPAL.

Los datos socioeconómicos, en su mayoría, fueron tomados del Informe del Estado de la Región, del 2008.

2.2.2. Escenario ALIDES

En el caso de ALIDES, el escenario se compone de cuatro elementos inseparables e interrelacionados que se analizan, necesariamente, de forma independiente para facilitar su comprensión, estos son:

1. el marco político institucional,
2. la estructura económica,
3. la equidad y diversidad sociocultural y
4. la gestión y tutela ambiental.

Los cuatro elementos de análisis del escenario ALIDES 2030, incorporan, definen y determinan las fuerzas motrices (componentes del desarrollo humano), sobre las que actúa ALIDES como respuesta regional (modificador) ante el estado y la evolución medible de las presiones (indicadores con base estadística tomados del Informe Estado de la Región) y sus tendencias históricas; el impacto ponderado de ALIDES (mejora proyectada del bienestar humano) se sustenta en los indicadores disponibles para dimensionar las fuerzas motrices.

El documento "Transformación y modernización de Centroamérica en el Siglo XXI", en su escenario más positivo plantea que si Centroamérica adopta una estrategia de sostenibilidad y de integración agresiva, tal como plantea ALIDES, se podrían obtener, en los primeros 10 años, tasas crecimiento promedio anual del 5.4% para la región en su conjunto... lo que favorecería ...una aceleración del crecimiento en la segunda década, de modo que la tasa promedio de crecimiento estimada entre 2020 y 2030 sería del 6,5%, incrementando la equidad de los ingresos y del acceso a sus beneficios.

Projection of intensive crops: The inter-annual variations from 2000 to 2005 were calculated. The average of these was used in the projection to 2030, based on year 2005.

Area of Pastures: Data from FAOSTAT were used for the entire Mesoamerican region.

Projection of pastures: The inter-annual variations from 1995 to 2005 were calculated, a projection was made to 2030 with the average of the variations, based on year 2005. Source: Developed on our own, with CEPAL data.

Socioeconomic data were mainly taken from the 2008 Region Status Report.

2.2.2. ALIDES Scenario

In the case of ALIDES, the scenario is made up of four joint and interrelated elements which need to be analyzed independently to provide better understanding. These are:

1. political-institutional framework,
2. economic structure
3. socio-cultural equity and diversity, and
4. environmental management and stewardship.

The four analysis elements of the 2030 ALIDES scenario incorporate, define, and determine the motor forces (human development components) over which ALIDES acts as a regional response (modifier) to the status, and the measurable evolution of pressures (indicators with statistical foundation taken from the Region Status Report) and their historic trends. The ALIDES weighted impact (projected human wellbeing improvement) is based on the indicators available to measure motor forces.

In its most positive scenario, the document "Transformación y modernización de Centroamérica en el Siglo XXI" (*Transformation and modernization of Central America in the XXI Century*) states that if Central America adopts an aggressive strategy for sustainability and integration, just as proposed by ALIDES, it would be possible to obtain an annual average growth rate of 5.4% during the first ten years for the region as a whole...which would favor...an acceleration of growth in the second decade, so the estimated average growth rate between 2020 and 2030 would be 6.5%, increasing the equity of income and access to its benefits.



Trasladando las tasas de crecimiento del PIB al crecimiento de las recaudaciones fiscales, se proyectaron las capacidades de respuesta de las políticas vigentes con mayor impacto potencial en la biodiversidad, estas son: Cambio Climático y ERAS, las que fundamentan su éxito, en gran medida, en las capacidades públicas de promoción y aplicación de mecanismos de desarrollo limpio.

De esta manera, partiendo del 2011, establecido como año uno, se tendría una capacidad financiera creciente del sector público de sólo un 5,4% de los MDL, en el 2020 se habría incrementado a un 8,65% anual y para el 2030 a un 13,2% anual. Estos datos se tomaron como los índices proyectados de transformación de las tierras de praderas y pastos en áreas silvopastoriles y agroforestales, hasta cubrir las áreas factibles a la adopción de MDL, unos 26,500 kilómetros cuadrados de la región.

Dado el rápido crecimiento que implicaría la extrapolación directa de estas tasas, se optó por suavizarla en una parametrización construida, adoptando la siguiente fórmula, que convierte la base numérica racional en un parámetro aplicable aunque arbitrario:

$$It_2 = It_1 * TCP$$

Donde It_2 es el índice de transformación del año 2; It_1 es el índice de transformación del año 1; y TCP es la Tasa de Crecimiento del PIB del año. La TCP se calcula en base al factor de crecimiento del PIB y se expresa como 1,054 del 2010 al 2020 y como 1,065 del 2021 al 2030. Para poder realizar esta parametrización, el cálculo del año 1 y sólo el del año 1, se pondera como el diferencial de crecimiento entre el año 1 (2011) y el año base (2010). De modo que $It_1 = (5,4 * 1,054) - 5,4\% = 0,2916$ lo que sustituye a la tasa de crecimiento del PIB inicial permitiendo suavizar la proyección en base a una redefinición paramétrica así:

$$It_2 = 0,2916 * 1,054 = 0.307346$$

Donde 0,2916 es nuestra base paramétrica.

Con esta parametrización relativa al PIB, pero ponderada arbitrariamente, se logra suficiente grado de veracidad en la prospección y se da racionalidad numérica al modelo, pues lo vincula aritméticamente al crecimiento del PIB, lo que le confiere credibilidad para motivos de modelación. De cualquier manera, no es una proyección veraz, es sólo posible y se realiza con el único fin de brindar datos numéricos al análisis cualitativo del escenario. De

By transferring GDP growth rates to tax collection increase, the capability of response of those current policies with the greatest potential impact on biodiversity -Climate change and ERAS- was projected. These policies base their success to a great extent on the public capabilities of promotion and application of clean development mechanisms.

Thus, starting in 2011, established as year one, there would be a growth in financial capacity of the public sector of only 5.4% of MDL (Clean Development Mechanisms by its acronym in Spanish); by year 2020 it would increase to 8.65%; and by 2030, to a yearly percentage of 13.2%. These were taken as the projected rates for transformation of prairie and pasture lands into forest-grazing and agro-forest areas, until areas feasible for adopting MDL are covered: around 26,500 kms² of the region.

Due to the fast growth direct extrapolation of these rates would involve, it was decided to smooth it, building parameters by adopting the following formula that converts the rational numerical base into an applicable parameter, although arbitrary:

$$It_2 = It_1 * TCP$$

Where It_2 is the transformation rate for year 2, It_1 is the transformation rate for year 1, and TCP is the GDP's Growth Rate for the year. The TCP is calculated based on the GDP's growth factor, and it is expressed as 1,054, from 2010 to 2020; and as 1,065, from 2021 to 2030. In order to use these parameters, the calculation for year 1 (only for year 1) is weighted as the differential growth between year 1 (2011) and the base year (2010). So, $It_1 = (5,4 * 1,054) - 5,4\% = 0,2916$, which substitutes the initial GDP growth rate, making it possible to smooth the projection based on a parametric redefinition as follows:

$$It_2 = 0,2916 * 1,054 = 0.307346$$

Where 0,2916 is our parametric base.

With this use of parameters for GDP, though arbitrarily weighted, we achieve an acceptable level of veracity in the prospection; and numerical rationality is given to the model, since it binds it arithmetically to GDP growth, giving it credibility for modeling purposes. In any case, it is not a truthful projection; it is only possible, and it is done with the sole purpose of providing numeric data for qualitative analysis of the scenario. Hence, the



esta manera se obtienen los siguientes índices de transformación para cada año:

following transformation indexes are obtained for each year:

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2220
0.291600	0.307346	0.323943	0.341436	0.359874	0.379307	0.399789	0.421378	0.444132	0.468115
2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
0.493394	0.520037	0.548119	0.577717	0.608914	0.641796	0.676452	0.712981	0.751482	0.792062

Estos índices de transformación se aplican a las áreas identificadas como susceptibles de ser reconvertidas mediante mecanismos de desarrollo limpio (MDL), las que, en general, son áreas de pastos extensivos según el escenario construido en base al análisis cualitativo, el que coincide con las estrategias nacionales y regionales de cambio climático.

La aplicación de estos índices de transformación a las áreas de pastos de los diferentes países nos permitió establecer el impacto “parametrizado” del escenario ALIDES, en el que se pasa de pastos a sistemas silvopastoriles y de éstos a bosques secundarios. Sobre la serie numérica resultante se realizaron las modelaciones.

These transformation indexes are applied to the areas identified as likely to be reconverted through clean development mechanisms (MDL), which in general are extensive pasture areas according to the scenario built from the qualitative analysis that concurs with the national and regional strategies for Climate Change.

The application of these transformation indexes in each country's pasture areas allowed us to establish the “parameterized” impact of the ALIDES scenario, which goes from pastures to forest-grazing systems, and from these to secondary forests. Modeling was carried out based on the resulting number series.

2.2.3. Escenario de Liberación Comercial

Las estimaciones establecidas, son prudentes y conservadoras, dado que la plena aplicación de los tratados comerciales, en especial el CAFTA, ha comenzado a implementarse en los años recientes, 2007, 2008 y 2009. Por tanto, todavía las primeras observaciones comprobables y verificables, están dadas por análisis más cualitativos, de los propios bancos centrales y de las entidades de comercio exterior.

El procedimiento de estimación fue un registro país por país, documentados y registrados, en las informaciones de los bancos centrales, la prensa, artículos de opinión calificada y registro de balanceado de esos cambios. Se hizo una valoración porcentual con respecto a las “metas” esperadas, en las propuestas de apertura comercial. Con base a estos datos referenciales, se hizo una valoración cualitativa, de acuerdo al escenario y la lógica del modelo, y se proyectó un crecimiento en las áreas de mayor sensibilidad, según se detalla a continuación.

2.2.3. Trade Liberalization Scenario

The estimates established are discreet and conservative, since the full application of trade agreements, especially CAFTA, has begun to be implemented in recent years: 2007, 2008, and 2009. For this reason, the first verifiable observations are made with analyses that are rather qualitative, from the Central Banks and Foreign Trade entities.

A country to country record was used to obtain the estimate, based on documents and records from central banks, the press, qualified opinion articles and balance records of those changes. A percentage evaluation related to the expected “goals” of trade liberalization proposals was made. Based on these reference data, a qualitative assessment was conducted, according to the scenario and the model logics; and growth was projected in the areas of greater sensitivity as detailed below.



Las tendencias se han construido tomando como eje la trayectoria general de la línea base "la vida sigue igual". A partir de ella, se propone o asume una desviación de mayor incremento en las tendencias de agricultura intensiva y de silvicultura intensiva (plantaciones) para toda la región, como efectos esperables si las promesas de la consolidación de los TLC, desde punto de dinamización de exportaciones e importaciones se cumplen, generando los beneficios esperados en términos comerciales, de mercado y económicos. Igualmente, se esperaría un incremento de las tendencias en pastos, por ser un área dinámica y cambiante, donde se expanden o contraen las dinámicas de uso de las otras áreas.

En cuanto a las tendencias de decrecimiento, son importantes las tendencias de reducción de bosque secundario, dado en este caso el espectro más ancho que contienen las transiciones, tanto de agricultura a bosque, o de bosque a agricultura. Igualmente, es de esperar una tendencia decreciente en cuanto a agricultura extensiva, por provocar su cambio a plantación o bien a agricultura intensiva.

