

Metadato del Mapa de Coberturas del Suelo del Estado de Michoacán de Ocampo al año base 2016 Versión 1.3

1. Introducción

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) busca fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. Para lograr estos compromisos se deben implementar instrumentos de política forestal adecuados. En el **Artículo 34** de la LGDFS indica que el Sistema Nacional de Monitoreo Forestal es un instrumento de la política nacional en materia forestal y el **Artículo 4 transitorio** de la LGDFS mandata a la CONAFOR a diseñar e implementará el Sistema Nacional de Monitoreo Forestal (SNMF).

Uno de los componentes del SNMF es el **Sistema Satelital de Monitoreo Forestal (SAMOF)** el cual está diseñado para generar información geoespacial de la cobertura del suelo y de cambio en la cobertura del suelo.

En este contexto, el Sistema SAMOF tiene como objetivo generar información espacialmente explícita con mayor resolución espacial y temporal de la dinámica de la cobertura forestal del país en apoyo a las actividades sustantivas a cargo de la institución.

2. Enfoque del sistema SAMOF

La estrategia en el desarrollo de los productos de SAMOF consistió en el desarrollo de un Mapa de Cobertura del Suelo (MCS) de muy alta calidad con una resolución temática de 36 clases y una Unidad Mínima Mapeable de 1 ha, una escala de representación 1:75,000, elaborado con imágenes del sensor OLI de Landsat 8 tomadas durante el año 2016 y con una precisión o exactitud temática mayor a 80% a nivel de las 37 clases y de 90% a nivel de las clases para reporte ante el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés). Se genera un mapa base o de referencia al año base 2016 (MCS 2016) en el cual se han validado

los segmentos generados en el procesamiento de las imágenes Landsat 8 adquiridas para ese año.

Este MCS 2016 es la referencia sobre la que se adicionaron o sustrajeron las capas de cambios de cambios obtenidas en los Mapas de Cambio de Cobertura de Suelo (MCCS) para actualizar los MCS previos y posteriores al año 2016 (ver Figura 2). Los mapas de cambio de cobertura del suelo (MCCS) se generan comparando imágenes satelitales indicando los objetos que tienen un comportamiento radiométrico diferente en el período analizado los cuales se marcan como cambios potenciales. Estos polígonos se validan y se asigna una dirección de cambio. De esta manera se logra reconstruir un mapa de cobertura del suelo para períodos previos al 2016 o se actualizan los MCS para años subsecuentes al 2016. Por ejemplo, al mapa base del año 2016 se suman los polígonos de cambio de cobertura detectados en el período 2014-2016 generando una reconstrucción del mapa de cobertura del suelo al año 2014.

Los períodos de cambio de cobertura fueron definidos con base a la disponibilidad de imágenes Landsat 5, 7 y 8 en términos de completitud y coherencia; así como con base a los requerimientos mínimos para la elaboración de los niveles de referencia sub-nacionales y nacional. Los periodos elegidos para la elaboración de los MCCS fueron 2000-2003, 2003-2011, 2011-2014, 2014-2016 y 2016-2018.

3. Versiones del Mapa de Referencia Mapa de Cobertura del suelo al año base 2016

Cada vez que se genera un mapa de cambio de cobertura se genera una retroalimentación al mapa base 2016 por lo tanto éste mapa contará con nuevas actualizaciones a las cuales llamamos versiones del mapa.

Mapa de Cobertura del Suelo 2016 Versión 1.0: Se obtiene en forma automatizada a partir del Uso del MAD-MEX versión CONAFOR, es la Clase SAMOF sugerida a partir de la aplicación de la herramienta de procesamiento digital de imágenes o dato crudo de clasificación. La herramienta MAD-MEX versión CONAFOR, usa el algoritmo de clasificación de Cobertura del Suelo See5 y un segmentador de imágenes desarrollado por la Universidad de Berkeley. Los insumos principales son las imágenes Landsat adquiridas en el año 2016 con un nivel de procesamiento LA1 generadas por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), el continuo de elevación de México generado por el INEGI

en su Versión 1.0 y áreas de entrenamiento del Mapa de Referencia 2015 de la SEMARNAT.

