

## Anexo 6. Descripción metodológica detallada de los Datos de Actividad

### Datos de actividad (representación coherente de las tierras)

Para la homologación de las clases de cobertura vegetal del país con las categorías IPCC (2003) se utilizó la clasificación y estructura jerárquica de la cartografía de INEGI como guía principal. (INEGI, 2009).

De manera consistente con el inventario incluido en el Reporte Bienal de Actualización (BUR) de actualización (INECC-CONAFOR, 2014) presentado ante la CMNUCC, la propuesta de agrupación para el sector Uso del Suelo, Cambio del Uso del Suelo y Silvicultura (USCUSS) incluye 19 grupos en tierras forestales, 6 en praderas, 2 en tierras agrícolas, 1 en humedales, 1 en asentamientos y 1 en Otras tierras. En la Figura 1 se pueden ver de manera gráfica como fueron agrupadas la totalidad de las clases de las Series INEGI en las categorías del IPCC.

Figura 1. Representación gráfica de las series INEGI agrupadas en las categorías IPCC



Los criterios utilizados para definir los grupos y tipos de vegetación<sup>1</sup> a las categorías de tierras forestales que se emplearon en este informe para la estimación de deforestación bruta son:

- Grupo de vegetación (INEGI), la cual se refiere a un nivel jerárquico superior a los tipos de vegetación y tipos de agroecosistemas.
- Etapa (primaria y secundaria)
- Fase de desarrollo (arbórea, arbustiva y herbácea) del INEGI.
- Separación de los grupos de vegetación (*sensu* INEGI) en subcategorías que agrupen los tipos de vegetación que corresponden a una dominancia de elementos leñosos (arbórea y arbustiva) y no leñosos (herbácea) en sus diferentes fases de desarrollo (IPCC-INEGI).
- Criterios de IPCC (IPCC, 2003) para las categorías de Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (USCUSS).

<sup>1</sup> Se consideró la descripción de la Guía de Interpretación de la Cartografía del Uso del Suelo y la Vegetación (INEGI, 2009).

La categoría de tierras forestales comprende toda la tierra con vegetación leñosa coherente con umbrales utilizados para definir las tierras forestales en el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INEGI), subdivididas a nivel nacional, en cultivadas y no cultivadas, y también por tipos de ecosistema, según se especifica en las directrices del IPCC. También comprende sistemas con vegetación actualmente inferior al umbral de la categoría de tierras forestales, incluyendo cualquier tierra con capacidad ecológica de alcanzar el umbral. En la tabla 1 se muestran las categorías que se incluyen en tierras forestales.

**Tabla 1. Grupos de vegetación y etapa de desarrollo con sus respectivos tipos de vegetación de INEGI incluidos en la categoría de Tierras Forestales del IPCC.**