A nivel de los países, el fenómeno más difícil de estimar es lo que particularmente pueda ocurrir con la ampliación del canal. Quizá una sobreposición del mapa de ampliación, sobre el mapa preliminar nuestro, nos daría mejores ajustes en cuanto a los tipos de usos afectados. Los cambios más significativos en esta proyección se asume que se darán en la primera década, hasta reducir su crecimiento y estabilizarse en la segunda década.

Se espera que Nicaragua, Guatemala, Costa Rica y Panamá expresen mayor dinamismo en la consolidación de la agricultura y silvicultura intensivas, estimulada y favorecida por los instrumentos de la liberación comercial. Por esa misma dinámica se espera que en Guatemala y Nicaragua se dé un decrecimiento de las áreas dedicadas a agricultura extensiva, por las inversiones y procesos de activación de los rubros de exportación. En el caso de Honduras, Nicaragua y Guatemala, se espera un descenso más significativo de los bosques naturales.

Este escenario está sujeto a una enorme sensibilidad, del mismo mercado y de las condiciones políticas, de la actual coyuntura de crisis internacional y particularmente política en Centroamérica; como en el caso de Honduras, que puede afectar y golpear sensiblemente las tendencias esperadas.

The trends have been built considering the general course of the baseline as the axis: business as usual. From this, it is proposed, or assumed, that there is a deviation of greater increase in the trends for intensive agriculture and intensive forestry (plantations) for the entire region, as expected effects if the FTA consolidation promises are fulfilled, from the viewpoint of speeding up exports and imports, generating the benefits expected in terms of trade, marketing and economy. At the same time, an increase would be expected for pasture trends, since it is an active and changing area, where dynamics of the use of the other areas are expanded or contracted.

Important decrease trends include secondary forest reduction trends, due in this case to the wider spectrum they encompass: transitions from agriculture to forest or from forest to agriculture. A decrease trend is also expected in extensive agriculture, due to its change to plantation or to intensive agriculture.

At the country level, the most difficult phenomenon to estimate is what can particularly happen with the expansion of the Canal. Perhaps superposition of the expansion map over our preliminary map would yield better adjustments in terms of types of uses affected. The most significant changes in this projection are assumed to happen in the first decade until their growth is reduced and they stabilize in the second decade.

Nicaragua, Guatemala, Costa Rica and Panama are the countries expected to show greater dynamism in the consolidation of intensive agriculture and forestry, stimulated and favored by the instruments of trade liberalization. Because of these dynamics, a decrease is expected in Guatemala and Nicaragua in the areas devoted to extensive agriculture, due to investment and activation of export activity processes. In the case of Honduras, Nicaragua and Guatemala, a more significant decrease of natural forests is expected.

This scenario is subject to high sensitivity, due to the market itself, and to political conditions of the current international crisis situation, particularly the political situation in Central America, as it is the case of Honduras, which can significantly affect and hit the expected trends.



Dado que los sistemas de agroforestería, entre ellos cacao y café, se encuentran considerados como bosques secundarios, es importante la función de contrapeso que esta subclase puede cumplir en amortiguar los valores altos estimados previamente, particularmente desde este modelo, ya que muchos de los productos nostálgicos que tienen alta demanda en el mercado internacional que se verán favorecidos por este modelo, se encuentran en esta clase. Es claro que se espera de manera seria que la consolidación del modelo efectivamente genere mayor empleo e impacte finalmente en forma positiva la balanza comercial de los 7 países, hasta ahora deficitaria en la mayoría de las naciones, para que se consolide en sus efectos sociales y económicos, generando así una vía efectiva de desarrollo.

2.3. MODELO CLUE-S

Se utilizó la metodología explicada por Verburg (2006 y 2008). Los parámetros que se especificaron en los tres escenarios a futuro de Centroamérica fueron los siguientes:

- **Escenarios/demandas-** Las tablas de demanda de usos de suelo son el principal insumo para la modelación con CLUE-S. Una tabla de demanda consiste en la expresión de los porcentajes de variación (aumento o disminución) de las clases de uso de suelo de un país o región, de acuerdo a características definidas en escenarios socioeconómicos, indicando para cada año de la simulación la extensión en km² que será ocupada por cada uso de suelo. Dicho de otra forma, para cada año, una tabla de demanda expresa en unidades de área la distribución de los usos de suelo existentes en un país.

Sin embargo, no todas las clases de uso de suelo a las que se les asignó un valor de MSA en la metodología GLOBIO cuentan con información sobre cómo será su demanda de área en el futuro. Usualmente las limitaciones de información obligan a trabajar con clases más agregadas. Para implementar la metodología CLUE, las clases de uso de suelo reclasificadas en la metodología GLOBIO (explicada anteriormente) son agregadas en las clases para las que se dispone de información de su variación esperada en los escenarios considerados. Por ejemplo, distintos tipos de bosque primario y bosque intervenido podrían ser agrupados en una sola categoría de "bosque" porque no se dispone de información diferenciada sobre su variación.

Since agro-forestry systems (including cacao and coffee) are considered to be secondary forests, the counterweight role that this sub-class can play is key in buffering the high values previously estimated, particularly based on this model, since many of the nostalgic products that have a high demand at the international market, which will be favored by this model, are within this class. It is clear that there are serious expectations on the model consolidation resulting in greater employment generation and an eventual positive impact on the commercial balance for the seven countries most of them currently with a deficit-, and on strengthening its social and economic effects, generating an effective path to development.

2.3. CLUE-S MODEL

The methodology explained by Verburg (2006 and 2008) was used. The parameters that were specified in the three future scenarios for Central America were the following:

- **Scenarios/demands-** The tables for land use demand are the main input for CLUE-S modeling. A demand table consists on the expression of the variation percentages (increase or decrease) of land use types in a country or region according to defined characteristics of socioeconomic scenarios, indicating the extension in km² that will be devoted to each land use for each year of the simulation. In other words, a demand table expresses the distribution of land uses in a country for each year, in area units.

However, not all land use types assigned with an MSA value in the GLOBIO methodology have information related to how their demand will be in the future. Limitations in information usually force us to work with more aggregated classes. In order to implement the CLUE methodology, land use types reclassified in the GLOBIO methodology (previously explained) are added in those classes with information available regarding their expected variation in the scenarios being considered. For example, different types of primary and intervened forests could be grouped in one sole "forest" category because there is no differentiated information available about their variation.



Se construye además, una clase llamada "Otros Usos" donde se incluyen todas las clases que no cuentan con información y que por su extensión limitada no experimentan cambios significativos, además de aquellas clases que no son evaluadas en la metodología GLOBIO (cuerpos de agua). Se asume que la categoría "Otros" no experimentan variación en el tiempo, es decir que se mantiene constante en la tabla de demanda. Una vez que se finaliza la modelación con CLUE, la categoría se desagrega en las clases que la componen para asignarles su valor correspondiente de MSA según la metodología GLOBIO. En el siguiente cuadro se muestran las clases de uso de suelo agregadas que se trabajaron en cada uno de los países. Los detalles de la reclasificación se muestran en el Anexo II de este documento.

Furthermore, a class called "Other uses" is built to include all the classes that do not count with information, and which due to their limited extension do not have significant changes. Also included here are those classes that are not assessed in the GLOBIO methodology (bodies of water). It is assumed that the category "Other" does not experiment variation in time, meaning that it remains constant in the demand table. Once modeling with CLUE is completed, the category is disaggregated into the classes that compose it to assign them with their corresponding MSA values according to the GLOBIO methodology. The following chart shows the land use classes added that were studied in each of the countries. Reclassification details are shown in Annex II.

Cuadro 2. Clases agregadas del modelo CLUE-S.

Chart 2. Aggregated classes from the CLUE-S model.

	<i>Guatemala</i>	<i>Belize / Belize</i>	<i>Honduras</i>	<i>El Salvador</i>	<i>Nicaragua</i>	<i>Costa Rica</i>	<i>Panamá</i>
Bosque Primario <i>Primary Forest</i>	x	x	x		x	x	x
Plantación Forestal <i>Forest Plantation</i>	x			x	x		x
Bosque Secundario <i>Secondary Forest</i>	x		x		x	x	x
Bosque Primario intervenido <i>Intervened Primary Forest</i>				x			x
Agroforestería <i>Agro-forestry</i>	x			x	x	x	
*Agricultura (no diferenciada) <i>*Agriculture (not differentiated)</i>		x					
Agricultura Extensiva <i>Extensive agriculture</i>	x		x	x	x		x
Agricultura Intensiva <i>Intensive agriculture</i>	x		x	x	x	x	
Perennes y Biocombustibles <i>Perennial and bio-fuels</i>							
*Pastizales (no diferenciados) <i>*Pastures (not differentiated)</i>		x	x				
Pastos Naturales <i>Natural pastures</i>	x						
Pastos Artificiales <i>Artificial pastures</i>	x			x	x	x	x
Áreas de Pastoreo <i>Grazing areas</i>				x			
*Agrosilvopastoril <i>*Agro-forestry-grazing</i>					x	x	
Otros <i>Other</i>	x	x	x	x	x	x	x



Para elaborar una tabla de demanda, primero se necesita caracterizar el escenario específico que se pretende evaluar en el área de estudio. Se realizó un ejercicio de caracterización con la participación de expertos locales en temas socioeconómicos, quienes tuvieron la tarea de definir cada uno de los tres escenarios evaluados: (1) el escenario de Línea Base de proyección de las tendencias actuales; (2) el escenario de implementación del acuerdo ALIDES (Alianza para el Desarrollo Sostenible de Centro América); y, (3) el escenario de Liberación Comercial. A través de este proceso, los expertos identificaron las variables determinantes de los cambios de uso de suelo en cada escenario y estimaron proyecciones de los porcentajes de variación para determinadas clases de uso de suelo en cada uno de los países. Estos porcentajes fueron utilizados como insumo para la construcción de las tablas de demanda.

Dadas las limitantes de la información disponible para la construcción de los escenarios y las características que se espera de una tabla de demanda, los procedimientos de construcción de las mismas varían en función de: (1) el tipo de información recopilada, (2) las categorías de uso de suelo para las que se encontró información, (3) la forma en que se presentan las proyecciones -variaciones anuales, quinquenales, etc.- lo cual determina la manera en que las mismas deben ser aplicadas a los datos de base, y (4) los supuestos asumidos a lo largo del proceso de diseño de los escenarios y construcción de las tablas. Para el estudio de Centroamérica se hizo lo siguiente:

- (1) La información recopilada en los escenarios se encontró en forma de cifras puntuales de área cubierta por algunos usos de suelo o de volúmenes de producción de cultivos o bienes en determinados años. Con las cifras puntuales (después de convertir los volúmenes a áreas) se construyeron las regresiones y se determinaron las proyecciones de los porcentajes de variación esperados en las clases de uso de suelo hasta 2030.
- (2) y (3) Para el escenario de Línea Base se determinó el porcentaje de variación para las siguientes clases: bosques naturales, plantaciones forestales, cultivos intensivos, cultivos extensivos y pastos. Los porcentajes consisten en una tasa constante que se aplica cada año, tomando como base el área ocupada por el uso de suelo en el año anterior.