Mapa de Cobertura del Suelo 2016 Versión 1.1: Corresponde al Mapa de cobertura del suelo al año base 2016 crudo o versión 1.0 al cual se le ha realizado un post procesamiento de las etiquetas. El post procesamiento consiste en que consultores expertos han revisado las etiquetas sugeridas por el modelo y las han validado o corregido. Los consultores se basan en la interpretación visual de las imágenes Geomedias (imágenes sintéticas generadas a partir del comportamiento promedio anual de cada uno de los pixeles de las imágenes consideradas para dicho año) de la cual se deriva la segmentación, además del uso de otros insumos para verificar que la etiqueta asignada de forma automatizada es la correcta, en caso de ser incorrecta el intérprete procede a corregir dicha etiqueta basándose en información adicional. La versión 1.1 en forma general en la versión 1.0 más un nivel de post-procesamiento.

Mapa de Cobertura del Suelo 2016 Versión 1.2: Corresponde al Mapa de cobertura del suelo al año base 2016 crudo o versión 1.1 al cual se afina o mejora con las aportaciones realizadas por los mapas de cambio de cobertura del suelo de los períodos 2000-2003, 2003-2011, 2011-2014 y 2014-2016. Los Mapas de Cambio de cobertura del suelo se realizan con la herramienta MAD-MEX versión CONAFOR comparando las Geomedias obtenidas para cada año del período marcando polígonos potenciales de cambio de cobertura del suelo los cuales son post procesados por expertos en interpretación visual marcando si realmente son cambios de cobertura o permanencias y para el caso de ser marcados como cambio de cobertura se interpreta la dirección del cambio. Estas etiquetas retroalimentan el mapa de referencia 2016 versión 1.1. Todos los mapas de cambio de cobertura se unen al mapa de cobertura del suelo. En el proceso se valida la consistencia temporal de cada polígono o diacronía y en algunos casos pueden ocurrir choques de clase que son revisados y validados en una nueva revisión generando una corrección de etiquetas tanto en el mapa de cobertura como en la dirección de cambio de los mapas integrados. Este proceso puede ratificar la etiqueta existente del mapa de cobertura del suelo al año base 2016 en la versión 1.1 o mejorarla generando un mapa de cobertura del suelo al año base 2016 versión 1.2.

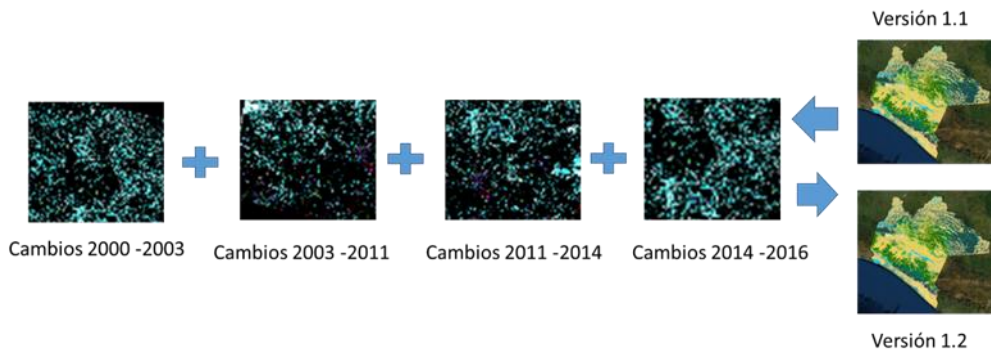


Figura 1. Diagrama ilustrativo de la versión 1.2 de los mapas de Cobertura del Suelo 2016.

Mapa de Cobertura del Suelo 2016 Versión 1.3: Corresponde al Mapa de cobertura del suelo versión 1.2 validada por parte del personal del Gobierno del estado. Se establecen convenios de colaboración con los gobiernos de los estados con el objetivo de que las etiquetas asignadas sean validadas por el personal con conocimiento de campo o local y con apoyo en la interpretación visual e información de programas locales se mejoren o verifiquen las etiquetas asignadas en la versión precedente generando la Versión 1.3

Es importante destacar que las versiones actualizadas afectan a la versión publicada en una superficie menor al 2%.

Se destaca que no se han realizado mapas de cambio de cobertura del suelo para el estado de Michoacán sólo ha tenido el visto bueno por parte del gobierno del estado por lo tanto ésta versión corresponde a la 1.3

4. Descripción y características técnicas del Mapa de Cobertura del Suelo del Estado de Michoacán al año base 2016 Versión 1.3

A continuación, se detallan los aspectos técnicos relacionados al Mapa de Cobertura del suelo al año base 2016 en su versión 1.3 publicada en Enero 2024. Se presenta información general del mapa en el cuadro 1, información de la tabla de atributos en el cuadro 2 e información técnica del alcance del producto en el cuadro 3.

