



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



CONAFOR
COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

Guía de uso de los productos del Sistema Satelital de Monitoreo Forestal

ENFOQUE PARED A PARED

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

- GERENCIA DE SISTEMA NACIONAL DE MONITOREO FORESTAL
- UNIDAD TÉCNICA ESPECIALIZADA EN MONITOREO, REPORTE Y VERIFICACIÓN

Tabla de Contenido

.....	1
1. Introducción	3
2. Objetivos	3
3. Antecedentes	4
4. Enfoque metodológico	5
4.1 Aspectos metodológicos de los Mapas de Cobertura del Suelo	7
Definiciones	7
Insumos	9
Metodología.....	9
4.2 Aspectos metodológicos para la elaboración de los Mapas de Cambio de Cobertura del Suelo (MCCS)	10
Definiciones	10
Insumos	11
Metodología.....	11
5. Características de los productos del sistema SAMOF	12
5.1 Mapas de Cobertura del Suelo	13
5.2 Mapas de Cambio de cobertura del suelo	14
6. Alcance de los productos del sistema SAMOF	15
6.1 Mapas de Cobertura del suelo del año 2016	15
6.2 Mapas de Cambio de Cobertura del Suelo	16

Forma de citar: CONAFOR (2020). Guía de uso de los productos del sistema Satelital de Monitoreo Forestal: enfoque pared a pared. Documento técnico. Jalisco, México.

1. Introducción

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) está orientada a regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, mediante 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. El artículo 34 de la LGDFS establece en su fracción VII que el Sistema Nacional de Monitoreo Forestal es un instrumento de la política nacional en materia forestal y el artículo transitorio cuarto de la misma ley 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 los cambios en la cobertura del suelo. El sistema **SAMOF enfoque pared a pared** tiene como objetivo generar información espacialmente explícita, con mayor resolución espacial y temporal, de la dinámica de la cobertura forestal del país.

A partir de la generación de un mapa de cobertura del suelo al año base 2016 (el cual servirá como referencia para el monitoreo de los procesos de cambio de cobertura) y la elaboración de mapas de cambio de cobertura de suelo cada dos años, se actualizarán los mapas de cobertura de suelo mediante la adición o sustracción de los polígonos de cambios de coberturas identificados con respecto al mapa de coberturas del 2016.

La elaboración de los productos espaciales a través del sistema SAMOF es un proceso complejo que considera varias etapas; una de ellas, muy importante, es la revisión y ajuste manual de los mapas, para lo cual se ha implementado una estrategia de revisión y retroalimentación que incorpora el conocimiento experto sobre ecosistemas forestales del país, con el apoyo de técnicos de las áreas operativas de la CONAFOR y de los gobiernos estatales.

En el presente documento se pretenden explicar, por un lado, los procesos metodológicos generales utilizados para la elaboración de los productos espaciales y, por otro, orientar al usuario sobre las características y alcances de la información generada por el mismo.

2. Objetivos

1. Establecer un marco de referencia sobre el sistema SAMOF enfoque pared a pared y sus productos espaciales.
2. Exponer el proceso general de elaboración de los mapas de cobertura del suelo y cambio de cobertura del suelo elaborados con el sistema SAMOF

para orientar al usuario sobre la naturaleza de los productos espaciales del sistema.

3. Presentar las características y alcances de los mapas de cobertura del suelo y cambio de cobertura del suelo elaborados con el sistema SAMOF.

3. Antecedentes

El país ha contado con información sobre los tipos de vegetación que ha sido generada por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) a través de sus series históricas de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación, las cuales datan de 1993 para la serie II¹. Dicha información ha permitido elaborar reportes nacionales e internacionales del sector forestal. Sin embargo, en los últimos años, los requerimientos de información han cambiado, evidenciando una necesidad de contar con sistemas de monitoreo de los recursos forestales con una mayor resolución temporal y espacial.