In order to create a demand table, it is first necessary to determine the characteristics of the specific scenario to be assessed in the area of study. An exercise to determine characteristics was carried out with the participation of local experts in socioeconomic issues, who had the task of defining each one of the three assessed scenarios: (1) The Baseline scenario for current trend projection, (2) the scenario of the ALIDES agreement (Central American Alliance for Sustainable Development) implementation, and (3) the Trade Liberalization scenario. Through this process, the experts identified the variables that determine changes in land use in each scenario, and estimated projections of the variation percentages for specific classes of land use in each one of the countries. These percentages were used as the input to build the demand tables.

Given the limitations of information available to build scenarios, and the characteristics expected from a demand table, their construction procedures vary regarding: (1) the type of information collected (2) the categories of land use for which information was found, (3) the way in which projections are presented annual variations, bi-monthly variations, etc. that determines the way in which they should be applied to the base data, and (4) assumptions made along the design process of scenarios and the construction of tables. The following was found for the study of Central America:

- (1) Information compiled in the scenarios was found as specific figures of areas covered by some land uses, or production volumes of crops or goods in specific years. Regressions were built with the specific figures (after converting the volumes into areas), and the projections of the expected variation percentages in the land use classes were determined up to year 2030.
- (2) and (3) For the Baseline scenario, the variation percentage was determined for the following classes: Natural forests, Forest plantations, Intensive crops, Extensive crops, and Pastures. The percentages consist on a constant rate that is applied each year, taking the area occupied by the land use in the previous year as a base.



Para el escenario ALIDES, se determinó la tasa a la que crecerían los bosques naturales, a raíz de la implementación de los tratados de la Alianza. Se determinó una tasa variable de aumento para cada año, a partir de 2011 -año de consolidación de los acuerdos-, tomando como base el área del año anterior.

Para el escenario de Liberación Comercial, se estimaron los porcentajes de variación para las mismas categorías de uso de suelo del escenario Base en tres períodos: 2009-2015, 2015-2020 y 2020-2030. Cada porcentaje de variación se aplica tomando como base el año inicial del período y el cambio total se distribuye equitativamente entre los años intermedios.

- (4) Entre los supuestos considerados estuvieron los siguientes:
- La clase "Bosques Naturales" del Escenario Base comprende las clases de Bosque Primario y Bosque Secundario como una sola, sin distinción entre las tasas de cambio individuales entre ellas.
 - La clase de Pastos se refiere a las áreas de pastos cultivados para la cría de ganado, excluyendo los pastizales naturales.
 - El Escenario Base comprende la proyección de las tendencias actuales bajo el enfoque "business as usual" o "todo sigue igual", por lo cual las tendencias de cambio de los otros dos escenarios se consideran nulas.
 - Los porcentajes de variación estimados en los escenarios ALIDES y Liberación Comercial se aplican sobre las series proyectadas en el escenario Base. Es decir, un uso de suelo en el escenario ALIDES o de Liberación Comercial varía un porcentaje mayor o menor que en el escenario Base. De esa manera el escenario Base sirve como factor limitante y corrector de la variación de los otros dos escenarios.
 - Por las características de cada escenario se asumió que los efectos del escenario Base serían constantes, mientras que los efectos del escenario ALIDES serían incrementales y los efectos del escenario de Liberación Comercial disminuían a lo largo del tiempo.

The rate at which natural forests would grow due to the implementation of the Alliance agreements was determined for the ALIDES scenario. A variable increase rate was determined for each year starting in 2011 year of consolidation of the agreements-, taking the area of the previous year as a base.

For the Trade Liberalization scenario, the variation percentages for the same land use categories in the Baseline scenario were estimated in three periods: 2009-2015, 2015-2020 and 2020-2030. Each variation percentage is applied taking the initial year of the period as a base, and the total change is distributed equally among the intermediate years.

- (4) The assumptions considered included the following:
- The "Natural Forest" class of the Baseline scenario encompasses Primary and Secondary Forest classes as a single class, without distinction between individual change rates.
 - The "Pastures" class refers to the areas of cultivated pastures used for raising cattle, excluding natural pastures.
 - The Baseline scenario encompasses the projection of the current trends under the "business as usual" "everything is the same" approach, so the change trends of the other two scenarios are considered nil.
 - Variation percentages estimated in the ALIDES and Trade Liberalization scenarios are applied to the series projected in the Baseline scenario. That means that a land use in the ALIDES or Trade Liberalization scenario varies an X% more or less compared to the Baseline scenario. In this way, the Baseline scenario serves as a limiting and correcting factor for the variation of the other two scenarios.
 - Based on the characteristics of each scenario, it was assumed that the effects of the Baseline scenario would be constant, while the effects of the ALIDES scenario would be increasing and the effects of the Trade Liberalization scenario would decrease throughout time.



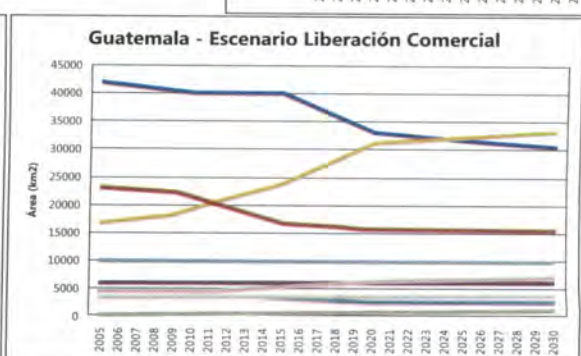
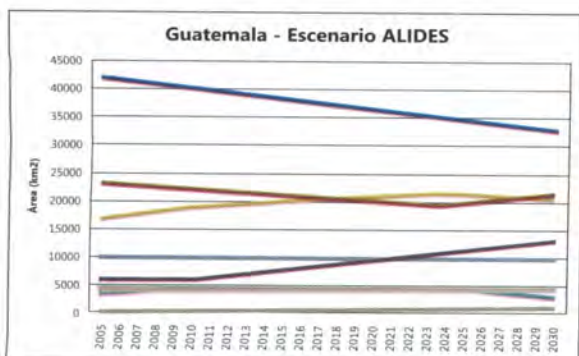
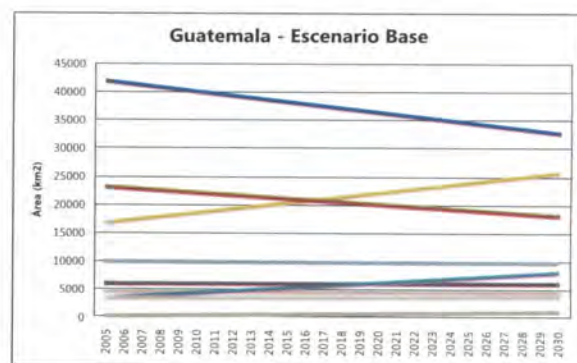
- En algunos casos se realizaron procedimientos matemáticos adicionales para cuadrar las tablas. Estos procedimientos variaron de acuerdo al grado de coincidencia entre las áreas consideradas en las proyecciones y las áreas en los mapas de uso de suelo.

- In some cases, additional mathematical procedures were used to fit the tables. These procedures vary depending on the level of coincidence between the areas considered in the projections and the areas in the land use maps.

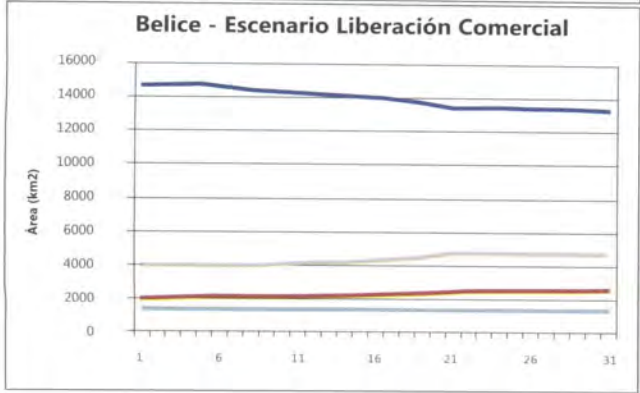
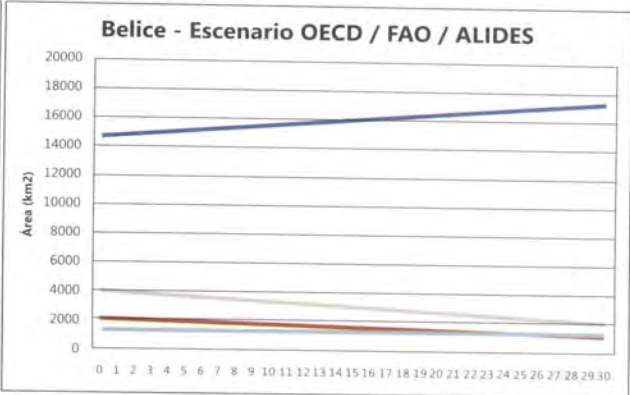
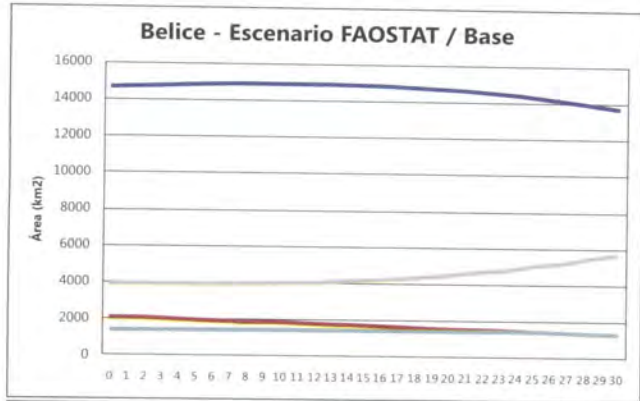
Los gráficos siguientes muestran las tendencias que siguen los usos de suelo de los países en cada uno de los tres escenarios. Nótese que el Escenario Base se caracteriza por una marcada disminución de las áreas de bosque primario, a raíz de la expansión de otros usos como pastizales y sistemas agrícolas. Las demás clases no presentan variaciones tan marcadas. Luego, en el escenario ALIDES, aunque continúa la disminución del bosque primario a partir del año 2010, se mitiga la expansión de las áreas de pastos mientras aumentan otros usos que pueden considerarse como "sistemas integrados", tales como agrosilvopastoril, agroforestería o agricultura extensiva (por la transformación de las "zonas sujetas a la aplicación de los Mecanismos de Desarrollo Limpio" hacia estos sistemas productivos). En el año 2021 las áreas que desde 2010 se habían transformado empiezan su transición a ser consideradas como bosques secundarios. Por último, en el escenario de Liberación Comercial se observa que sobre las tendencias del Escenario Base se intensifica la expansión de las áreas de pastizales y de agricultura intensiva, obedeciendo a las demandas de las oportunidades de mercado abiertas por los tratados comerciales.

The following charts show the trends followed by land uses in the countries in each of the three scenarios. Please note that the Baseline scenario has a noticeable decrease of primary forest areas, due to the expansion of other uses, like pastures and agricultural systems. The rest of the classes do not show such noticeable variations. Then, in the ALIDES scenario, although the decrease of the primary forest continues, starting in 2010 the expansion of the pasture areas is mitigated, while there is an increase in other uses that may be considered as "integrated systems", such as agro-forestry-grazing, agro-forestry, or extensive agriculture (due to the transformation of "zones subject to the application of Clean Development Mechanisms" to these productive systems). In 2021, the areas that had been transformed since 2010 begin their transition to secondary forests. Finally, in the Trade Liberalization scenario, expansion of grazing and intensive agriculture areas is intensified above the Baseline scenario trends as a result of demands from market opportunities, opened by trade agreements.

