

## **DECRETO N° 3464**

SANTA FE, "Cuna de la Constitución Nacional", 07/NOV/2019

VISTO:

El expediente N° 02101-0022122-1 del registro del Sistema de Información de Expedientes y;

CONSIDERANDO:

Que la actual Cartografía del Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos de la Provincia de Santa Fe fue aprobada en el año 2013; debiendo actualizarse según las normas vigentes;

Que en virtud de lo dictado por la Ley Nacional de Presupuestos Mínimos de Bosques Nativos N° 26.331 Art. 6; y su Decreto Reglamentario N° 091/09 cada cinco (5) años se debe actualizar el Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos;

Que la Ley Provincial N° 13.372 en su Decreto Reglamentario N° 5242/14, Art. 4 dispone la actualización cartográfica del Ordenamiento de los Bosques Nativos del territorio provincial. por acto fundado de la Autoridad de Aplicación de la Ley;

Que dicha ley tiene por objeto la protección ambiental para la conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques nativos y los servicios ambientales que estos brindan a la sociedad;

Que para realizar el zoneamiento y cartografía de los bosques nativos se constituyó un equipo ad hoc de trabajo en el Ministerio de Medio Ambiente para el abordaje interdisciplinario del tema, encuadrado en la consigna general de la gestión de gobierno para el ordenamiento territorial de la Provincia;

Que la actualización del mapa de ordenamiento territorial de bosques nativos (OTBN) tuvo como objetivos principales resolver los distintos niveles de error de omisión y comisión de la cartografía anterior; generando una metodología de clasificación mediante teledetección capaz de replicarse con la frecuencia necesaria y mejorarse en forma continua; e identificar cambios de cobertura de bosques;

Que durante todo el proceso de actualización se mantuvieron diferentes reuniones técnicas de intercambio con la Autoridad Nacional de Aplicación con fines de validar la metodología y sus avances;

Que para la elaboración de la cartografía se subdividió el territorio en diferentes zonas menores, a los fines de generar regiones que presenten la menor heterogeneidad posible, para lograr mejores resultados de los procesos de clasificación, como así también para generar archivos procesables con el hardware existente;

Que la cartografía actualizada será la base de referencia para iniciar el proceso participativo de Ordenamiento Territorial conforme a las leyes nacionales de Presupuestos Mínimos 26.331 y 25.675, como así también a la Ley Provincial de Medio Ambiente N° 11.717;

Que a fs. 14 ha tomado debida intervención la Dirección General de Asuntos Jurídicos del Ministerio de Medio Ambiente según dictamen N 00164/2019;

Que la competencia en la materia surge de lo establecido en las Leyes N° 11.717 y N° 13.509, Orgánica de Ministerios;

POR ELLO:

EL GOBERNADOR DE LA PROVINCIA

DECRETA:

ARTICULO 1°.- Apruébase la actualización cartográfica del Mapa de Ordenamiento de los Bosques Nativos de la provincia de Santa Fe, que forma parte de la presente como Anexo, en los términos y a los fines de cumplimentar las disposiciones de la Ley Provincial N° 13.372 y Ley Nacional N°26.331.

ARTICULO 2°.- Regístrese, comuníquese y archívese.

LIFCHITZ

Ing. Jacinto Raúl Speranza

ANEXO

Actualización del Mapa de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos

Provincia de Santa Fe

Septiembre 2019

El proceso de actualización del mapa de ordenamiento territorial de bosque nativo (OTBN) tuvo como objetivos iniciales resolver las siguientes problemáticas presentes en el mapa en OTBN vigente:

- altos niveles de error en la cartografía de bosques de la zona de islas y los departamentos del centro y sur de la Provincia.

- moderados errores de omisión en la cartografía de bosques en la zona del departamento 9 de julio.

- errores de comisión provocados por la inclusión de:

- o criterio de conservación de bordes de ribera y áreas naturales protegidas como bosque nativo.

- o plantaciones forestales exóticas.

- o plantaciones urbanas.

Asimismo, se incorporaron los siguientes objetivos

- generar una metodología de clasificación mediante teledetección desarrollada por equipos técnicos del Ministerio de Medio Ambiente, capaz de replicarse con la frecuencia necesaria y mejorarse en forma continua.
- identificar cambios de cobertura de bosques.
- identificar titulares de las propiedades en la que ocurren dichos cambios.
- documentar la totalidad del proceso.

