

Sistema de alerta temprana de deforestación (SAT-D)

Síntesis de resultados

1 de enero al 31 de diciembre de 2024
Fecha de elaboración: marzo 2025



**Secretaría de Turismo,
Ambiente y Deportes**
Vicejefatura del Interior

**Subsecretaría
de Ambiente**

AUTORIDADES

Presidente de la Nación

Javier Gerardo Milei

Jefe de Gabinete de Ministros

Guillermo Alberto Francos

Vicejefe de Gabinete del Interior

Lisandro Catalán

Secretario de Turismo, Ambiente y Deportes

Daniel Osvaldo Scioli

Subsecretario de Ambiente

Fernando Jorge Brom

Director de Bosques Nativos

Octavio Pérez Pardo

EQUIPO TÉCNICO

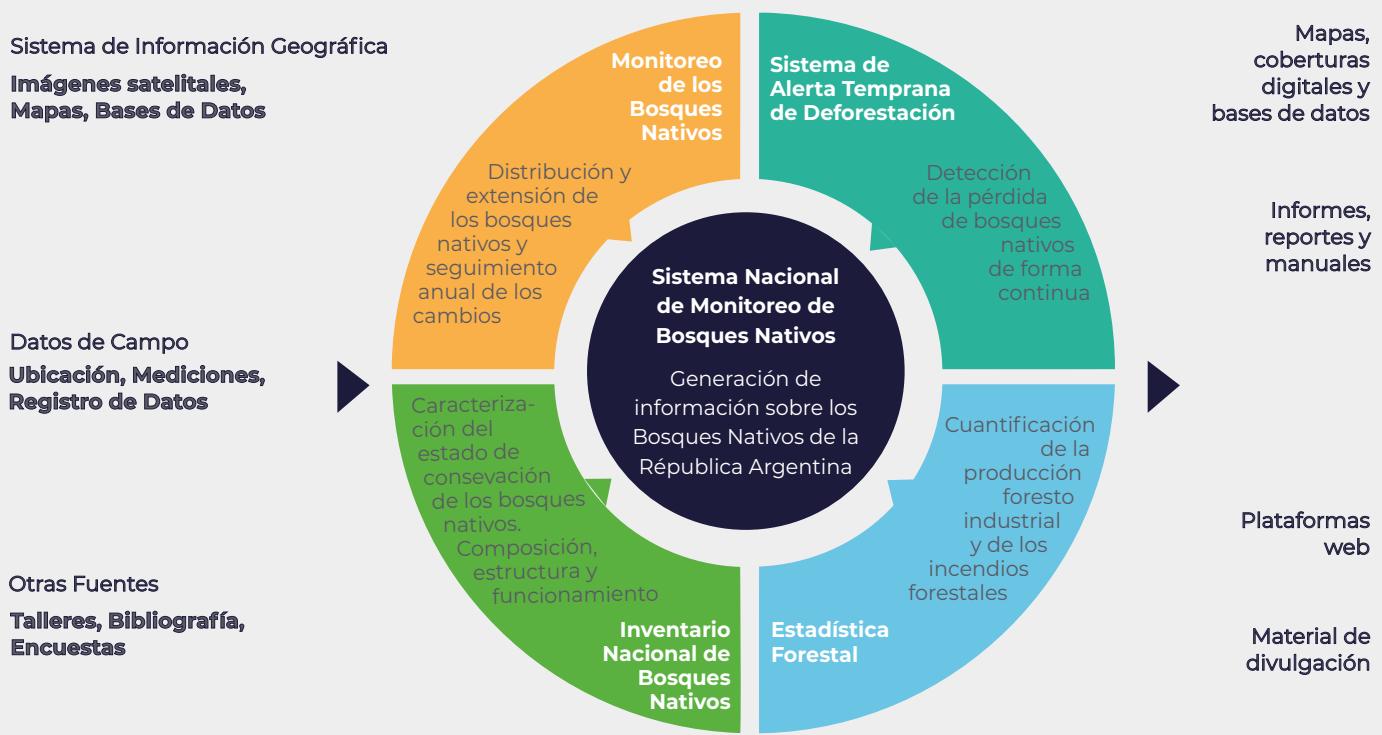
Lautaro Grande
Julieta Bono
Constanza Anouk Arfilli
Mariangel Arias
Abril Barrios
Micaela Bravo
Mariana Carnero
Florencia Cuerda
Franco Díaz
Carol Gonzalez
Doris Lund
Alejandra Santillán
Ricardo Zapata

Diseño

Carla Rubietti

INTRODUCCIÓN

El Sistema de Alerta Temprana de Deforestación (SAT-D) es uno de los componentes del Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques Nativos de la República Argentina (SNMBN¹), junto con el Monitoreo de los Bosques Nativos, el Inventario Nacional de Bosques Nativos y la Estadística Forestal. El SNMBN provee información actualizada de los recursos forestales nativos del país y permite dar seguimiento a la implementación de la Ley N° 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, colaborar con el cumplimiento de los convenios internacionales asumidos por el país en materia de Cambio Climático y brindar información a la sociedad sobre la importancia de los bosques nativos.



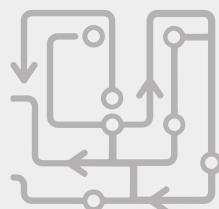
En este contexto, el SAT-D es una herramienta que monitorea la pérdida de bosque nativo de forma continua, a través de procesos semiautomatizados basados en imágenes satelitales y tiene como objetivo fortalecer las acciones de control y vigilancia sobre los bosques nativos de las autoridades locales de aplicación de la Ley N° 26.331.

El sistema procesa automáticamente cada quince (15) días, imágenes satelitales aplicando algoritmos de detección de cambios en el entorno de Google Earth Engine. El 100% de las alertas son luego validadas y procesadas en un entorno de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para ser cruzadas con información secundaria relacionada (Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos y Planes aprobados por las provincias y cargados en el Registro Nacional de Planes). Finalmente, se envía a cada provincia un reporte con el detalle de las alertas y el requerimiento de información sobre la legalidad de cada evento de deforestación: si estaba autorizado o no, instrumento que autoriza el desmonte, número de expediente y medidas a tomar en caso de los eventos ilegales, entre otros datos.

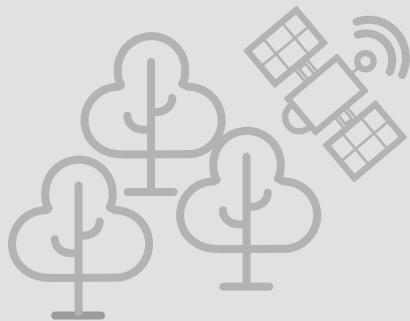
¹ <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/monitoreo-bosques-nativos>