Figura 2. Escenarios de demanda de uso de suelo - Guatemala.
Figure 2. Land use demand scenarios - Guatemala.



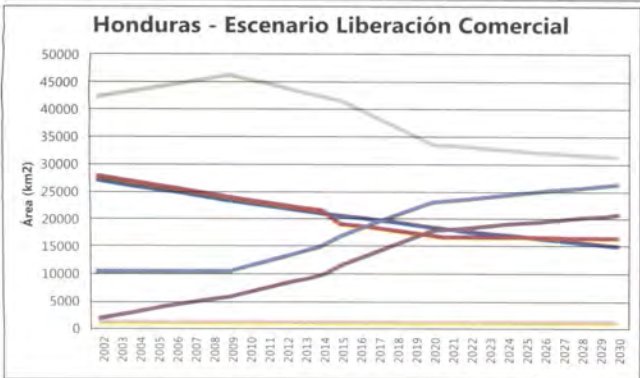
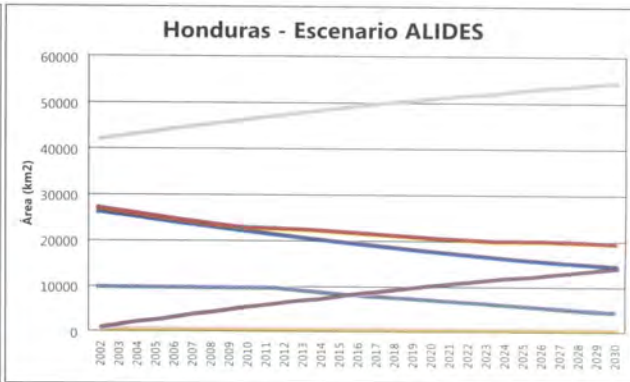
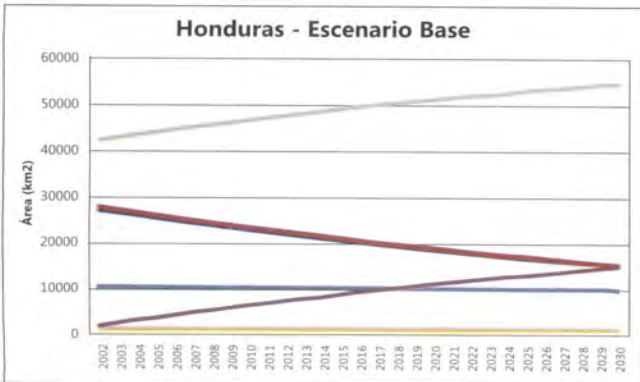
- Bosque primario
- Bosque secundario
- Plantación
- Agro-forestales
- Agr. extensiva
- Pasto natural
- Pasto cultivado
- Otros



- Bosque
- Pastizales
- Agricultura
- Otros

Figura 3. Escenarios de demanda de uso de suelo - Belice.

Figure 3. Land use demand scenarios - Belize.



- Bosque primario
- Bosque secundario
- Agricultura extensiva
- Agricultura intensiva
- Pastizales
- Otros

Figura 4. Escenarios de demanda de uso de suelo - Honduras.

Figure 4. Land use demand scenarios - Honduras.

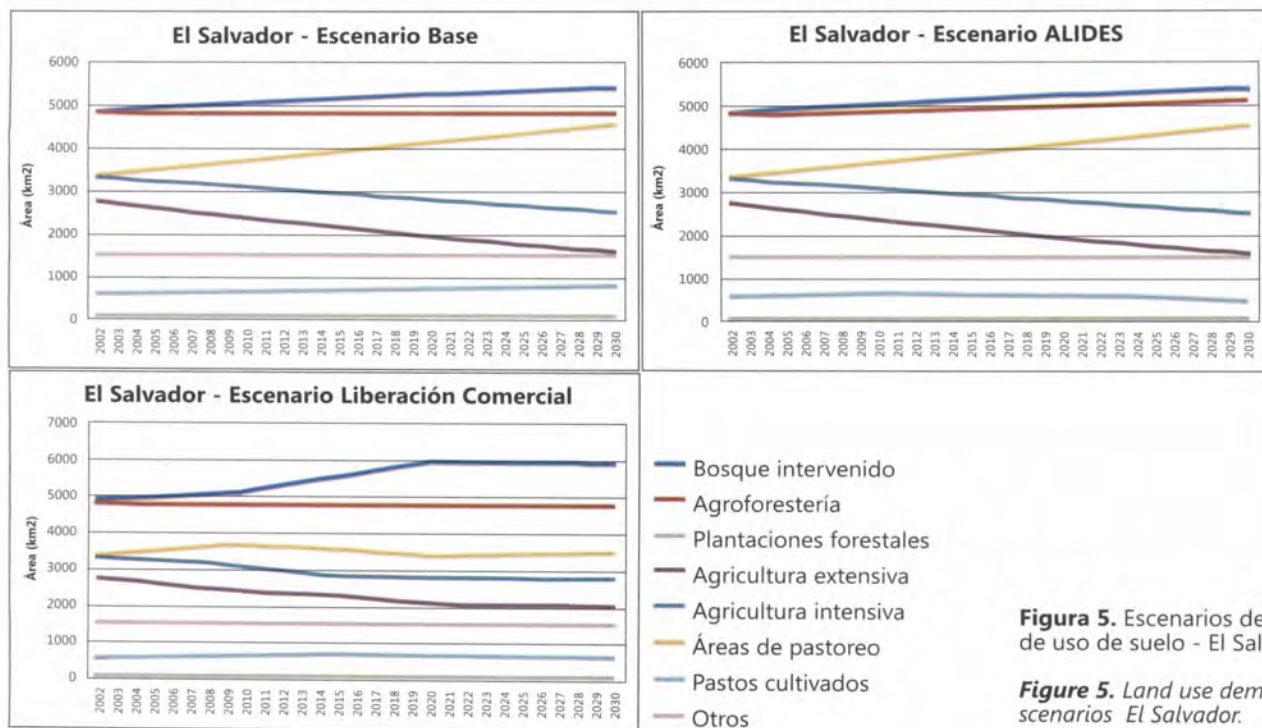
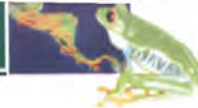


Figura 5. Escenarios de demanda de uso de suelo - El Salvador.

Figure 5. Land use demand scenarios El Salvador.

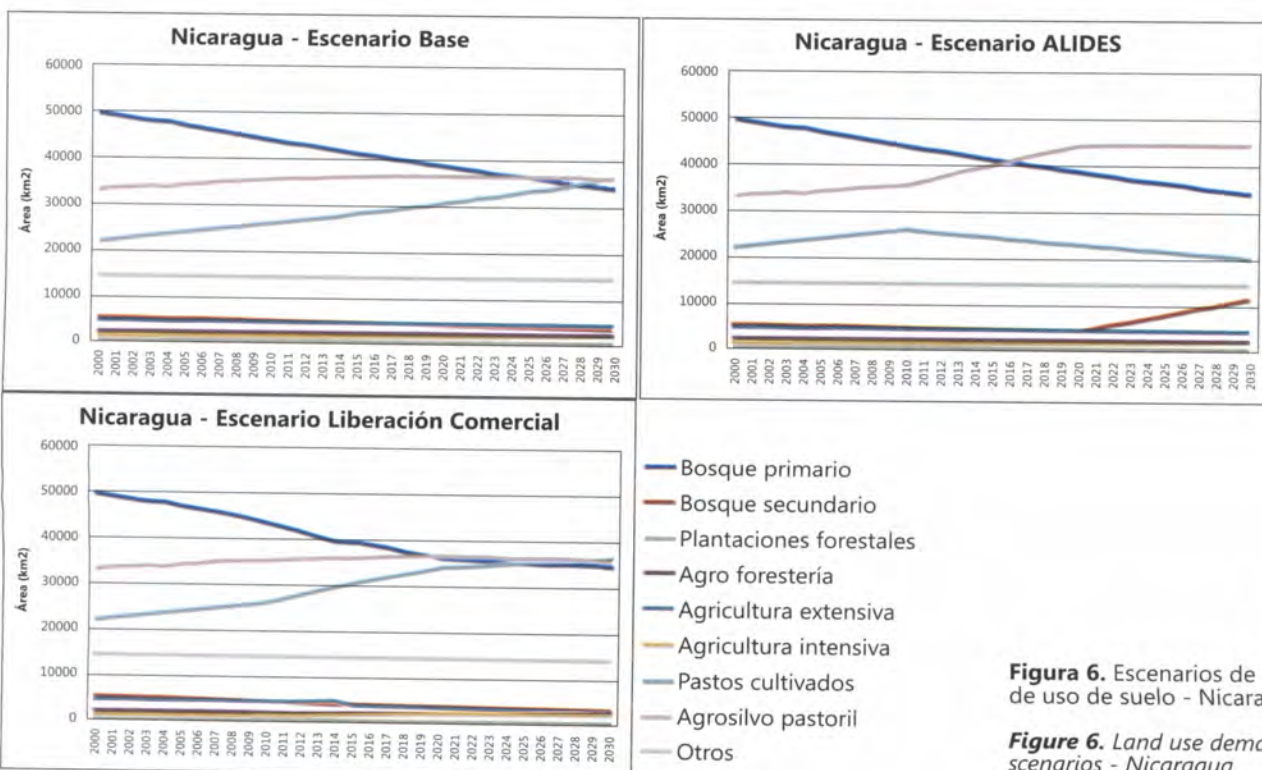


Figura 6. Escenarios de demanda de uso de suelo - Nicaragua.

Figure 6. Land use demand scenarios - Nicaragua.