Cuadro 1. Información general del Mapa de Cobertura del Suelo del Estado de Michoacán al año base 2016 versión 1.3

Requerimientos	Detalle
Título	<i>Mapa de Cobertura del Suelo del Estado de Michoacán al año base 2016 versión 1.3</i>
Autor del metadato	<i>Sistema Satelital de Monitoreo Forestal (SAMOF) Gerencia Técnica del Sistema de Monitoreo Reporte y Verificación (GTMRV), Gerencia de Sistema Nacional de Monitoreo Forestal (GSNMF) – Responsable Carmen Meneses</i>
Nombre de la organización	<i>COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR)</i>
Persona de Contacto	<i>Biol. Rafael Mayorga Saucedo Gerencia Técnica del Sistema de Monitoreo Reporte y Verificación (GTSMRV) rafael.mayorga@conafor.gob.mx</i>
Resumen/Descripción:	<i>Conjunto de datos espaciales de localización de la cobertura del suelo del año 2016 versión 1.3 para el estado de Michoacán.</i>
Propósito	<i>Planeación y gestión de recursos del gobierno del estado de Michoacán. Inventarios de recursos forestales a nivel estatal.</i>
Palabras clave	<i>Inventario forestal, monitoreo forestal, cobertura de suelo, GEI, IEEGYCEI, IRE, SAMOF, MADMEX, Mapas de Michoacán</i>
Idioma	<i>Español</i>
Declaración de calidad de datos	<i>Reporte de exactitud temática general en proceso Compleitud 100% Posicionamiento y Geometría $\pm 30m$.</i>
Restricciones de acceso	<i>Ninguna (uso público)</i>
Otras restricciones	<i>Ninguna</i>
Versión	<i>1.3</i>
Fecha de publicación	<i>23 de Julio de 2024</i>
Frecuencia de actualización	<i>Cada 2 años</i>
Información adicional	<i>Otras organizaciones de apoyo que intervinieron en la realización y/o retroalimentación del mapa de Cobertura 2016: Gobierno del Estado de Michoacán</i>
Forma de citar	<i>CONAFOR, 2024. Mapa de Cobertura del Suelo del Estado de Michoacán al año base 2016 versión 1.3. México: Comisión Nacional Forestal</i>

Cuadro 2. Estructura de la tabla de atributos del Mapa de Cobertura del Suelo del Estado de Michoacán al año base 2016 versión 1.3

ID	Nombre de la Columna	Característica	Descripción
----	----------------------	----------------	-------------

1	FID	Object ID	Identificador del objeto
2	SHAPE	Geometría	Tipo de forma representada polígonos
3	ID	Numérico, doble	Identificador único de cada registro
4	ÁREAm2	Numérico, doble	Valor de la superficie de cada objeto o registro [m2]
5	ID_SAMOF*	Numérico, entero corto	Clase de cobertura del suelo según tabla anexa
6	DESC_SAMOF	Texto 80 caracteres	Descripción de la clase de cobertura del suelo a nivel SAMOF. Ver leyenda que se anexa
7	ID_IPCC	Numérico, entero corto	Clase de cobertura del suelo a nivel de IPCC según tabla anexa
8	CVE_IPCC	Texto 4 caracteres	Abreviación en texto de la clase IPCC.
9	DESC_IPCC	Texto 80 caracteres	Descripción de la clase de cobertura del suelo a nivel IPCC. Ver leyenda que se anexa

* Use este campo para aplicar la paleta de colores MC2016v1.3_MX_MIC.lyr

Cuadro 3. Características técnicas del Mapa de Cobertura del Suelo del Estado de Michoacán al año base 2016 versión 1.3

Características Técnicas	
Tipo de datos	Vectorial, polígonos
Formato	Shapefile
Nombre del archivo	MC2016v13_MX_MIC
Número de polígonos	606.351
Volumen de información y fecha de archivo	88.5 Mb comprimida en formato zip el 23 de julio de 2024
Proyección cartográfica	Cónica Conforme de Lambert - Datum WGS84 (EPSG:6372)
Parámetros	meridiano central: -102°
	paralelo estándar 1: 17.5°
	paralelo estándar 2: 29.5°
	latitud de origen: 12°
	falso norte: 0 m
	falso este: 2'500,000 m
Sistema Geodésico de Referencia	D_WGS_1984
Unidad Mínima Mapeable	1 ha
Escala	1: 75,000
Resolución temática	22 de 37 clases posibles (32 clasificadas y 5 en post-procesamiento)