Propuesta de grupo vegetal (INEGI-IPCC)	Tipo de vegetación (INEGI)
Bosque de Coníferas (Primario y vegetación secundaria arbórea)	Bosque de Oyamel Primario, Bosque de Oyamel Secundario Arbóreo, Bosque de Cedro Primario, Bosque de Cedro Secundario Arbóreo, Bosque de Táscate Primario, Bosque de Táscate Secundario Arbóreo, Bosque de Pino Primario, Bosque de Pino Secundario Arbóreo, Bosque de Pino-Encino Primario, Bosque de Pino-Encino Secundario Arbóreo, Bosque de Ayarín Primario, Bosque de Ayarín Secundario Arbóreo, Matorral de Coníferas Primario
Bosque de Coníferas Secundario (secundario arbustivo y herbáceo)	Bosque de Oyamel Secundario Arbustivo, Bosque de Oyamel Secundario Herbáceo, Bosque de Cedro Secundario Arbustivo, Bosque de Cedro Secundario Herbáceo, Bosque de Táscate Secundario Arbustivo, Bosque de Táscate Secundario Herbáceo, Bosque de Pino Secundario Arbustivo, Bosque de Pino Secundario Herbáceo, Bosque de Pino-Encino Secundario Arbustivo, Bosque de Pino-Encino Secundario Herbáceo, Bosque de Ayarín Secundario Arbustivo, Bosque de Ayarín Secundario Herbáceo, Matorral de Coníferas Secundario Arbustivo, Matorral de Coníferas Secundario Herbáceo
Bosque de Encino Primario	Bosque de Encino Primario, Bosque de Encino Secundario Arbóreo, Bosque de Encino-Pino Primario, Bosque de Encino-Pino Secundario Arbóreo
Bosque de Encino Secundario	Bosque de Encino Secundario Herbáceo, Bosque de Encino Secundario Arbustivo, Bosque de Encino-Pino Secundario Herbáceo
Bosque Mesófilo de Montaña Primario	Bosque Mesófilo de Montaña Primario, Bosque Mesófilo de Montaña Secundario Arbóreo
Bosque Mesófilo de Montaña Secundario	Bosque Mesófilo de Montaña Secundario Arbustivo, Bosque Mesófilo de Montaña Secundario Herbáceo
Selva Perennifolia Primaria	Selva Alta Perennifolia Primaria, Selva Alta Perennifolia Secundaria Arbórea, Selva Alta Subperennifolia Primaria, Selva Alta Subperennifolia Secundaria Arbórea, Selva Baja Perennifolia Primaria, Selva Baja Perennifolia Secundaria Arbórea, Selva Baja Espinosa Subperennifolia Primario, Selva Baja Espinosa Subperennifolia Secundaria Arbórea, Selva Baja Subperennifolia Primaria, Selva Baja Subperennifolia Secundaria Arbórea, Selva Mediana Perennifolia Primaria, Selva Mediana Perennifolia Secundaria Arbórea, Selva Mediana Subperennifolia Primaria, Selva Mediana Subperennifolia Secundaria Arbórea
Selva Perennifolia Secundaria	Selva Alta Perennifolia Secundaria Arbustiva, Selva Alta Perennifolia Secundaria Herbácea, Selva Alta Subperennifolia Secundaria Arbustiva, Selva Alta Subperennifolia Secundaria Herbácea, Selva Baja Perennifolia Secundaria Arbustiva, Selva Baja Perennifolia Secundario Herbácea, Selva Baja Espinosa Subperennifolia Secundaria Arbustiva, Selva Baja Espinosa Subperennifolia Secundario Herbácea, Selva Baja Subperennifolia Secundaria Arbustiva, Selva Baja Subperennifolia Secundario Herbácea, Selva Mediana Perennifolia Secundaria Arbustiva, Selva Mediana Perennifolia Secundario Herbácea, Selva Mediana Subperennifolia Secundaria Arbustiva, Selva Mediana Subperennifolia Secundario Herbácea
Selva Subcaducifolia Primaria	Selva Baja Subcaducifolia Primaria, Selva Baja Subcaducifolia Secundaria Arbórea, Selva Mediana Subcaducifolia Primaria, Selva Mediana Subcaducifolia Secundaria Arbórea