Bajo este escenario, en el año 2003, la CONAFOR comenzó a diseñar e implementar una iniciativa de monitoreo forestal con la intención de generar información anual de la cobertura forestal del país. Para ello, se utilizaron imágenes de mediana resolución espacial del sensor MODIS y se generaron indicadores de vegetación como el Índice Diferencial Normalizado de la Vegetación (NDVI) para la época seca de cada año, desde el año 2003 al 2016, con una resolución espacial de 250 m de tamaño de pixel. En el 2011, considerando nuevos avances tecnológicos, la CONAFOR, en colaboración con otras dependencias federales, comenzó el desarrollo del software de Monitoreo de Datos de Actividad de México (MAD-MEX, V2.0) para la obtención de mapas de cobertura del suelo de forma automatizada; sin embargo, la experiencia en la utilización de este software evidenció que la diversidad ecológica y fisiográfica del país limitan, de manera importante, la posibilidad de realizar el monitoreo de la cubierta forestal a través de procesos totalmente automatizados.

Por esta razón, desde finales de 2016, la institución ha venido consolidando e implementando el sistema Satelital de Monitoreo Forestal (SAMOF), el cual, como se muestra en la figura 1, contempla varias fases para elaborar mapas de cobertura y de cambio de coberturas del suelo adecuados para el monitoreo de los recursos forestales del país.

¹ A partir de la serie II se guarda consistencia en los insumos empleados en la elaboración de las sucesivas series, además del sistema de clasificación de uso de suelo y vegetación utilizado.



Figura 1. Fases del sistema Satelital de Monitoreo Forestal enfoque “pared a pared”.

4. Enfoque metodológico

La estrategia en el desarrollo de los productos del sistema SAMOF consistió en el desarrollo de un mapa de cobertura del suelo (MCS) de muy alta calidad, con una resolución temática de 34 clases y una unidad mínima mapeable (UMM) de 1 ha, y una escala de representación gráfica equivalente 1:75,000, elaborado a partir de imágenes del sensor OLI² de Landsat 8, tomadas durante el año 2016. Los mapas elaborados tienen una precisión o exactitud temática mayor al 80% a nivel de las 34 clases de coberturas de vegetación y otras coberturas del suelo, y de 90% a nivel de las clases para reporte adoptadas por las directrices del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés).

La estrategia para la elaboración y actualización del MCS en años previos y posteriores al año base 2016 consiste en utilizar el MCS 2016 como mapa de referencia, sobre el cual se adicionan o sustraen los polígonos de las capas de cambios obtenidas en los mapas de cambio de coberturas de suelo (MCCS)

² OLI Operational Land Imager (generador operativo de imágenes terrestres); obtiene información en las porciones del espectro visible, infrarrojo cercano e infrarrojo de onda corta. Sus imágenes tienen resoluciones espaciales pancromáticas de 15 metros y multi-espectrales de 30 metros a lo largo de una franja de 185 km de ancho, que cubre amplias áreas del paisaje de la Tierra al tiempo que proporciona una resolución suficiente para distinguir características como centros urbanos, granjas, bosques y otros usos de la tierra. La superficie terrestre cubierta completamente una vez cada 16 días debido a la órbita casi polar del Landsat 8. <https://landsat.gsfc.nasa.gov/operational-land-imager-oli/>

conforme se presenta en las figuras 2a y 2b. Los períodos considerados para la elaboración de los MCC fueron definidos con base en la disposición de imágenes de los sensores Landsat 5, 7 y 8, tomando en cuenta su completitud y coherencia. Considerando lo anterior, los periodos elegidos para la elaboración de los MCCS fueron 2000-2003, 2003-2011, 2011-2014, 2014-2016 y 2016-2018.