ETAPAS

Desarrollo



Generación y Validación



Cobertura satelital



Post procesamiento de alertas

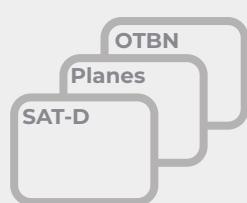


Validación y digitalización

Análisis



Cruce de información

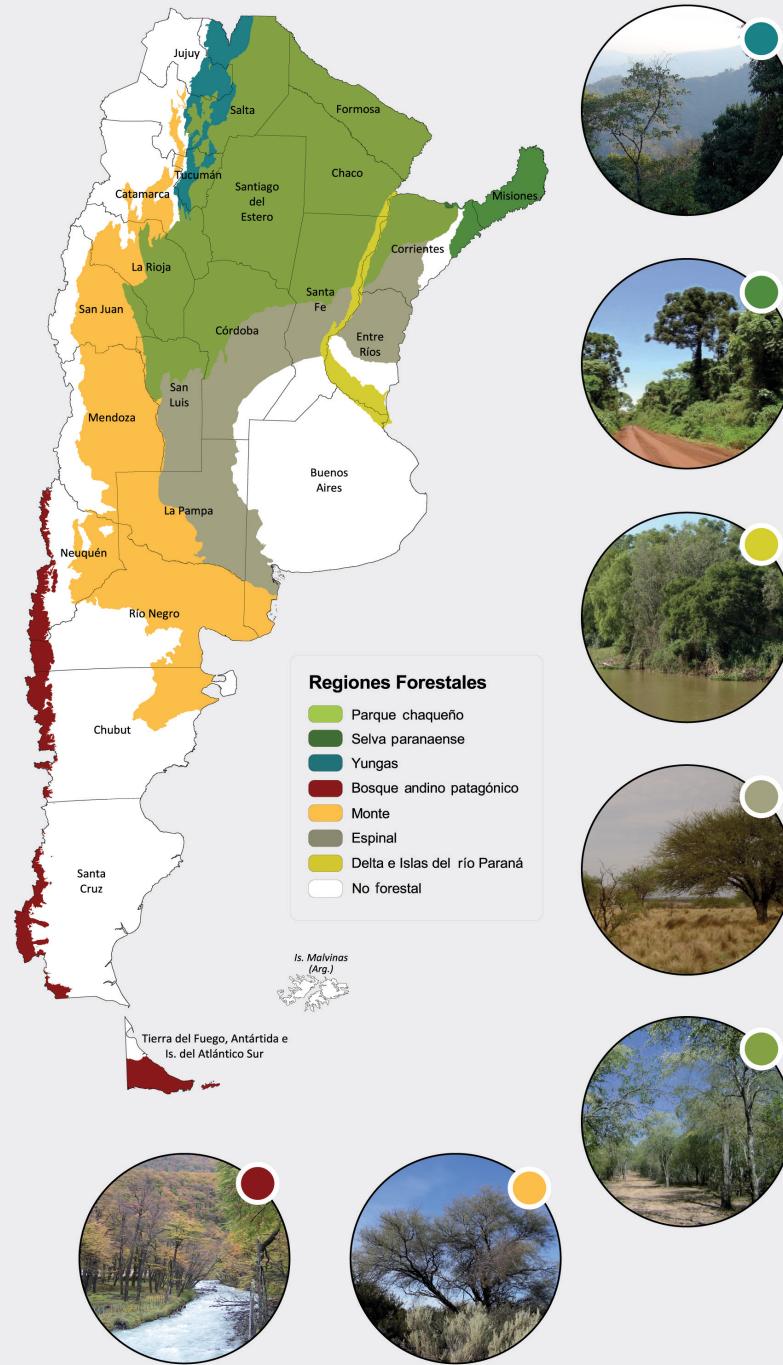


Comunicación



Notificaciones y respuestas

En primera instancia (2018) se comenzó con el monitoreo de la región forestal Parque Chaqueño (subregiones Semiárida y Húmeda), posteriormente parte de Yungas y a partir de abril del año 2021 se incorporó la región del Bosque Andino Patagónico. Con el fin de alcanzar la meta de nacionalizar el SAT-D, en 2022 se ha ampliado el área de cobertura a la región Selva Paranaense en las provincias de Corrientes y Misiones y las provincias de Catamarca, La Rioja, San Juan y San Luis en las regiones Parque Chaqueño y Yungas. A partir del año 2023 se incorpora la región Espinal, distrito del Ñandubay en las provincias de Entre Ríos y Corrientes.



El SAT-D a su vez, permite fortalecer el sistema de monitoreo que lleva adelante la Dirección de Bosques Nativos, que brinda los datos de pérdida de bosque nativo anuales de todo el país. Es importante aclarar que, para cumplimentarlo, los registros del SAT-D se adaptan a la metodología empleada a nivel nacional, así como a las escalas espacial y temporal. Se evalúa, además, la situación de las alertas al finalizar el año 2024.

En el presente informe se presenta una síntesis de los resultados obtenidos para el año 2024.

CARACTERÍSTICAS DEL SAT-D

El SAT-D comenzó a funcionar operativamente en noviembre de 2018. En el marco de un proceso de mejora continua, desde 2020 se cuenta con un sistema optimizado que permite procesar las imágenes satelitales completamente en la nube, con ajustes de algoritmos y la incorporación de imágenes de mayor resolución temporal y espacial.

El sistema se ejecuta cada quince (15) días y procesa automáticamente imágenes satelitales Landsat 7, Landsat 8 y Sentinel 2, para la generación de alertas de deforestación, aplicando algoritmos de detección de cambios en el entorno de Google Earth Engine (GEE). El sistema está desarrollado en Python y utiliza la API de GEE para este lenguaje.

La detección de alertas de deforestación se basa en el análisis de series temporales de NDFI (Normalized Degradation Fraction Index) obtenidas a partir de imágenes Landsat y Sentinel-2. Este análisis se realiza evaluando el NDFI desde 3 enfoques diferentes. El NDFI es un índice espectral que ofrece ventajas en la detección de daños sutiles en el dosel de bosques asociados a extracción selectiva o fuego en comparación con las bandas de reflectancia u otros índices de vegetación, ya que enfatiza las diferencias de señal espectral entre bosques en buen estado de conservación, bosques disturbados y deforestados.

La totalidad de las alertas son luego validadas y digitalizadas mediante interpretación visual observando las imágenes disponibles para cada período. Se utiliza para ello una aplicación desarrollada en GEE que permite cargar en el software QGIS las imágenes disponibles en dicha plataforma y evitar la descarga de las mismas, reduciendo así el tiempo y espacio de almacenamiento requerido. Las alertas son procesadas en el módulo de SAT-D del Sistema Integrado de Información Forestal (SIIF), para el cálculo de superficies y el cruce con información secundaria: departamentos, Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN) y Planes aprobados por las provincias y cargados en el Registro Nacional de Planes².

Una vez finalizado el procesamiento, se envía a cada provincia un reporte con el detalle de las alertas y el requerimiento de información sobre la legalidad de cada evento de deforestación: si estaba autorizado o no, instrumento que autoriza el desmonte, número de expediente y medidas a tomar en caso de los eventos ilegales, entre otros datos. Los reportes incluyen una tabla resumen con información de cada polígono deforestado (superficie, OTBN, plan y departamento) y a modo ilustrativo se presentan capturas de las imágenes de media resolución empleadas para la digitalización, que muestran la situación inicial y final.

² Se sugiere consultar el Informe de estado de implementación de la Ley N° 26.331 para mayor detalle de los OTBN y Planes, disponible en <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/manejo-sostenible>

RESULTADOS – AÑO 2024

Superficie y cantidad de alertas 2024

Durante el año 2024, se registró un total de 9.796 alertas (Tabla 1, Fig. 1) que representan una superficie de 253.919 ha (Tabla 1, Fig. 2 y Anexo cartográfico) en las regiones Parque Chaqueño, Selva Paranaense, Yungas, Bosque Andino Patagónico y Espinal – Distrito del Ñandubay; con información de las provincias de Catamarca; Chaco; Chubut; Córdoba; Corrientes; Entre Ríos; Formosa; Jujuy; La Rioja; Misiones; Neuquén; Río Negro; Salta; San Juan; San Luis; Santa Fe; Santiago del Estero; Tierra del Fuego, Antártida e Islas de Atlántico Sur³ y Tucumán. No se registraron alertas en la provincia Santa Cruz.

Durante el año 2024 las superficies registradas presentaron un mínimo de 1915 ha para la segunda quincena de abril y un máximo durante la segunda quincena de septiembre de 48.073 ha.

Fig. 1. Cantidad de alertas registradas por el SAT-D en 2024, por quincena y acumulada.

