

CAUSAS DE DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN (DD) DE LOS BOSQUES

ANEXO 9: USO DE LA TIERRA Y
CAMBIO DE USO DE LA TIERRA
HISTÓRICO Y PROYECTADO

REPÚBLICA DOMINICANA

MARZO 2018



Asesoría en Ambiente y
Recursos Naturales



ANEXO 9: USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

**Servicio de
Consultoría**

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DIRECTAS E INDIRECTAS (DRIVERS) DE DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES (DD) EN REPÚBLICA DOMINICANA Y PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS DE USO SOSTENIBLE DEL SUELO QUE DISMINUYEN LA DD Y AUMENTAN LOS RESERVORIOS DE CARBONO DEL PROYECTO PREPARACION PARA REDD+



País: República Dominicana

Proyecto: P151752 / SNIP 13782

Entidad Solicitante: Ministerio del Medio Ambiente y Recursos naturales – Banco Mundial
DCC-UTG-05-2017

Consorcio Sud-Austral Consulting SpA – Forest Finest

Anexo 9

País	República Dominicana
Título del Proyecto	ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DIRECTAS E INDIRECTAS (DRIVERS) DE DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES (DD) EN REPÚBLICA DOMINICANA Y PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS DE USO SOSTENIBLE DEL SUELO QUE DISMINUYEN LA DD Y AUMENTAN LOS RESERVORIOS DE CARBONO DEL PROYECTO PREPARACION PARA REDD+
Entidad Mandante	Ministerio del Medio Ambiente y Recursos naturales – Banco Mundial
Entidad Ejecutora	Consortio Sud-Austral Consulting SpA – Forest Finest
Equipo Técnico	Patricio Emanuelli Avilés - Sud-Austral Consulting SpA
Consortio	Germán Rodríguez - Forest Finest José Elías Gonzales - Consultor Asociado [CRESER] José Antonio Núñez - Consultor Asociado Fabián Milla Araneda - Sud-Austral Consulting SpA Efraín Duarte Castañeda - Sud-Austral Consulting SpA Antonio Calle Sánchez - Forest Finest Jesús de los Santos - Consultor Asociado Teresa de Jesús Gil Vásquez – Consultor Asociado [CRESER] Pablo Ovalles – Consultor Asociado
Contraparte MARN	Ramón Ovidio Mercedes Pantaleon Pedro García Joan Beras Severino
Proceso	Proyecto P151752 / SNIP 13782

Mayo 2018

ÍNDICE

1	USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA	9
1.1	ANÁLISIS GEOESPACIALES: TENDENCIAS DE DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES EN LA REPÚBLICA DOMINICANA	10
1.1.1	<i>Evaluación histórica de cambio de uso de la tierra.</i>	11
1.2	ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL CAMBIO DE USO DE LA TIERRA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA	18
1.2.1	<i>Escala nacional: análisis cuantitativo del cambio de uso de la tierra en la República Dominicana.</i>	18
1.3	ESCALA PROVINCIAL: ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL CAMBIO DE USO DE LA TIERRA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA	20
1.4	PROYECCIONES SOBRE DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN FUTURA DE LOS BOSQUES DE LA REPÚBLICA DOMINICANA.	24
1.4.1	<i>Metodología para la generación de escenarios de cambios en el uso de la tierra en República Dominicana</i>	25
1.4.1.1	Análisis de cambios.....	27
1.4.1.2	Transición de cambios	27
1.4.1.3	Predicción	30
1.4.1.4	Validación	30
1.5	RESULTADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DE CAMBIO DE USO EN LOS BOSQUES EN REPÚBLICA DOMINICANA	31
1.5.1	<i>Análisis de la deforestación</i>	35
1.5.2	<i>Análisis de la degradación</i>	47
2	REFERENCIAS.....	53

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Proceso metodológico aplicado para identificar los cambios de uso de la tierra en la República Dominicana.....	11
FIGURA 2. Secuencia metodológica aplicada para la generación de modelos predictivos del cambio del uso de la tierra.....	26
FIGURA 3. Ganancias y pérdidas de uso de la tierra para el periodo 2005 – 2010.	31
FIGURA 4. Ejemplo de potenciales de transición en el cambio de uso de la tierra para el periodo 2005 – 2010.	34

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Tipo de conversiones de uso de la tierra de conformidad con la Orientación del IPCC). 12	
TABLA 2. Cambios de coberturas de bosque periodo 2005 – 2015 en la República Dominicana.	21
TABLA 3. Potenciales transiciones en el cambio las tierras forestales que pasan a tierras no forestales (deforestación).....	29
TABLA 4. Potenciales transiciones en el cambio las tierras forestales que se mantienen como tierras forestales (degradación).....	29
TABLA 5. Variables predictoras utilizadas en el modelo.....	32
TABLA 6. Precisión de las variables dentro del modelo de predicción de cambios de uso de la tierra. 33	
TABLA 7. Superficie de uso de la tierra histórica, actual y proyectada al año 2035.....	40
TABLA 8. Superficie de uso de la tierra histórica para análisis de degradación de bosque, actual y proyectada al año 2035.	47

LISTA DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1. Transiciones de bosque a otros tipos de tierra (deforestación) para el periodo 2005 – 2015.	19
GRÁFICA 2. Transiciones otros tipos de tierra a bosque (aumento de existencias) para el periodo 2005 – 2015.	20
GRÁFICA 3. Superficie en hectáreas de ganancia, pérdida de bosque y cambio neto por provincia de República Dominicana (periodo 2005 – 2015).	22

LISTA DE MAPAS

MAPA 1. Mapa de cobertura forestal y uso de la tierra año 2005: república dominicana.	13
MAPA 2. Mapa de cobertura forestal y uso de la tierra año 2015: república dominicana.	14
MAPA 3. Cambios en la cobertura forestal de la República Dominicana. Periodo 2005-2015.	15
MAPA 4. Pérdidas en la cobertura forestal de la República Dominicana. Periodo 2005-2015.	16
MAPA 5. Ganancias en la cobertura forestal de la República Dominicana. Periodo 2005-2015.	17
MAPA 6. Identificación de provincias con mayor pérdida de bosque (PERIODO 2005 – 2015)	23
MAPA 7. Modelo predictivo de probabilidad de pérdida del bosque (PERIODO 2020 – 2035).	35
MAPA 8. Modelo predictivo de la deforestación para el año 2020.	36
MAPA 9. Modelo predictivo de la deforestación para el año 2025.	37
MAPA 10. Modelo predictivo de la deforestación para el año 2030.	38
MAPA 11. Modelo predictivo de la deforestación para el año 2035.	39
MAPA 12. Mapa cobertura tierra histórica – año 2005.	41
MAPA 13. Mapa cobertura tierra histórica – año 2010.	42
MAPA 14. Mapa cobertura tierra histórica – año 2015.	43
MAPA 15. Mapa cobertura tierra histórica proyectada al año 2020.	44
MAPA 16. Mapa cobertura tierra histórica proyectada al año 2025.	45
MAPA 17. Mapa cobertura tierra histórica proyectada al año 2030.	46

MAPA 18.	Modelo predictivo sobre la probabilidad de la degradación para el periodo 2020 – 2035.	48
MAPA 19.	Modelo predictivo de la degradación para el año 2020.	49
MAPA 20.	Modelo predictivo de la degradación para el año 2025.	50
MAPA 21.	Modelo predictivo de la degradación para el año 2030.	51
MAPA 22.	Modelo predictivo de la degradación para el año 2035.	52

LISTA DE ACRÓNIMOS

AFOLU	AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA
APA	Asociación de Productores Agroforestales de Zambrana Chacuey
ADESJO	Asociación para el Desarrollo de San José de Ocoa
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CDB	Convenio sobre la diversidad biológica
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
CNULD	Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación
CNCCMDL	Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio
CNMSF	Comité Nacional para la aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias
CoP	Conferencia de las Partes
DDB	Deforestación y degradación de Bosques
DGODT	Dirección General de Ordenamiento y Desarrollo Territorial
ER-PIN	Nota del Programa de Reducción de Emisiones
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FCPF	Forest Carbon Partnership Facility
FLEGT	Forest Law Enforcement, Governance and Trade
Fondo MARENA	Fondo Nacional para el Medio Ambiente y Recursos Naturales
FSC	Forest Stewardship Council
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GF	Grupo Focal
GIZ	Agencia Alemana de Cooperación Internacional
GS	Gold Standard
ICAT	Iniciativa para la Transparencia de la Acción Climática
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
LED	Estrategias de Desarrollo Bajas en Emisiones
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

MEPyD	Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MFS	Manejo Forestal Sostenible
NDC	Contribuciones Nacionales Determinadas
ONE	Oficina Nacional de Estadística
ONGs	Organizaciones No Gubernamentales
OTTF	Otras Tierras que pasan a Tierras Forestales
OSACT	Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico
PAM's	Políticas, Acciones y Medidas
PEFC	Programme for the Endorsement of Forest Certification
Plan DECCC	Plan de Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático
PNQV	Plan Nacional Quisqueya Verde
RD	República Dominicana
REDD	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques
RD	República Dominicana
SAN	Sustainable Agricultura Network
SIG	Sistema de Información Geográfica
TATF	Tierras Agrícolas que pasan a Tierras Forestales
TFOT	Tierras Forestales que pasan a Otras Tierras
TFTA	Tierras Forestales que pasan a Tierras Agrícolas
UAFAM	Universidad Agroforestal Fernando Arturo Mariño
VCS	Verified Carbon Standard

1 USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

1.1 ANÁLISIS GEOESPACIALES: TENDENCIAS DE DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

En los dos últimos informes de República Dominicana publicados en el marco de la evaluación mundial de los bosques (FRA por sus siglas en inglés) se considera que la deforestación no es significativa, mientras que la degradación de los bosques no es considerada.

En el marco de la presente consultoría, el consorcio integrado por Sud Austral Consulting y Forest Finest ha realizado el esfuerzo de evaluar la dinámica histórica de los bosques con el propósito de identificar y estimar los principales cambios de uso de la tierra, las transiciones, ganancias o pérdidas de bosques. Para lograr este objetivo, se utilizó una serie temporal de mapas realizados por el Consultor Nacional Pablo Ovalles, dichos mapas fueron realizados recientemente en el marco del proyecto de Preparación para REDD+ de la República Dominicana. Utilizando como información base esos insumos, se procedió a revisar las transiciones del cambio de uso de la tierra para los años 2005, 2010 y 2015.

Adicionalmente, para realizar el análisis, se consideran insumos cartográficos e información de otras instituciones del país que den cuenta de información cartográfica de tipo social, demográfica y económica como por ejemplo el Ministerio de Agricultura, Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo y Ofical Nacional de Estadística (ONE), entre otros.

Para conocer y estimar las tendencias de deforestación y degradación de los bosques en la República Dominicana se procedió a realizar un análisis geoespacial aplicando sensores remotos utilizando como información base los datos disponibles antes descrito; con base al análisis geoespacial se logró lo siguiente:

- Determinar e Identificar la tendencia de la deforestación de los bosques en República Dominicana
- Monitorear espacialmente el cambio de uso de suelo como complemento para la determinación de las causas de deforestación y degradación de los bosques
- Identificar la trazabilidad del cambio de uso de suelo y realizar una priorización de zonas con mayor potencial para intervenciones del mecanismo REDD+.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

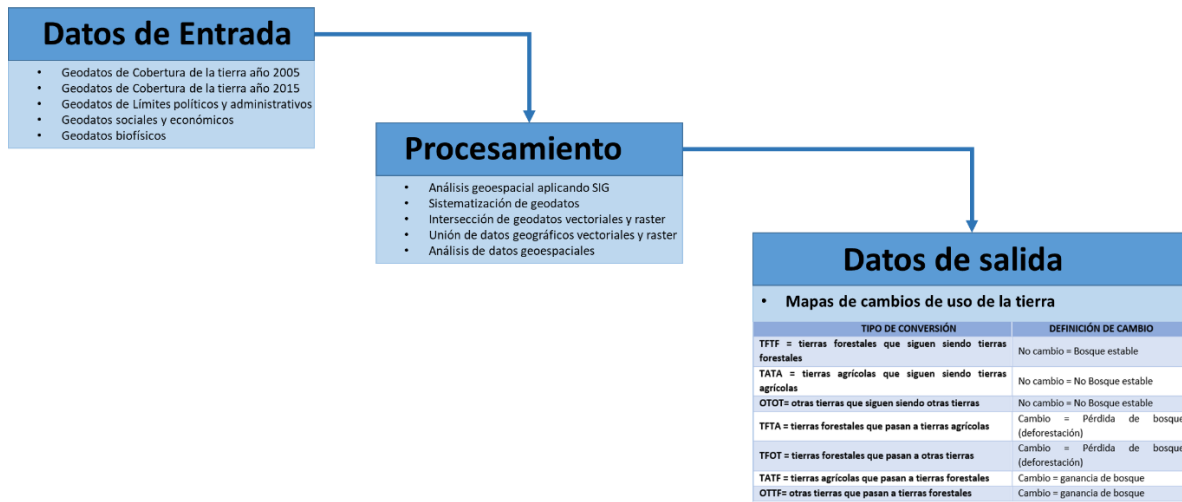


FIGURA 1. PROCESO METODOLÓGICO APLICADO PARA IDENTIFICAR LOS CAMBIOS DE USO DE LA TIERRA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA.

Fuente: Elaboración propia.

1.1.1 Evaluación histórica de cambio de uso de la tierra.

Para la definición del cambio de uso de la tierra, se utilizó el Procedimiento 3, propuesto en la sección 2.3 de la Orientación sobre las buenas prácticas de 2003 del IPCC en el cual ofrece tres procedimientos para identificar los cambios de uso de la tierra en su superficie y en su estado, estos procedimientos son:

- El procedimiento 1** requiere estimaciones de las superficies que presentan distintas categorías de uso de la tierra en épocas diferentes, pero no precisa información sobre la proporción de cada tipo de tierra convertida a otro tipo de uso de la tierra. Este procedimiento tiene importantes limitaciones cuando se producen cambios de uso de la tierra.
- El procedimiento 2** precisa una matriz de conversión de la tierra que indique la superficie de cada categoría de uso de la tierra que se ha modificado y cómo se ha distribuido este cambio entre los otros tipos de uso de la tierra, pero no es necesario proporcionar la ubicación del cambio.
- El procedimiento 3** requiere que se elaboren series temporales del uso de la tierra y de los cambios significativos del uso de la tierra que pueden obtenerse mediante un muestreo de puntos situados geográficamente, una compilación completa (cartografía total) o una combinación de ambos métodos.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Las conversiones de uso de la tierra de conformidad con la Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura consideradas en el modelo de generado son las siguientes:

TIPO DE CONVERSIÓN	DEFINICIÓN DE CAMBIO
TFTF = tierras forestales que siguen siendo tierras forestales	No cambio = Bosque estable
TATA = tierras agrícolas que siguen siendo tierras agrícolas	No cambio = No Bosque estable
OTOT= otras tierras que siguen siendo otras tierras	No cambio = No Bosque estable
TFTA = tierras forestales que pasan a tierras agrícolas	Cambio = Pérdida de bosque (deforestación)
TFOT = tierras forestales que pasan a otras tierras	Cambio = Pérdida de bosque (deforestación)
TATF = tierras agrícolas que pasan a tierras forestales	Cambio = ganancia de bosque
OTTF= otras tierras que pasan a tierras forestales	Cambio = ganancia de bosque

TABLA 1. TIPO DE CONVERSIONES DE USO DE LA TIERRA DE CONFORMIDAD CON LA ORIENTACIÓN DEL IPCC).

Fuente: IPCC, 2006.