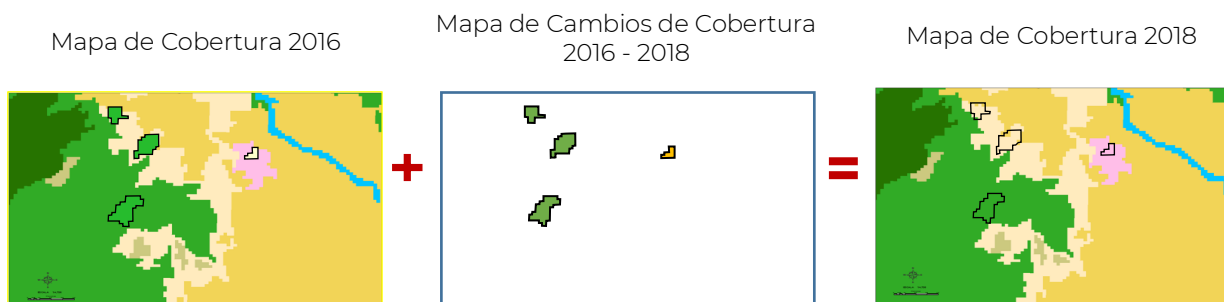


Figura 2a. Estrategia de actualización de mapas de cobertura del suelo.

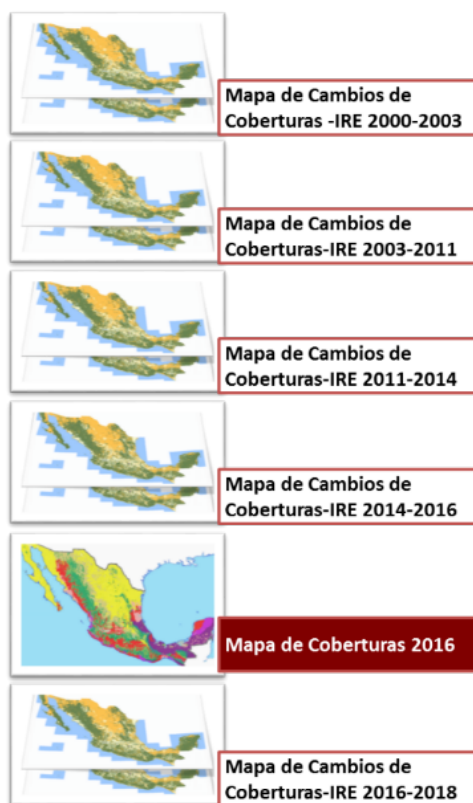


Figura 2b. Enfoque conceptual de la generación de mapas de cobertura del suelo a través de adición y sustracción de los mapas de cambios de cobertura del suelo generados a con el sistema SAMOF.

A continuación, se explican los aspectos metodológicos más importantes para la elaboración del mapa de cobertura del suelo 2016 y para la elaboración de los mapas de cambio de cobertura de suelo por separado, ya que corresponden a procesos diferentes.

4.1 Aspectos metodológicos de los Mapas de Cobertura del Suelo

Definiciones

Para la elaboración del MCS se consideraron las definiciones establecidas en el marco jurídico del país y los alcances operativos de los insumos y metodologías utilizadas.

Se estableció una leyenda de 34 clases (que pueden agruparse a las clases del IPCC) considerando tierras forestales (FL), definidas como aquella superficie con más de 10% de cobertura con presencia de individuos leñosos capaces de alcanzar los 4 m de altura. Las otras categorías de uso del suelo del IPCC no forestales utilizadas fueron: pastizales (GL), humedales (WL), tierras agrícolas (CL), asentamientos humanos (SL) y otras tierras (OL). La correspondencia entre las clases 34 clases SAMOF con las Clases IPCC e INEGI se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Correspondencia entre las Clases SAMOF, las Clases IPCC e INEGI