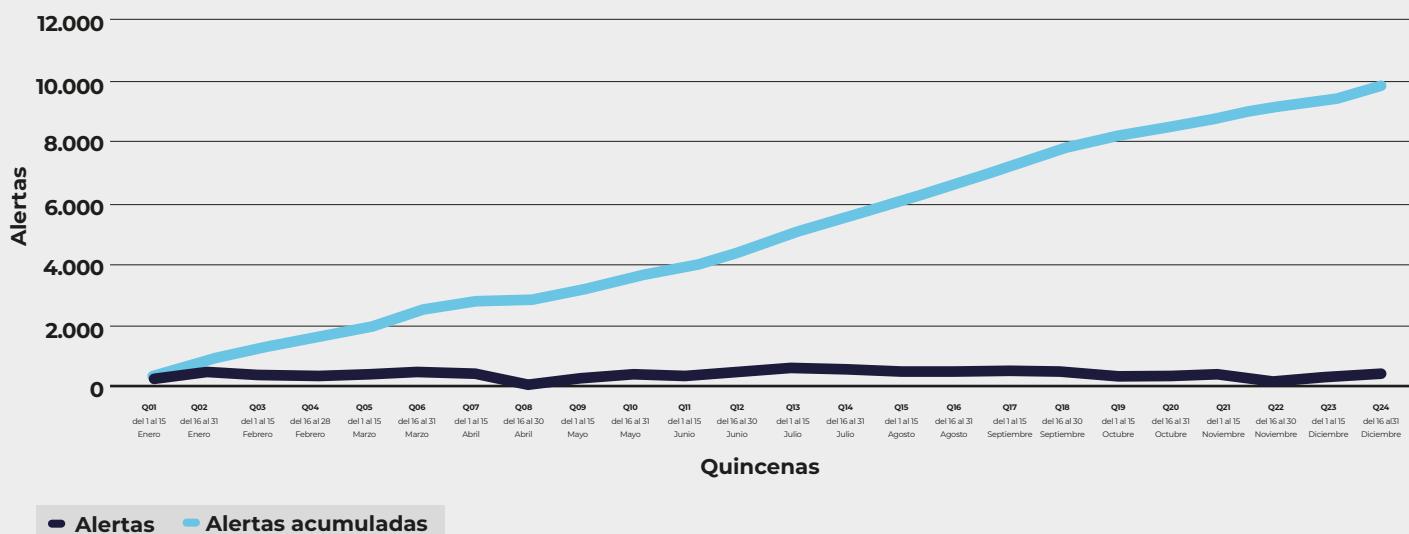
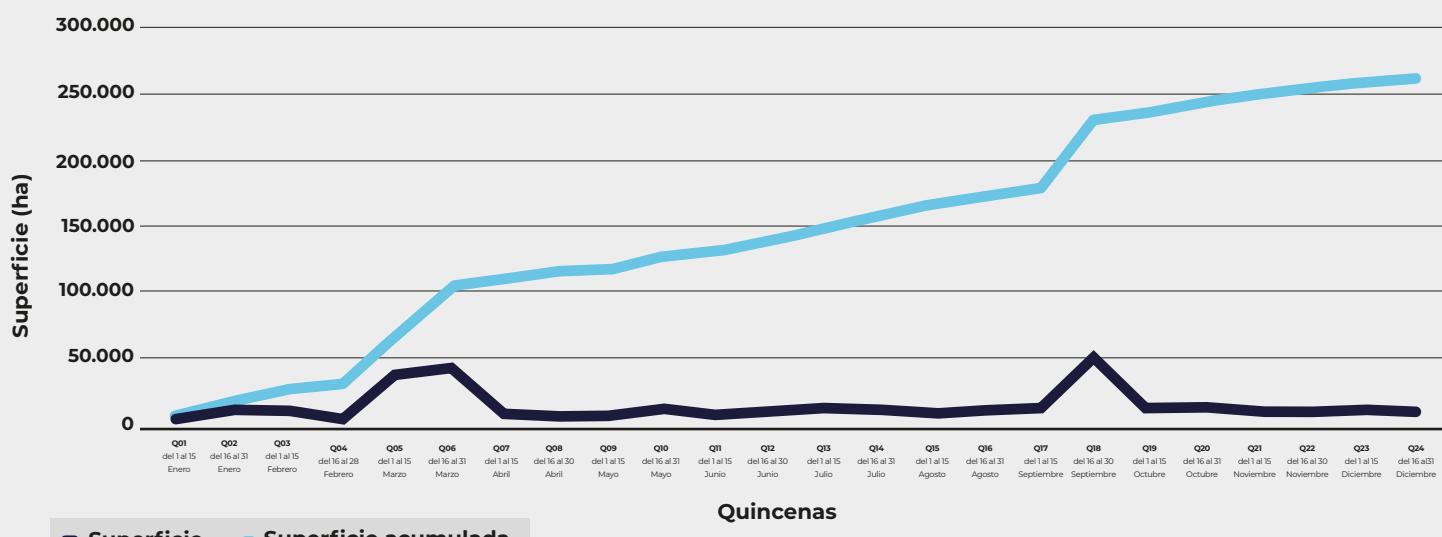


Fig. 2. Superficie de alertas registradas por el SAT-D en 2024, por quincena y acumulada.



³En adelante esta provincia se mencionará de forma abreviada como Tierra del Fuego.

La provincia que registró mayor cantidad de alertas fue Santiago del Estero con un 23,5%, que representa un 20,7% de la superficie, seguida por Chaco con un 20,8% de las alertas y 12,3% de la superficie y Formosa con un 9,9% de las alertas y un 31% de la superficie (Tabla 1).

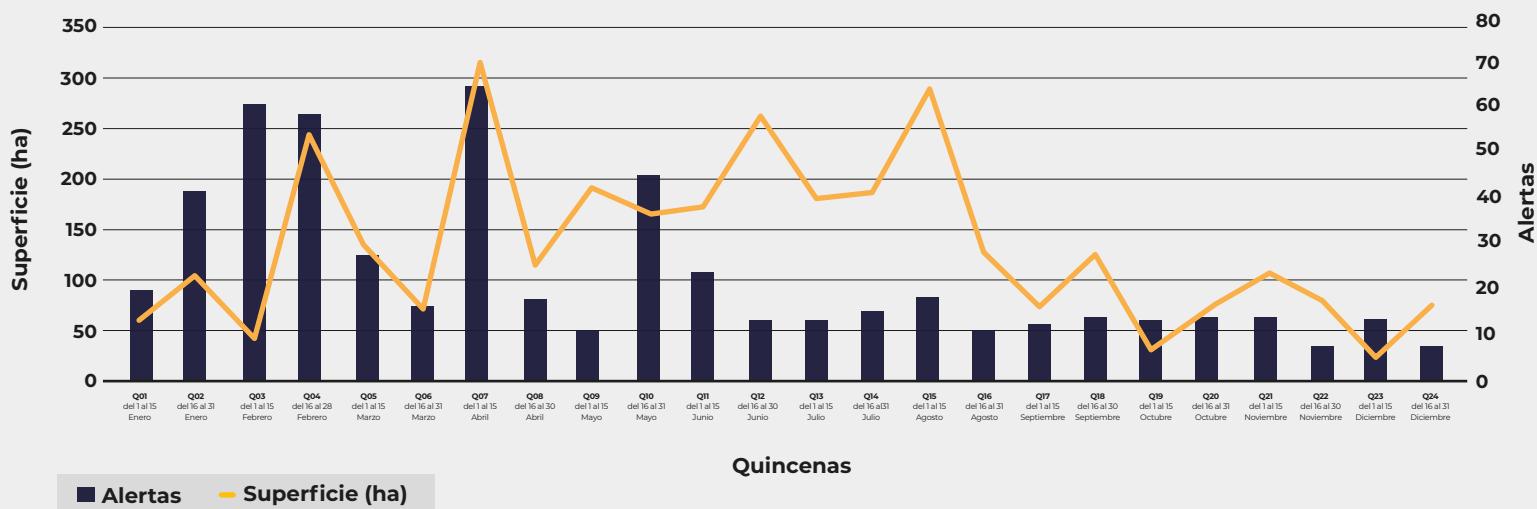
Tabla 1. Cantidad y superficie de alertas registradas por el SAT-D en 2024, por provincia.

Provincias	Cantidad	Superficie (ha)
Catamarca	557	3.225
Chaco	2.033	31.280
Chubut	35	4.361
Córdoba	223	27.799
Corrientes	166	2.290
Entre Ríos	790	5.941
Formosa	974	78.647
Jujuy	70	2.933
La Rioja	353	4.752
Misiones	771	1.633
Neuquén	6	65
Río Negro	12	474
Salta	359	11.460
San Juan	1	1
San Luis	217	20.559
Santa Cruz	0	0
Santa Fe	617	3.589
Santiago del Estero	2.307	52.481
Tierra del Fuego	3	2
Tucumán	302	2.427
Total	9.796	253.919

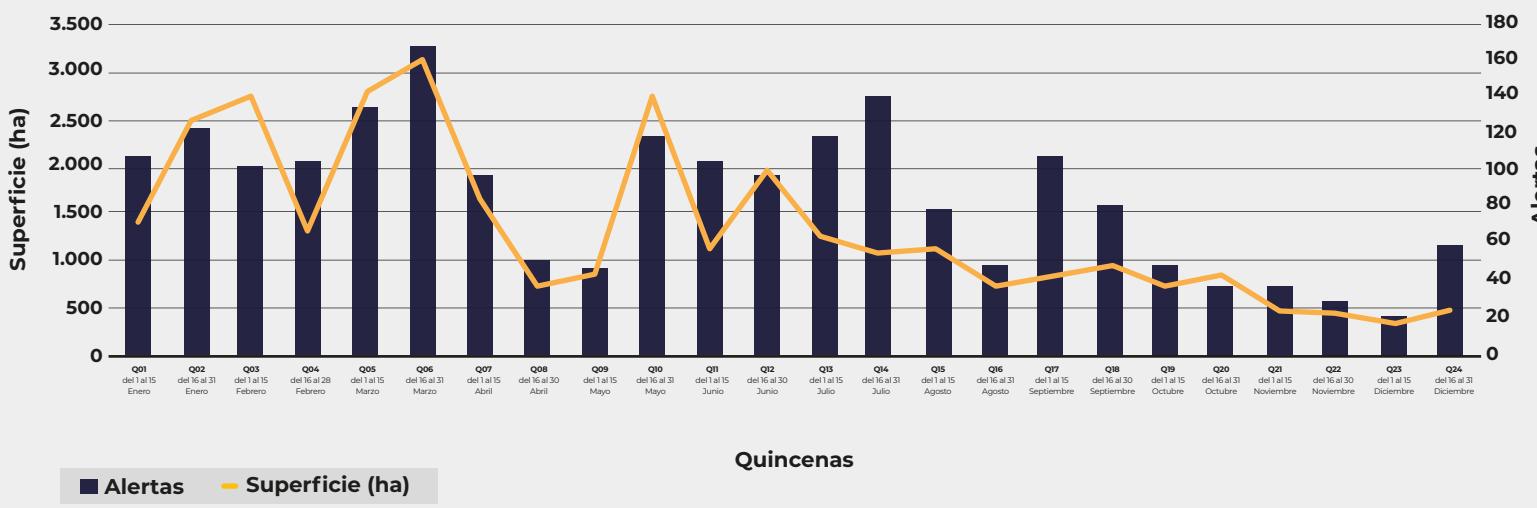
La figura 3 muestra la variación de las alertas y su superficie, registradas a lo largo del año para cada una de las provincias.