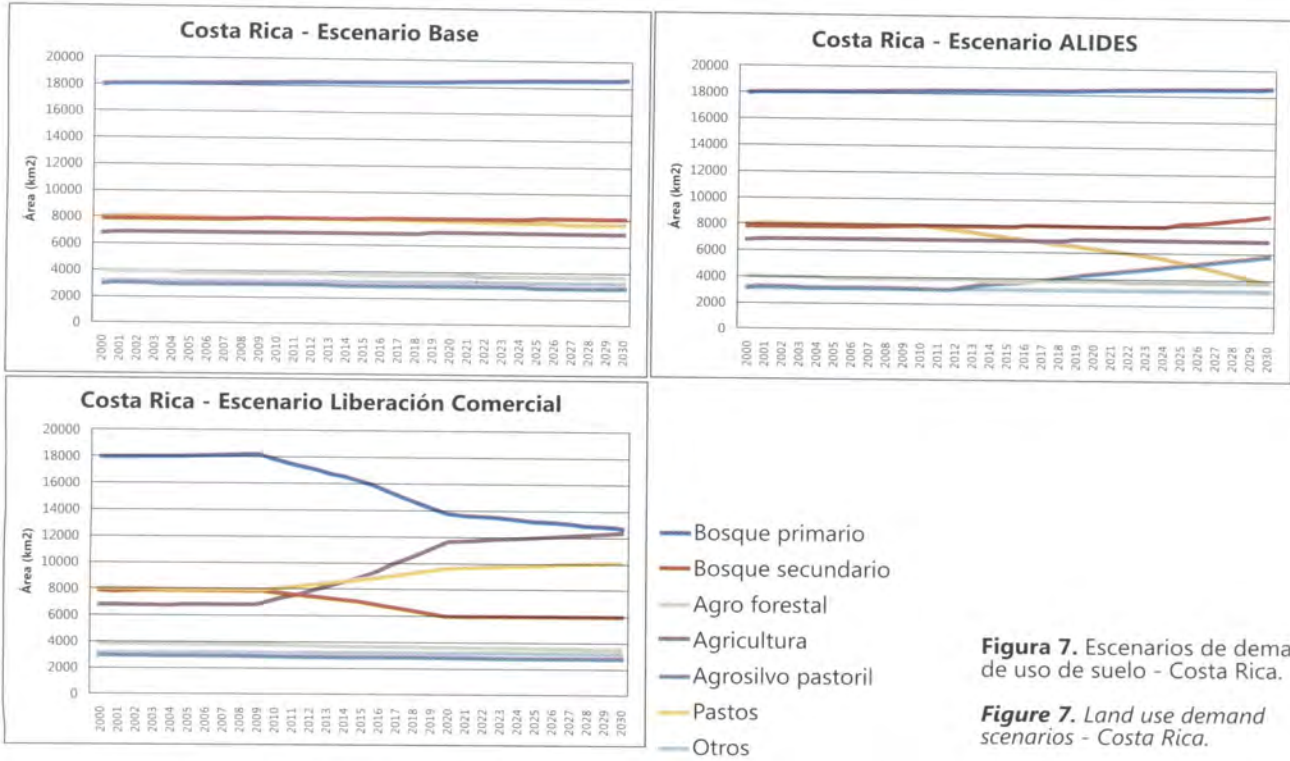


Figura 7. Escenarios de demanda de uso de suelo - Costa Rica.

Figure 7. Land use demand scenarios - Costa Rica.

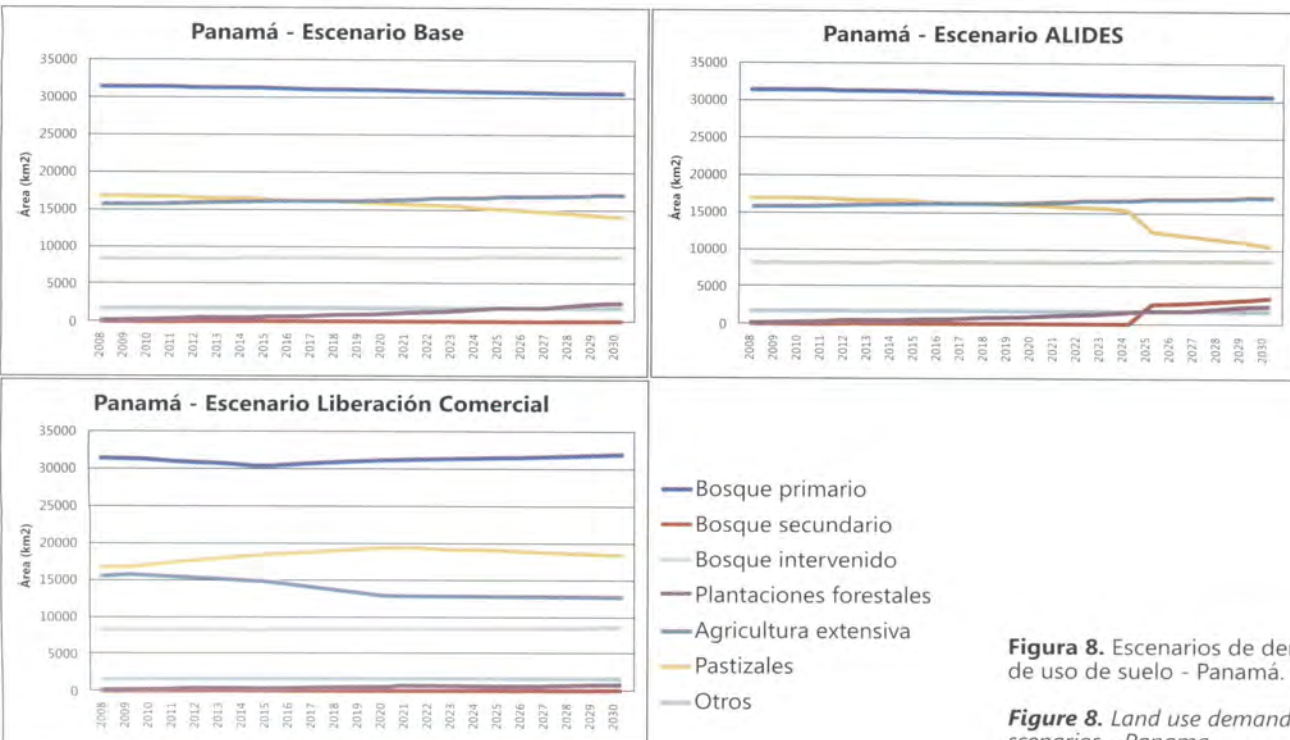


Figura 8. Escenarios de demanda de uso de suelo - Panamá.

Figure 8. Land use demand scenarios - Panama.



- Matriz de conversión-** En las matrices de conversión para cada país se indicaron las conversiones de un uso de suelo a otro, permitidas en un sólo período de tiempo en una unidad de área; es decir, permitió restringir ciertas conversiones que no podían ocurrir directamente. Las matrices consistieron en tablas cruzadas de los usos de suelo de cada país donde, leyendo de la fila a la columna, el valor 1 indicaba que la conversión era posible y el valor 0 que la conversión no era posible. De manera general no se establecieron restricciones muy estrictas, excepto con los bosques. Una unidad de área podía convertirse en bosque primario solamente realizando la transición por el uso de bosque secundario. Aunque la matriz permite especificar años mínimos y máximos de permanencia de un uso de suelo, antes de pasar a otro, esta restricción fue utilizada en pocos casos. Esto, debido a que los requerimientos de área de las tablas de demanda exigían un gran número de transformaciones entre pocas categorías de uso de suelo, por lo que después de realizar algunas pruebas, las restricciones fueron removidas para permitir al modelo encontrar solución.
- Elasticidades de conversión-** Las elasticidades se relacionan con la reversibilidad de los cambios en los usos de suelo. Se expresan en un rango de 0 a 1. El valor 1 indica que la conversión de esa categoría de uso de suelo es difícil de revertir o de reubicar; por ejemplo: aquellos usos que requieren de mucha inversión de capital o de tiempo para establecer, tales como urbanizaciones o bosques maduros. El valor 0 indica que la conversión es fácilmente reversible o reubicable; por ejemplo: la agricultura extensiva, que puede ser cambiada de una ubicación a otra cuando la tierra se vuelve más rentable para otros usos y fácilmente puede regresar al lugar de donde fue removida en otro período de tiempo. El modelo CLUE-S asigna la ubicación espacial de los cambios de usos de suelo de un área según la probabilidad total de ocurrencia. Por la composición de la fórmula de probabilidad total utilizada en el modelo, el valor de la elasticidad sirve para dar preferencias a las áreas que actualmente se encuentran bajo un uso determinado en la conservación de ese uso a lo largo del tiempo (ver Verburg, 2008).
- Conversion Matrix-** Conversions from one land use to another allowed in one single period of time in an area unit were indicated for each country in the conversion matrixes; that is, this made it possible to restrict certain conversions that could not happen directly. The matrixes consisted in crossed tables of land uses for each country, where reading from the line to the column, a value of 1 indicated that the conversion was possible and a value of 0 indicated that the conversion was not possible. Very strict restrictions were not established in general, except for forests. One area unit could only be converted into primary forest by making a transition for the secondary forest use. Although the matrix allows specifying minimum and maximum years of permanence for a certain land use before passing to another type of use, this restriction was used in few cases. This is due to the fact that the area requirements in the demand tables involved a great number of transformations among a few categories of land use, and that is why after carrying out some tests, restrictions were removed to let the model find a solution.
- Conversion elasticities-** elasticity is related to the reversibility of changes in land use. They are expressed in a 0 to 1 range. Value 1 indicates that the conversion of this category land use is difficult to revert or re-locate; for example, those uses that require much time or capital investment to be established, such as urban areas or mature forests. Value 0 indicates that conversion is easily reversible or re-locatable; this is the case of extensive agriculture, which can be changed from one location to another when the land becomes more profitable for other uses, and can easily return to the place where it was removed from at another period of time. The CLUE-S model assigns the spatial location of the changes of land use of an area according to the total probability of occurrence. Due to the composition of the total probability formula used in the model, the elasticity value is used to give preference to the areas that are currently under a certain use to preserve that use throughout time (see Verburg, 2008).



Las elasticidades utilizadas en las modelaciones de Centroamérica fueron las siguientes (nótese que se asigna más movilidad a los usos de suelos agrícolas, en particular a los pastos y menos a los usos de bosques):

Elasticities used in the modeling for Central America was the following. Please note that more mobility is assigned to agricultural land uses, particularly to pastures; and less mobility is assigned to forests uses.

Cuadro 3. Elasticidades de conversión.
Chart 3. Conversion elasticities.

	Guatemala	Belize / Belize	Honduras	El Salvador	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
Bosque Primario <i>Primary Forest</i>	1.0	0.0	1.0		1.0	1.0	1.0
Plantación Forestal <i>Forest Plantation</i>	0.2			0.8	0.2		0.5
Bosque Secundario <i>Secondary Forest</i>	0.6		0.8		0.8	0.8	0.8
Bosque Primario intervenido <i>Intervened Primary Forest</i>				0.9			0.7
Agroforestería <i>Agro-forestry</i>	0.6			0.5	0.3	0.7	
*Agricultura (no diferenciada) <i>*Agriculture (not differentiated)</i>		0.4					
Agricultura Extensiva <i>Extensive agriculture</i>	0.0		0.2	0.2	0.5		0.0
Agricultura Intensiva <i>Intensive agriculture</i>	0.6		0.3	0.3	0.5	0.0	
Perennes y Biocombustibles <i>Perennial and bio-fuels</i>							
*Pastizales (no diferenciados) <i>*Pastures (not differentiated)</i>		0.2	0.5				
Pastos Naturales <i>Natural pastures</i>	0.0						
Pastos Artificiales <i>Artificial pastures</i>	0.0			0.2	0.4	0.2	0.2
Áreas de Pastoreo <i>Grazing areas</i>				0.3			
*Agrosilvopastoril <i>*Agro-forestry-grazing</i>					0.5	0.5	
Otros <i>Other</i>	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

- Regresión logística binaria-** Se realizó un análisis de regresión para determinar qué factores biofísicos y socioeconómicos son determinantes en la ocurrencia de cada uno de los usos de suelo en un área. En tal análisis se evaluaron los factores para los que se encontró información espacial disponible en el país, como variables independientes y las ocurrencias de las categorías de uso de suelo (en formas de variables binarias), como variables dependientes. Los
- Logistic Binary Regression-** In order to determine which biophysical and socioeconomic factors are determinant in the occurrence of each one of the land uses in an area, a regression analysis was made. In the regression analysis, factors for which available spatial information was found in the country were evaluated as independent variables, and the occurrences of land use categories (binary variables) were evaluated as dependent. The coefficients that resulted from



coeficientes resultantes de la regresión se utilizaron en el modelo para determinar en cada unidad de área las probabilidades de ocurrencia de cada una de las categorías de uso de suelo del país, según sus características. Estas probabilidades (al igual que las elasticidades) son uno de los términos de la fórmula de probabilidad total que determinan los usos a asignar a cada unidad de área en las simulaciones. El siguiente cuadro muestra los factores evaluados en cada país. Se introdujeron al modelo sólo aquellos factores que resultaron significativos al 95% de nivel de confianza.

regression were used in the model to determine the occurrence probabilities of each one of the land use categories of the country in each area unit, according to its characteristics. These probabilities (as well as elasticities) are one of the terms of the total probability formula that determine the uses to be assigned to each area unit in the simulations. The following chart shows the factors assessed in each country. Only those factors that were significant at a 95% confidence level were introduced to the model.