Unidades del mapa	1.0 m
Extensión	<p>Coordenadas proyección Cónica Conforme de Lambert (EPSG: 6372) Norte: 932,180.322999 m Este: 2´702,183.431699 m Sur: 658,394.788199 m Oeste: 2´317,014.966600 m</p> <p>Coordenadas geográficas en grados decimales (EPSG: 4326) Norte: 20.394557° Este: -100.055492° Sur: 17.902853° Oeste: -103.759886°</p>
Superficie reportada	5.829´,628.83 ha de acuerdo con el Marco Geoestadístico Nacional 2016 (MGN2016) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía
Insumos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compuesto (Geomedia) derivado del promedio de la Serie de tiempo de imágenes Landsat 8 del año 2016, 2. Áreas de entrenamiento derivadas del Mapa de referencia 2015 derivado de Rapid Eye (CONABIO, SEMARNAT, 2015), 3. Continuo de elevación de V1.0 (INEGI) 4. Índice de cubrimiento Landsat descendente 5. Marco Geoestadístico (INEGI, 2016) 6. Serie VI de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación, (INEGI, 2014) 7. Frontera agrícola (SIAP) 8. Inventario de Manglares de (CONABIO) 9. Plantaciones Forestales Comerciales, (CONAFOR, 2018) 10. Carta topográfica digital 1: 50,000 (INEGI) 11. Continuo de carreteras (SCT)
Procesamiento	<p>Generación de compuesto para los años 2000, 2003, 2011, 2014, 2016, y 2020 (Geomedia) Basado en las imágenes Landsat 8 adquiridas durante cada año. Generación del Mapa base 2016:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Segmentación de la Geomedia basada en el segmentador de Berkeley • Clasificación supervisada basada en árboles de decisión con See5 • Integración, segmentación y clasificación • Re-proyección a Cónica Conforme de Lambert • Mosaico de los "tile_id" de Landsat • Proceso de eliminación de superficies menores a 1 ha • Post procesamiento del mapa de referencia o mapa base 2016
Validación del producto	Ing. Carmen Lourdes Meneses Tovar Responsable de datos de actividad de la GTSMRV

Cuadro 4. Leyenda del Mapa de Cobertura del Suelo

CLASE SAMOF	DESCRIPCIÓN SAMOF	CLASE IPCC	DESCRIPCIÓN IPCC
1	1. Bosque de Coníferas de Altura (BA, BB y BS)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
2	2. Bosque de Coníferas (BP, BPQ, BJ y MJ)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
3	3. Bosque de Encino-Galería (BQ, BQP y BG)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
6	6. Bosque Cultivado e Inducido (BC y BI)	11	11. Tierras Forestales, Antrópicas (Forest Land, FL)
7	7. Bosque Mesófilo y Selva Baja Perennifolia (BM y SBP)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
8	8. Selva Baja y Mediana Subperennifolia (SBQ, SBQP, SMQ, SG y VPN)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
9	9. Manglar y Petén (VM y PT)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
12	12. Selva Baja Caducifolia Subcaducifolia (SBC, SBK, SBS, MST y VPI)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
13	13. Selva Mediana Caducifolia y Subcaducifolia (SMC y SMS)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
14	14. Mezquital Xerófilo y Vegetación de Galería (MKX y VG)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
15	15. Matorral Crasicaule (MC)	1	1. Tierras Forestales (Forest Land, FL)
23	23. Tular (VT)	3	3. Praderas Naturales (Grass Land, GL)
24	24. Vegetación de Dunas Costeras (VU)	3	3. Praderas Naturales (Grass Land, GL)
26	26. Vegetación Halófila Hidrófila (VHH)	3	3. Praderas Naturales (Grass Land, GL)
28	28. Pastizales Naturales (PN, PY, PH, VW, VS y VSI)	3	3. Praderas Naturales (Grass Land, GL)
29	29. Tierras Agrícolas Cultivos Anuales (T, R y H)	2	2. Tierras Agrícolas (Crop Land, CL)
30	30. Urbano y Construido (ZU y AH)	5	5. Asentamiento Humano (Settlement Land, SL)
31	31. Suelo Desnudo (ADV y DV)	6	6. Otras Tierras (Other Land, OL)
32	32. Cuerpo de Agua Natural (H2O)	4	4. Cuerpos de Agua (Wet Land, WL)
33	33. Cuerpo de Agua Antrópico (PRE y ACUI)	44	44. Cuerpos de Agua, Antrópicos (Wet Land, WL)
280	280. Pastizales Cultivados e Inducidos (PC y PI)	33	33. Praderas Inducidas (Grass Land, GL)
290	290. Tierras Agrícolas Cultivos Perennes (T, R y H)	22	22. Tierras Agrícolas Cultivos Perennes (Crop Land Perennial, CL)

Cuadro 5. Clases INEGI de Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI (CUSV-SVI) (tabla de referencia).