Selva Subcaducifolia Secundaria	Selva Baja Subcaducifolia Secundaria Arbustiva, Selva Baja Subcaducifolia Secundario Herbáceo, Selva Mediana Subcaducifolia Secundaria Arbustiva, Selva Mediana Subcaducifolia Secundario Herbáceo
Selva Caducifolia Primaria	Matorral Subtropical Primario, Selva Baja Caducifolia Primaria, Selva Baja Caducifolia Secundaria Arbórea, Selva Baja Espinosa Caducifolia Primaria, Selva Baja Espinosa Caducifolia Secundaria Arbórea, Selva Mediana Caducifolia Primaria, Selva Mediana Caducifolia Secundaria Arbórea, Mezquital Tropical Primario, Mezquital Tropical Secundario Arbóreo
Selva Caducifolia Secundaria	Selva Baja Caducifolia Secundaria Arbustiva, Selva Baja Caducifolia Secundaria Herbácea, Selva Baja Espinosa Caducifolia Secundaria Arbustiva, Selva Baja Espinosa Caducifolia Secundario Herbáceo, Selva Mediana Caducifolia Secundaria Arbustiva, Selva Mediana Caducifolia Secundario Herbáceo, Mezquital Tropical Secundario Arbustivo, Mezquital Tropical Secundario Herbáceo, Matorral Subtropical Secundario Arbustivo, Matorral Subtropical Secundario Herbáceo
Matorral Xerófilo Primario	Matorral Crasicaule Primario, Matorral Desértico Microfilo Primario, Matorral Desértico Rosetófilo Primario, Matorral Espinoso Tamaulipeco Primario, Mezquital Xerófilo Primario, Chaparral, Matorral Rosetófilo Costero Primario, Matorral Sarcocaulle Primario, Matorral Sarco-Crasicaule Primario, Matorral Submontano Primario, Matorral Submontano Secundario Arbóreo, Matorral Sarco-Crasicaule de Neblina Primario
Matorral Xerófilo Secundario	Matorral Crasicaule Secundario Arbustivo, Matorral Crasicaule Secundario Herbáceo, Matorral Desértico Microfilo Secundario Arbustivo, Matorral Desértico Microfilo Secundario Herbáceo, Matorral desértico Rosetófilo Secundario Arbustivo, Matorral desértico Rosetófilo Secundario Herbáceo, Matorral Espinoso Tamaulipeco Secundario Arbustivo, Matorral Espinoso Tamaulipeco Secundario Herbáceo, Mezquital Xerófilo Secundario Arbustivo, Mezquital Xerófilo Secundario Herbáceo, Chaparral Secundario Arbustivo, Matorral Rosetófilo Costero Secundario Arbustivo, Matorral Rosetófilo Costero Secundario Herbáceo, Matorral Sarcocaulle Secundario Arbustivo, Matorral Sarcocaulle Secundario Herbáceo, Matorral Sarco-Crasicaule Secundario Arbustivo, Matorral Sarco-Crasicaule Secundario Herbáceo, Matorral Submontano Secundario Arbustivo, Matorral Submontano Secundario Herbáceo, Matorral Sarco-Crasicaule de Neblina Secundario Arbustivo, Matorral Sarco-Crasicaule de Neblina Secundario Herbáceo
Vegetación Hidrófila Primaria	Vegetación de Galería Primario, Bosque de Galería Primario, Bosque de Galería Secundario Arbóreo, Vegetación de Peten* Primario, Vegetación de Peten* Secundario Arbóreo, Selva de Galería Primaria, Selva de Galería Secundaria Arbórea, Manglar Primario, Manglar Secundario Arbóreo
Vegetación Hidrófila Secundaria	Bosque de Galería Secundario Arbustivo, Bosque de Galería Secundario Herbáceo, Vegetación de Peten Secundario Arbustivo, Vegetación de Peten Secundario Herbáceo, Selva de Galería Secundaria Arbustiva, Selva de Galería Secundario Herbáceo, Vegetación de Galería Secundario Arbustivo, Vegetación de Galería Secundario Herbáceo, Manglar Secundario Arbustivo, Manglar Secundario Herbáceo
Especial Otros Tipos Primario	Bosque de Mezquite Primario, Bosque de Mezquite Secundario Arbóreo, Palmar Natural Primario, Palmar Natural Secundario Arbóreo, Bosque Inducido
Especial Otros Tipos Secundario	Bosque de Mezquite Secundario Arbustivo, Bosque de Mezquite Secundario Herbáceo, Palmar Inducido, Palmar Natural Secundario Herbáceo, Palmar Natural Secundario Arbustivo
Bosque Cultivado	Plantación Forestal

La información cartográfica contenida en las cartas de Uso de Suelo y Vegetación escala 1:250,000 en sus Series II, III, IV y V, elaborados por el INEGI, fueron generadas y actualmente se distribuyen en formato vector, donde las unidades de Uso de Suelo y Vegetación están representadas por polígonos.