CLASE SAMOF	DESCRIPCIÓN SAMOF	CLASE IPCC
C1	Bosque de Coníferas de Altura (BA, BB y BS)	FL
C2	Bosque de Coníferas (BP, BPQ, BJ y MJ)	FL
C3	Bosque de Encino-Galería (BQ, BQP y BG)	FL
C4	Chaparral (ML)	FL
C5	Mezquital y Submontano (MK, MKE y MSM)	FL
C6	Bosque Cultivado (BC y BI)	FL
C7	Bosque Mesófilo y Selva Baja Perennifolia (BM y SBP)	FL
C8	Selva Baja y Mediana Subperennifolia (SBQ, SBQP, SMQ, SG y VPN)	FL
C9	Manglar y Petén (VM y PT)	FL
C10	Selva Mediana y Alta Perennifolia (SAP y SMP)	FL
C11	Selva alta Subperennifolia (SAQ)	FL
C12	Selva Baja Caducifolia Subcaducifolia (SBC, SBK, SBS, MST y VPI)	FL
C13	Selva Mediana Caducifolia y Subcaducifolia (SMC y SMS)	FL
C14	Mezquital Xerófilo y Vegetación Galería (MKX y VG)	FL
C15	Matorral Crasicaule (MC)	FL

C16	Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET)	FL
C17	Matorral Sarco-Crasicaule (MSCC)	FL
C18	Matorral Sarcocaula (MSC)	FL
C19	Matorral Sarco-Crasicaule de Neblina (MSN)	FL
C20	Matorral Rosetófilo Costero (MRC)	GL
C21	Matorral Desértico Micrófilo y Rosetófilo (MDM y MDR)	GL
C22	Popal (VA)	GL
C23	Tular (VT)	GL
C24	Vegetación de Dunas Costeras (VU)	GL
C25	Vegetación de Desiertos Arenosos (VD)	GL
C26	Vegetación Halófila Hidrófila (VHH)	GL
C27	Vegetación Halófila Xerófila y Gipsófila (VY y VH)	GL
C28	Pastizales Naturales (PN, PY, PH, VW, VS y VSI)	GL
C280	Pastizales Cultivado e Inducido (PC y PI)	GL
C29	Tierras Agrícolas (T, R y H) Cultivos anuales	CL
C290	Tierras Agrícolas (T, R y H) Cultivos perennes	CL
C30	Urbano y Construido (ZU y AH)	SL
C31	Suelo Desnudo (ADV y DV)	OL
C32	Agua (H2O, PRE y ACUI)	WL

La leyenda de 34 clases es una agrupación del sistema de Clasificación de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI (2009)³ que contiene 58 tipos de vegetación, hasta 4 fases de desarrollo de la vegetación según aplique y 10 coberturas de uso de suelo para un total de 220 clases. Con el uso del software MAD-Mex (versión CONAFOR), aplicado a imágenes ópticas, se discriminaron en forma semi-automática 31 clases; además, 3 clases más se añadieron en la etapa de post-procesamiento. Estas 3 clases incluyeron la clase de bosque cultivado o inducido, los pastizales inducidos y cultivados (para diferenciarlos de los naturales) y la agricultura perenne (para diferenciarla de la agricultura cíclica).

De acuerdo a las categorías IPCC, de las 34 clases, 19 corresponden a tierras forestales, 10 a pastizales, 2 a agricultura, 1 para humedales, 1 para asentamientos humanos y 1 para otras tierras. La descripción de las 34 clases se muestra en la Cuadro 1.

³ INEGI. (2009). Guía para la Interpretación de Cartografía. Uso del Suelo y Vegetación escala 1: 250,000.

Insumos

Para el procesamiento automatizado de los MCS se utilizaron los insumos siguientes:

- (i) las imágenes Satelitales Landsat 8 Sensor OLI (tomadas de la colección 1 del US Geological Survey (USGS) del año 2016);
- (ii) Modelo del Continuo de elevación con resolución de 15m del INEGI;
- (iii) polígonos depurados por la CONAFOR del mapa de referencia 2015 de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) generado con imágenes RapidEye que fueron utilizados como áreas de entrenamiento;
- (iv) el Marco Geoestadístico Municipal (MGM2016) del INEGI.