Fig. 3. Cantidad y superficie de alertas (en ha) registradas por el SAT-D en 2024, por quincena y provincia. a) Catamarca; b) Chaco; c) Chubut; d) Córdoba; e) Corrientes; f) Entre Ríos; g) Formosa; h) Jujuy; i) La Rioja; j) Misiones; k) Neuquén; l) Río Negro; m) Salta; n) San Juan; ñ) San Luis; o) Santa Fe; p) Santiago del Estero; q) Tierra del Fuego; r) Tucumán.

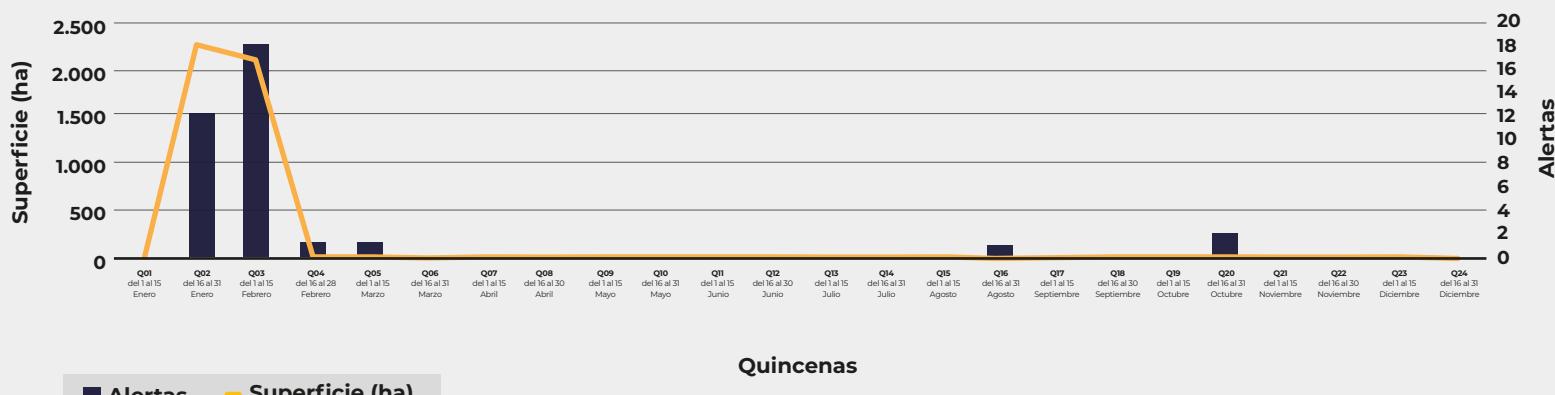
a) Catamarca



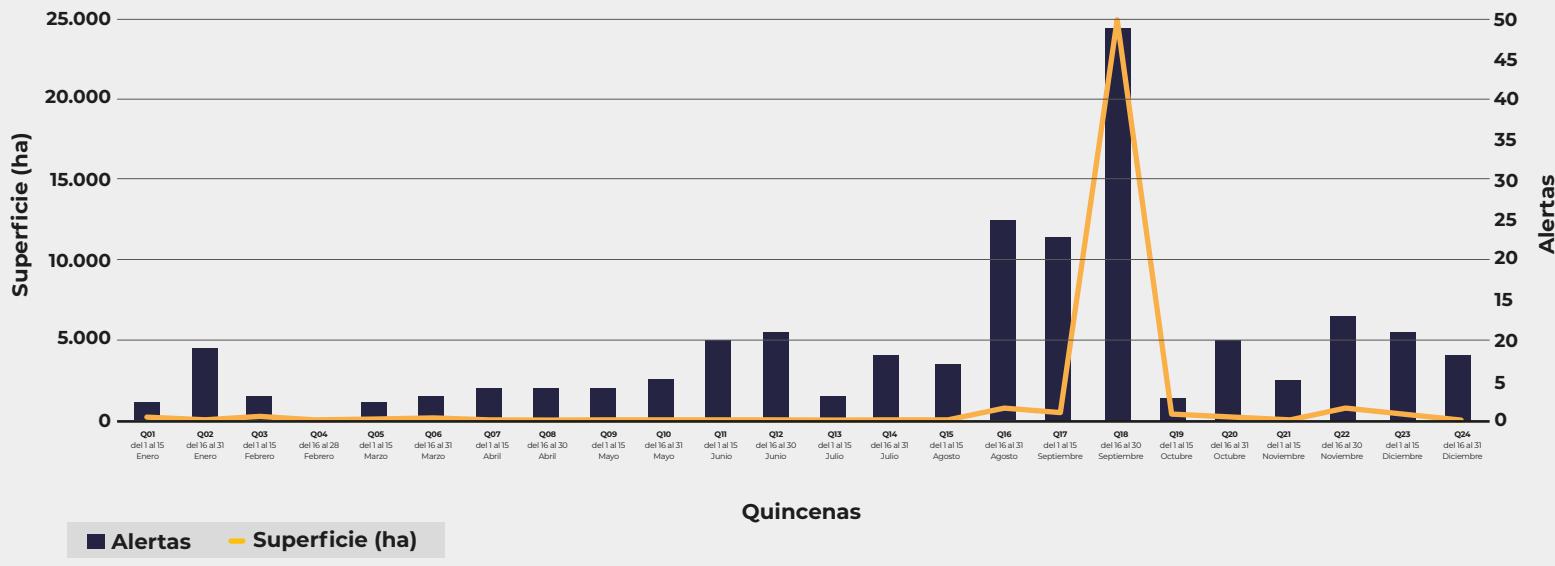
b) Chaco



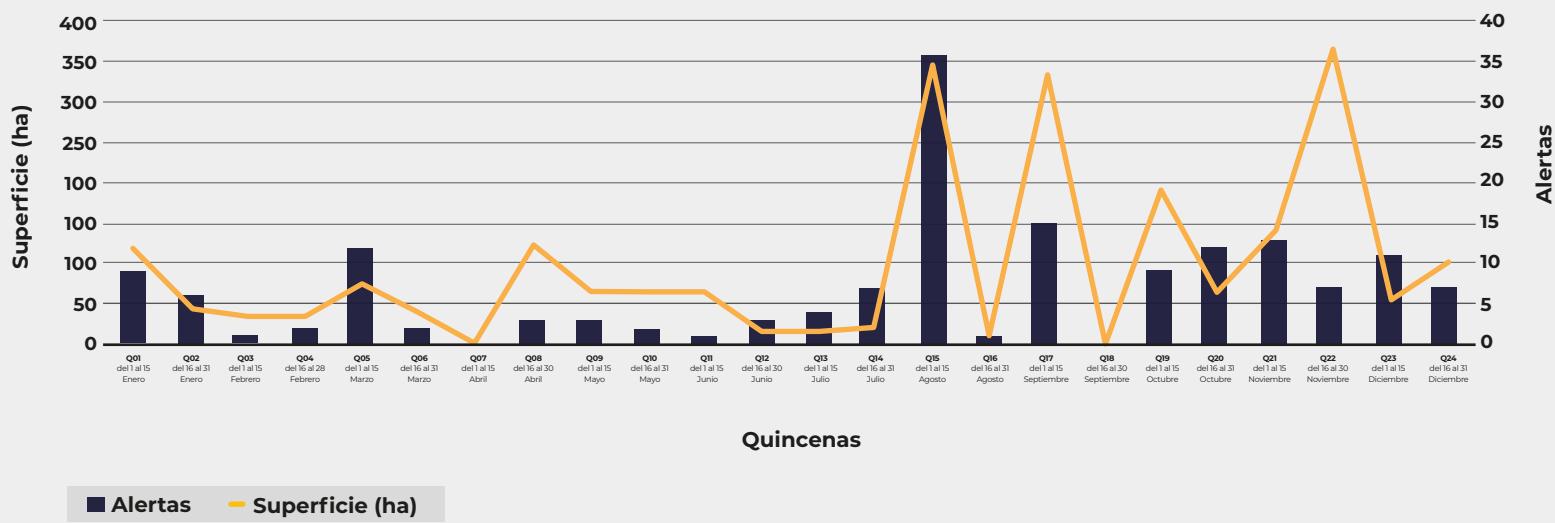