Clases INEGI	Descripción	Clases INEGI	Descripción	Clases INEGI	Descripción
ACUI	Acuícola	MKE	Mezquital Tropical	SBS	Selva Baja Subcaducifolia
ADV	Desprovisto de Vegetación	MKX	Mezquital Desértico	SG	Selva de Galería
AH	Asentamientos Humanos	ML	Chaparral	SMC	Selva Mediana Caducifolia
BA	Bosque de Oyamel	MRC	Matorral Rosetófilo Costero	SMP	Selva Mediana Perennifolia
BB	Bosque de Cedro	MSC	Matorral Sarcocaula	SMQ	Selva Mediana Subperennifolia

BC	Bosque Cultivado	MSCC	Matorral Sarco-Crasicaule	SMS	Selva Mediana Subcaducifolia
BG	Bosque de Galería	MSM	Matorral Submontano	TA	Agricultura de Temporal
BI	Bosque Inducido	MSN	Matorral Sarco-Crasicaule de Neblina	VA	Popal
BJ	Bosque de Tásate	MST	Matorral Subtropical	VD	Vegetación de Desiertos Arenosos
BM	Bosque Mesófilo de Montaña	PC	Pastizal Cultivado	VG	Vegetación de Galería
BP	Bosque de Pino	PH	Pastizal Halófilo	VH	Vegetación Halófila Xerófila
BPQ	Bosque de Pino-Encino	PI	Pastizal Inducido	VHH	Vegetación Halófila Hidrófila
BQ	Bosque de Encino	PN	Pastizal Natural	VM	Manglar
BQP	Bosque de Encino-Pino	PT	Vegetación de Petén	VPI	Palmar Inducido
BS	Bosque de Ayarín	PY	Pastizal Gipsófilo	VPN	Palmar Natural
DV	Sin Vegetación Aparente	RA	Agricultura de Riego	VS	Sabana
H2O	Cuerpo de Agua	SAP	Selva Alta Perennifolia	VSI	Sabanoide
HA	Agricultura de Humedad	SAQ	Selva Alta Subperennifolia	VT	Tular
MC	Matorral Crasicaule	SBC	Selva Baja Caducifolia	VU	Vegetación de Dunas Costeras
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	SBK	Selva Baja Espinosa Caducifolia	VW	Pradera de Alta Montana
MDR	Matorral Desértico Rosetófilo	SBP	Selva Baja Perennifolia	VY	Vegetación Gipsófila
MET	Matorral Espinoso Tamaulipeco	SBQ	Selva Baja Espinosa Subperennifolia	ZU	Zona Urbana
MK	Bosque de Mezquite	SBQP	Selva Baja Subperennifolia		

5. Evaluación de exactitud temática del mapa de cobertura del suelo

La evaluación de la exactitud temática (ET) del mapa de cobertura se implementó siguiendo la metodología propuesta por Pontus Olofsson (2014). El método está basado en un diseño de respuesta (DR) con base en una muestra aleatoria estratificada (MAE), que se interpreta de forma independiente y se compara con el mapa o modelo a evaluar. El conteo de muestras que coinciden con el mapa evaluado y las que no coinciden permiten el llenado de una matriz de confusión o error (entre el mapa y las muestras) con la que se reporta la exactitud global, así como los errores de omisión y de comisión, del usuario y del productor; y se integran estimadores estadísticos insesgados de las superficies (y sus incertidumbres) de las clases mapeadas.

Para evaluar la exactitud temática del Mapa de Cobertura del Suelo de Michoacán 2016 v 1.2 se calculó el tamaño de muestra necesario para obtener puntos de referencia que permitieron obtener las estimaciones de los indicadores de precisión del mapa. El tamaño de la muestra se estimó empleando un Muestreo Aleatorio Estratificado (MAE) siguiendo la metodología desarrollada por Cochran (1977), con un nivel de confianza del 95% y un error permisible de la exactitud temática general del 2%. También se consideró que si la superficie del estrato fue mayor de 300,00 ha, el error de comisión a priori fue de 0.85 y si fue menor de la superficie indicada, se asignó a 0.6 con el fin de maximizar la variabilidad en los estratos pequeños. Por otro lado, la muestra se distribuyó entre los estratos siguiendo la asignación de Neyman y se aumentó hasta 70 muestras cuando el tamaño asignado con Neyman fue menor a 30.