Metas cartográficas

- Escala 1:100.000
- Exactitud Global 80%
- Identificación de las coberturas de bosque nativo de acuerdo con la definición de la Resolución N° 230/12 de COFEMA, que establece los siguiente parámetros:
  - o extensión superficial: 0,5 ha
  - o cobertura de copa: 20%
  - o altura: 3 m

Antecedentes e intercambio con la Autoridad Nacional de Aplicación (ANA) Como punto de partida se tomaron las observaciones de la ANA a fs. 74/75 del Exp JGM N° 0014195/2014, con excepción de la 2.1 (vinculada a la metodología y coberturas de valoración de criterios de conservación) que no fueron abordadas en esta instancia de actualización.

Se mantuvieron diferentes reuniones técnicas de intercambio a los fines de validar la metodología y sus avances:

- 25/08/2017: reunión Juan Alejandro Páez, Agustina Garcia Collazo, Julieta Bono, Magalí Taureano. Definición de lineamientos básicos. Intercambio de experiencias de otras administraciones provinciales.
- 19/09-22/09/2017: participación del Taller de automatización de monitoreo de deforestación en Argentina. Programa ONU-REDD Argentina.
- 10/05/2018: reunión con Juan Alejandro Páez y Mariela Miño presentación de metodología.
- 28/04/2019: reunión con Juan Alejandro Páez, Magalí Taureano, Agustina García Collazo, Julieta Bono, Lucia Ciuffoli, Gabriela Parnuchi. Evaluación de avances por parte del ANA. Intercambio de sugerencias y recomendaciones.

## Enfoque Territorial

Para la elaboración de la cartografía se subdividió el territorio en diferentes zonas menores, a los fines de generar regiones que presenten la menor heterogeneidad posible, para lograr mejores resultados de los procesos de clasificación, como así también para generar archivos procesables con el hardware existente.

De esta manera, en los departamentos 9 de Julio y Vera la unidad territorial que se utilizó para la clasificación fueron las divisiones administrativas (distritos). En el resto de la Provincia se definieron unidades territoriales uniformes desde el punto de vista de su cobertura espacial, a los fines de correr la clasificación en zonas con la menor heterogeneidad espectral posible. El departamento General Obligado se dividió en Cuña Boscosa, Domo Oriental. El resto del territorio se dividió en las siguientes áreas: Islas; Complejo Saladillos Norte y Sur; Zona Central 1, 2 y 3; Zona Sur 1, 2, 3 y 4; remanentes San Cristóbal, San Javier y Castellanos.

## Imágenes Satelitales utilizadas

En los departamentos 9 de Julio, Vera y General Obligado (tierra firme) se utilizaron imágenes USGS Landsat 8 Collection 1 Tier 1 and Real Time data RawScenes, son datos en tiempo real, que representan la radiancia escalada y calibrada en el sensor.

El Nivel 1 de procesamiento presenta correcciones radiométricas y geométricas que las hacen adecuadas para el análisis de series de tiempo (USGS2016).

En Islas; Complejo Saladillos Norte y Sur; Zona Central 1, 2 y 3; remanentes San Cristóbal, San Javier y Castellanos se utilizaron imágenes ESA Sentinel 2 MSI Nivel - 1C. El nivel de procesamiento 1C presenta reflectancia TOA con correcciones radiométricas y correcciones geométricas con precisión subpíxel (ESA 2015)

De las imágenes LandsatS se utilizaron las bandas 2; 3; 4; 5; 6 y 7 más el NDVI o SAVI, según los casos. Por su parte, de las Sentinel 2, las bandas 2; 3; 4 y 8 más el NDVI y SAVI.

## Procesamiento Realizado

Para cada unidad territorial, se generaron imágenes estacionales (Otoño 2017, Invierno 2017, Primavera 2017, Verano 2018) con la mediana de todas las imágenes nubosidad de cada período. Se calcularon los índices NDVI y/o SAVI para cada estación. Se construyó una única imagen apilando las bandas y los índices de cada estación.