En el anexo del NNREF revisado<sup>2</sup> se describe el proceso que se utilizó en el desarrollo de cada una de las series INEGI. Es importante señalar que cada mapa se basó en el anterior, la unidad mínima cartográfica fue siempre la misma que la de la serie I (50ha), y se desarrollaron basados en la interpretación visual de cambio, y verificación en campo. Métodos automáticos y semiautomáticos fueron usados para construir esos mapas.

<sup>2</sup> Ver [http://redd.unfccc.int/files/frel\\_mexico\\_modified.pdf](http://redd.unfccc.int/files/frel_mexico_modified.pdf)

El proceso para convertir los productos cartográficos de forma analógica a digital que realiza el INEGI impone la necesidad de considerar que los mecanismos de percepción y análisis de información digital difieren de los tradicionales, y aunque pueden ser visualizados en monitores gráficos, su análisis se realiza fundamentalmente por la combinación de métodos de análisis geométrico, estadístico y consulta de bases de datos.

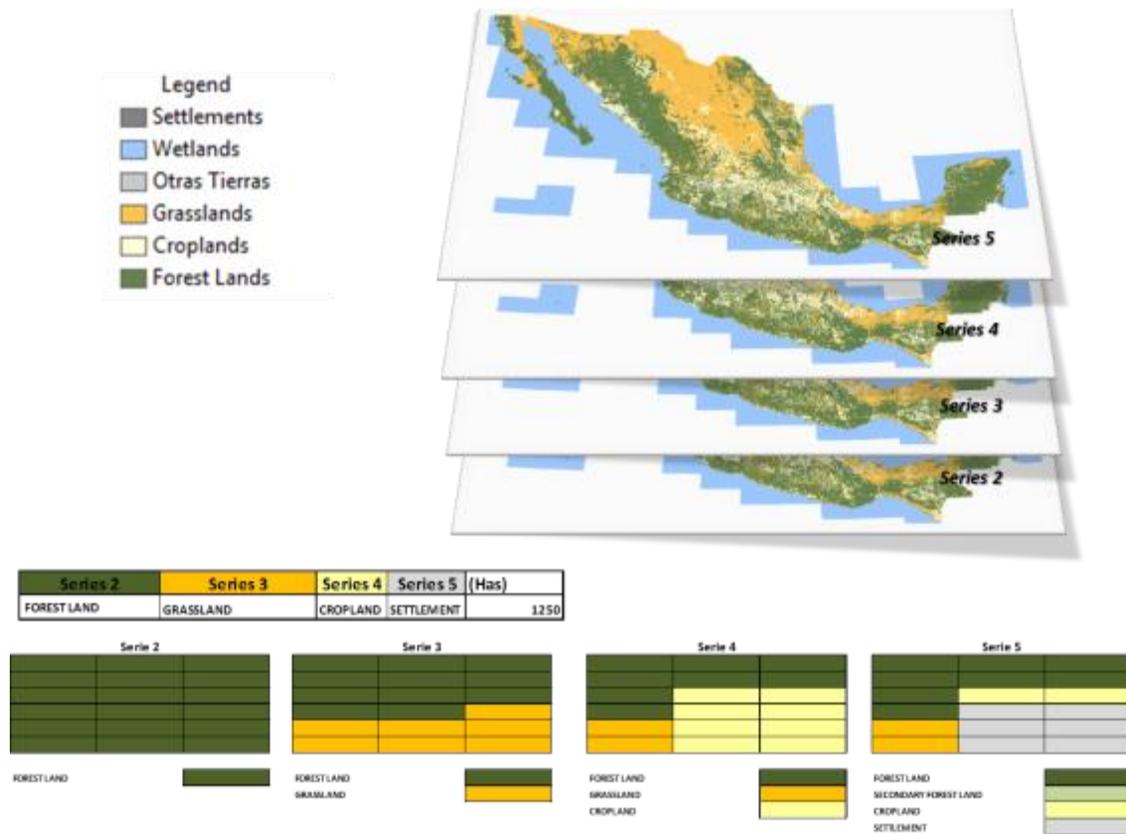
Para el procesamiento de los datos geospaciales se utilizó el software ArcGIS 10.1® (ESRI®, 2012). Como primer paso se integró la información cartográfica vectorial de las cartas de Uso de Suelo y Vegetación escala 1:250,000 en sus Series II, III, IV y V.