Con base al análisis multitemporal del periodo 2005-2015 se estima un incremento en la cobertura forestal (OTTF= otras tierras que pasan a tierras forestales y TATF = tierras agrícolas que pasan a tierras forestales) aproximadamente en 451.937 ha de bosque, mientras que las pérdidas (TFTA = tierras forestales que pasan a tierras agrícolas y TFOT = tierras forestales que pasan a otras tierras) aproximadamente de 346,810 ha. Con base a estas cifras, República Dominicana presenta un cambio neto positivo de 10,500 ha anuales. A continuación, se presentan los mapas correspondientes a dicho análisis.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA



MAPA 1. MAPA DE COBERTURA FORESTAL Y USO DE LA TIERRA AÑO 2005: REPÚBLICA DOMINICANA.

Fuente: Elaboración propia con base a Ovalles, P. 2018.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA



MAPA 2. MAPA DE COBERTURA FORESTAL Y USO DE LA TIERRA AÑO 2015: REPÚBLICA DOMINICANA.

Fuente: Elaboración propia con base a Ovalles, P. 2018.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

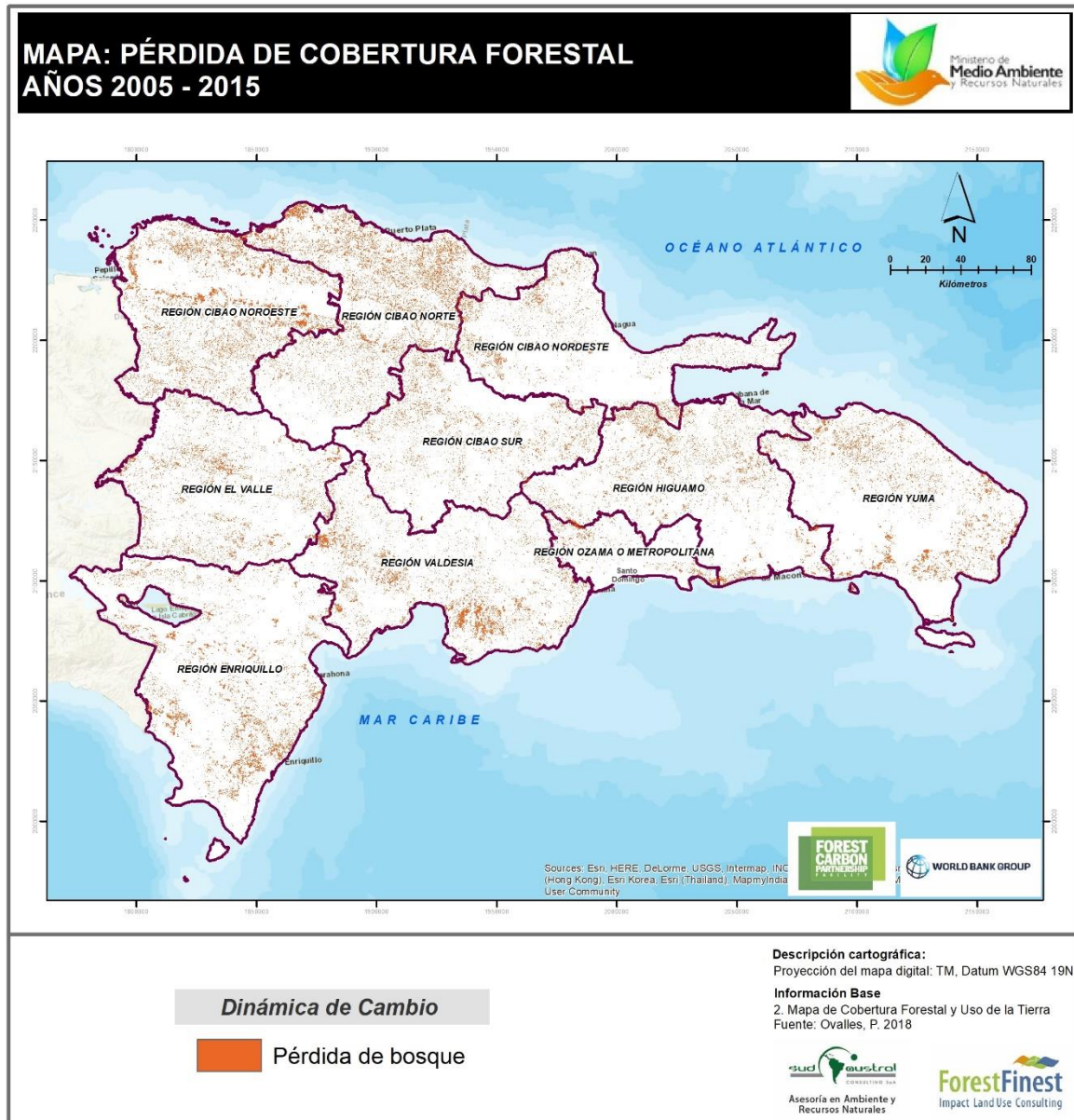


MAPA 3. CAMBIOS EN LA COBERTURA FORESTAL DE LA REPÚBLICA DOMINICANA. PERIODO 2005-2015.

Fuente: Elaboración propia con base a Ovalles, P. 2018.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

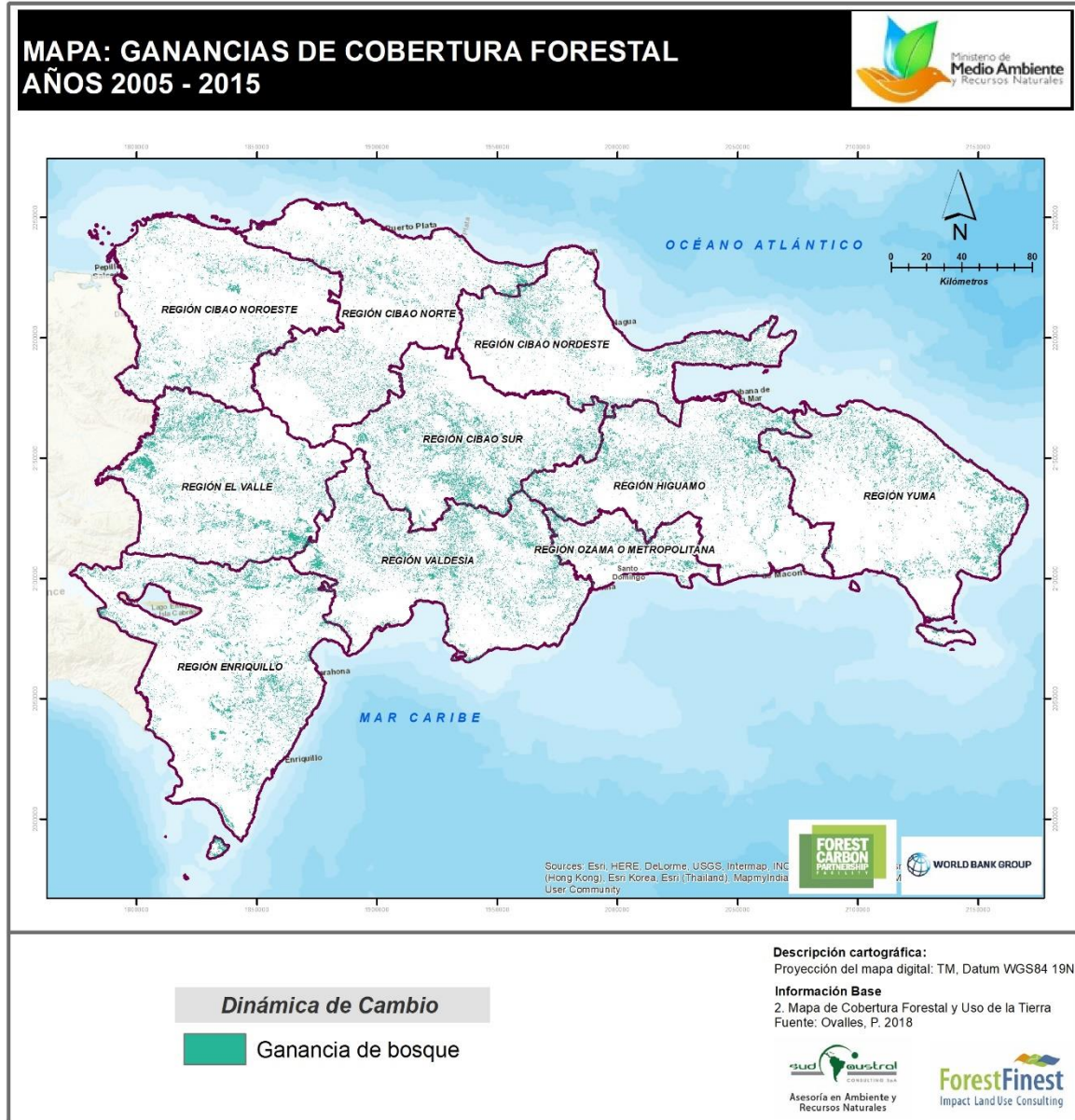


MAPA 4. PÉRDIDAS EN LA COBERTURA FORESTAL DE LA REPÚBLICA DOMINICANA. PERIODO 2005-2015.

Fuente: Elaboración propia con base a Ovalles, P. 2018.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA



MAPA 5. GANANCIAS EN LA COBERTURA FORESTAL DE LA REPÚBLICA DOMINICANA. PERIODO 2005-2015.

Fuente: Elaboración propia con base a Ovalles, P. 2018.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

El cambio neto positivo en la superficie de bosques se condice con los datos de superficie reforestada que reporta plantaciones forestales equivalentes a más de 11 mil ha anuales para los años 2014, 2015 y 2016 (ONE, 2017a).

1.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL CAMBIO DE USO DE LA TIERRA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

La dinámica del cambio en el uso de la tierra de República Dominicana se realizó mediante un procesamiento de datos geoespaciales correspondientes al periodo 2005 – 2015, en dicho geo procesamiento se identificaron las ganancias y pérdidas de bosque para diferentes escalas de trabajo: Nacional, provincial y municipal. Para efectos del presente informe, se expondrán los resultados a nivel nacional y un ejemplo a nivel provincial principalmente, a continuación los principales resultados.

1.2.1 Escala nacional: análisis cuantitativo del cambio de uso de la tierra en la República Dominicana

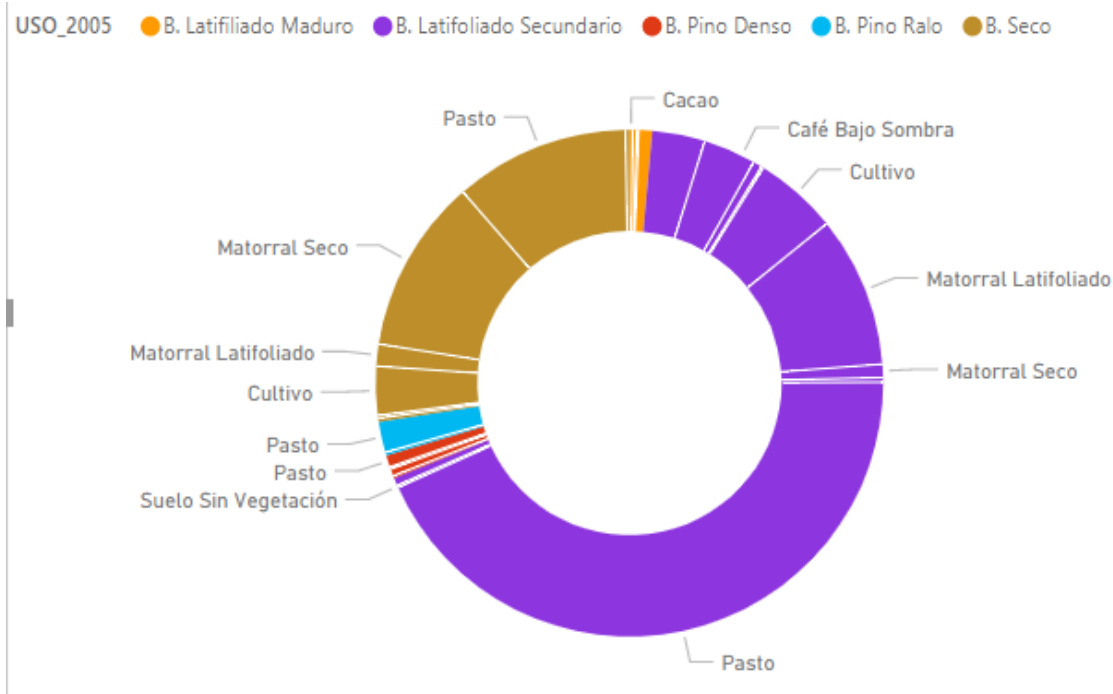
Para el año 2005, República Dominicana tenía una superficie de bosque de 1,553,147 hectáreas, siendo la provincia de Pedernales la que mayor superficie de bosque contenía con 131,168 ha. Para el año 2015, la superficie de bosque aumentó a 1,658,135 ha lo cual equivale a un cambio neto positivo también denominado como ganancia de bosque.

Es importante resaltar que la República Dominicana reporta una ganancia neta de bosques, sin embargo, al analizar la dinámica del cambio neto, se estima un incremento en la cobertura forestal (OTTf= otras tierras que pasan a tierras forestales y TATf = tierras agrícolas que pasan a tierras forestales) aproximadamente en 451,937 ha de bosque durante 10 años, mientras que las pérdidas (TFTA = tierras forestales que pasan a tierras agrícolas y TFOT = tierras forestales que pasan a otras tierras) es de aproximadamente de 346,810 ha para los 10 años analizados. Con base a estas cifras, República Dominicana presenta un cambio neto positivo de 10,500 de bosque ha anuales

La principal causa de la deforestación en términos cuantitativos es la conversión de bosques secundarios a pastizales, este tipo de dinámica conllevó la pérdida de aproximadamente 148,000 hectáreas de bosque en 10 años, seguidamente está la conversión de los bosques secundarios al matorral latifoliado (etapa transitoria de una agricultura migratoria) por el orden de 32,000 hectáreas y la tercera mayor transición de bosque latifoliado secundario es la agricultura con 18,000 ha aproximadamente. Adicionalmente, hay una alta pérdida de bosque seco a pastos por el orden de 38,000 ha en 10 años.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA



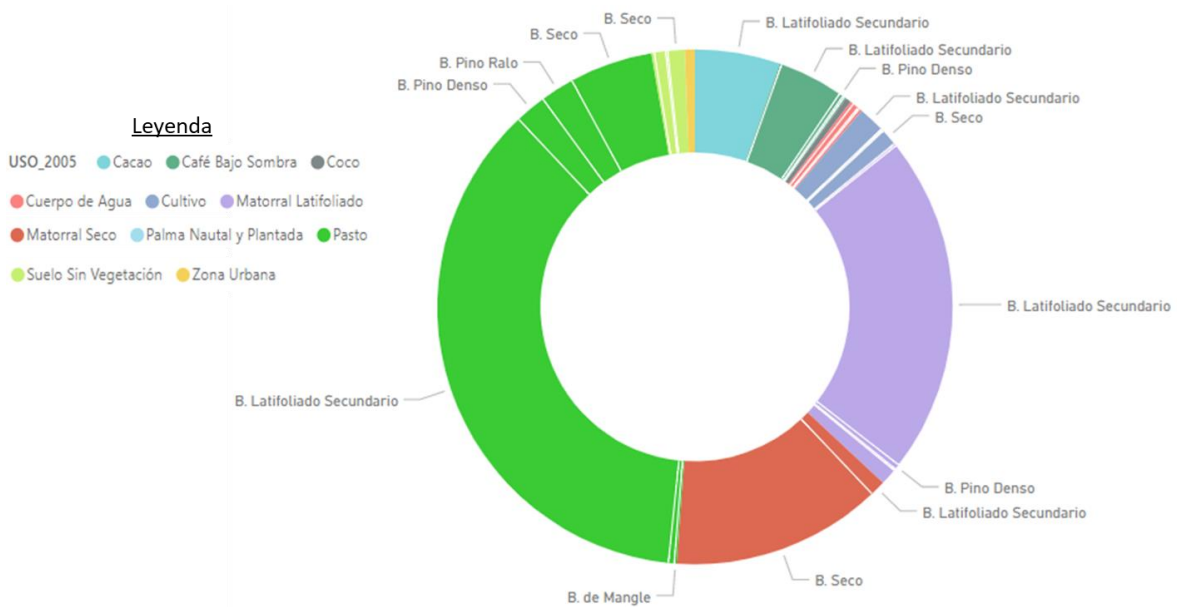
GRÁFICA 1. TRANSICIONES DE BOSQUE A OTROS TIPOS DE TIERRA (DEFORESTACIÓN) PARA EL PERIODO 2005 – 2015.