c) Chubut



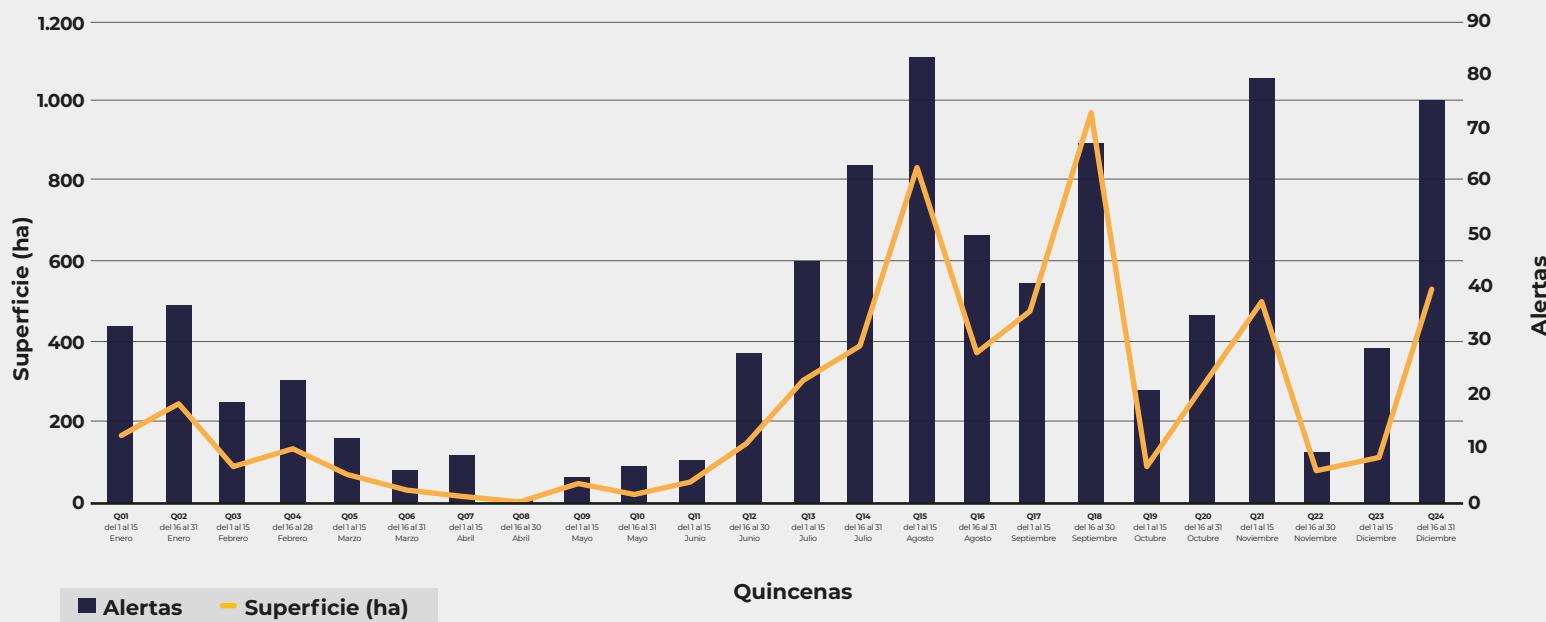
d) Córdoba



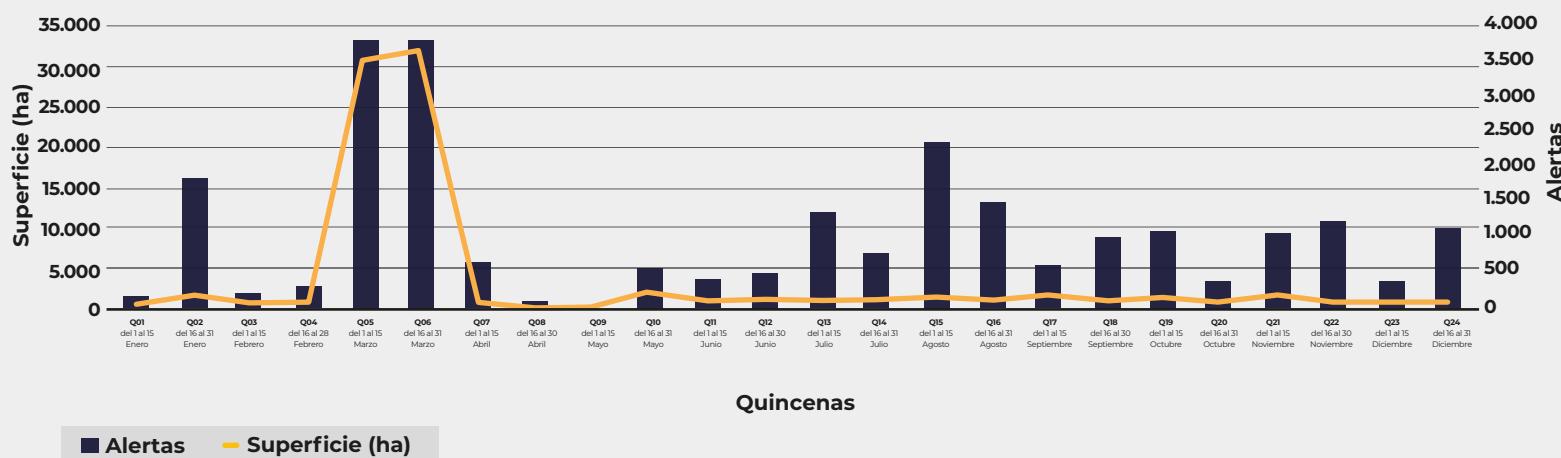
e) Corrientes



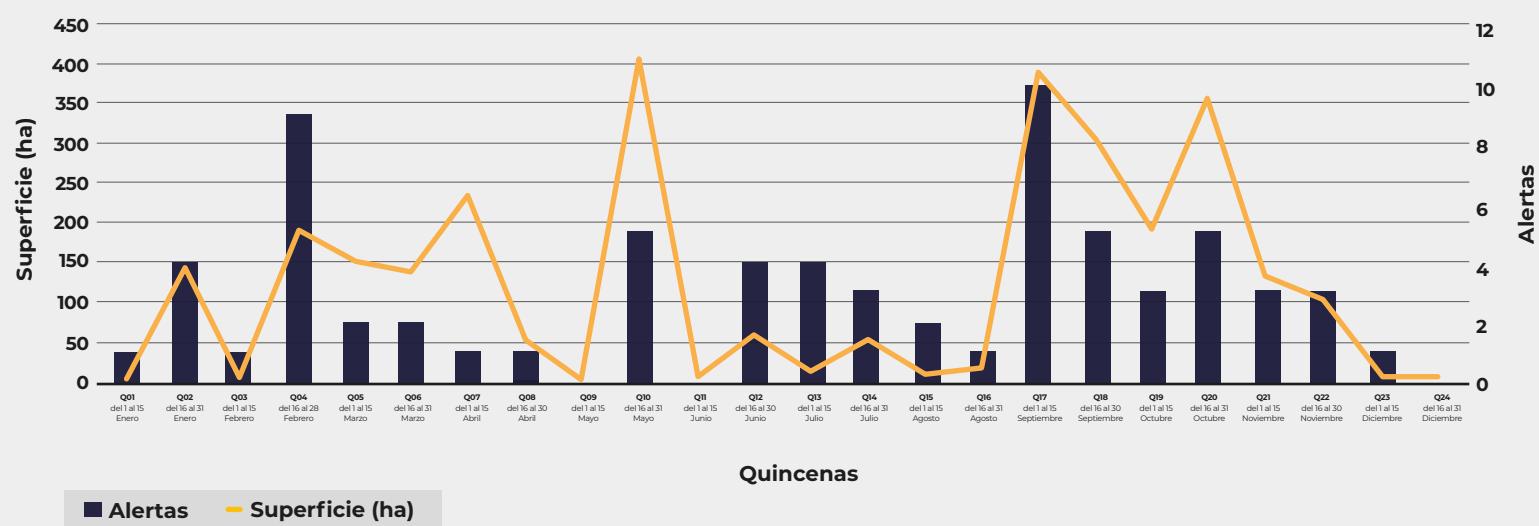
f) Entre Ríos



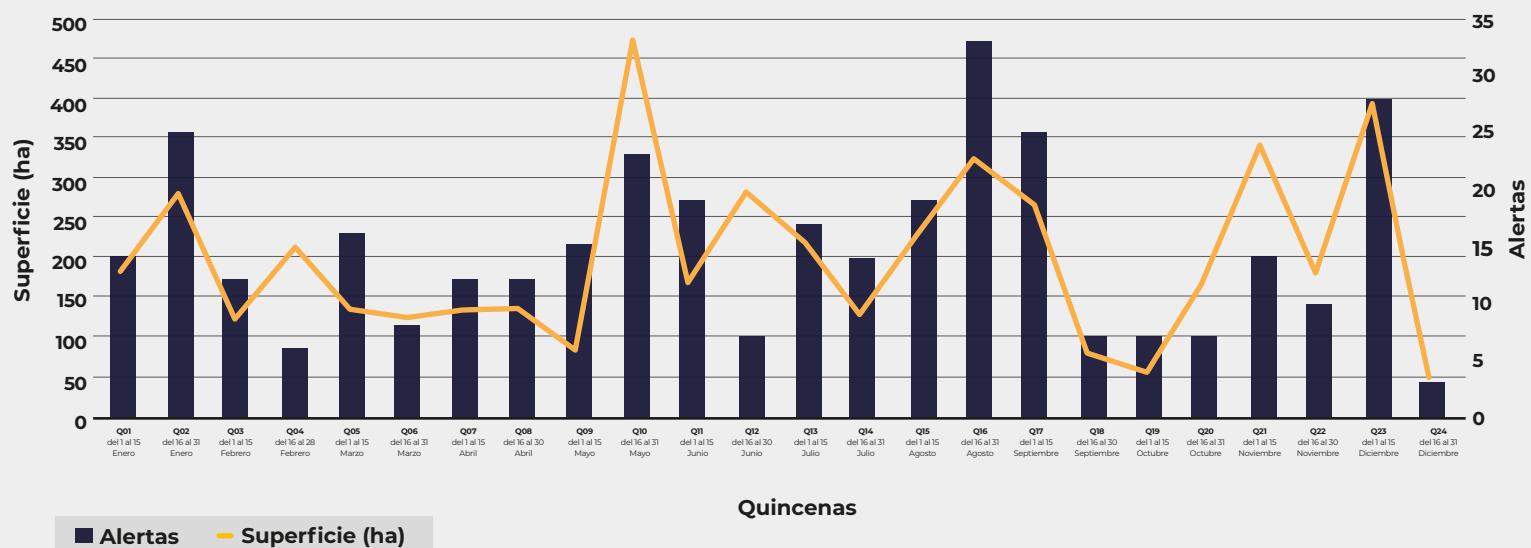
g) Formosa