Para el cálculo de la ET las clases 28 -280 se agruparon en clase 28 y las clases 29 y 290 se agruparon en la clase 29 y se contabilizaron juntas al momento de hacer los cálculos, esto, debido a la poca superficie que representan de las clases 28 y 290¹. La clase 6 se agrupó a la clase 190. Con éstas premisas se obtuvo un tamaño de muestra de 1969 objetos representando 17 clases.

1. Resultados

La Exactitud temática (ET) general del Mapa de Cobertura del Suelo en su versión 1.2 tiene una exactitud reportada de **91.49%** discriminando 19 clases o estratos de cobertura del suelo para el año 2016 soportada en 3,085 objetos de validación.

Las superficies mapeadas se encuentran entre los umbrales de la estimación de áreas ajustadas considerando un nivel de confiabilidad de un 95% y un error de 0.2% en la mayoría de las clases representadas.

Una vez conciliada la matriz de error se procedió a estimar los indicadores de precisión del mapa siguiendo a Olofsson (2014). En particular, con la información de la matriz de error, se estimaron los errores de omisión (user) y de comisión (producer) por cada clase representada para el mapa

¹ Ver anexo de Ficha Técnica y artículos científicos incluidos y hoja de cálculo en Excel en la carpeta de ANEXOS_METADATOS

de cobertura (ver Cuadro 6). Donde los valores más cercanos a 1.0 representan mayor exactitud en el mapa.

En general, los coeficientes mostrados en la matriz de error de omisión y comisión están muy cercanos a 1. En términos generales las precisiones de productor o errores de comisión existen 6 clases están por debajo del 0.8 y con respecto a la precisión del usuario u omisión hay sólo 3 clases por encima de 0.8. Los resultados de la evaluación de la exactitud temática del mapa de cobertura del suelo del estado de Michoacán al año base 2016 Versión 1.2 se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Errores de omisión y comisión del Mapa de Cobertura del Suelo del Estado de Oaxaca al año base 2016 Versión 1.2

DESCRIPCIÓN	ESTRATO	USER 'S	PRODUCER 'S
Bosque de Coníferas altura (BA,BB y BS)	C1	0.9857	0.9252
Bosque de Coníferas (BP, BPQ, BJ y MJ)	C2	0.9171	0.9402
Bosque de Encino-Galería (BQ, BQP y BG)	C3	0.8815	0.8560
Bosque Cultivado (BC y BI)	C6	0.6000	0.0968
Bosque Mesófilo y Selva Baja Perennifolia (BM y SBP)	C7	0.9714	1.0000
Selva Baja y Mediana Subperennifolia (SBQ, SBQP, SMQ, SG y VPN)	C8	0.5000	0.0018
Manglar y Peten (VM y PT)	C9	0.9714	1.0000
Selva Baja Caducifolia Subcaducifolia (SBC, SBK, SBS,MST y VPI)	C12	0.9521	0.9651
Selva Mediana Caducifolia y Subcaducifolia (SMC y SMS)	C13	0.8941	0.9494
Mezquital Xerófilo y Vegetación Galería (MKX y VG)	C14	1.0000	1.0000
Matorral Crasicaule (MC)	C15	0.8000	1.0000
Tular (VT)	C23	0.9429	0.8046
Vegetación de dunas costeras (VU)	C24	1.0000	0.0098
Vegetación Halófila Hidrófila (VHH)	C26	0.8571	1.0000
Pastizales Naturales (PN, PY, PH, VW, VS y VSI)	C28	0.8850	0.7609
Tierras Agrícolas (T, R y H) (ANUAL Y SEMIPERMANENTE)	C29	0.8849	0.9793
Urbano y Construido (ZU y AH)	C30	0.9857	0.6473
Suelo Desnudo (ADV y DV)	C31	0.7429	0.4946
Agua (H2O, PRE y ACUI)	C32	0.9643	0.8663

Las estimaciones de las áreas insesgadas se muestran en el Cuadro 7. Las filas resaltadas en color azul indican que las superficies mapeadas están fuera de los umbrales de estimación para un 95% de confianza y un error de 0.2% asumiendo una función de distribución de probabilidad (FDP normal). El resto de las filas muestran que las superficies representadas en el mapa están dentro de los umbrales establecidos en los límites superior

e inferior con un nivel de confianza del 95% y un error de 0.2% asumiendo una FDP normal.