Para la revisión y ajuste manual (o post-procesamiento) de los MCS y la evaluación de la precisión temática se utilizaron:

- (v) plataformas públicas para la visualización de imágenes de alta resolución espacial e imágenes de alta y muy alta resolución; y
- (vi) cartografía adicional de apoyo, como la carta topográfica 1:50,000 elaborada por el INEGI, el inventario de manglares de la CONABIO; la frontera agrícola del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP); información del programa de, Plantaciones Forestales Comerciales de CONAFOR, e imágenes RapidEye del año 2016.

Metodología

Para la elaboración del MCS a través del sistema SAMOF, se implementaron una serie de procesos semi-automatizados que incluyeron, desde la adquisición e ingesta de imágenes satelitales, hasta la evaluación de la exactitud temática de la información geoespacial. Algunos de los principales procesos (mostrados en orden consecutivo) se enlistan a continuación:

1. selección de parámetros como área de interés y período de análisis.
2. ingesta de imágenes y de información de apoyo.
3. segmentación⁴ de las imágenes satelitales Landsat 5, 7 y 8, empleando el segmentador de Berkeley⁵.
4. clasificación automatizada (supervisada) de imágenes segmentadas empleando el clasificador C5.0⁶ y considerando áreas de entrenamiento depuradas derivadas del mapa de referencia 2015.

⁴ La segmentación de imágenes consiste en subdividir una imagen en regiones homogéneas que, idealmente, representan objetos de interés del mundo real; se ha demostrado que es particularmente beneficioso cuando los objetos de interés en una imagen son más grandes que los píxeles de la imagen. https://www.mdpi.com/journal/remotesensing/special_issues/image-segmentation.

⁵ El segmentador de Berkeley es un software comercial desarrollado por Berkeley Environmental Technology International, LLC, utilizado para el proceso de segmentación de las imágenes de satélite dentro del sistema SAMOF.

⁶ C5.0 Es un algoritmo de clasificación supervisada de imágenes a través de árboles de decisiones, es no paramétrico, robusto y no sufre efectos por la dimensionalidad y por ruido en los datos.

5. re-proyección de escenas individuales y generación de mosaicos.
6. post-procesamiento, el cual se refiere a una revisión y corrección manual del MCS realizada por especialistas en interpretación visual de imágenes satelitales; con esta actividad se corrigieron aquellas etiquetas de los polígonos del MCS que fueron generadas erróneamente por la clasificación automatizada.
7. supervisión y control de calidad de los productos.
8. integración de los productos.
9. cálculo de la precisión temática.
10. edición y publicación de los productos.

4.2 Aspectos metodológicos para la elaboración de los Mapas de Cambio de Cobertura del Suelo (MCCS)

Definiciones

Para la elaboración de los MCCS se analizaron las definiciones establecidas en el marco jurídico del país; además de que se identificaron las limitaciones propias de los insumos y métodos utilizados.

La leyenda de cambio de cobertura se basa en las transiciones de las clases “Tierras Forestales” y “Tierras No Forestales”, cuya correspondencia con las clases IPCC se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Leyenda de los mapas de cambio de cobertura del suelo generados a través del sistema Satelital de Monitoreo Forestal.

Transiciones		Descripción de Cambio
FL - FL	TF - TF	Tierra Forestal a Tierra Forestal
FL - NFL	TF - TNF	Tierra Forestal a Pastizal
FL - NFL	TF - TNF	Tierra Forestal a Agricultura
FL - NFL	TF - TNF	Tierra Forestal a Humedal
FL - NFL	TF - TNF	Tierra Forestal a Asentamiento Humano
FL - NFL	TF - TNF	Tierra Forestal a Otra Tierra
NFL - FL	TNF - TF	Pastizal a Tierra Forestal
NFL - NFL	TNF - TNF	Pastizal a Pastizal
NFL - NFL	TNF - TNF	Pastizal a Agricultura
NFL - NFL	TNF - TNF	Pastizal a Humedal
NFL - NFL	TNF - TNF	Pastizal a Asentamiento Humano
NFL - NFL	TNF - TNF	Pastizal a Otra Tierra
NFL - FL	TNF - TF	Agricultura a Tierra Forestal
NFL - NFL	TNF - TNF	Agricultura a Pastizal
NFL - NFL	TNF - TNF	Agricultura a Agricultura
NFL - NFL	TNF - TNF	Agricultura a Humedal
NFL - NFL	TNF - TNF	Agricultura a Asentamiento Humano
NFL - NFL	TNF - TNF	Agricultura a Otra Tierra