Fuente: Elaboración propia con datos base de MARN y Ovalles, P. 2018.

Adicionalmente, se identifica una ganancia de bosque durante los últimos 10 años, dicha ganancia corresponde especialmente a una transición de pastos a bosque latifoliado secundario (plantaciones forestales especialmente) por el orden de 163,000 ha aproximadamente; seguidamente hay una conversión positiva (ganancia de bosque) del matorral seco al bosque seco por el orden de 95,000 ha aproximadamente. Finalmente, hay una transición positiva de matorral seco a bosque seco por 59,000 hectáreas durante los últimos 10 años.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA



GRÁFICA 2. TRANSICIONES OTROS TIPOS DE TIERRA A BOSQUE (AUMENTO DE EXISTENCIAS) PARA EL PERIODO 2005 – 2015.

Fuente: Elaboración propia con datos base de MARN y Ovalles, P. 2018.

1.3 ESCALA PROVINCIAL: ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL CAMBIO DE USO DE LA TIERRA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Después de analizar los datos de las pérdidas y ganancias de bosque a nivel nacional, se presenta un análisis provincial en el cual se identifica a la provincia de Monseñor Nouel como la provincia que mayor ganancia de bosque reporta en los 10 años de análisis (15,739 ha en una década) seguido de la provincia de San Juan con 15,078 ha.

La provincia que presenta una mayor pérdida de bosque (deforestación) corresponde a la provincia de Puerto Plata con aproximadamente 20,930 hectáreas de bosque en 10 años seguido por la provincia de Monte Cristi.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

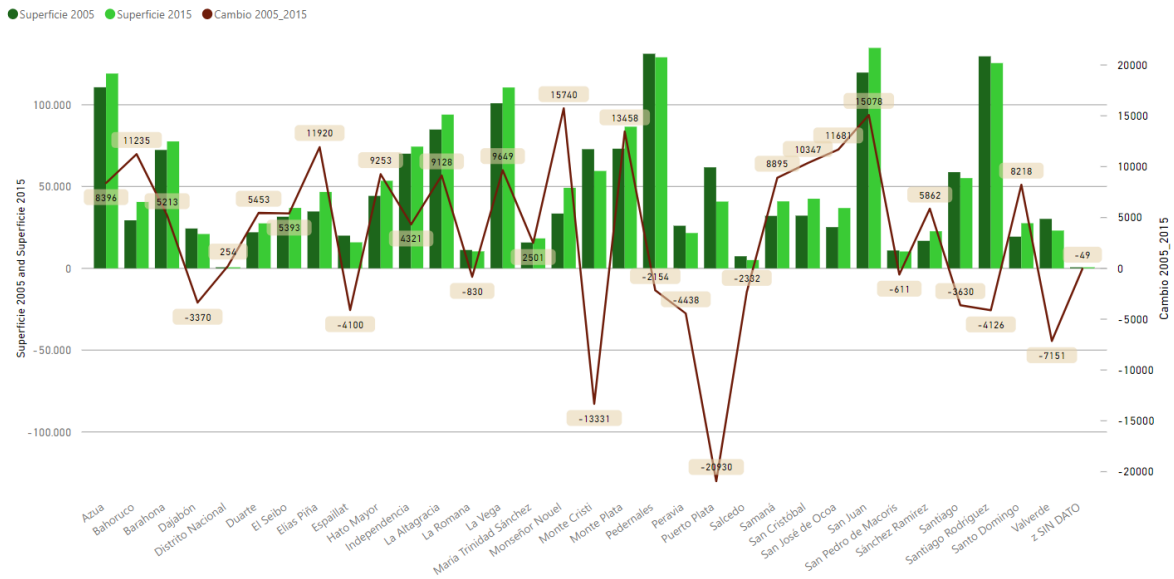
Provincia	Superficie 2005	Superficie 2015	Cambio 2005_2015	Tasa 2005_2015
Puerto Plata	61.746,48	40.816,08	-20930,4	-1,32
Monte Cristi	72.847,89	59.516,46	-13331,4	-0,61
Valverde	30.234,96	23.083,47	-7151,5	-1,42
Peravia	26.027,01	21.588,66	-4438,3	464,91
Santiago Rodríguez	129.602,07	125.476,20	-4125,9	0,46
Españillat	19.987,47	15.887,34	-4100,1	-0,96
Santiago	58.792,41	55.162,80	-3629,6	1,63
Dajabón	24.350,04	20.979,99	-3370,1	-0,14
Salcedo	7.376,22	5.044,41	-2331,8	10,33
Pedernales	131.168,16	129.013,74	-2154,4	0,20
La Romana	11.198,79	10.368,63	-830,2	-1,51
San Pedro de Macorís	10.913,13	10.302,12	-611,0	-2,06
Distrito Nacional	339,03	593,46	254,4	37,23
María Trinidad Sánchez	15.796,26	18.296,91	2500,6	-1,07
Independencia	70.084,17	74.405,61	4321,4	-0,27
Barahona	72.372,33	77.585,22	5212,9	-0,86
El Seibo	31.550,94	36.943,56	5392,6	-1,65
Duarte	22.039,83	27.492,48	5452,7	6,41
Sánchez Ramírez	16.798,59	22.660,11	5861,5	3,68
Santo Domingo	19.363,32	27.581,04	8217,7	7,63
Azua	110.676,33	119.072,16	8395,8	0,76
Samaná	32.043,78	40.938,93	8895,2	-1,64
La Altagracia	84.852,00	93.979,62	9127,6	-0,55
Hato Mayor	44.272,53	53.525,61	9253,1	-1,48
La Vega	100.907,82	110.556,45	9648,6	-0,42
San Cristóbal	32.200,29	42.547,68	10347,4	3,07
Bahoruco	29.350,17	40.585,14	11235,0	0,72
San José de Ocoa	25.186,86	36.867,78	11680,9	2,62
Elías Piña	34.763,94	46.683,81	11919,9	0,59
Monte Plata	73.141,29	86.599,08	13457,8	-1,95
San Juan	119.672,19	134.750,16	15078,0	0,41
Monseñor Nouel	33.491,07	49.230,63	15739,6	40,07
Total	1.553.147,37	1.658.135,34	104988,0	562,82

TABLA 2. CAMBIOS DE COBERTURAS DE BOSQUE PERIODO 2005 – 2015 EN LA REPÚBLICA DOMINICANA.

Fuente: Elaboración propia con datos base de MARN y Ovalles, P. 2018.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

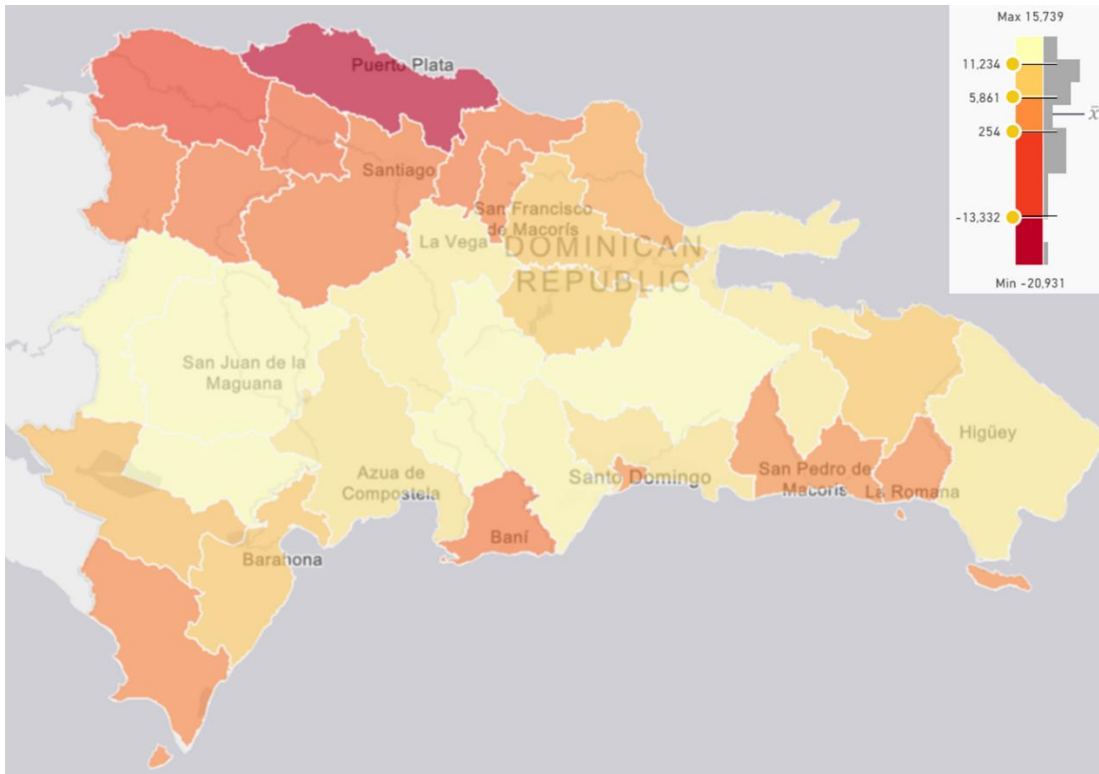


GRÁFICA 3. SUPERFICIE EN HECTÁREAS DE GANANCIA, PÉRDIDA DE BOSQUE Y CAMBIO NETO POR PROVINCIA DE REPÚBLICA DOMINICANA (PERÍODO 2005 – 2015).

Fuente: Elaboración propia con datos base de MARN y Ovalles, P. 2018.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA



MAPA 6. IDENTIFICACIÓN DE PROVINCIAS CON MAYOR PÉRDIDA DE BOSQUE (PERIODO 2005 – 2015)

Fuente: Elaboración propia con datos base de MARN y Ovalles, P. 2018

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

1.4 PROYECCIONES SOBRE DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN FUTURA DE LOS BOSQUES DE LA REPÚBLICA DOMINICANA.

Para esta sección, el objetivo es modelar la deforestación y degradación de los bosques de República Dominicana a partir de las series cronológicas de cobertura de suelo y variables explicativas geográficas. El resultado final muestra las áreas de bosque potenciales de cambio para el año 2035. Además se crean escenarios de cambio de usos del suelo para cada quinquenio (años 2020, 2025 y 2030).

El presente trabajo presenta un proceso metodológico para generar modelos predictivos de deforestación y degradación del bosque, con la finalidad de crear escenarios posibles que permitan identificar futuras áreas vulnerables y los planes y programas en la zona.

La línea base de deforestación y degradación forestal es representada en mapas y la información alfanumérica es tabulada en tablas de datos y sus resultados son reportados y analizados a través de estadística.

La modelación estadístico-espacial del cambio en el uso del suelo contribuye a comprender y prever su evolución futura, sirviendo de herramienta idónea en la toma de decisiones.

El modelamiento es un conjunto de relaciones o informaciones que busca seguir el mundo real que simula y posibilita predecir el comportamiento del fenómeno de interés. Existen diferentes tipos de modelamiento espacial. En concreto para el presente estudio se utiliza modelamiento predictivo, el cual se caracteriza por predecir un escenario dependiendo de las variables independientes e independientes utilizadas.

En las últimas décadas se ha desarrollado una amplia serie de modelos de cambio de uso del suelo para conocer las necesidades de los manejadores del territorio, y para una mejor evaluación y proyectar el papel futuro del uso del suelo y los cambios en el uso del suelo en el funcionamiento del sistema terrestre (Veldkamp y Lambin, 2001). El modelamiento es una técnica importante para la proyección de patrones alternativos en el futuro (Lambin et al., 2000; Lambin et al., 2001).

Los modelos permiten probar la estabilidad integrada de los sistemas social y ecológico, a través de la construcción de escenarios. Por definición, cualquier modelo se queda corto en la incorporación de todos los aspectos de la realidad, sin embargo nos proveen información valiosa sobre el comportamiento del sistema bajo un rango de condiciones (Veldkamp y Lambin, 2001).

La elaboración de modelos predictivo para la deforestación y degradación del bosque permite alertar sobre los riesgos a mediano y largo plazo en las diferentes regiones del país. Gracias a esta información se puede generar diferentes tipos de alerta que permitan contrarrestar la tendencia actual de la deforestación y degradación de bosque dominicano.

Entre los aspectos más importantes que se deben considerar en un modelo de cambio en el uso/cobertura están: i) la forma en que se especificarán los determinantes (drivers) y sus interacciones en diferentes escalas; ii) cómo predice la localización de los cambios versus su

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

impacto en términos de cantidad (Veldkamp y Lambin 2001). La creciente demanda de modelos espacialmente explícitos ha conducido al desarrollo de múltiples aproximaciones metodológicas (Veldkamp y Lambin 2001; Verburg et al. 2002; Schneider 2008)

El ejercicio de modelamiento SIG se ha realizado mediante la herramienta Land Change Modeler (LCM), el cual está disponibles en el software Idrisi (Clark Labs, 2018). El módulo LCM integra el análisis de los datos de cambios de ocupación y usos del suelo, la modelización propiamente dicha y las aplicaciones anexas en materia de ecología del paisaje y biodiversidad, así como implicaciones de la ordenación y gestión territorial. La modelización espacio-temporal prospectiva está dividida en dos fases: la de la elaboración de los modelos de potencial de transición y la de la puesta en práctica de la predicción y/o obtención de escenarios.

Para realizar el presenta modelado, hay que entender la definición de deforestación y degradación. Según la FAO (FRA, 2015) se define deforestación como la conversión de los bosques a otro tipo de uso de la tierra o la reducción permanente de la cubierta de dosel, por debajo del umbral mínimo del 10 por ciento. La degradación se define como disminución de la capacidad de un bosque de suministrar productos y servicios.

Estas definiciones son de importancia ya que de ellas dependen las transiciones entre clases de usos del suelo que se introducen en los modelos.

1.4.1 Metodología para la generación de escenarios de cambios en el uso de la tierra en República Dominicana

Las series cronológicas utilizadas en los modelos predictivos son de los mapas de cobertura del suelo de los años 2005 y 2015. Utilizando esta series y las diferentes variables espaciales se genera el resultado de los modelos predictivos fueron proyectados a los años 2020, 2025, 2030 y 2035.

Se buscaron las variables geospaciales en la base de datos referente a la información social, económica y biofísica pertinente para la modelar y proyectar los procesos de transformación de los bosques a escala nacional y sub-nacional. Las variables explicativas o drivers de las dinámicas de deforestación y degradación de los bosques utilizados en los modelos predictivos son:

- Modelo digital de elevaciones
- Pendiente
- Orientación
- Distancia carretera
- Distancia centro poblados
- Distancia capital de provincia

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

- Distancia red hidrográfica
- Presas
- Mineras
- Áreas protegidas
- Consumo carbón por provincia
- Consumo leña por provincia
- Numero incendios pro provincia
- Área incendiada por provincia
- Población por provincia

Todos los datos introducidos en el modelo LCM provienen de datos raster, los cuales antes de iniciar el proceso de modelamiento, se corrigieron generando una topología común con el fin de estandarizar los datos y así evitar cualquier inconveniente en el procesamiento. Dentro de la estandarización se realizó:

- ✓ Generación de misma leyenda en los mapas de cobertura del suelo
- ✓ Asignación del valor 0 al fondo (background)
- ✓ Corrección espacial: Misma dimensión y resolución espacial (30 metros)

A continuación se detalla el proceso de la metodología desarrolladas para la generación de los modelos. Este proceso está fuertemente ligado a la herramienta LCM.