Se aplicaron máscaras para enmascarar los cuerpos de agua utilizando la máxima extensión de cuerpos de agua detectada en el mapa Global SurfaceWaterMappingLayers, v1.0 (Pekel, 2016).

Asimismo, se utilizaron las manzanos catastrales para enmascarar las áreas urbanas.

Sobre la imagen resultante se realizó una clasificación no supervisada k-means (Arthur, 2007), definiendo entre 20 y 60 clases espectrales de acuerdo a las características de cada unidad territorial. Luego se procedió a la identificación y asignación de las clases espectrales a las categorías de cobertura, en este caso a la correspondiente a bosque nativo y a otras coberturas, con las categorías bosque y no bosque, respectivamente. Esta identificación y asignación se realizó mediante interpretación visual de los mosaicos utilizados en la clasificación conjuntamente con

imágenes satelitales de alta resolución de Google Earth. Se identificaron una o dos clases espectrales correspondientes a bosque nativo, la primera caracterizada por una cobertura continua del dosel, mientras que la segunda se corresponde a bosque más abierto.

## Postprocesamiento

Los resultados obtenidos de la clasificación fueron reclasificados en coberturas de bosque y no bosque y se aplicó el filtro de ventana móvil de 3 x 3 píxeles con criterio de moda para eliminar la alta frecuencia espacial.

Posteriormente, se realizó la conversión de ráster a vector y la reproyección a POSGAR 94 faja 5. Se eliminaron los polígonos de no bosque. Se disolvieron las clases espectrales en una sola categoría de cobertura (bosque). Se suavizaron los contornos. Se rellenaron los huecos de no bosque menores a 1 ha.

Las unidades mínimas mapeables variaron de acuerdo a los instrumentos utilizados clasificación y a las características locales de las unidades territoriales

En las unidades territoriales clasificadas con Landsat 8, se eliminaron los polígonos de bosque menores a 1 ha, debido a que la escala que brinda la resolución espacial de los productos Landsat es menor a 1:100.000, con la excepción del departamento 9 de Julio en donde dicho límite fue trasladado a 0,5 ha debido a las características propias de distribución del bosque.

En la zona central de este Departamento se produce la transición del bosque de tres quebrachos, ubicado en el domo occidental, y los bajos submeridionales. En dicha transición existen zonas en donde la distribución del bosque se observa en forma de pequeñas manchas menores a 1 ha (pero mayores a 0,5ha) en una matriz de pastizales que en su conjunto, muchas veces superan 20% de cobertura total. El motivo por el cual la clasificación no logra identificar la totalidad del área en su conjunto como bosque, se debe al alto contraste de los pastizales (muchas veces degradados) y las manchas de bosque. Las superficies en que ocurre este fenómeno son lo suficientemente significativas como para forzar el límite de la clasificación a 0,5 ha, no obstante es recomendable reclasificar dichas áreas con un instrumento de mayor precisión.

Para las unidades territoriales clasificadas con Sentinel 2, se eliminaron los polígonos menores a 0,5 ha, ya que la resolución espacial de este instrumento permite realizar productos de mayor escala y alcanzar el límite establecido por la definición de bosque COFEMA de 0,5 ha de extensión superficial mínima.

En la unidad territorial de islas se eliminaron polígonos menores a 0,12 ha. Esta se consideró la mínima unidad mapeable permitida por los productos obtenidos con Sentinel 2 (12 px.). Los fundamentos que explican el motivo por el que se extralimitó la superficie establecida por la definición de bosques de COFEMA, responden a las características de distribución del bosque en esta unidad territorial. En la zona de islas el bosque nativo se desarrolla sobre los albardones costeros, los cuales se distribuyen de manera lineal. La forma en que dichos bosques son identificados por éstos métodos de teledetección utilizados, es mediante pequeños polígonos sucesivos (mucho de los cuales son menores a 0,5 ha) Siendo el conjunto de dichos polígonos una unidad lineal que refleja la distribución real del bosque.

## Validación

A los fines de validar la exactitud de las coberturas asignadas y su correspondencia con los parámetros de la definición de bosque se procedió a realizar un proceso de validación que constó de dos etapas: validación de gabinete y validación de campo.

Este proceso se realizó para cada unidad territorial y se estableció 80% como límite de exactitud global mínima.