NFL - FL	TNF - TF	Humedal a Tierra Forestal
NFL - NFL	TNF - TNF	Humedal a Pastizal
NFL - NFL	TNF - TNF	Humedal a Agricultura
NFL - NFL	TNF - TNF	Humedal a Humedal
NFL - NFL	TNF - TNF	Humedal a Asentamiento Humano
NFL - NFL	TNF - TNF	Humedal a Otra Tierra
NFL - FL	TNF - TF	Asentamiento Humano a Tierra Forestal
NFL - NFL	TNF - TNF	Asentamiento Humano a Pastizal
NFL - NFL	TNF - TNF	Asentamiento Humano a Agricultura
NFL - NFL	TNF - TNF	Asentamiento Humano a Humedal
NFL - NFL	TNF - TNF	Asentamiento Humano a Asentamiento Humano
NFL - NFL	TNF - TNF	Asentamiento Humano a Otra Tierra
NFL - FL	TNF - TF	Otra Tierra a Tierra Forestal
NFL - NFL	TNF - TNF	Otra Tierra a Pastizal
NFL - NFL	TNF - TNF	Otra Tierra a Agricultura
NFL - NFL	TNF - TNF	Otra Tierra a Humedal
NFL - NFL	TNF - TNF	Otra Tierra a Asentamiento Humano
NFL - NFL	TNF - TNF	Otra Tierra a Otra Tierra

Insumos

Los insumos utilizados para el proceso automatizado de los MCC fueron los siguientes:

- (i) compuestos multitemporales con las métricas anuales de las imágenes de satélite Landsat disponibles para cada periodo de análisis; y
- (ii) los modelos de cobertura generados para cada fecha.

Por otra parte, para el post-procesamiento de los MCCS y la evaluación de la exactitud temática se utilizaron plataformas públicas para la visualización de imágenes de alta resolución espacial e imágenes de alta y muy alta resolución.

Metodología

Como se menciona en el párrafo anterior, para el análisis y la detección de los cambios en la cobertura del suelo se utilizaron como insumos principales los compuestos multitemporales anuales, los cuales engloban el comportamiento promedio de la reflectancia en una determinada región. La comparación de los compuesto en dos diferentes tiempos, se realiza a través de algoritmos especializados como el IMAD⁷ (Iterative Multivariate Alteration Detection) y el MAF⁸ (Maximum Autocorrelation Factor) que detectan los cambios abruptos y

⁷La transformación iMAD es una técnica de detección de cambios bitemporales que es invariante al escalamiento lineal de los datos de entrada insensible a diferencias en la configuración de la ganancia del sensor y de su desviación de cero o a esquemas lineales de corrección radiométrica y atmosférica.

⁸MAF es un algoritmo de postprocesamiento de los resultados de la detección de cambios basado en el análisis de la máxima autocorrelación de los cambios, se asume que estos cambios siguen cierto comportamiento espacial, es decir, los cambios no se dan en píxeles aislados en una imagen.

anomalías en el comportamiento radiométrico de los píxeles y que pueden representar un potencial cambio en la cobertura del suelo.

Los periodos de análisis elegidos fueron 2000-2003, 2003-2011, 2011-2014 y 2014-2016, debido a que en estos periodos es en los que se tiene mayor calidad en la información y mayor disponibilidad de imágenes satelitales.