Cuadro 4. Variables evaluadas en el análisis de regresión.

Chart 4. Variables assessed in the regression analysis.

	<i>Guatemala</i>	<i>Belize / Belize</i>	<i>Honduras</i>	<i>El Salvador</i>	<i>Nicaragua</i>	<i>Costa Rica</i>	<i>Panamá</i>
Elevación <i>Elevation</i>	x	x	x	x	x	x	x
Precipitación <i>Precipitation</i>	x	x	x	x	x	x	x
Pendiente <i>Slope</i>	x		x	x	x	x	x
Distancia a ríos <i>Distance to rivers</i>	x	x	x	x	x	x	x
Distancia a carreteras <i>Distance to roads</i>	x	x	x		x	x	x
Población <i>Population</i>	x			x	x	x	x
Geología <i>Geology</i>		x	x				
Clima <i>Climate</i>			x				
Temperatura <i>Temperature</i>	x	x		x		x	x
Capacidad de uso <i>Use capacity</i>	x			x		x	x
Distancia a localidades <i>Distance to locations</i>		x					
Áreas protegidas <i>Protected Areas</i>		x					
Tipo de suelo <i>Type of soil</i>		x				x	x
Geomorfología <i>Geomorphology</i>		x					
Aspecto sol <i>Sun aspect</i>	x						



Para comprobar la solidez de la inferencia de las regresiones a partir de los datos disponibles, se realizó un análisis de curva ROC de las probabilidades predichas. Si el área bajo la curva era menor de 0.5, se debía realizar ajustes a los sets de factores para mejorar la predicción. En las modelaciones de Centroamérica esto no fue necesario, dado que los valores de curva ROC fueron mayores a 0.5. El Anexo III muestra en detalle los resultados del análisis de regresión con los coeficientes significativos y los valores de curva ROC para los usos de suelo de cada país.

- **Parámetros principales de la simulación-** En la interface del modelo CLUE es necesario definir una serie de parámetros sobre las características de los archivos que se estén utilizando. Estos parámetros se definieron utilizando la guía del programa. En muchos casos se utilizó la configuración que el programa tiene establecida por defecto. Destaca la importancia del parámetro número 12, "variables de iteración", pues este parámetro se utilizó para calibrar el modelo y encontrar la solución a los escenarios. Los valores empleados en cada país fueron la combinación que mejor funcionó de las opciones evaluadas, pero los valores que se utilicen en modelaciones futuras dependerán de los requerimientos particulares de las mismas.

An ROC curve analysis of the predicted *probabilities* was carried out in order to prove the robustness of inference of regressions based on the data available. If the area under the curve was less than 0.5, adjustments had to be made to the sets of factors to improve prediction. This was not necessary in the modeling for Central America, because the ROC curve values were greater than 0.5. Annex III shows the results of the regression analysis in detail with the significant coefficients and the ROC curve values for land uses in each country.

- **Main simulation parameters-** It is necessary to define a series of parameters regarding the characteristics of the files that are being used, in the interface of the CLUE model. These parameters were defined using the program's guide. In many cases the program's default configuration was used. It is important to note the significance of parameter number 12, "iteration variables", since this parameter was used to calibrate the model and to find the solution to the scenarios. Out of the options evaluated, the values used in each country were the combination that worked best, but the values used in future modeling will depend on their own particular requirements.

3. RESULTADOS REGIONALES/REGIONAL RESULTS

3.1. ESTADO ACTUAL DE LA BIODIVERSIDAD EN CENTROAMÉRICA

La combinación de las diferentes presiones sobre la biodiversidad (uso de suelo, infraestructura, fragmentación y cambio climático) dio como resultado el estado de la biodiversidad en términos del MSA para Centroamérica. La Figura 9 muestra el estado actual de la biodiversidad de la región en su distribución espacial. Las áreas verdes corresponden a áreas de mayor biodiversidad, áreas de bosques primarios, bosques secundarios y pastizales naturales, donde aún no ha habido fuerte influencia de las actividades humanas; las áreas de color rojo corresponden a las áreas de menor biodiversidad, dada la intensidad de las presiones humanas que en ellas se ejercen. En la leyenda se observa que los valores de MSA oscilan entre 0 y 1, que corresponde al rango entre 0 y 100% de la biodiversidad remanente. El mapa es una elaboración compuesta de los mapas individuales de países con diferentes años base, dependiendo de la fecha de elaboración del mapa de uso de suelo más reciente disponible: año 2000 para Nicaragua, Costa Rica y Belice, 2002 para Honduras y El Salvador, 2005 Guatemala y 2008 Panamá.

3.1. CURRENT STATE OF BIODIVERSITY IN CENTRAL AMERICA

The combination of the different pressures on biodiversity (land use, infrastructure, fragmentation, and climate change) resulted in the MSA biodiversity status for Central America. Figure 9 shows the Current State of biodiversity in the region in its spatial distribution. Green areas correspond to areas of greater biodiversity, areas of primary forests, secondary forests, and natural pastures, where there has not been a strong influence of human activities yet; red areas correspond to less biodiversity due to the intensity of human pressures applied on them. The key shows that MSA values range between 0 and 1, which corresponds to the range between 0 and 100% of the remaining biodiversity. The map is a combination of individual country maps with different base years, depending on the most recent land use map available: year 2000 for Nicaragua, Costa Rica, and Belize; 2002 for Honduras and El Salvador; 2005 Guatemala; and 2008 Panama.

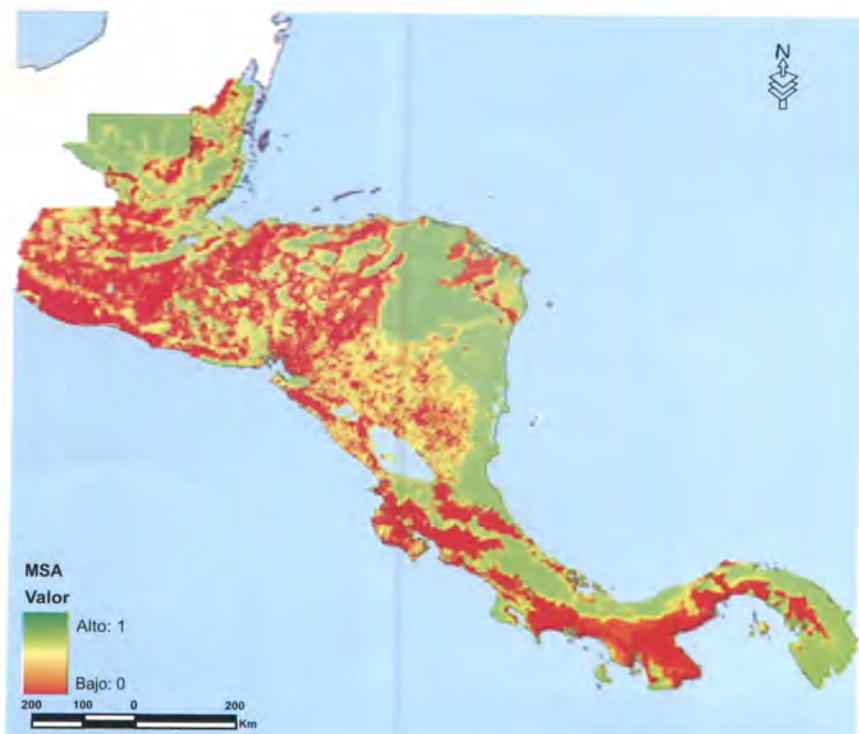
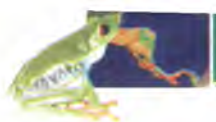


Figura 9. Mapa del estado actual de la biodiversidad en Centroamérica.

Figure 9. Map of current state of biodiversity in Central America.



El MSA o abundancia media de especies de la región en el estado actual es de 48.09% (0.4809 en la escala del 0 al 1), lo cual quiere decir que la región tiene aproximadamente un 48% de biodiversidad original remanente. Este remanente se concentra principalmente en los ecosistemas boscosos de la zona del Caribe. En el Anexo IV se muestra el mapa de ecosistemas de Centroamérica. Se puede verificar que las áreas más verdes de la Figura 9 (mayor biodiversidad remanente) coinciden con las áreas de ecosistemas clasificados como bosques (entre éstos: bosques deciduos, semideciduos y siempre verdes de coníferas, latifoliadas o mixtos), arbustales, humedales, páramos y sabanas, concentradas en la parte norte/este de la región. Mientras que las áreas más rojas (menor biodiversidad remanente) pertenecen a ecosistemas clasificados como sistemas agropecuarios.

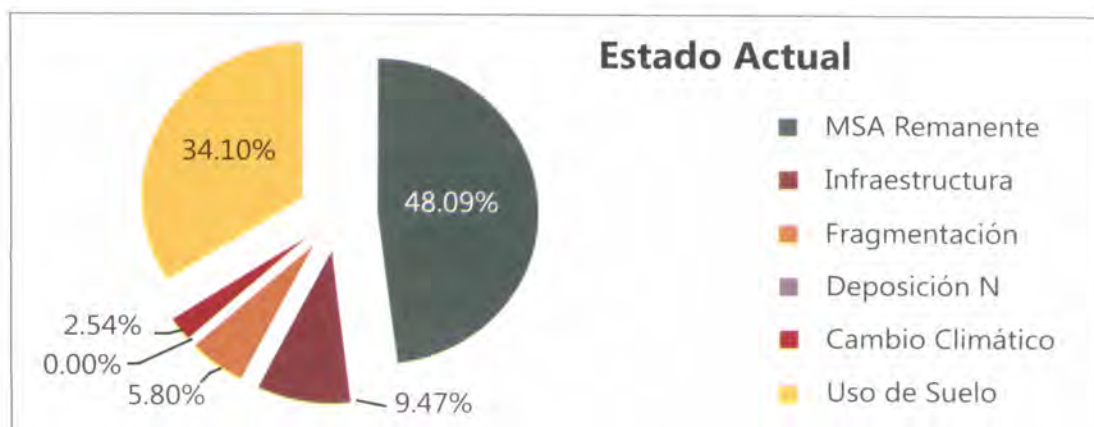
El restante 52% de biodiversidad se ha perdido debido al efecto de las presiones humanas. El principal factor determinante de la pérdida de biodiversidad ha sido el uso de suelo. A esta presión se le atribuye la pérdida de un 34% del MSA. En menor medida, la infraestructura de carreteras generó la pérdida de un 9% del MSA, mientras que la fragmentación de áreas naturales y el cambio climático un 6% y 2.5% respectivamente (Figura 10).