Cuadro 7. Estimación de áreas ajustadas y sus incertidumbres del Mapa de Cobertura del Suelo del Estado de Oaxaca al año base 2016 Versión 1.2

DE CONFIANZA E INCERTIDUMBRES	RESUMEN DE ESTIMACIONES						
DESCRIPCIÓN	CLASE	ÁREA MAPEADA	ÁREA AJUSTADA (A_ajust)	DESVEST DEL A_ajust	Ui del A_ajust	LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR
Bosque de Coníferas altura (BA,BB y BS)	C1	24,611	26,220.1	1,991.6	15%	30,124	22,317
Bosque de Coníferas (BP, BPQ, BJ y MJ)	C2	931,035	908,153.0	17,570.5	4%	942,591	873,715
Bosque de Encino-Galería (BQ, BQP y BG)	C3	543,942	560,138.0	18,431.1	6%	596,263	524,013
Bosque Cultivado (BC y BI)	C6	1,713	10,613.5	4,757.0	88%	19,937	1,290
Bosque Mesófilo y Selva Baja Perennifolia (BM y SBP)	C7	13,996	13,596.5	280.7	4%	14,147	13,046
Selva Baja y Mediana Subperennifolia (SBQ, SBQP, SMQ, SG y VPN)	C8	62	17,498.9	6,353.0	71%	29,951	5,047
Manglar y Peten (VM y PT)	C9	1,997	1,939.6	40.0	4%	2,018	1,861
Selva Baja Caducifolia Subcaducifolia (SBC, SBK, SBS,MST y VPI)	C12	1,880,797	1,855,559.5	19,090.7	2%	1,892,977	1,818,142
Selva Mediana Caducifolia y Subcaducifolia (SMC y SMS)	C13	159,882	150,565.4	6,937.8	9%	164,163	136,967
Mezquital Xerófilo y Vegetación Galería (MKX y VG)	C14	204	203.8	-	0%	204	204
Matorral Crasicaule (MC)	C15	2,769	2,215.2	133.3	12%	2,477	1,954
Tular (VT)	C23	9,946	11,655.0	1,989.2	33%	15,554	7,756
Vegetación de dunas costeras (VU)	C24	26	2,598.5	2,572.9	194%	7,641	-2,444
Vegetación Halófila Hidrófila (VHH)	C26	706	605.6	29.8	10%	664	547
Pastizales (PN, PY, PH, VW, VS y VSI)	C28	562,603	654,392.9	22,118.0	7%	697,744	611,042
Tierras Agrícolas (T, R y H) (ANUAL Y SEMIPERMANENTE)	C29	1,500,219	1,355,547.2	21,061.6	3%	1,396,828	1,314,266
Urbano y Construido (ZU y AH)	C30	91,034	138,620.1	10,870.2	15%	159,926	117,315
Suelo Desnudo (ADV y DV)	C31	9,358	14,055.6	3,801.2	53%	21,506	6,605

Agua (H2O, PRE y ACUI)	C32	94,730	105,450.8	5,454.3	10%	116,141	94,760
		5,829,629.0	5,829,629.0				

6. Exención de Responsabilidad

Los alcances de los algoritmos aplicados a las imágenes Landsat y las imágenes satelitales utilizadas en el post-procesamiento del mapa tienen limitaciones para separar adecuadamente la clase 6 (Bosque cultivado y Bosque inducido) del resto de la vegetación. Por lo tanto, la clase 6 representada en este mapa sólo incluye aquellos polígonos que mediante fotointerpretación se pudieron identificar, es decir no incluye todas las áreas de intervención de la CONAFOR o del gobierno del estado.

Para fines de facilitar las estimaciones de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero (GEI), las guías de buenas prácticas del IPCC de 2016 sugieren separar clases manejadas o antrópicas de las naturales, en este sentido, en la versión 1.5 del Mapa de Cobertura del Suelo se están sugiriendo nuevas clases en comparación con las versiones anteriores según se muestra en los casos son los siguientes:

1. Clase de Plantaciones forestales comerciales corresponden a la clase 6 de SAMOF y se asigna a la clase de IPCC 1 de Tierras Forestales en un nivel jerárquico superior sin embargo se puede desagregar por su valor 11 asignado a Tierras forestales cultivadas que lo separa de su condición natural. Las plantaciones de Hule se incluyen en ésta categoría. Se usa información de apoyo para su separación e interpretación visual de imágenes de alta resolución, Solo se muestran las que se lograron identificar en el post-procesamiento y puede no representar la totalidad de la clase
2. Clase 190 corresponde a la clase SAMOF de Sistemas Agroforestales. Esta clase ha generado mucha ambigüedad entre la frontera agrícola y la frontera forestal. Son sistemas de producción agrícola bajo la cubierta de comunidades forestales bien sea naturales o inducidas como por ejemplo el café, cacao, heliconias y eucalipto para adornos florales, leña y milpas para subsistencia, producción de setas entre otros; los cuales requieren la sombra de los árboles. En el caso de una clasificación de cobertura del suelo basada en imágenes de satélite estas zonas son clasificadas como forestales sin embargo en una clasificación del uso de suelo y vegetación aparecen como agrícolas y requieren validación de campo o el uso de cartografía de apoyo correspondiente a registros particulares de