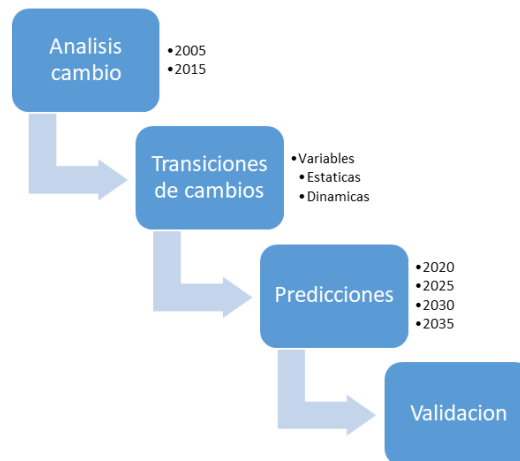


FIGURA 2. SECUENCIA METODOLÓGICA APLICADA PARA LA GENERACIÓN DE MODELOS PREDICTIVOS DEL CAMBIO DEL USO DE LA TIERRA.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

1.4.1.1 Análisis de cambios

En el análisis de cambio se evalúa el cambio entre tiempo 1 (2005) y tiempo 2 (2015) de los mapas de cobertura del suelo. Los cambios identificados son transiciones de un estado de superficie terrestre a otro. Debido a que en los datos raster hay 17 clases de usos del suelo, las combinaciones de transición son elevadas. Lo importante es evaluar las combinaciones dominantes o requeridas para el estudio para así posteriormente agruparlas y modelarlas en submodelos.

1.4.1.2 Transición de cambios

El segundo paso es identificar el potencial del terreno para la transición. En esta etapa se crean mapas de adecuación potenciales para cada transición. En LCM, se organiza una serie de mapas de potencial de transición dentro del marco de un submodelos de transiciones evaluado empíricamente y que posee las mismas variables determinantes de fondo. Un submodelos de transiciones puede consistir en una sola transición o en un grupo de transiciones que comparten las mismas variables determinantes de fondo. Estas variables determinantes son utilizadas para modelar los procesos de cambios históricos (IDRISI selva, 2012).

Las variables pueden ser estáticas o dinámicas. Las variables estáticas expresan aspectos de adecuación básica para la transición considerada y no cambian en el tiempo. Las variables dinámicas son determinantes dependientes del tiempo tales como la proximidad a zonas urbanas o infraestructuras y son recalculadas en el tiempo durante el curso de una predicción.

Las transiciones son modeladas con alguna de las siguientes funciones: una red neural de perceptrones multicapas (MLP), la regresión logística o una herramienta de aprendizaje basada en instancias de similitud media (SimWeight). (IDRISI selva, 2012). El modelo calibrado es utilizado para predecir los escenarios futuros.

La utilización de algoritmos de inteligencia artificial (redes neuronales en particular) permite obtener generalmente mejores resultados y compete de forma aventajada con la aproximación estadística de tipo probabilística, especialmente con las series cronológicas (Bishop, 1995; Lai y Wong, 2001; Li y Gar-On, 2002; Parlitz y Merkwirth, 2000).

Para generar el modelamiento de la deforestación y degradación de los bosques de república dominicana, estos fueron las transiciones utilizadas en los modelos

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

TRANSICIONES DEFORESTACIÓN

Inicio	Final
Bosque latifoliado maduro	Cacao
Bosque latifoliado secundario	
Bosque pino denso	
Bosque pino Ralo	
Bosque de mangle	
Bosque seco	
Bosque latifoliado maduro	Café
Bosque latifoliado secundario	
Bosque pino denso	
Bosque pino Ralo	
Bosque de mangle	
Bosque seco	
Bosque latifoliado maduro	Coco
Bosque latifoliado secundario	
Bosque pino denso	
Bosque de mangle	
Bosque seco	
Bosque latifoliado maduro	Cultivo
Bosque latifoliado secundario	
Bosque pino denso	
Bosque pino Ralo	
Bosque de mangle	
Bosque seco	
Bosque latifoliado maduro	Matorral latifoliado
Bosque latifoliado secundario	
Bosque pino denso	
Bosque pino Ralo	
Bosque de mangle	
Bosque seco	
Bosque latifoliado maduro	Matorral seco
Bosque latifoliado secundario	

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Bosque pino denso	
Bosque pino Ralo	
Bosque de mangle	
Bosque seco	
Bosque latifoliado secundario	Palma
Bosque pino denso	
Bosque de mangle	
Bosque latifoliado maduro	Pasto
Bosque latifoliado secundario	
Bosque pino denso	
Bosque pino Ralo	
Bosque de mangle	
Bosque seco	Antropogénico (Suelo sin vegetación y zona urbana)
Bosque latifoliado maduro	
Bosque latifoliado secundario	
Bosque pino denso	
Bosque pino Ralo	
Bosque de mangle	
Bosque seco	

TABLA 3. POTENCIALES TRANSICIONES EN EL CAMBIO LAS TIERRAS FORESTALES QUE PASAN A TIERRAS NO FORESTALES (DEFORESTACIÓN).

TRANSICIONES DEGRADACIÓN

Inicio	Final
Bosque latifoliado maduro	Bosque latifoliado secundario
Bosque pino denso	Bosque pino Ralo

TABLA 4. POTENCIALES TRANSICIONES EN EL CAMBIO LAS TIERRAS FORESTALES QUE SE MANTIENEN COMO TIERRAS FORESTALES (DEGRADACIÓN).

Una vez introducido las variables en cada submodelo de transiciones, los modelos son calculados mediante la opción de Multi Layer Perceptron (MLP). Cuando se utiliza en la modelación de potenciales de transición de coberturas de la tierra, áreas conocidas de cambio son utilizadas por el MLP como zonas de entrenamiento para revelar la relación entre

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

un set de variables explicativas y los niveles de activación de los nodos de salida de la red (IDRISI selva, 2012). Una vez finalizado el entrenamiento, nuevos datos son alimentados a la red, y los niveles de activación pueden ser mapeados para cada clase. Por lo tanto, los mapas de nivel de activación pueden utilizarse para representar el grado de apoyo que el modelo encuentra para el cambio de cobertura considerado (Eastman et al. 2005)

El número y combinación de las variables explicativas utilizadas en los modelos varían dependiendo de los submodelos de transición. Debido a la complejidad de las transiciones y el modelado a nivel país, cada región presenta unas características diferentes que requieren un número y combinación de variables particular para explicar los procesos de transformación del bosque.

1.4.1.3 Predicción

La predicción brinda los controles para realizar el cálculo de la dinámica de cambio en la cubierta del terreno. Asignando la fecha final, el modelo genera dos tipos de resultados: el modelo de predicción soft, que equivale a un mapa de vulnerabilidad al cambio, muy útil para estudios aplicados de biodiversidad y el modelo de predicción hard que parte de la evaluación multiobjetivo y que es la propuesta del estado de las mismas categorías de ocupación / usos del suelo de la fase de calibración (t0 y t1) en el tiempo T. (IDRISI selva, 2012).

La cantidad de cambio en cada transición puede ser modeladas por medios del análisis Markov Chain (Cadena de Markov). El proceso markoviano es uno en el cual el estado de un sistema puede determinarse con el conocimiento de sus estado anterior y la probabilidad de transición de cada uno de los estados a otro estado. Al utilizar el primer y segundo mapa de cubierta de terreno junto con la fecha a proyectar, Markov calcula exactamente cuánto terreno se espera que realice la transición desde la última fecha a la fecha de predicción basándose en una proyección de los potenciales de transición en el futuro. (IDRISI selva, 2012).

1.4.1.4 Validación

La validación permite determina la cálida del mapa de predicción del uso del suelo en relación con el mapa en la realidad. Esto se logra gracias a la tabulación cruzada de 3 líneas entre el último mapa de superficie terrestre, el mapa de la predicción y el mapa de la realidad. Los datos ilustran la precisión de los resultados del modelo, donde:

- A | B | B = Verdadero (verde) – El modelo predijo cambios y estos se dieron.
- A | A | B = Perdidos (rojo) – El modelo no predijo cambios pero en realidad si se dieron.
- A | B | A = Falso (amarillo) – El modelo predijo cambios pero estos no se dieron.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Debido a que para el presente trabajo no se tiene el mapa actual de cobertura del suelo, el análisis de validación no se puede realizar.

1.5 RESULTADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DE CAMBIO DE USO EN LOS BOSQUES EN REPÚBLICA DOMINICANA

El primer resultado después de hacer el análisis de cambio entre las coberturas del suelo de 2005 y 2015 es el cálculo de la ganancia y pérdida de cada clase de cobertura.

En esto observamos que los principales cambios han sido en pasto, bosque secundario, matorral latifoliado, bosque seco, matorral seco y cultivo respectivamente.

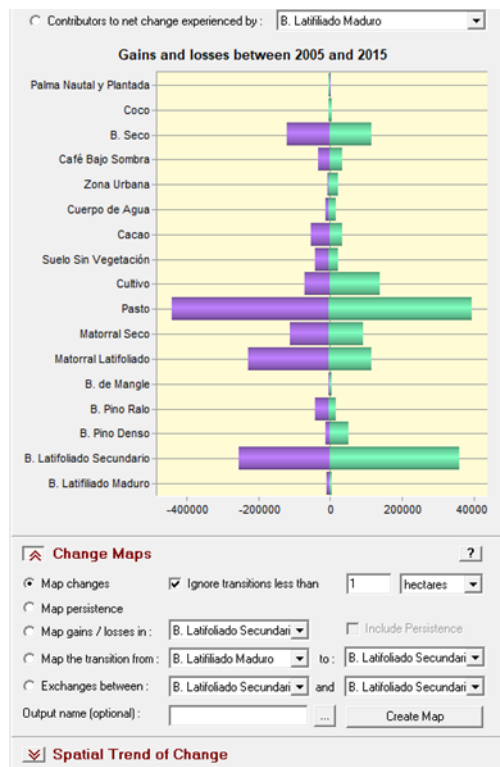


FIGURA 3. GANANCIAS Y PÉRDIDAS DE USO DE LA TIERRA PARA EL PERIODO 2005 – 2010.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Existen 17 clases de cobertura del suelo, los cuales presenta una gran variedad de transiciones entre ellas. Para reducir este número de transiciones insignificantes en el mapa final de cambio de cobertura, se ha ignorado los cambios menores a 1 hectárea.

Como se comenta anteriormente, los mapas de transición se generan para submodelos de transición y variables independientemente.

A continuación se presenta el ejemplo para la transición de la degradación de bosque. La transición de Bosque latifoliado maduro a bosque latifoliado secundario, se genera un modelo con todas las variables independientes. Posteriormente las variables que no mostraban significancia fueron eliminadas del modelo. Finalmente las variables utilizadas para los modelos fueron: Distancia a carretera, distancia población, Carbón, incendios, leña, pendiente, elevación y áreas protegidas.

1) Input Files

Independent variable 1	distance_carretera
Independent variable 2	Distance_poblacion
Independent variable 3	Provincias_carbon
Independent variable 4	Provincias_incendios
Independent variable 5	provincias_leña
Independent variable 6	Provincias_num_incendios
Independent variable 7	DR_slope
Independent variable 8	DR_dem_final
Independent variable 9	Protected_area
Training site file	LCM_Train_Degradacion_bosque2

TABLA 5. VARIABLES PREDICTORAS UTILIZADAS EN EL MODELO.

El submodelo generado con MLP Neural Network mapa de transición potencial. El modelo realizar combinaciones entre las variables que más y menos influyen en el modelo. Al final se obtiene una combinación de estas variables, las cuales para el presente ejemplo tiene una exactitud del 71.22%

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

3) Backwards Stepwise Constant Forcing

Model	Variables included	Accuracy (%)	Skill measure
With all variables	All variables	71.22	0.4243
Step 1: var.[5] constant	[1,2,3,4,6,7,8,9]	70.72	0.4145
Step 2: var.[5,1] constant	[2,3,4,6,7,8,9]	70.48	0.4097
Step 3: var.[5,1,6] constant	[2,3,4,7,8,9]	70.18	0.4036
Step 4: var.[5,1,6,3] constant	[2,4,7,8,9]	68.41	0.3682
Step 5: var.[5,1,6,3,7] constant	[2,4,8,9]	63.25	0.2651
Step 6: var.[5,1,6,3,7,2] constant	[4,8,9]	61.67	0.2334
Step 7: var.[5,1,6,3,7,2,8] constant	[4,9]	56.84	0.1368
Step 8: var.[5,1,6,3,7,2,8,4] constant	[9]	51.69	0.0339

TABLA 6. PRECISIÓN DE LAS VARIABLES DENTRO DEL MODELO DE PREDICCIÓN DE CAMBIOS DE USO DE LA TIERRA.

Cada submodelo de transición presenta un resultado diferente en cuanto a variables utilizadas y precisión del modelo. De cada uno de estos submodelos de transición se genera un mapa potencial de transición, el cual es el reflejo espacio-temporal del potencial a cambio.

Las leyendas, que oscilan de 0 a 1, indican el potencial que cada píxel presenta para cambiar de una categoría a otra. Aunque el modelo trabaja con todos los parámetros que el usuario ha introducido en los sub-modelos, el LCM selecciona, en primer lugar, los píxeles de la categoría inicial de cada transición y aplica una máscara para obtener un resultado más acorde con la realidad.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

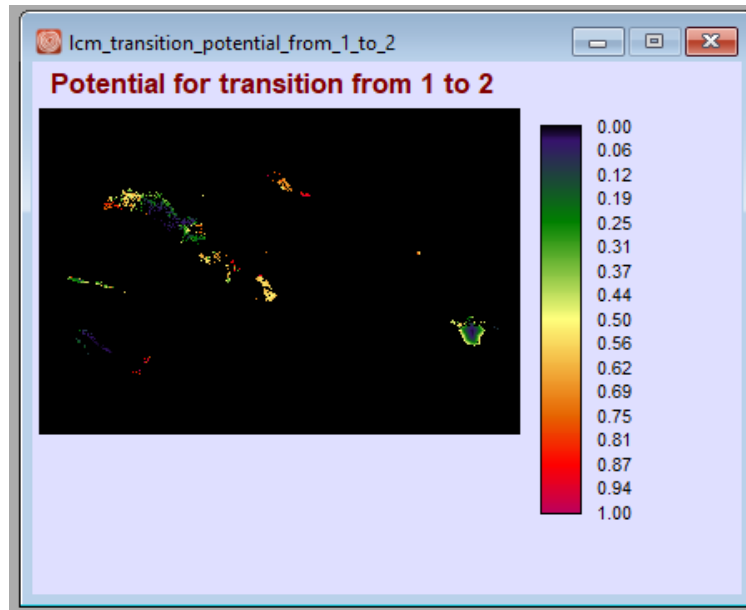


FIGURA 4. EJEMPLO DE POTENCIALES DE TRANSICIÓN EN EL CAMBIO DE USO DE LA TIERRA PARA EL PERIODO 2005 – 2010.

La siguiente sección proporciona los controles para un proceso de predicción del cambio dinámico de la cobertura de la tierra. Usando los mapas de potencial de transición creadas para todos los submodelos, la cantidad de cambio en cada transición puede ser modelada y entregar probabilidades de cambio (soft) y la predicción de cambio para el período seleccionado (hard). Utilizando la cadena de Markov se permite determinar la cantidad de cambio que se producirá en algún punto en el futuro. En nuestro caso los modelos son proyectados a las fechas 2020, 2025, 2030 y 2035.