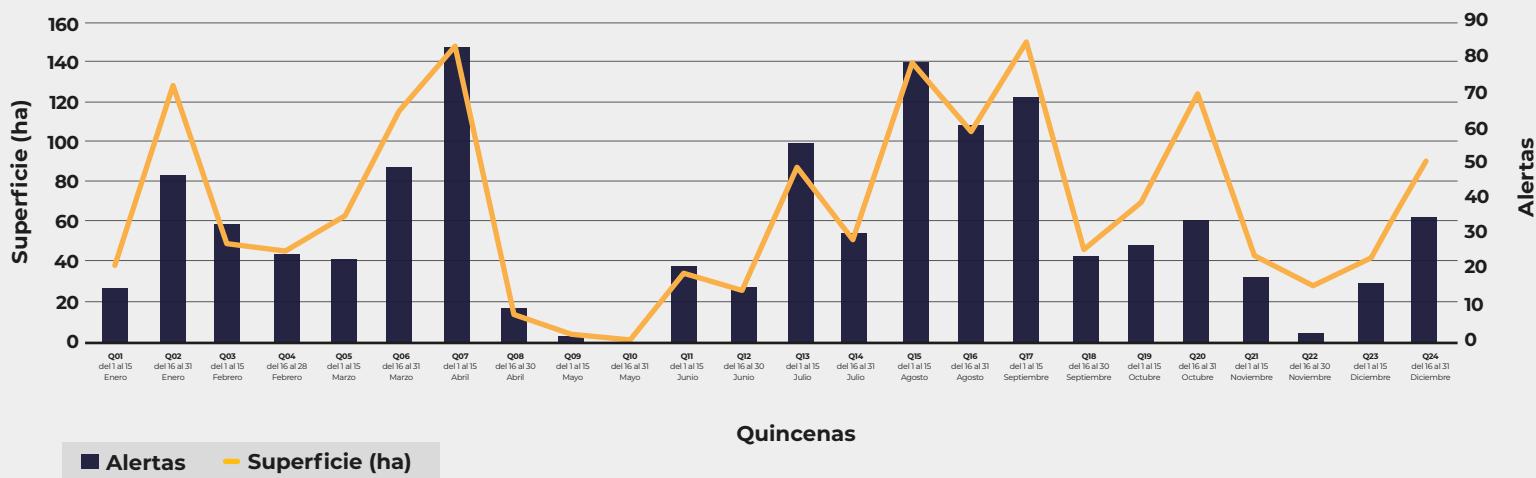
h) Jujuy



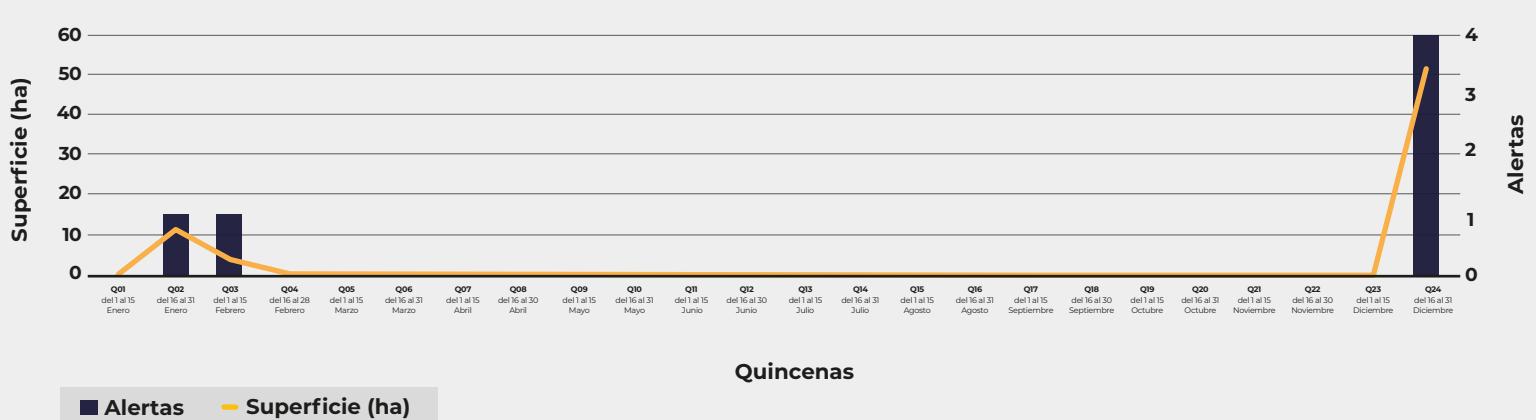
i) La Rioja



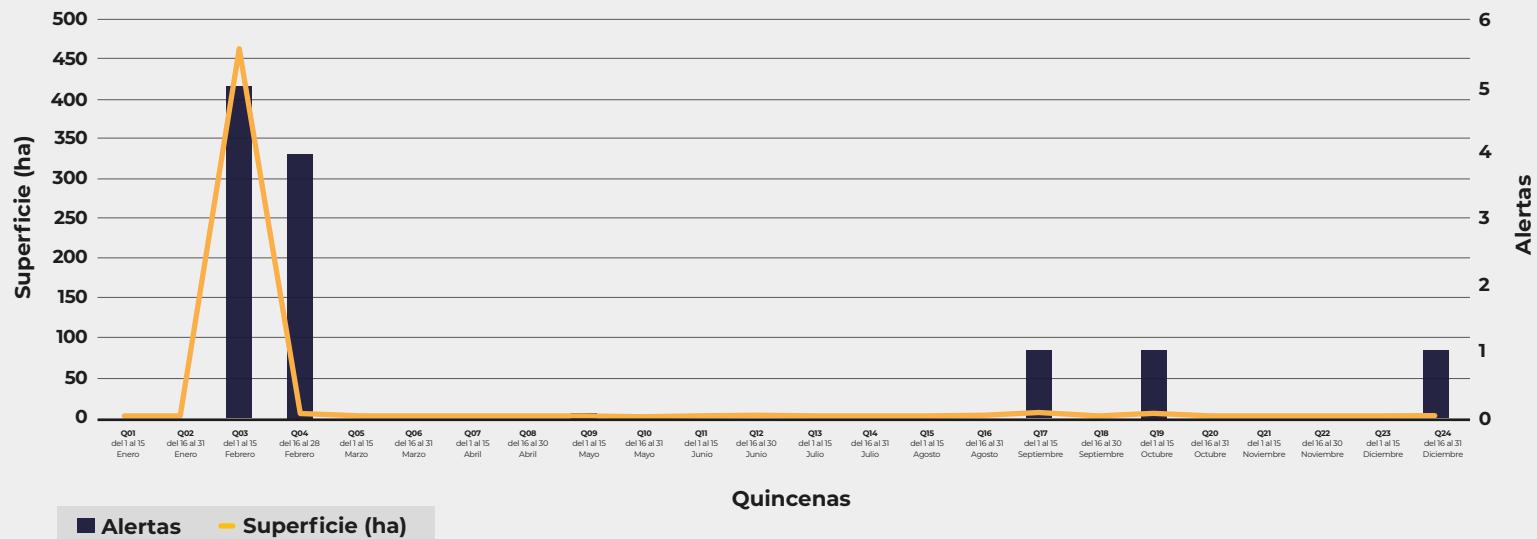
j) Misiones



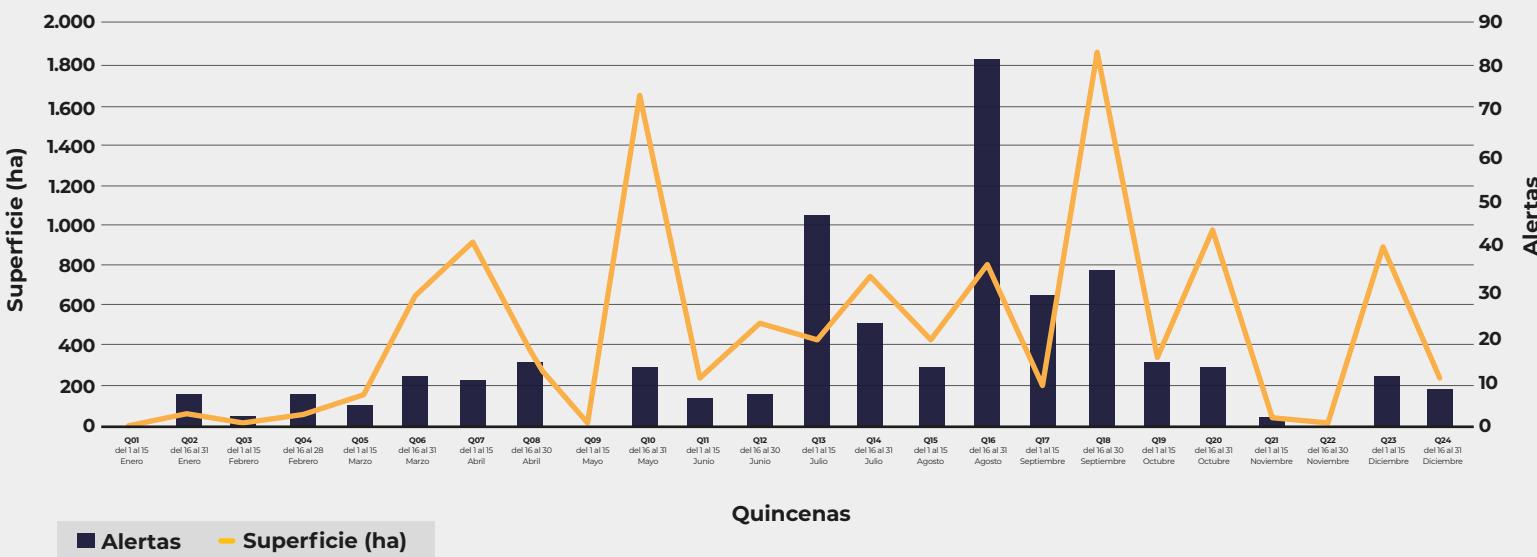
k) Neuquén



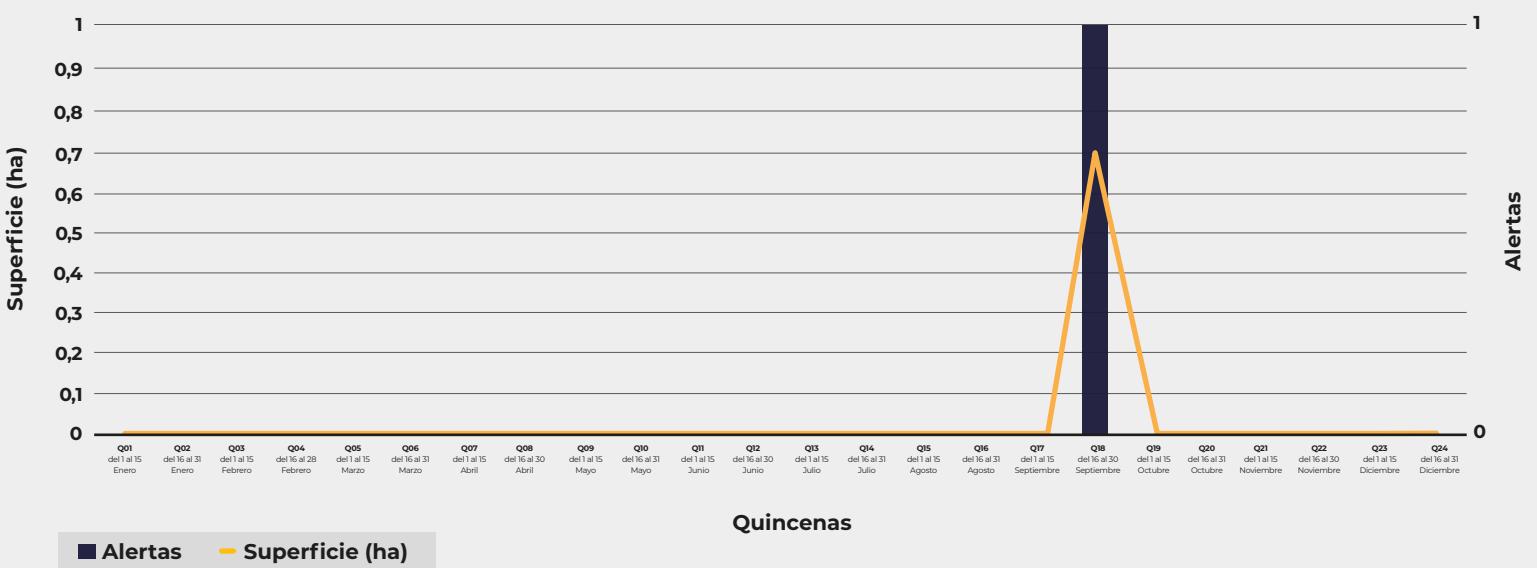