The region's MSA or mean species abundance in its Current State is 48.09% (0.4809 in the scale from 0 to 1), which means that the countries approximately have 48% of the original biodiversity, mainly concentrated in the forest ecosystems of the Caribbean zone. The ecosystems map of Central America is enclosed in annex IV. As it is shown, greener areas in Figure 9 (greater remaining biodiversity) match with the areas of ecosystems classified as forests (including deciduous, semi-deciduous, evergreen conifers, broad-leaved, or mixed), shrub-lands, wetlands, mountain heights and savannahs, concentrated in the north/eastern part of the region; while red areas (less remaining biodiversity) belong to ecosystems classified as farming Systems.

The other 52% of biodiversity has been lost due to the effect of human pressures. The main determining factor for biodiversity loss has been land use. This human pressure is said to be responsible for 34% of the MSA loss. To a lesser degree, the infrastructure of roads generated the loss of 9% of the MSA, while fragmentation of natural areas and climate change resulted in 6% and 2.5% respectively (Figure 10).

Figura 10. Pérdida de biodiversidad por presiones. Estado Actual.

Figure 10. Loss of biodiversity due to pressures. Current State.



Nota: En el caso de los gráficos de pastel (a diferencia de los mapas) es el tamaño, y no el color de las secciones, lo que representa la intensidad del efecto. Sólo el color verde del MSA Remanente es correspondiente con la simbología de los mapas.

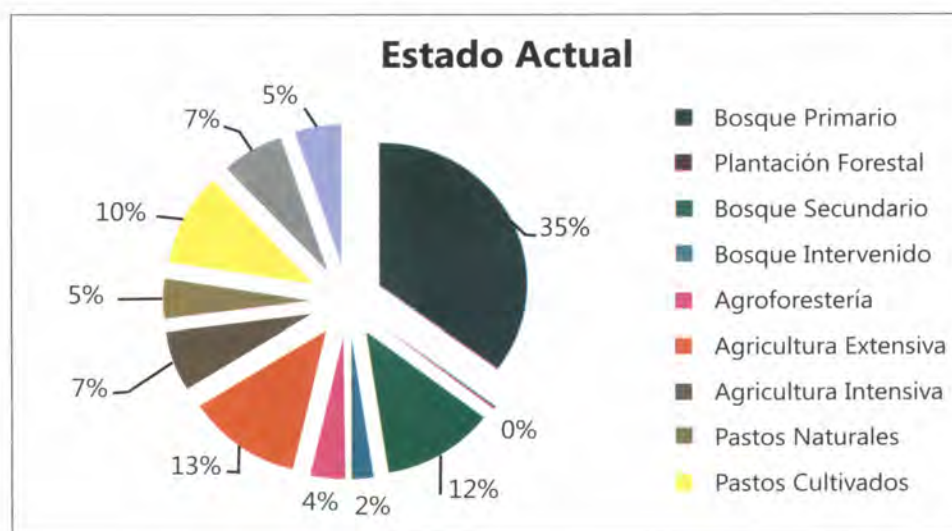
Note: In the case of pie charts (unlike maps) it is the size and not the color of sections which represents the intensity of the effect; only green for Remaining MSA matches with the symbols in the maps.



De los diferentes usos de suelos, los usos agropecuarios son los que ejercen un mayor efecto sobre la biodiversidad, tanto por la intensidad que conllevan, como por el área que ocupan. En conjunto, estos sistemas abarcan un 30% del territorio de la región, incluyendo pastos cultivados y agricultura intensiva y extensiva (Figura 11). Esto sin tomar en cuenta los pastizales naturales que en su mayoría se utilizan como zonas de pastoreo, por lo que su biodiversidad presenta algún nivel de degradación.

Among the different types of land use, farming has a greater effect on biodiversity, because of its intensity and the area it occupies. Together, these systems cover 30% of the region's territory, including cultivated pastures and intensive and extensive agriculture (Figure 11). This does not include natural pastures, most part of which are used as grazing areas, and therefore, their biodiversity shows some level of degradation.

Figura 11. Distribución de los Usos de Suelo. Estado Actual.
Figure 11. Distribution of Land Uses. Current State.



Respecto a la pérdida de MSA por Infraestructura y Fragmentación, se debe tomar en cuenta que, como se abordó en la sección de Metodología, esta medida sólo representa el impacto de las carreteras y caminos que atraviesan áreas naturales. En el Anexo V se muestra el mapa de carreteras y caminos de Centroamérica. Se puede observar que en su mayoría las vías se concentran entre los sistemas agropecuarios (aunque de hecho la relación causal sea a la inversa, los sistemas agropecuarios y los centros poblados se establecen alrededor de las vías de comunicación). El impacto de la infraestructura en estas áreas no naturales no se calcula, ya que está incluido en el impacto por uso de suelo.

Regarding MSA loss due to Infrastructure and Fragmentation, it is important to take into account, as addressed in the Methodology section, that this measure only represents the impact of roads that cross natural areas. A road map of Central America is shown in Annex V. As it can be seen, most of the roads are concentrated connecting farming systems (although in fact, the cause relationship is the other way around: farming systems and population centers settle around communication routes). The impact of infrastructure on these non-natural areas has not been calculated since it is included in land use impact.

Al cambio climático se le atribuye la menor fracción de la pérdida, debido que el aumento esperado de temperaturas para los años de los mapas de uso de suelo (alrededor de 0.6 °C) es momentáneamente reducido y progresa con el tiempo.

The smallest fraction of the loss is attributed to climate change, since the expected temperature increase for the years in the land use maps (around 0.6 °C) is momentarily small, and it grows with time.



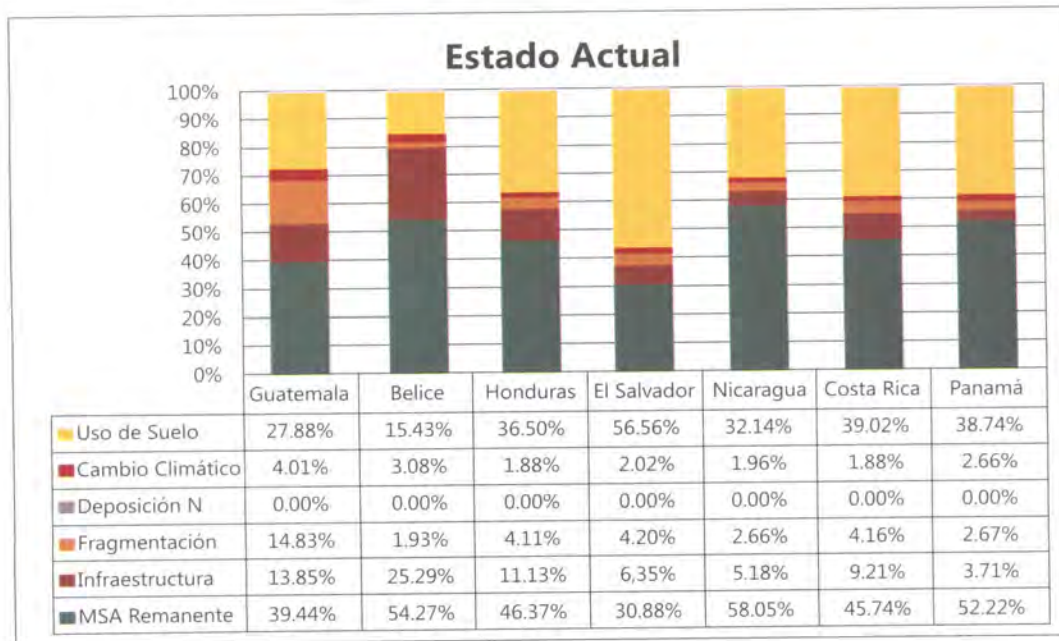
3.2. ESTADO ACTUAL DE LA BIODIVERSIDAD EN LOS PAÍSES

En general, los países de la región presentan un bajo nivel de biodiversidad remanente, entre aproximadamente 58% y 31% de biodiversidad en términos del MSA. La presión más significativa en todos los casos fue el Uso de Suelo, responsable de la pérdida de entre 32% hasta 57% de la biodiversidad; exceptuando el caso de Belice donde la presión de Infraestructura generó la mayor parte de la pérdida, en un 25% (Figura 12).

3.2. CURRENT STATE OF BIODIVERSITY IN THE COUNTRIES

In general, countries in the region show a low level of remaining biodiversity, approximately between 58% and 31% of biodiversity in MSA terms. The most significant pressure found in all cases was Land Use, responsible for 32% to 57% of biodiversity loss, except in the case of Belize, where the Infrastructure pressure generated the greatest part of the loss: 25% (Figure 12).

Figura 12. Pérdida de biodiversidad por presiones en los países. Estado Actual.
Figure 12. Biodiversity loss due to pressures in the countries. Current State.



Se hace evidente lo explicado en el inciso anterior: los países que presentan mayor pérdida de biodiversidad por Infraestructura y Fragmentación destacan Guatemala y Belice, siendo los países donde la red vial atraviesa más áreas naturales (ver Anexo IV), lo cual está relacionado con la configuración de distribución de los centros poblados. En Guatemala, las múltiples vías que conectan el Norte con el Sur del país generan una alta fragmentación de los bosques siempreverdes y arbustales de la zona central, por lo que el impacto por Fragmentación es significativo (aproximadamente 15%).

As explained in the previous point: the countries that show greater biodiversity loss due to Infrastructure and Fragmentation Guatemala and Belize stand out are the countries where the road network crosses more natural areas (see Annex IV), which is related to the configuration of the distribution of population centers. In Guatemala, the multiple routes that connect the North with the South of the country generate a high fragmentation of the evergreen and shrub-land forests of the central zone; and therefore the impact of Fragmentation is significant (approximately 15%).



En contraste, las áreas naturales de Belice tienen mayor conectividad debido a que son unas pocas vías las que conectan las principales ciudades, por lo que el impacto por Fragmentación es bajo a pesar de que el impacto por Infraestructura sea incluso el más alto (25%). En el caso, por ejemplo, de El Salvador, donde la densidad poblacional exige la ocupación de las áreas en usos no naturales, el impacto que destaca es el de Uso de Suelo (aproximadamente 57%), a pesar de que la red vial sea, de hecho, bastante densa.

Además, cabe notar que los resultados de los países también están dados en función del nivel de detalle de los mapas de uso de suelo. Los mapas con un mayor número de clasificaciones permitieron asignar valores más diferenciados, particularmente en la estimación del MSA por Uso de Suelo. En otros casos fue necesario realizar generalizaciones (ver sección de Metodología). Por este motivo, los resultados de un país a otro no son completamente comparables entre sí.

3.3. ESTADO ACTUAL DE LA BIODIVERSIDAD EN LAS ÁREAS PROTEGIDAS

La Figura 13 muestra el estado actual de la biodiversidad para las áreas protegidas de Centroamérica. Se observa que las áreas protegidas de la región caribeña son las que mejor han conservado su biodiversidad, mientras que las de la zona centro y del pacífico han sido más afectadas por las presiones humanas. Más importante aún, se hace evidente que la extensión del área protegida influye en su estado de conservación. Aunque exista una delimitación física para cada área protegida, la biodiversidad contenida en ellas se ve afectada por las presiones que están ocurriendo fuera de sus límites; como es el caso del impacto por fragmentación y por infraestructura.