El procedimiento predeterminado, la cadena de Markov, determina la cantidad de cambio de cubierta vegetal utilizando los mapas anteriores y posteriores, junto con la fecha especificada. El procedimiento determina, exactamente, la cantidad de tierra que se esperaría a partir de la fecha de transición posterior a la fecha de la predicción, basada en una proyección de los potenciales de transición hacia el futuro y crea un archivo de probabilidades de transición. El archivo de probabilidades de transición es una matriz que registra la probabilidad de que cada categoría landcover cambiará a todas las otras categorías.

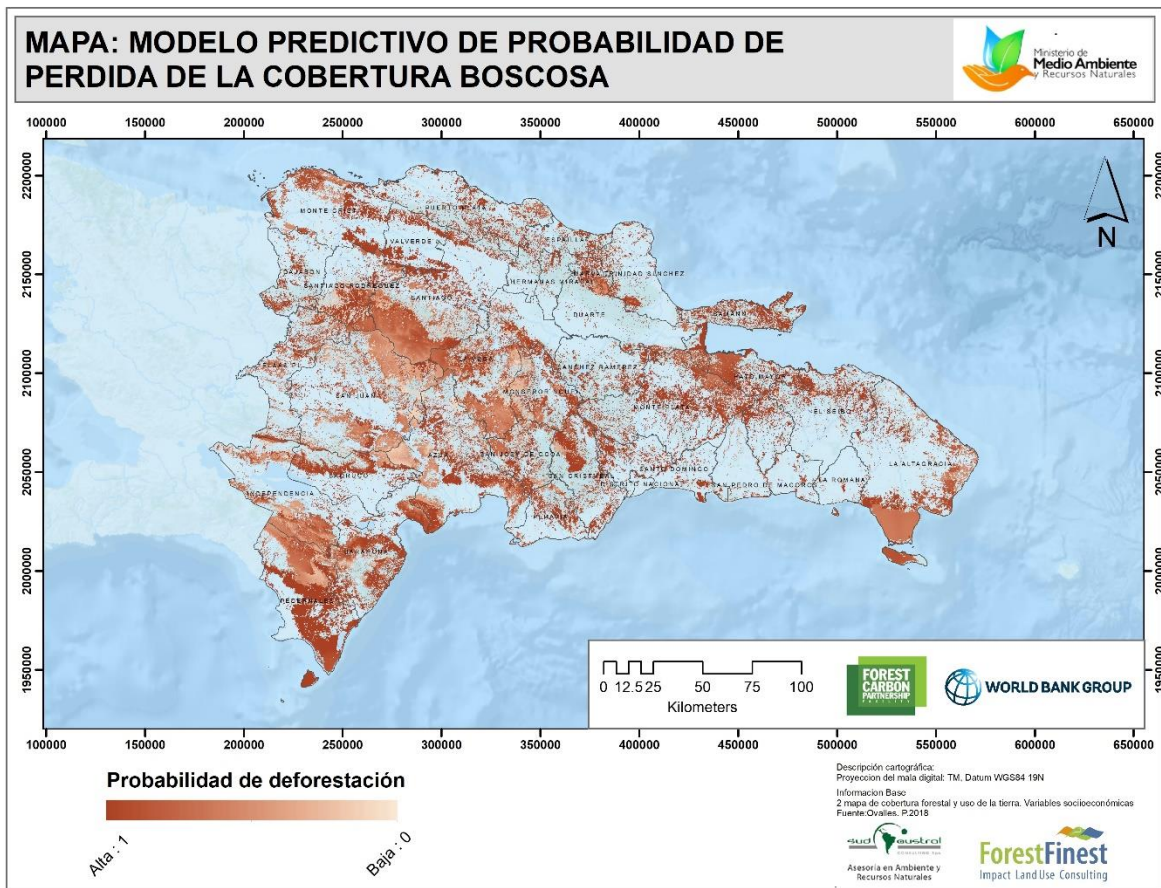
Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

1.5.1 Análisis de la deforestación

Como se ha comentado anteriormente en el análisis de la deforestación de los bosques dominicanos se establecieron diferentes modelos de transición hacia clases de usos del suelo sin cubierta vegetal.

Uno de los resultados interesante del módulo LCM es el mapa de predicción soft. Como se ha explicado, este mapa representa de 0 a 1 la probabilidad de cambio para el periodo seleccionado. Las siguientes figuras muestran el comportamiento de la cobertura terrestre para el año 2035

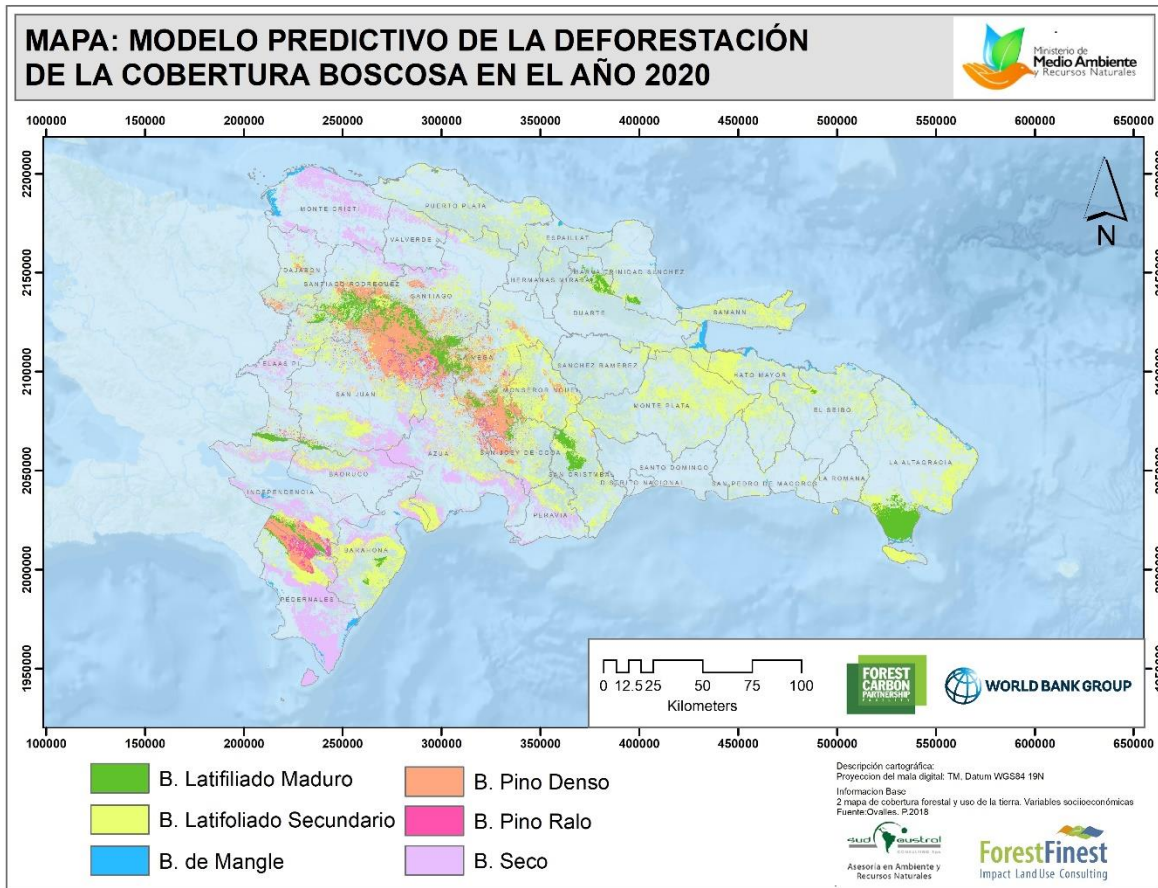


MAPA 7. MODELO PREDICTIVO DE PROBABILIDAD DE PÉRDIDA DEL BOSQUE (PERIODO 2020 – 2035).

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

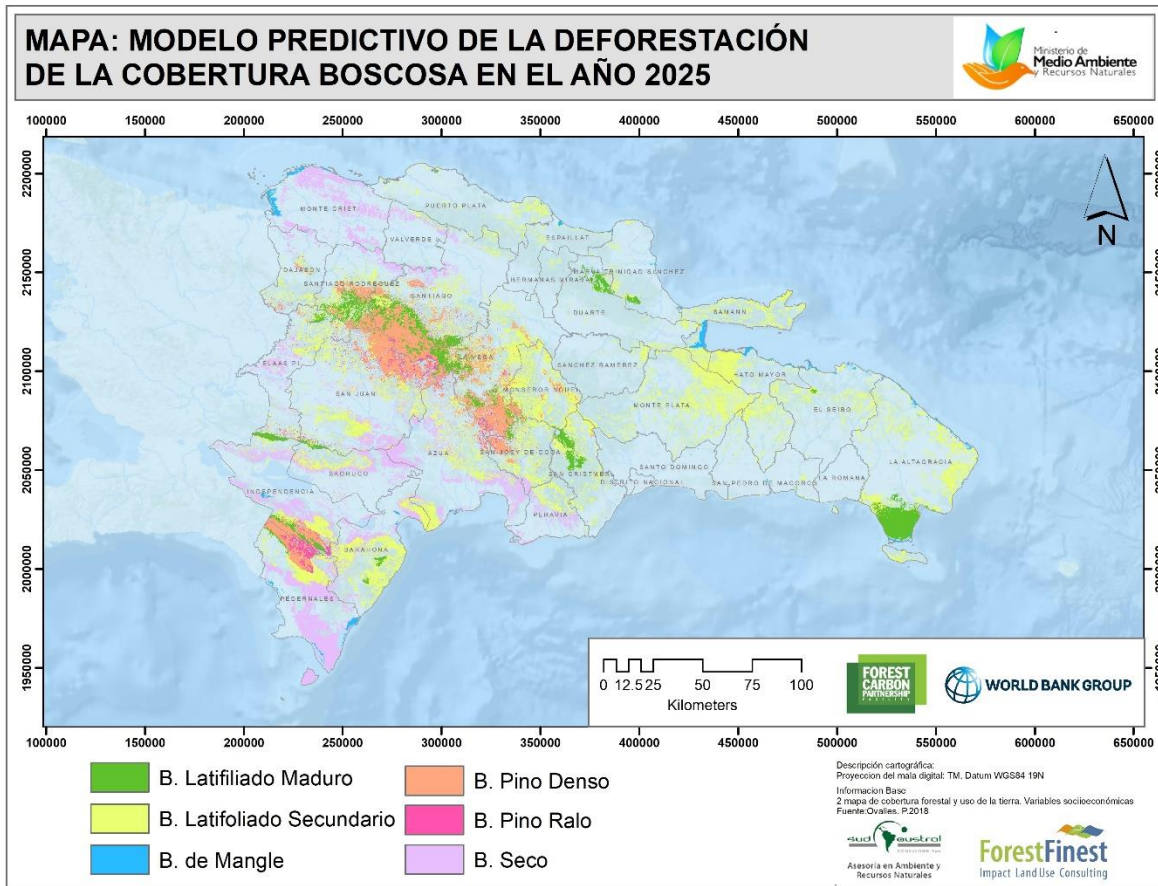
Como resultado final se muestra los mapas de deforestación las coberturas de bosque de los años proyectados.



MAPA 8. MODELO PREDICTIVO DE LA DEFORESTACIÓN PARA EL AÑO 2020.

Anexo 9

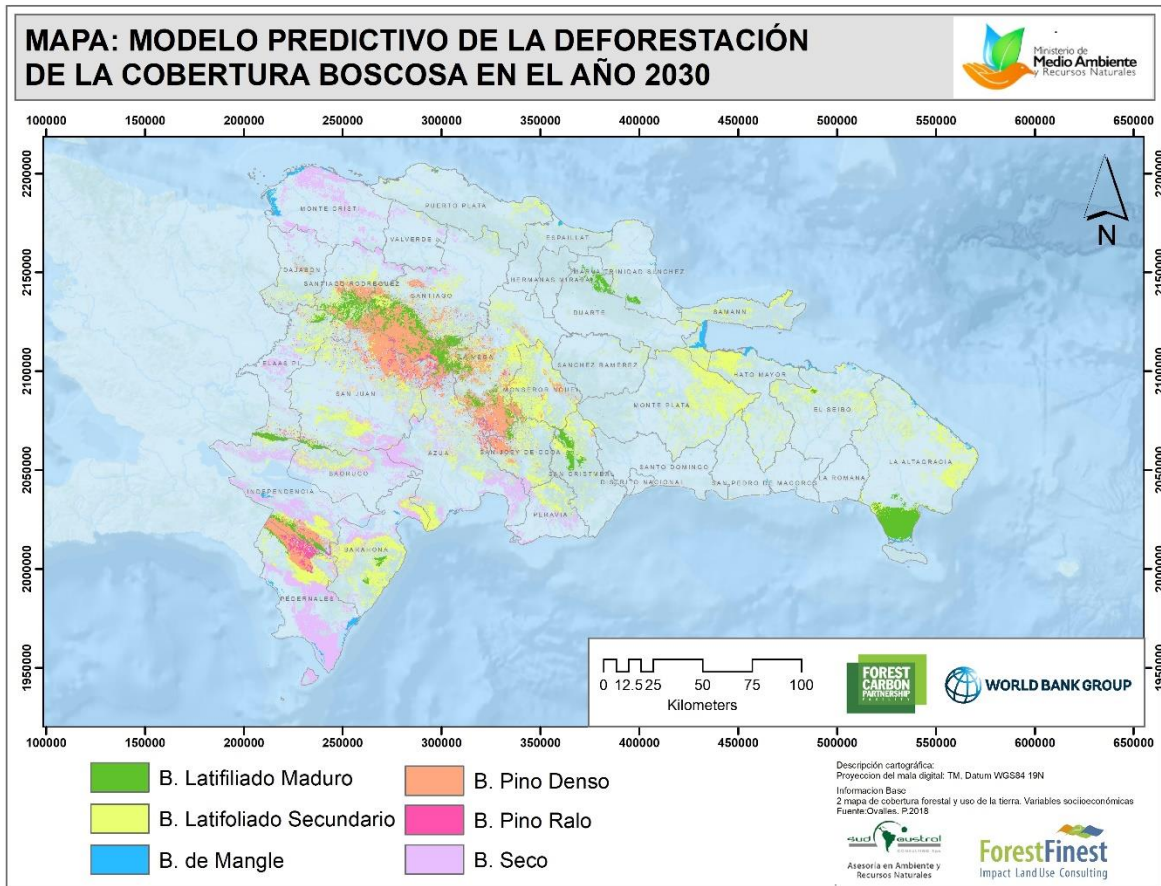
USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA



MAPA 9. MODELO PREDICTIVO DE LA DEFORESTACIÓN PARA EL AÑO 2025.