Los MCCA obtenidos de manera automatizada fueron post-procesados por especialistas en interpretación visual de imágenes satelitales, quienes identificaron los polígonos reales de cambio de cobertura y determinaron los tipos de cambio que ocurrieron con una leyenda de 4 clases (Cuadro 2). Adicionalmente se establecieron procesos de supervisión y control de calidad para asegurar que la información fuera consistente con el diseño e implementación de la evaluación de la exactitud temática de los productos espaciales.

A continuación se resumen las fases generales en la generación de los MCCA:

1. definición de los periodos y áreas de análisis;
2. descarga e ingesta de las imágenes de satélite al sistema de procesamiento;
3. Generación de los compuestos multitemporales anuales;
4. Detección y posprocesamiento automatizado de los cambios con los algoritmos iMAD-MAF;
5. post-procesamiento booleano de polígonos de cambios (verdaderos y falsos);
6. post-procesamiento de dirección de cambios de conformidad con la leyenda del cuadro 2;
7. supervisión y control de calidad de los polígonos de cambio;
8. Evaluación de exactitud; e
9. integración para su edición y publicación.

5. Características de los productos del sistema SAMOF

Los mapas generados por el sistema SAMOF a través del enfoque pared a pared, son mapas de **cobertura** de suelo y mapas de **cambio de coberturas** del suelo, que se basan en imágenes satelitales como insumo principal y muestran la reflectancia de los objetos que cubren el suelo.

A. A. Nielsen, K. Conradsen and J. J. Simpson. (1998). Multivariate alteration detection (mad) and maf postprocessing in multispectral bitemporal image data: New approaches to change detection studies. Remote Sensing of the Environment, 64(1).

Es pertinente señalar que pueden existir diferencias al comparar los mapas de cobertura de suelo elaborados en el sistema SAMOF con la Carta de uso de Suelo y Vegetación de INEGI, debido al enfoque y alcance de cada producto espacial.

5.1 Mapas de Cobertura del Suelo

Las principales características técnicas del MCS se muestran en el Cuadro 3:

Cuadro 3. Descripción de las características técnicas de los Mapas de Cobertura del Suelo

Características Técnicas	
Proyección cartográfica	Cónica Conforme de Lambert
Parámetros	• Meridiano central: -102
	• Paralelo estándar 1: 17.5
	• Paralelo estándar 2: 29.5
	• Latitud de origen: 12 grados
	• Falso norte: 0
	• Falso este: 2'500,000
Sistema Geodésico de Referencia	D_WGS_1984
Unidad Mínima Mapeable	1 ha
Escala	1: 75,000
Resolución temática	34 clases
Unidades del mapa	1.0 m
Tipo de datos	Vectoriales
Formato	Shapefile

5.2 Mapas de Cambio de cobertura del suelo

Las principales características técnicas del MCCA se muestran en el Cuadro 4:

Cuadro 4. Descripción de las características técnicas de los Mapas de Cambio de Cobertura del Suelo.

Características Técnicas	
Proyección cartográfica	Cónica Conforme de Lambert
Parámetros	• Meridiano central: -102
	• Paralelo estándar 1: 17.5
	• Paralelo estándar 2: 29.5
	• Latitud de origen: 12 grados
	• Falso norte: 0
	• Falso este: 2'500,000
Sistema Geodésico de Referencia	D_WGS_1984
Unidad Mínima Mapeable	1 ha
Escala	1: 75,000
Resolución temática	4 clases
Unidades del mapa	1.0 m
Tipo de datos	Vectoriales
Formato	Shapefile

6. Alcance de los productos del sistema SAMOF

6.1 Mapas de Cobertura del suelo del año 2016

La información del MCS permite generar cifras sobre cobertura forestal para el año 2016. Además, siendo una información espacialmente explícita, muestra la distribución o ubicación de cada una de las 34 clases de cobertura representadas.