El estado de conservación de las áreas protegidas más extensas, tales como la reserva Maya en Guatemala, Bosawás e Indio Maíz en Nicaragua, La Amistad en Costa Rica y Darién en Panamá, es de gran importancia regional. Estos lugares constituyen las áreas claves dentro de las estrategias de conservación y conectividad en la región Mesoamericana. En la siguiente Figura se puede notar que, incluso, algunas de estas reservas presentan degradación, particularmente en sus zonas de borde.

In contrast, natural areas in Belize have greater connectivity because there are only a few routes that connect the main cities; thus, Fragmentation impact is low, even though the Infrastructure impact is actually the highest (25%). In the case of El Salvador, for example, where the population density demands occupation of areas for non-natural uses, the impact that stands out is Land Use (approximately 57%), even though the road network is in fact quite dense.

Furthermore, it is important to note that the results of the countries are also given depending on the level of detail of land use maps. The maps with a greater number of classifications made it possible to assign more differentiated values, particularly in estimating MSA due to Land Use. In other cases, it was necessary to make generalizations (see the Methodology section). Therefore, results from one country to another are not fully comparable between each other.

3.3. CURRENT STATE OF BIODIVERSITY IN PROTECTED AREAS

Figure 13 shows the Current State of biodiversity for protected areas in Central America. It is evident that protected areas of the Caribbean region are the ones where biodiversity has been best preserved, while the Central and Pacific zones have been more affected by human pressures. Furthermore, it is possible to observe that the extension of the protected area has an influence on its conservation condition. Although there is a physical delimitation for each protected area, their biodiversity is affected by the pressures that are taking place outside their boundaries, as it is the case of fragmentation and infrastructure impacts.

The conservation condition of the largest protected areas such as the Mayan reserve in Guatemala, Bosawás and Indio Maíz in Nicaragua, La Amistad in Costa Rica and Darién in Panama has a high regional importance. These places are the key areas within conservation and connectivity strategies in the Mesoamerican region. The Figure shows that even some of these reserves are degraded, particularly in their boundary areas.

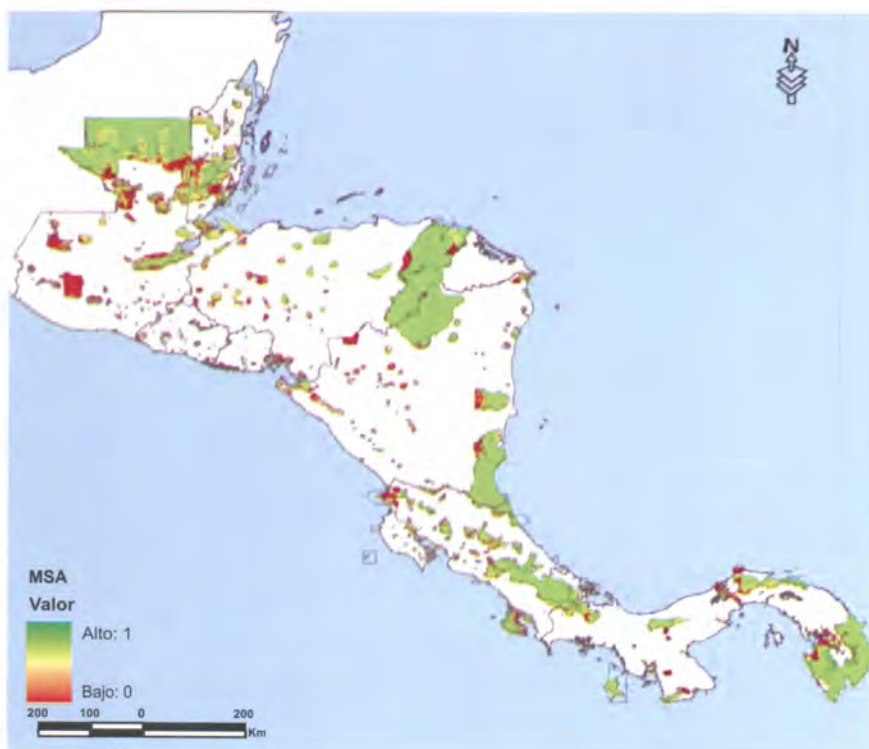


Figura 13. Mapa del estado actual de la biodiversidad en las Áreas Protegidas de Centroamérica.

Figure 13. Map of the current state of biodiversity in Protected Areas of Central America.

En conjunto, las áreas protegidas de Centroamérica conservan actualmente un 73% de su biodiversidad en términos del MSA. El restante 27% se ha perdido, debido principalmente a la presión por Uso de Suelo, a la que se le atribuye un 13% de pérdida. Esto quiere decir que las consecuencias de la intervención humana traspasan los límites de las reservas (Figura 14). Un 6% de la pérdida se atribuye al impacto por Infraestructura y un 5% al impacto por Fragmentación por las carreteras y caminos que cruzan o rodean las áreas.

Altogether, protected areas in Central America currently preserve 73% of their biodiversity in MSA terms. The other 27% has been lost, mainly due to Land Use pressure, to which a loss of 13% is attributed. This means that consequences of human intervention go beyond the limits of reserves (Figure 14). Six percent of the loss is attributed to Infrastructure impact; and 5%, to the Fragmentation impact due to roads that cross or surround the areas.

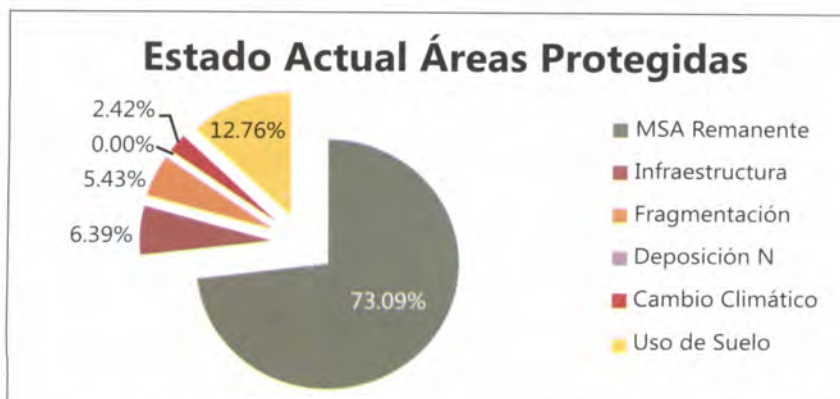
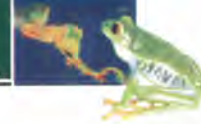


Figura 14. Pérdida de biodiversidad por presiones en las Áreas Protegidas. Estado Actual.

Figure 14. Biodiversity loss due to pressures in Protected Areas. Current State.



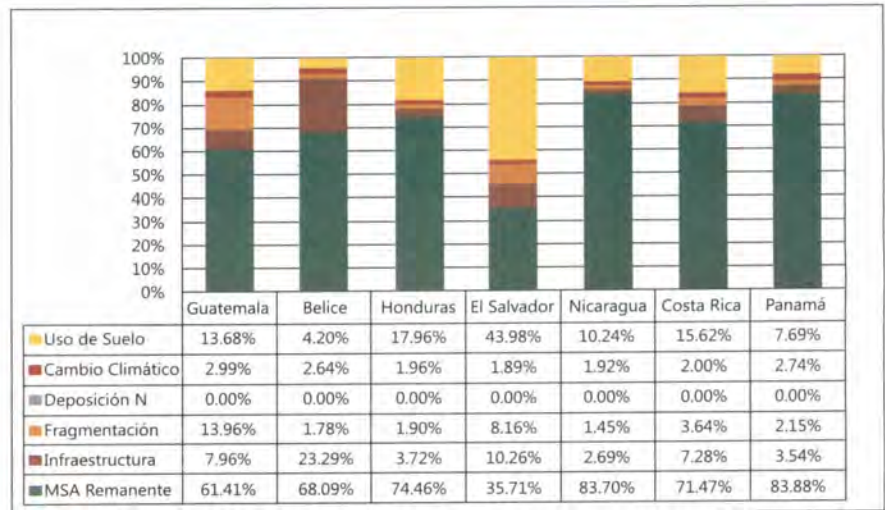
La Figura 15 muestra la pérdida de biodiversidad por presiones en las Áreas Protegidas de los países de la región. Se observa que los países donde existen áreas protegidas de mayor extensión y más conectadas son aquéllos con índices de biodiversidad remanente más altos, como Panamá, Nicaragua, Honduras y Costa Rica con 84%, 84%, 74% y 71% respectivamente. Mientras, los países con una mayor parte del área total distribuida en áreas pequeñas tienen un índice más bajo debido a que estas áreas pequeñas se enfrentan en mayor medida a las presiones de las carreteras, caminos y la población que las rodea, como por ejemplo Guatemala y El Salvador con 61% y 36% respectivamente. Sin embargo, hay que considerar que las áreas protegidas son la alternativa más efectiva de protección de biodiversidad, por lo que todos los esfuerzos de conservación realizados por los países son de gran importancia.

Figure 15 shows the biodiversity loss due to pressures on Protected Areas in the countries of the region. As shown, the countries that have protected more connected and larger areas show highest remaining biodiversity indicators, as it is the case of Panama, Nicaragua, Honduras and Costa Rica, with 84%, 84%, 74%, and 71% respectively. On the other hand, the countries with a greater part of the total area distributed in small zones have a lower MSA indicator since these small areas face a greater level of pressure from roads and population around them, as in the case of Guatemala and El Salvador, with 61% and 36% respectively. However, it is necessary to take into account that protected areas are the most effective alternative for biodiversity protection, and that is why all conservation efforts made by the countries are very important.

Estado Actual Áreas Protegidas

Figura 15. Pérdida de biodiversidad por presiones en las Áreas Protegidas por países. Estado Actual.

Figure 15. Biodiversity loss from pressures on Protected Areas by country. Current State.



Se debe tener en cuenta que la metodología GLOBIO no evalúa la biodiversidad en ecosistemas acuáticos, por lo que las áreas protegidas marinas o las plataformas marinas de las áreas protegidas costeras no son analizadas en este estudio. Además, en el presente análisis por áreas protegidas se excluyeron las zonas buffer, puesto que se buscaba evaluar la biodiversidad en las zonas resguardadas de la actividad humana.

It must be taken into consideration that the GLOBIO methodology does not evaluate biodiversity in aquatic ecosystems, so marine protected areas or marine platforms of protected coastal areas are not analyzed in this study. In addition, the present analysis by protected areas excluded buffer zones, since biodiversity was intended to be evaluated in the zones protected from human activity.

3.4. MODELACIÓN A FUTURO DE LOS USOS DE SUELO

Para modelar la biodiversidad a futuro fue necesario elaborar los mapas de futuros de usos con base en los escenarios socioeconómicos diseñados por los expertos utilizando el modelo CLUE-S.

3.4. MODELLING FUTURE LAND USE

In order to model the future of biodiversity, it was necessary to prepare future land use maps, based on the socioeconomic scenarios designed by the experts using the CLUE-S model.