Anexo 9

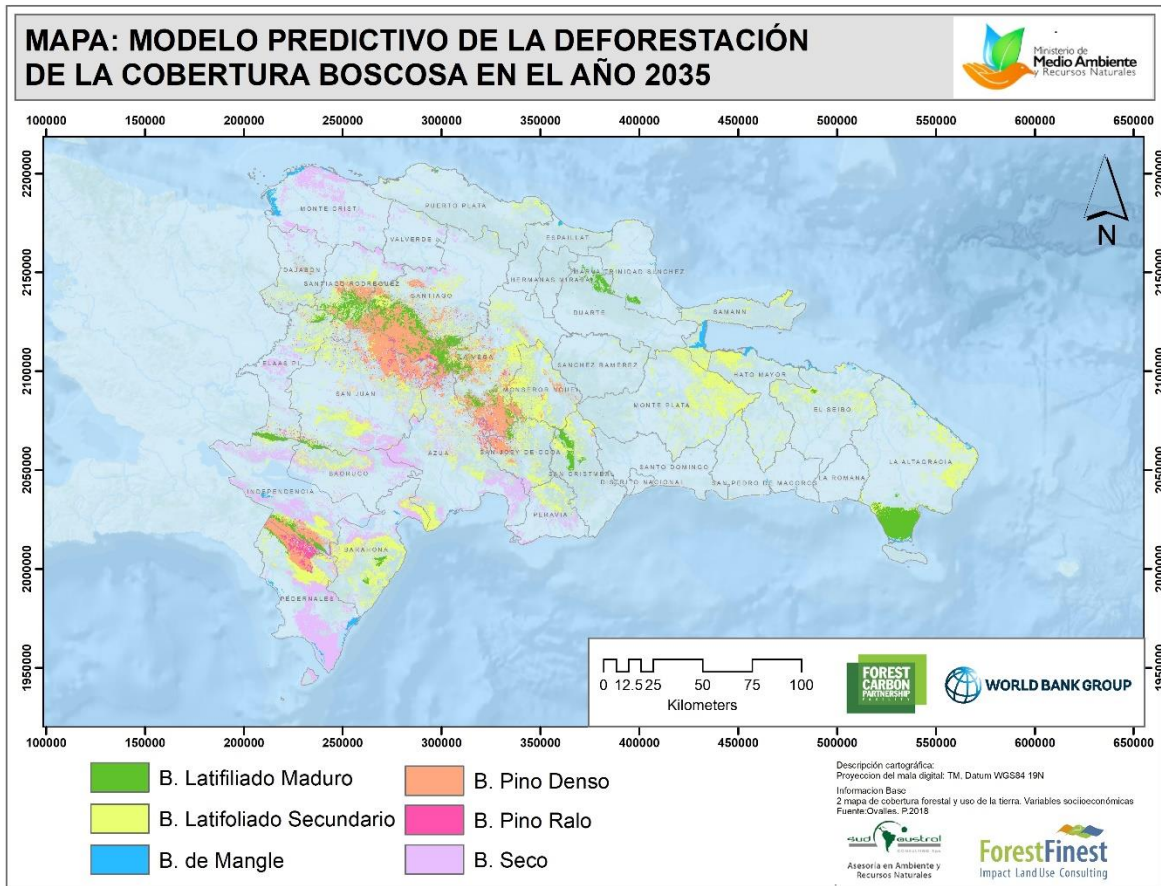
USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA



MAPA 10. MODELO PREDICTIVO DE LA DEFORESTACIÓN PARA EL AÑO 2030.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA



MAPA 11. MODELO PREDICTIVO DE LA DEFORESTACIÓN PARA EL AÑO 2035.

El resultado final es la predicción de las nuevas coberturas del suelo para los años que los modelos fueron proyectados. A continuación se observa la diferencia de extensión de cada clase de la cobertura del suelo en los diferentes años.

Uso del suelo	2005	2015	2020	2025	2030	2035
	hectáreas	hectáreas	hectáreas	hectáreas	hectáreas	hectáreas
B. Latifoliado Maduro	137,046.69	130,919.22	128,447.19	125,975.16	123,503.13	120,956.31
B. Latifoliado Secundario	752,582.61	856,374.3	741,425.31	626,476.32	511,527.33	464,326.2
B. Pino Denso	173,111.31	210,518.37	207,424.98	204,331.59	201,238.2	198,139.95
B. Pino Ralo	65,756.97	42,882.57	40,611.6	38,340.63	36,069.66	35,219.43
B. de Mangle	25,461.36	26,278.02	26,089.29	25,900.56	25,711.83	25,563.24

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

Matorral Latifoliado	257,356.08	147,771.81	163,776.69	179,781.57	195,786.45	196,000.2
Matorral Seco	219,020.76	201,861.18	219,407.31	236,953.44	254,499.57	258,313.5
Pasto	1,444,438.35	1,401,295.23	1,498,603.23	1,595,911.23	1,693,219.23	1,732,636.8
Cultivo	801,028.26	866,019.42	882,525.6	899,031.78	915,537.96	934,152.39
Suelo Sin Vegetación	55,771.83	39,511.53	40,399.83	41,288.13	42,176.43	43,249.95
Cacao	185,611.86	165,809.52	172,149.93	178,490.34	184,830.75	188,547.48
Cuerpo de Agua	51,722.91	59,772.87	59,772.87	59,772.87	59,772.87	59,772.87
Zona Urbana	92,092.95	111,728.7	112,876.29	114,023.88	115,171.47	117,069.3
Café Bajo Sombra	121,750.11	123,359.76	129,880.98	136,402.2	142,923.42	146,775.06
B. Seco	402,250.32	394,540.47	353,547.36	312,554.25	271,561.14	251,598.33
Coco	20,346.12	26,120.16	27,314.64	28,509.12	29,703.6	30,663.63
Palma Natural y Plantada	10,032.39	10,617.75	11,127.78	11,637.81	12,147.84	12,396.24

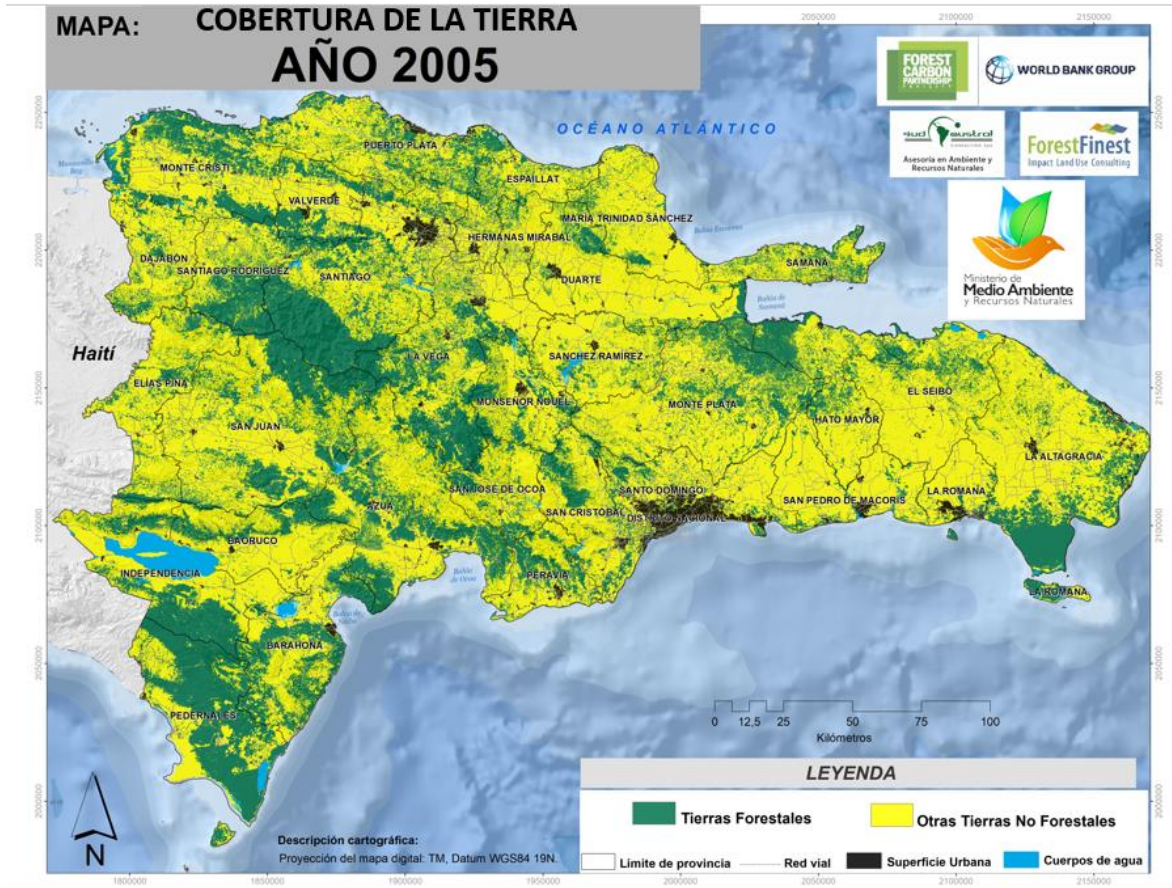
TABLA 7. SUPERFICIE DE USO DE LA TIERRA HISTÓRICA, ACTUAL Y PROYECTADA AL AÑO 2035.

Principalmente destaca el descenso del boque latifoliado secundario, ya que existen 856,374.3 hectáreas en 2015 y se predice que se reducirá hasta las 464,326.2 hectáreas en 2035. También destaca la deforestación en el bosque seco, ya que en 2015 existen 394,540.47 hectáreas, y se proyecta para 2035 una reducción hasta las 251,598.33 hectáreas.

En los siguientes mapas, muestran el comportamiento de la cobertura terrestre histórica 2005 – 2015 y proyectada 2020 al 2035.

Anexo 9

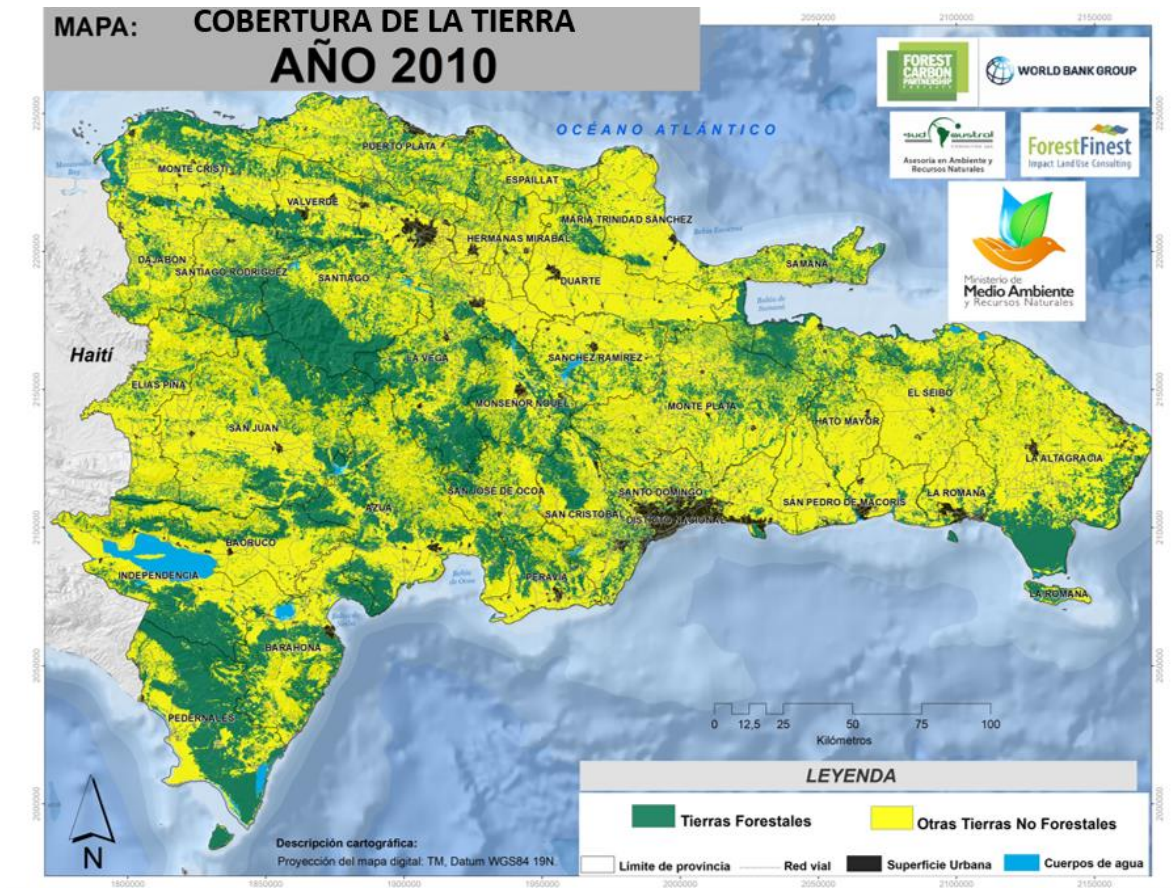
USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA



MAPA 12. MAPA COBERTURA TIERRA HISTÓRICA – AÑO 2005.

Anexo 9

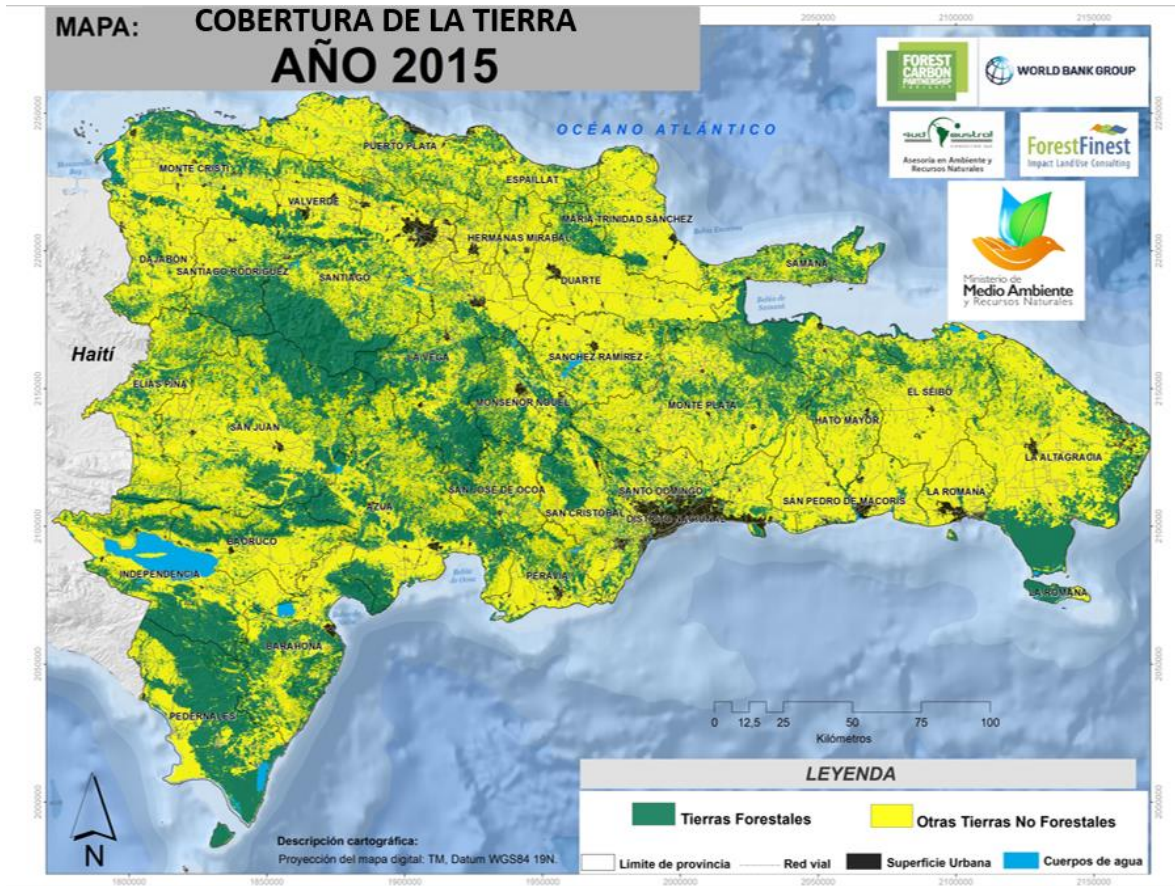
USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA



MAPA 13. MAPA COBERTURA TIERRA HISTÓRICA – AÑO 2010.