En la base de datos de cada serie, se generaron los campos para asignar las categorías y subcategorías del sistema nacional de tierras aplicable a las seis categorías de USCUS del IPCC. Posteriormente las bases de datos de la información vectorial fueron reestructuradas, dejando sólo la información del sistema nacional de clasificación de tierras aplicable a las seis categorías de USCUS del IPCC. Se unieron espacialmente todas las series, mediante su sobreposición e intersección geométrica mediante el comando UNION en ArcGIS®.

A partir del análisis de la información en formato vector se determinó que para el formato *raster*, un tamaño de celda de 100 por 100 metros cuadrados (una hectárea) permitiría eliminar los problemas de desfases o desplazamientos entre Series.

Resultando una conversión de formato vector a *raster* utilizando como campo base la agrupación IPCC con tamaño de celda de 100 metros, a partir de la cual se obtuvo la matriz de cambio (Figura 2).

**Figura 2. Imagen del archivo raster y tabla de atributos de la combinación de las series 2 a 5.**



Los resultados se obtuvieron en tres matrices de cambio, registrando tres períodos de comparación entre Series.

- Periodo 1. Comparación entre Usos de Suelo y Vegetación de las Series II y III
- Periodo 2. Comparación entre Usos de Suelo y Vegetación de las Series III y IV
- Periodo 3. Comparación entre Usos de Suelo y Vegetación de las Series IV y V.

**Tabla 2. Área Anual Deforestada (Ha)**

Tipo de vegetación	1993-2002	2002-2007	2007-2011
Bosque de Coníferas Primario	41,358	46,767	8,698
Bosque de Coníferas Secundario	20,177	24,744	9,668
Bosque de Encino Primario	28,339	43,374	14,360
Bosque de Encino Secundario	31,788	39,934	14,728
Bosque Mesófilo de Montaña Primario	4,327	3,283	1,025
Bosque Mesófilo de Montaña Secundario	5,944	3,871	1,917
Especial Otros Tipos Primario	7,971	3,030	1995
Especial Otros Tipos Secundarios	1,916	2,473	1842
Matorral Xerófilo Primario	57,386	58,644	54,091
Matorral Xerófilo Secundario	14,904	24,113	27,374
Selva Caducifolia Primaria	55,385	73,341	50,723
Selva Caducifolia Secundaria	92,797	147,842	45,573
Selva Perennifolia Primaria	55,100	68,034	35,488
Selva Perennifolia Secundaria	54,446	63,440	28,086
Selva Subcaducifolia Primaria	13,323	23,495	19,156
Selva Subcaducifolia Secundaria	24,272	32,561	28,835
Vegetación Hidrófila Primaria	13,265	9,526	4,202
Vegetación Hidrófila Secundaria	164	266	252
Total	522,862	668,738	348,013

La información tabular resultado de la integración en categorías de reporte para el INEGI, a partir de las Series de USV II, III, IV y V, se exportó a formato MS Excel, ya que dicho formato y aplicación permite generar tablas dinámicas para presentar de forma agregada los cambios de usos de suelo y vegetación entre series.

En la figura 3, se presenta de forma ilustrativa los valores de superficie de cada categoría asignada, donde se pueden identificar aquellas áreas cuya condición primaria, cambió a una secundaria; registrando una pérdida de Carbono de las tierras forestales. Así mismo, se presentan las diferentes categorías de tierras forestales que cambiaron a tierras no forestales por avance de la frontera agrícola o urbana, registrando procesos de deforestación.

Contrastando con los procesos anteriormente registrados, se presentan áreas cuya condición secundaria ha cambiado a una condición primaria, indicando procesos de recuperación de tierras forestales, así como tierras no forestales con cambios a terrenos forestales en condición primaria o secundaria por procesos de reforestación.

Este arreglo matricial muestra a lo largo de las celdas en su diagonal (color amarillo), las áreas que no registran cambio en su uso.