productores agrícolas de Cacao en el estado. Para fines de cálculo de emisiones estas categorías se consideran en un nivel jerárquico superior como Tierras forestales (1) y en un nivel desagregado están como clase 12 las cuales fueron obtenidas con información de apoyo. Se usa información de apoyo para su separación e interpretación visual de imágenes de alta resolución, Solo se muestran las que se lograron identificar en el post-procesamiento y puede no representar la totalidad de la clase

3. Clase 280 corresponde a la clase SAMOF de Pastizales Cultivados o inducidos su origen antrópico obedece en su mayoría a la deforestación de zonas forestales para fines de ganadería extensiva, agricultura abandonada, o bien para venta de predios o terrenos, o préstamos para construcción de terracerías o carreteras. Son diferentes a la condición de pastizales naturales en las cuales existen 9 categorías en la leyenda. A diferencia de los pastizales naturales, estas superficies pueden evolucionar a estados sucesionales de su estado inicial dependiendo de la superficie afectada y de su resiliencia, es decir, estas clases pueden volver a la condición de clases de Tierras Forestales, mientras que la condición de pastizales naturales siempre permanecerá igual es fácil reconocerlos en interpretación visual por su permanencia en el tiempo para lo cual se usan imágenes históricas para su separación así como información de apoyo como la CUSVEG de INEGI serie VI. Para fines de cálculo de emisiones estas categorías se consideran en un nivel jerárquico superior como Pastizales (3) y en un nivel desagregado están como clase 33 Pastizales antrópicos las cuales fueron obtenidas con información de apoyo. Se usa información de apoyo para su separación e interpretación visual de imágenes de alta resolución, sólo se muestran las que se lograron identificar en el post-procesamiento y con el apoyo de la CUSyVEG de INEGI en su serie VI puede no representar la totalidad de la clase.
4. Clase 290 corresponde a la clase SAMOF de Tierras agrícolas de cultivos perennes bien sean en condición de humedal, de temporal o de riego. Para fines de cálculo de emisiones estas categorías se consideran en un nivel jerárquico superior como Tierra agrícola (2) sin embargo existe una diferencia importante que las separa un poco de la categoría general por su factor de emisión. Corresponde a cultivos de especies perennes como aguacate, mamey, mango, tamarindos, guamúchil, cítricos entre otros y se separan de los cultivos anuales o bianuales que son cosechados con frecuencia por su característica de ser almacenes de carbono. Se usa información

de apoyo para su separación e interpretación visual de imágenes de alta resolución, sólo se muestran las que se lograron identificar en el post-procesamiento y con el apoyo de la CUSyVEG de INEGI en su serie VI puede no representar la totalidad de la clase.

5. La clase 33 que corresponde a cuerpos de agua de origen antrópico que son manejados para fines de producción acuícola, salinas, tratamiento de aguas servidas, energía o de almacenamiento de agua. Que los separa de los cuerpos de agua de condición natural. Para fines de cálculo de emisiones estas categorías se consideran en un nivel jerárquico superior como Humedal (4) y se puede separar de su clase como la categoría 44. Se usa información de apoyo para su separación e interpretación visual de imágenes de alta resolución, información de fechas de creación e inauguración de presas, así como la serie histórica de imágenes de satélite, e información de la CUSyVEG de INEGI en su serie VI puede no representar la totalidad de la clase.

7. Referencias

Cochran, W. G. (1977). Sampling techniques. New York, NY: Wiley.

Pontus Olofsson et al. "Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change". ELSEVIER - Remote Sensing of Environments 1 148 (2014) 42 – 57

Pontus Olofsson et al. "Making better use of accuracy data in land change studies: Estimating accuracy and area and quantifying uncertainty using stratified estimation". ELSEVIER - Remote Sensing Environment 1 129 (2013) 122-131

Stephen V. Stehman (2014) "Estimating area and map accuracy for stratified random sampling when the strata are different from the map classes. International Journal of Remote Sensing, 35:13, 4923-4939