Anexo 9

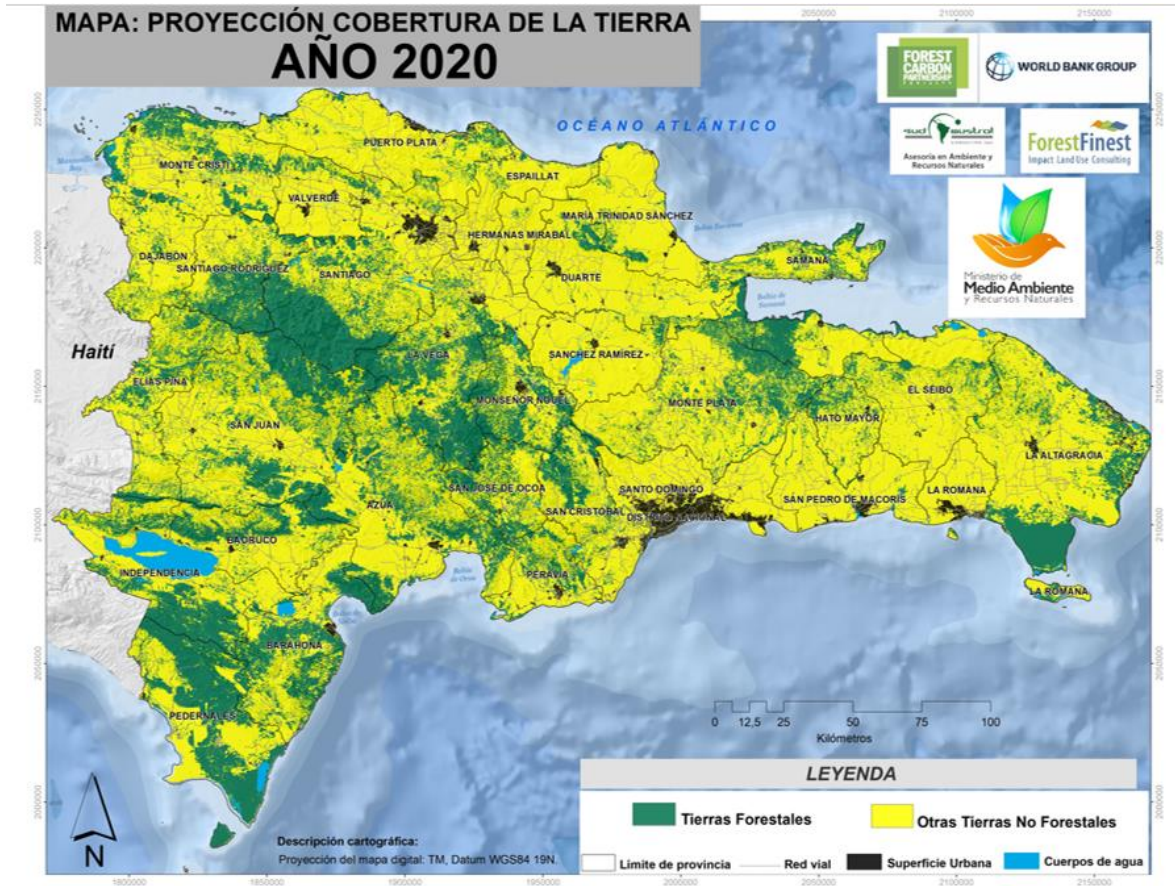
USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y
PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA



MAPA 14. MAPA COBERTURA TIERRA HISTÓRICA – AÑO 2015.

Anexo 9

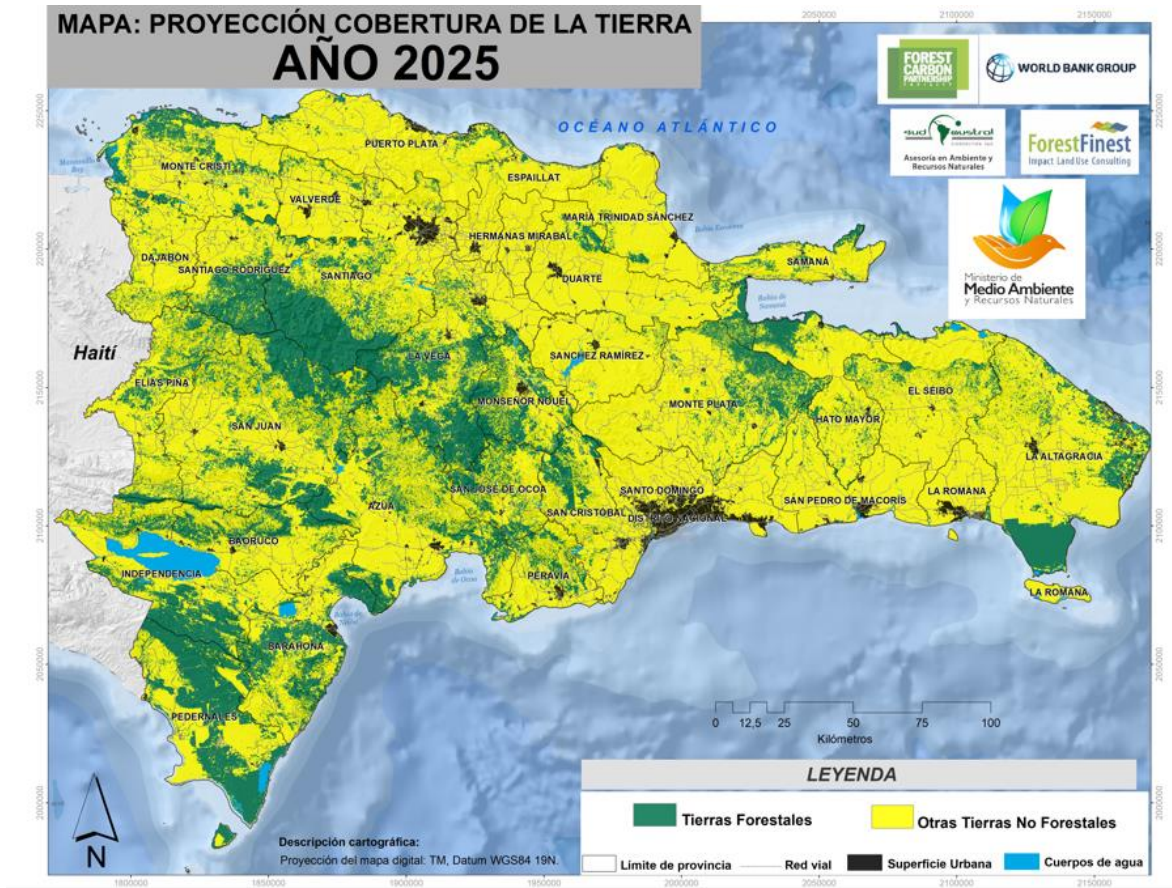
USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA



MAPA 15. MAPA COBERTURA TIERRA HISTÓRICA PROYECTADA AL AÑO 2020.

Anexo 9

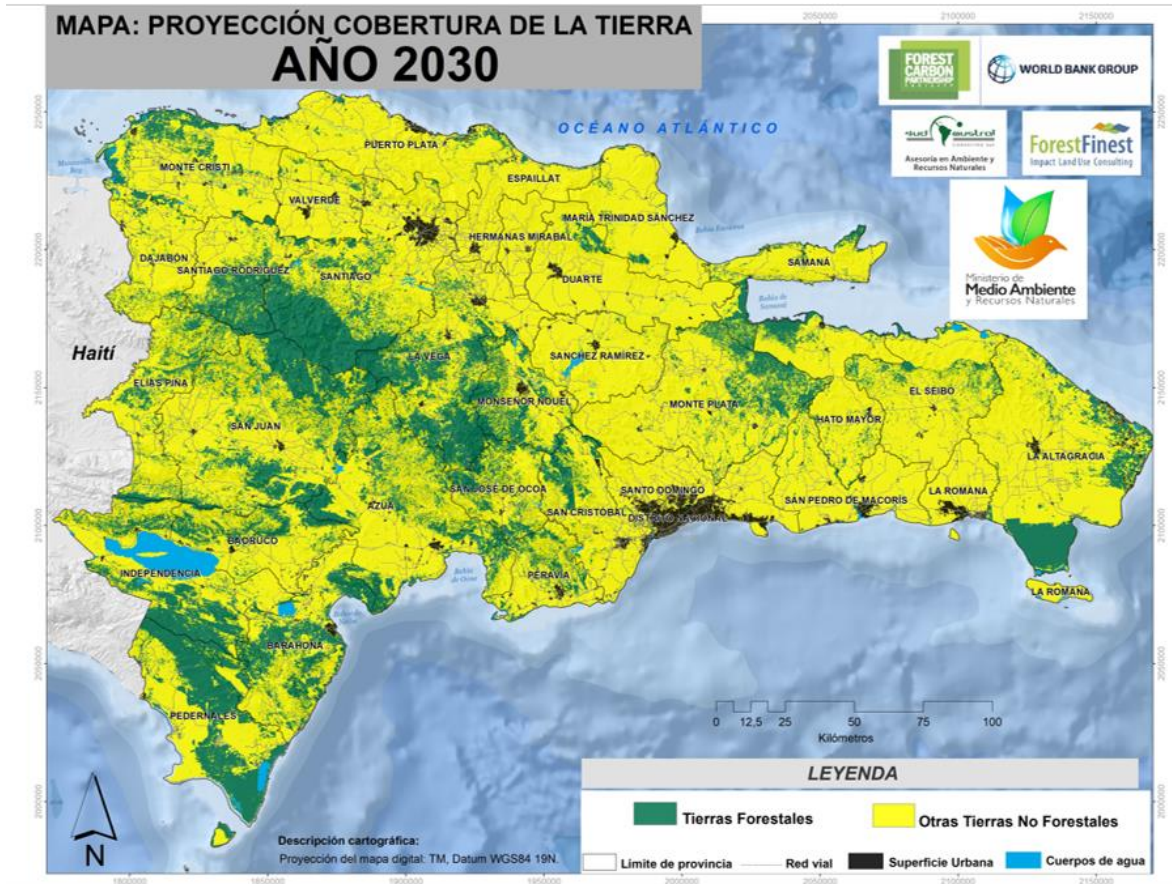
USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA



MAPA 16. MAPA COBERTURA TIERRA HISTÓRICA PROYECTADA AL AÑO 2025.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA



MAPA 17. MAPA COBERTURA TIERRA HISTÓRICA PROYECTADA AL AÑO 2030.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

1.5.2 Análisis de la degradación

Uso del suelo	2005	2015	2020	2025	2030	2035
	Hectáreas	Hectáreas	Hectáreas	Hectáreas	Hectáreas	Hectáreas
B. Latifoliado Maduro	137,046.69	130,919.22	128,784.42	127,129.41	125,564.58	124,307.82
B. Latifoliado Secundario	752,582.61	856,374.3	858,509.1	860,164.11	861,728.94	862,985.7
B. Pino Denso	173,111.31	210,518.37	205,475.49	203,863.32	202,308.12	201,929.22
B. Pino Ralo	65,756.97	42,882.57	47,925.45	49,537.62	51,092.82	51,471.72

TABLA 8. SUPERFICIE DE USO DE LA TIERRA HISTÓRICA PARA ANÁLISIS DE DEGRADACIÓN DE BOSQUE, ACTUAL Y PROYECTADA AL AÑO 2035.

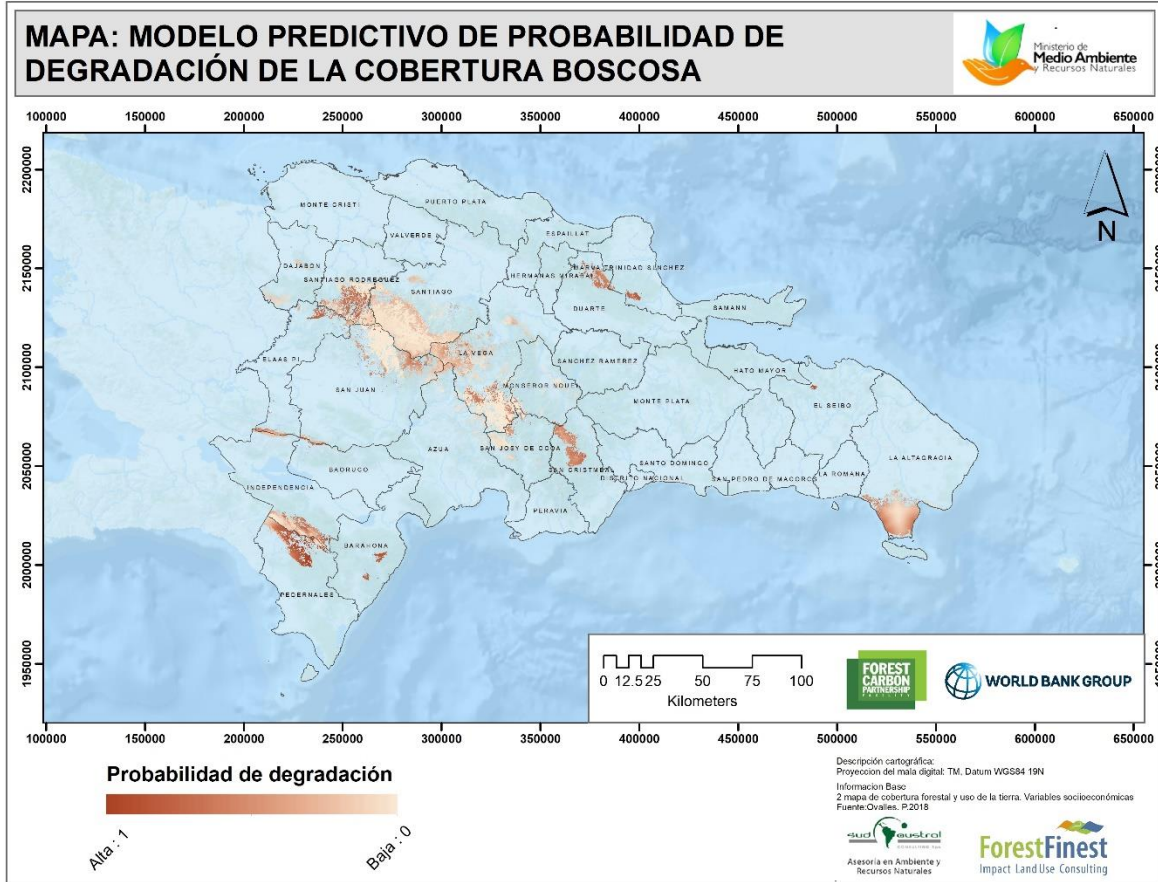
El análisis de la degradación muestra que el bosque latifoliado maduro tendrá 124,307.82 hectáreas en el año 2035. Esto significa una degradación del bosque latifoliado maduro al bosque latifoliado secundario del 5%.

Igualmente el bosque de pino denso presenta una degradación a bosque de pino ralo de un 4% del total de la cobertura. Se estima que el bosque de pino denso tendrá 201,929.22 hectáreas en 2035.