Para la validación de gabinete se realizó un diseño de muestreo probabilístico adecuado para una variable cualitativa dicotómica. El muestreo fue aleatorio estratificado. El tamaño de la muestra fue de 1 ha. De acuerdo al método de estimación del tamaño de muestra para una proporción (para un nivel de confianza del 95%) se estableció una relación de una muestra cada 600 ha. En las unidades territoriales que por proporción de bosque no alcanzaban las 50 muestras (para cobertura de bosque) se estableció dicha cifra como mínimo arbitrario. La validación de gabinete consistió en interpretar visualmente los parámetros de la definición de bosque en imágenes de alta y media resolución (Google Earth, Bing, Esri, Sentinel) en los puntos de muestreo establecidos con anterioridad.

La validación de campo se realizó en aquellos puntos de muestreo que en la validación de gabinete mostraban dudas interpretación y errores de omisión o comisión. Ésta consistió en realizar interpretaciones visuales de vuelos realizados con Dron.

Para cada unidad territorial, se confeccionaron matrices de confusión a los fines de determinar la exactitud de productor, de usuario y global. Los resultados de la validación alcanzaron satisfactoriamente el límite mínimo de exactitud global. Aunque cabe aclarar que el Departamento 9 de Julio y la zona norte de islas fueron los que presentaron valores de exactitud más bajos. Motivo por el cual se sugiere reclasificar estas unidades territoriales con Sentinel para el caso de 9 de Julio y re zonificar la zona de islas. La validación de campo se realizó sólo en los departamentos 9 de Julio, Vera y General Obligado (tierra firme) que se clasificaron con Landsat. En el resto de las unidades se realizó una validación de gabinete por triplicado (diferentes operadores).

#### Integración con OTBN vigente

El resultado de la clasificación se integró con el mapa de ordenamiento territorial los bosques nativos (OTBN) vigente. En esta integración se analizaron las diferencias metodológicas de ambos mapas y se identificaron los desmontes. En las unidades territoriales Domo Oriental, Calchaquí, Margarita, San Javier, Complejo Saladillos, Zona Central 2 y Castellanos se procedió a realizar una limpieza del OTBN vigente. Se eliminaron las plantaciones forestales exóticas, plantaciones urbanas, polígonos astilla, áreas clasificadas como bosques de ribera sin bosque, áreas naturales protegidas sin bosque. Finalmente se realizó la validación del mapa integrado, arrojando resultados satisfactorios de acuerdo con los objetivos establecidos.

Cabe aclarar que en la zona de islas no se realizó la integración con OTBN vigente ya que éste último no satisface las condiciones mínimas de calidad.

En las Zonas Sur 1; 2; 3 y 4 no se realizaron las clasificaciones actualizadas y sólo se procedió a la limpieza del OTBN vigente.

#### Asignación de categoría de conservación OTBN

El criterio de asignación de la categoría de conservación a las zonas incorporadas al OTBN consistió

en mantener la categorización vigente. Se realizaron correcciones relacionadas con adecuada identificación de las áreas de ribera.

Superficie por Categoría de conservación

Amarillo: 1.369.374,55 has.

Rojo: 372.687,55 has.

Se desafectó por Obra Pública: 3,55 has.

Las áreas categorizadas como bosque Rojo en el OTBN vigente, que no cumplían con los parámetros de la definición de bosque de la Resolución N° 230/12 COFEMA, fueron recategorizadas a los fines de protegerlos mediante normativa provincial. La superficie que fue removida de la categoría de conservación roja fue de 128.270,5 ha.

#### Referencias

USGS (2016).Landsat 8 (L8) Data Users Handbook Department of the Interior U.S. Geological Survey. Sioux Falls, South Dakota.

ESA (2015).Sentinel-2 User Handbook.ESA Standard Documentation.European Comission.

Arthur, D & S. Vassilvitskii (2007). K-means++: the advantages of carefull seeding. In: Proceedings of the eighteenth annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms, :1027-1035.

Jean-Francois Pekel, Andrew Cottam, Noel Gorelick, Alan S. Belward (2016). High resolution mapping of global surface water and its long-term changes. Nature 540, 418-422.doi: 10.1038/nature20584.