Su leyenda de 34 clases permite cumplir con diferentes reportes, aunque no incluye la representación de las fases de desarrollo de la vegetación (sin vegetación secundaria, vegetación secundaria arbórea, arbustiva o herbácea) como la Carta de uso de Suelo y Vegetación (CUSVEG) debido a las limitantes tecnológicas en la discriminación de clases.

La resolución espacial de 1 ha, presenta mayor detalle en comparación con la información de la CUSVEG, cuya resolución espacial es de 50 ha, por lo que, en general, si se comparan ambas cartografías podrían encontrarse diferencias en las superficies, debido a la unidad de representación, por un lado, y a la diferencia de los conceptos representados (uso del suelo vs. cobertura del suelo), por el otro.

La temporalidad representada se refiere a la fenología o dinámica intra-anual de la cobertura de suelo mostrada en el mapa. En los MCS de SAMOF, la temporalidad corresponde al comportamiento promedio anual de la radiometría de los objetos representados, este es un concepto reciente que está siendo aplicado en diversos países; debido a lo anterior, puede tener diferencias con respecto a la CUSVEG que, en general, se ha elaborado con imágenes de la época seca del año. Un ejemplo de representación de este concepto es el caso del complejo lagunar de Sayula – San Marcos en el estado de Jalisco, el cual se representa como un cuerpo de agua en la CUSVEG de INEGI, sin embargo, al contabilizar su comportamiento radiométrico promedio anual, dicho complejo lagunar presenta reflectancias propias de suelo desnudo, lo que quiere decir que la mayor parte del año se comporta de esa manera.

El MCS es un producto semi-automatizado que combina las ventajas de una segmentación realizada por algoritmos numéricos en forma automática, con un proceso de revisión y corrección manual de etiquetas son lo que se plasma la experiencia de especialistas en interpretación visual de imágenes satelitales.

Los MCS generados son consistentes y realizados siguiendo los mismos protocolos metodológicos y de controles de calidad, lo que garantiza su completitud, coherencia, transparencia, integridad, continuidad geométrica y temática.

Finalmente, es necesario mencionar que el MCS ha sido sometido a una evaluación independiente de su precisión temática, la cual está basada en procedimientos estadísticos robustos que permiten obtener cifras de superficies

insesgadas y presentar al usuario un nivel de precisión y umbrales de probabilidad que muestran el alcance de su uso.

6.2 Mapas de Cambio de Cobertura del Suelo

El MCCS permite generar cifras sobre cambios de coberturas del suelo según las conversiones entre tierras forestales (TF) y tierras no-forestales (TNF) para los períodos 2000-2003, 2003-2011, 2011-2014, 2014-2016. Además, siendo una información espacialmente explícita, muestra la distribución o ubicación de los cambios de coberturas representados.

El MCCS mantiene las ventajas de una detección de cambios realizada por algoritmos numéricos en forma automática y las de un proceso de revisión y corrección manual de etiquetas donde se plasma la experiencia de intérpretes y conocedores de los diferentes estratos de transición o dirección de cambio.

Su leyenda de 4 clases no incluye la representación de las fases de desarrollo de la vegetación (sin vegetación secundaria, vegetación secundaria arbórea, arbustiva o herbácea) como la CUSVEG debido a las limitantes tecnológicas en la discriminación de clases; por lo tanto, este producto no genera información relacionada a la degradación forestal. Esta característica limita el uso del MCCS para monitorear las perturbaciones debidas a las plagas, el impacto de incendios forestales, el efecto del manejo forestal o la dinámica de los acahuales.

La resolución espacial del MCCS es de 1 hectárea, lo cual no es comparable con la superposición de las CUSVEG debido al cambio en el enfoque metodológico utilizado, así como por la resolución y a las clases de reporte.

El MCCS es consistente temporal y espacialmente, y ha sido realizado bajo los mismos protocolos metodológicos y de controles de calidad, con lo cual se garantiza su completitud, coherencia, transparencia, integridad, y continuidad geométrica, temática y temporalidad.