Al igual que en el análisis de deforestación, a continuación se muestra el mapa de probabilidad de degradación de los bosques de República Dominicana.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

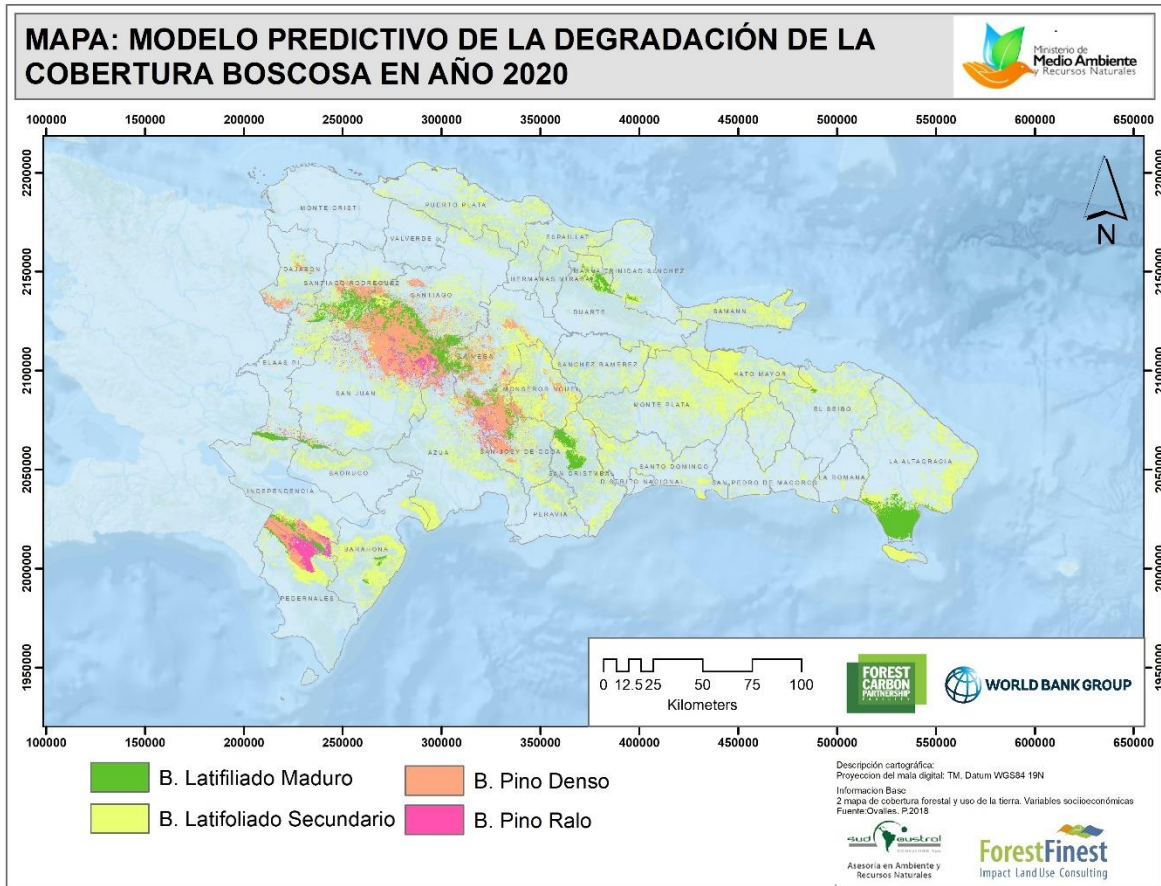


MAPA 18. MODELO PREDICTIVO SOBRE LA PROBABILIDAD DE LA DEGRADACIÓN PARA EL PERIODO 2020 – 2035.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA

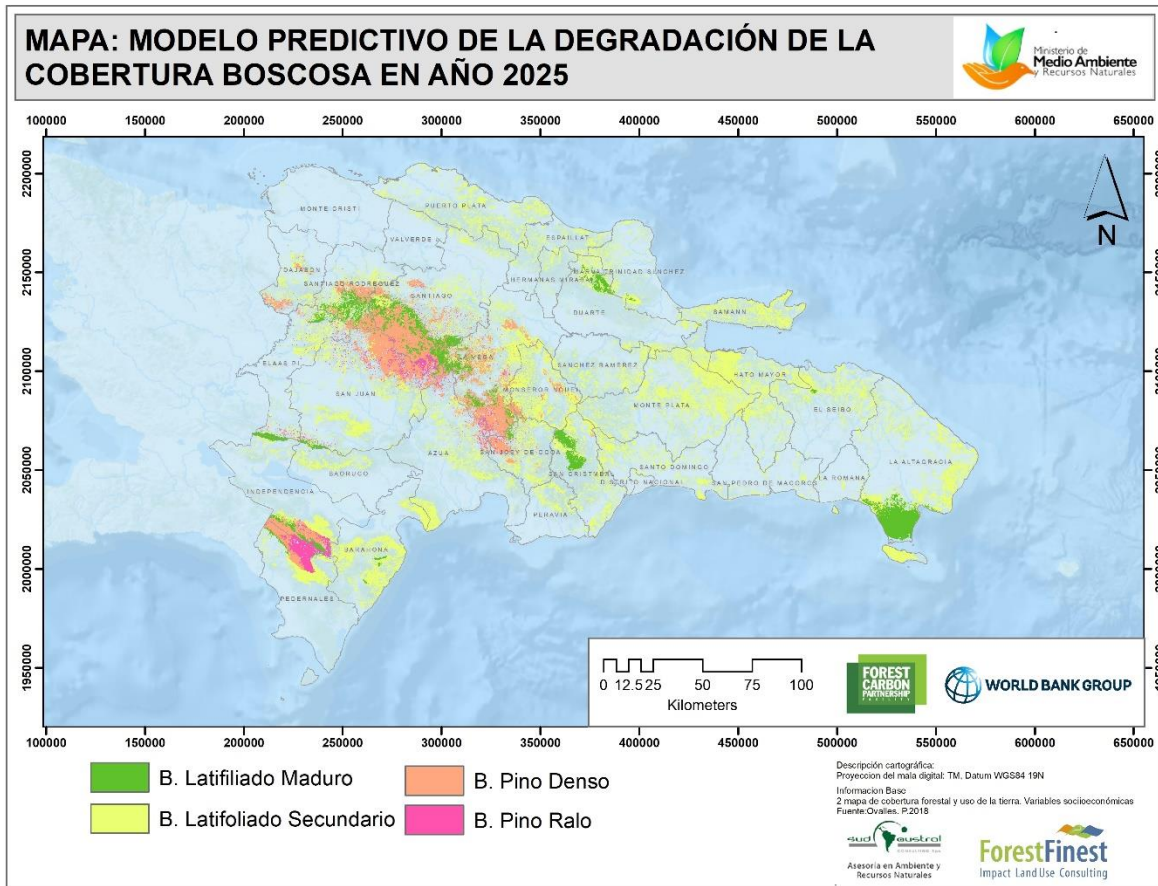
A continuación se presentan los mapas de degradación de las coberturas de bosque de los años proyectados



MAPA 19. MODELO PREDICTIVO DE LA DEGRADACIÓN PARA EL AÑO 2020.

Anexo 9

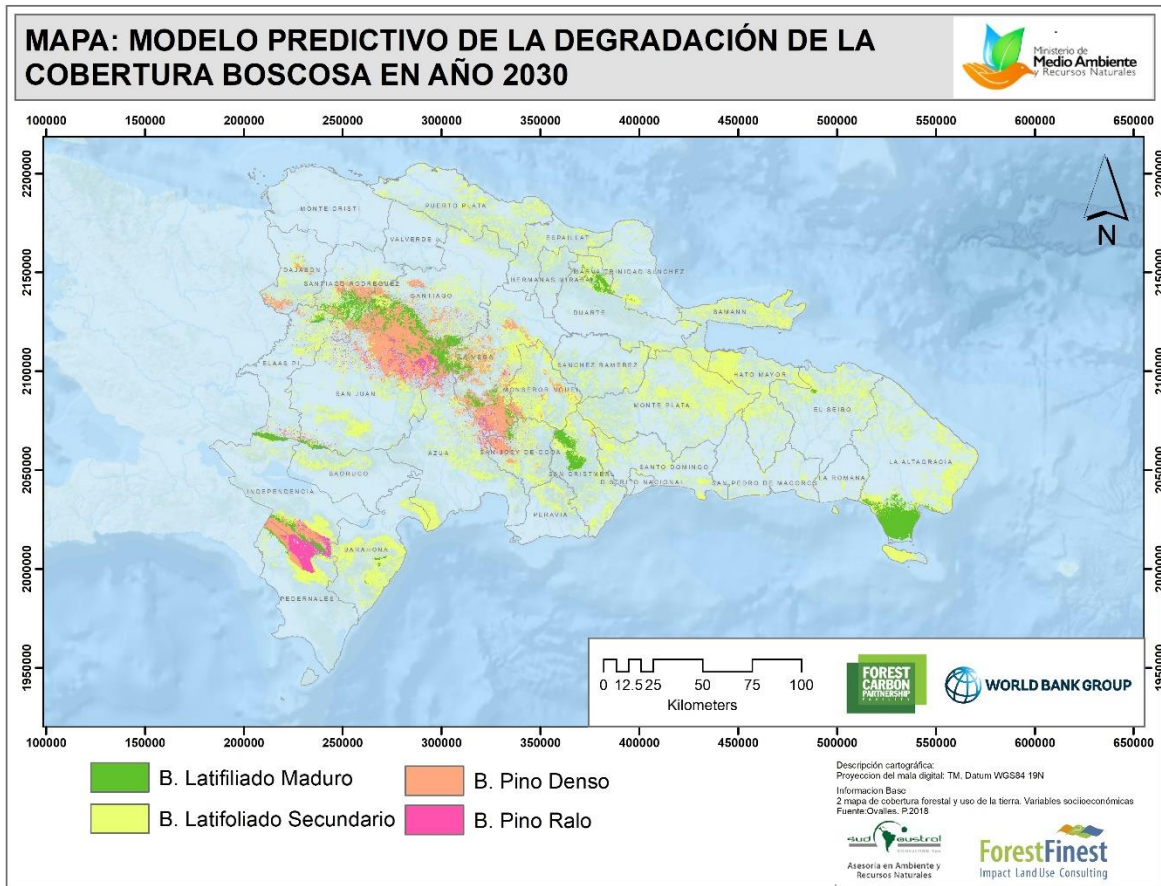
USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA



MAPA 20. MODELO PREDICTIVO DE LA DEGRADACIÓN PARA EL AÑO 2025.

Anexo 9

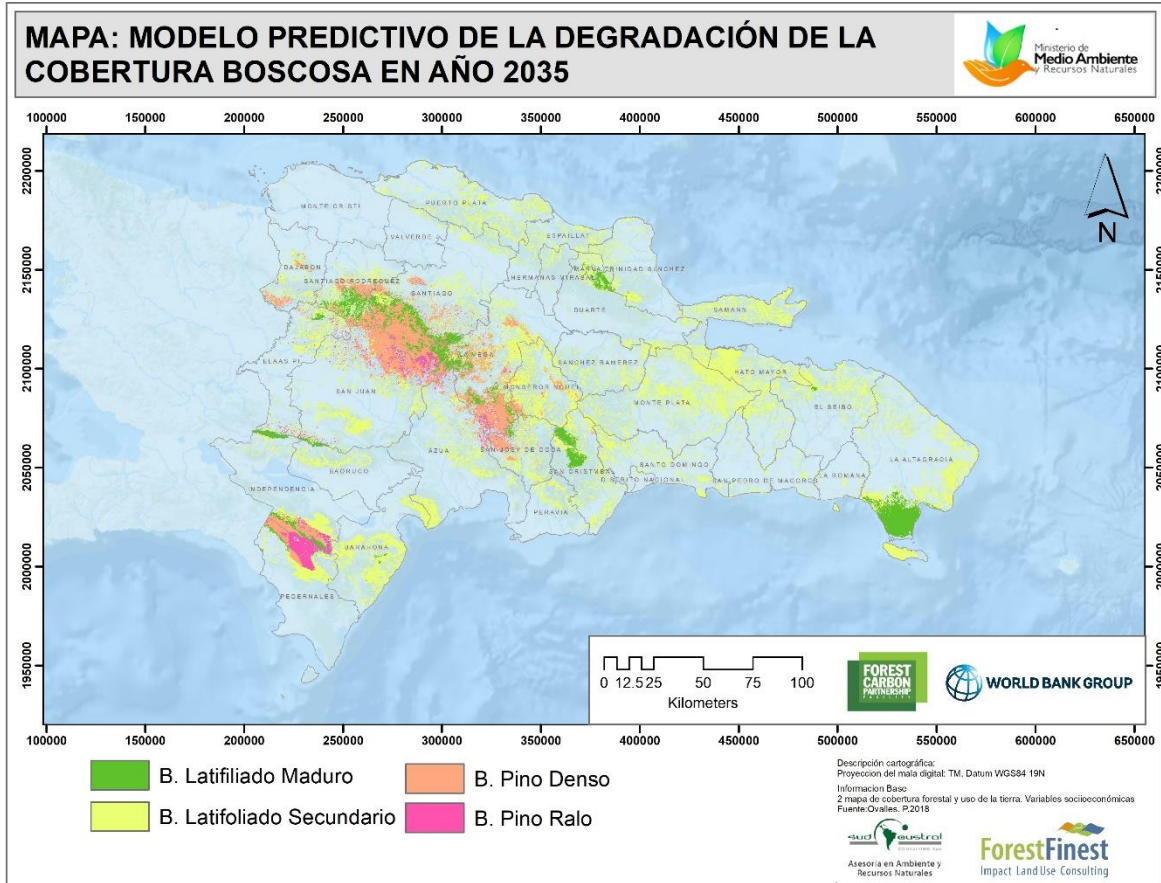
USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y
PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA



MAPA 21. MODELO PREDICTIVO DE LA DEGRADACIÓN PARA EL AÑO 2030.

Anexo 9

USO DE LA TIERRA Y CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA HISTÓRICO Y
PROYECTADO EN LA REPÚBLICA DOMINICANA



MAPA 22. MODELO PREDICTIVO DE LA DEGRADACIÓN PARA EL AÑO 2035.

1. Bishop, C.M. (1995): Neural Networks for pattern recognition. Oxford University Press, New York.
2. IDRISI selva, 2012. Guía para SIG y procesamiento de imágenes. <https://clarklabs.org/wp-content/uploads/2016/10/IDRISI-Selva-Spanish-Manual.pdf> [Accedido 26/3/18].
3. IPCC. 2015. Intergovernmental Panel on Climatic Change. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland, 2015. 151 pp.
4. Kissinger, G., M. Herold, V. De Sy. 2012. Drivers of Deforestation and Forest Degradation: A Synthesis Report for REDD+ Policymakers. Lexeme Consulting, Vancouver Canada, August 2012
5. Lai, T.L. y Wong, S. (2001): Stochastic Neural Networks With Applications to Nonlinear Time Series. Journal of the American Statistical Association, vol 96, n° 455, Theory and Methods.
6. Lambin, 2000. Modelling deforestation processes, a review, Luxembourg: Joint Research Centre, Institute for Remote Sensing Applications. European Space Agency.
7. Lambin EF. 2001. Modelling and monitoring land-cover change in tropical regions. Progress in Physical Geography. 21 (3): 375-393.
8. Li, X. y Gar-On, A. (2002): Neural network based cellular automata for simulating multiple land use changes using GIS. International Journal of Geographical Information Science, 16:4, 323-343.
9. Ovalle P, 2018. Análisis multitemporal del cambio de uso de la tierra de la República Dominicana para el periodo 2005 – 2015.
10. Parlitz, U. y Merkwirth, C. (2000): Nonlinear prediction of spatio-temporal time series. ESANN'2000 proceedings, Bruges, 26-28, pp. 317-322.

Pontius, R.G. et al., 2008. Comparing the input, output, and validation maps for several models of land change. The Annals of Regional Science, 42(1), págs.11-37. Disponible en: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s00168-007-0138-2>. [Accedido 26/3/18].
11. Veldkamp, A. y Lambin, E., 2001. Predicting land-use change. Agriculture, Ecosystems y Environment, 85(1-3), págs.1–6.
12. Verburg, P., W. Soepboer, A. Veldkamp, R. Limpiada, V. Espaldon, y S. Mastura, 2002. Modeling the Spatial Dynamics of Regional Land Use: The CLUE-S Model. Environmental Management, 30(3), págs.391-405. Disponible en: <http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.1007/s00267-002-2630-x> [Accedido 26/3/18].



Consortio Sud-Austral Consulting SpA – Forest Finest

Santo Domingo,
República Dominicana,
Mayo de 2018