I) Río Negro



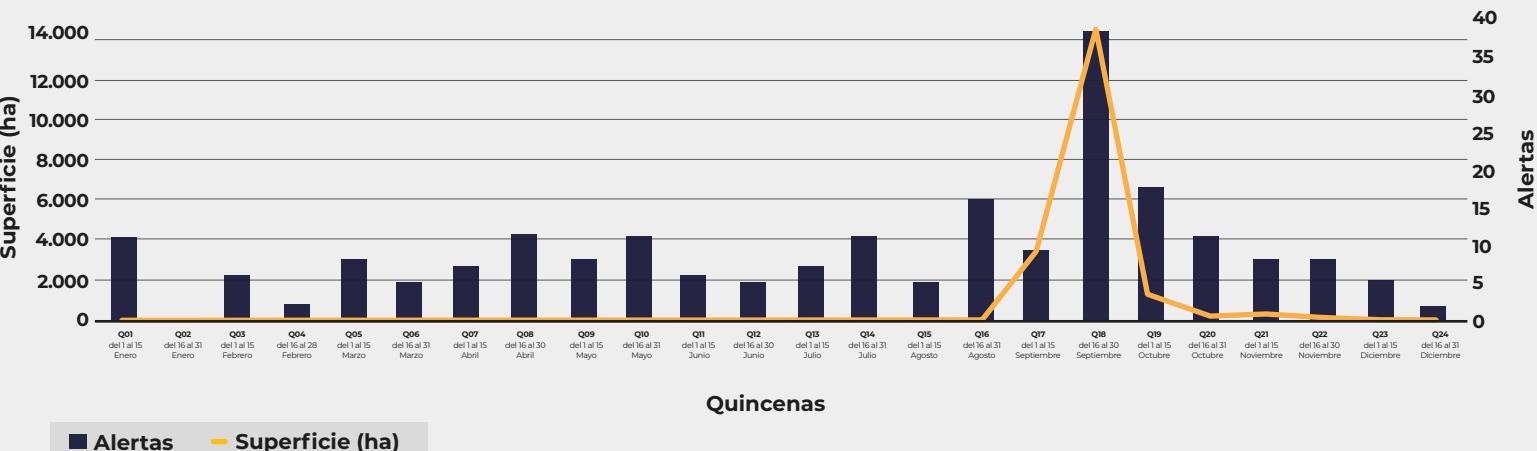
m) Salta



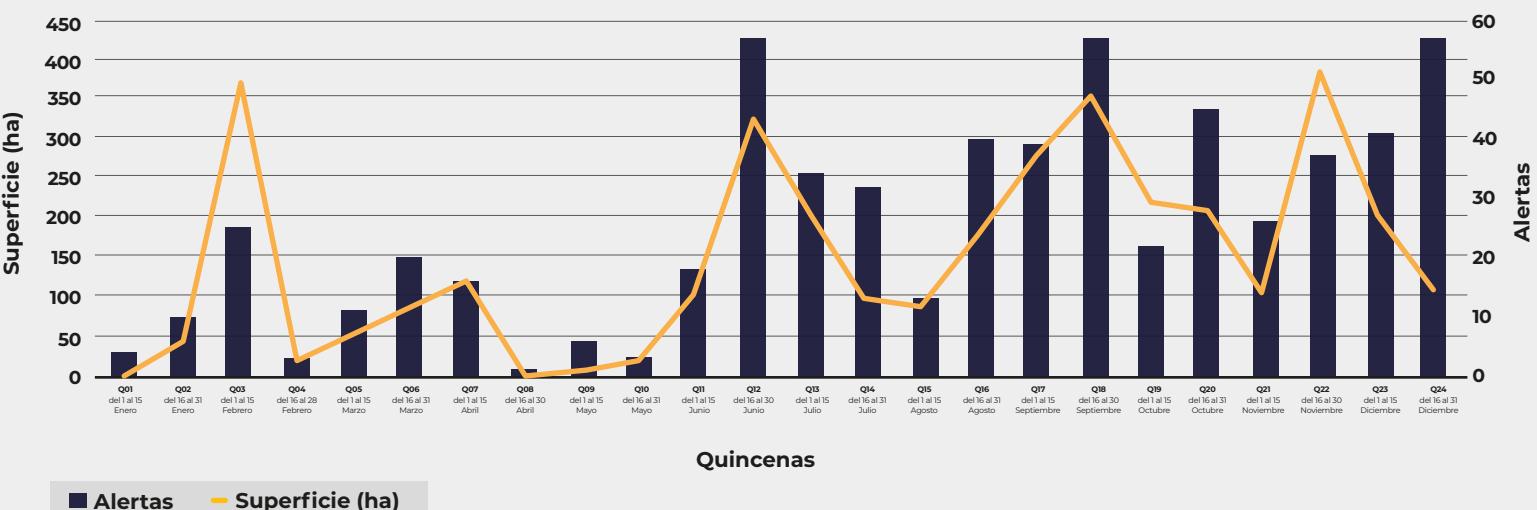
n) San Juan



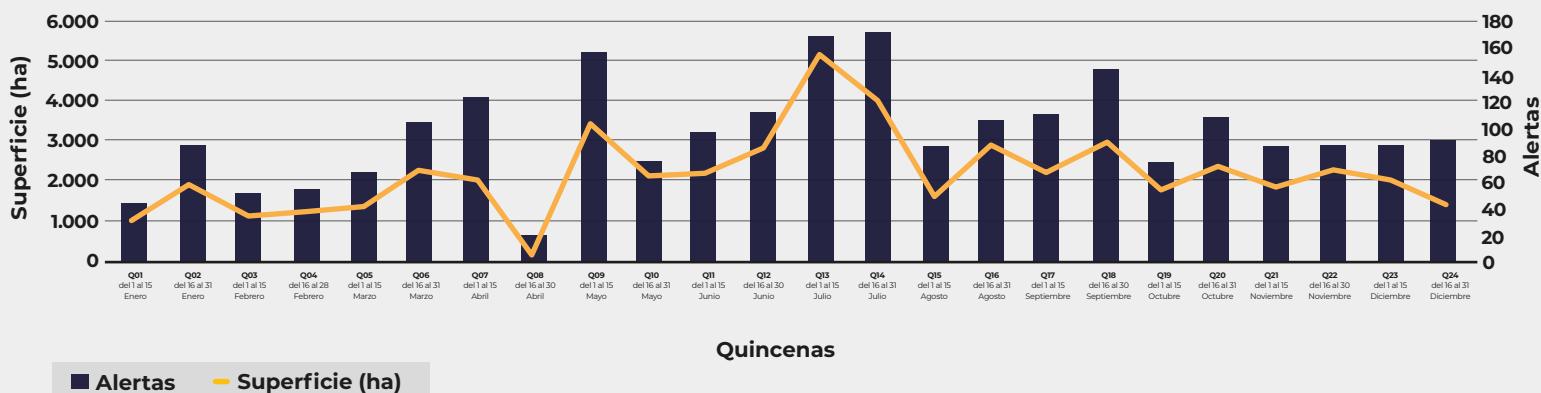
n) San Luis



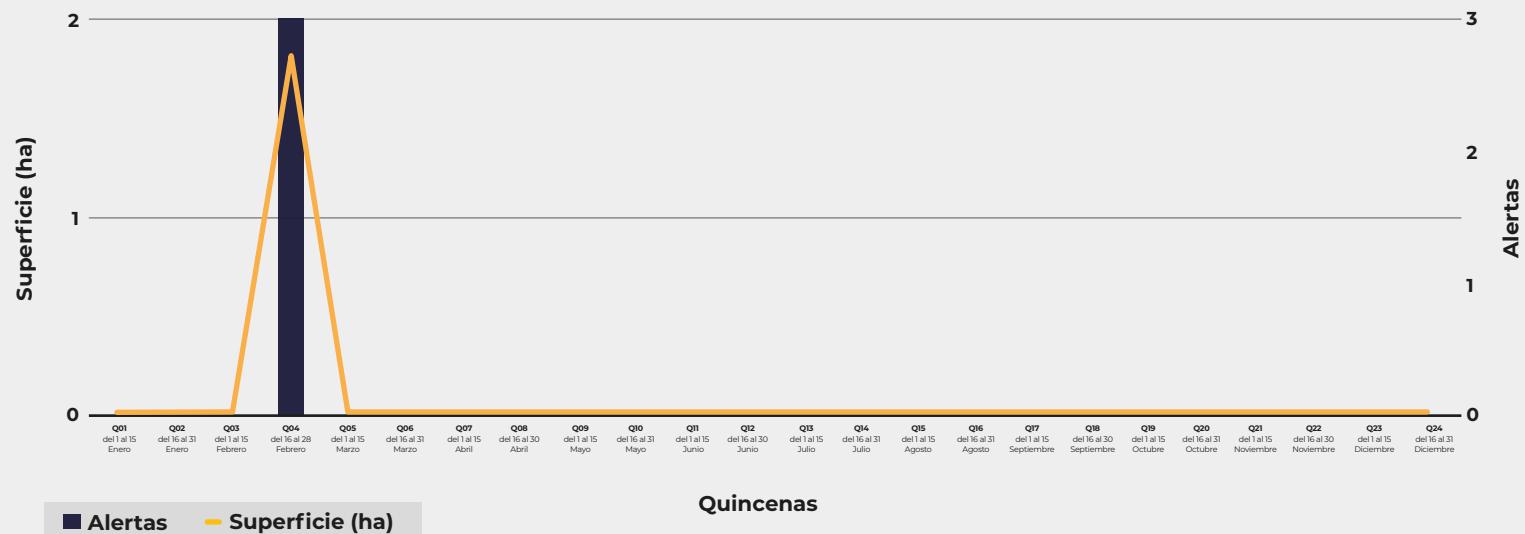
o) Santa Fe



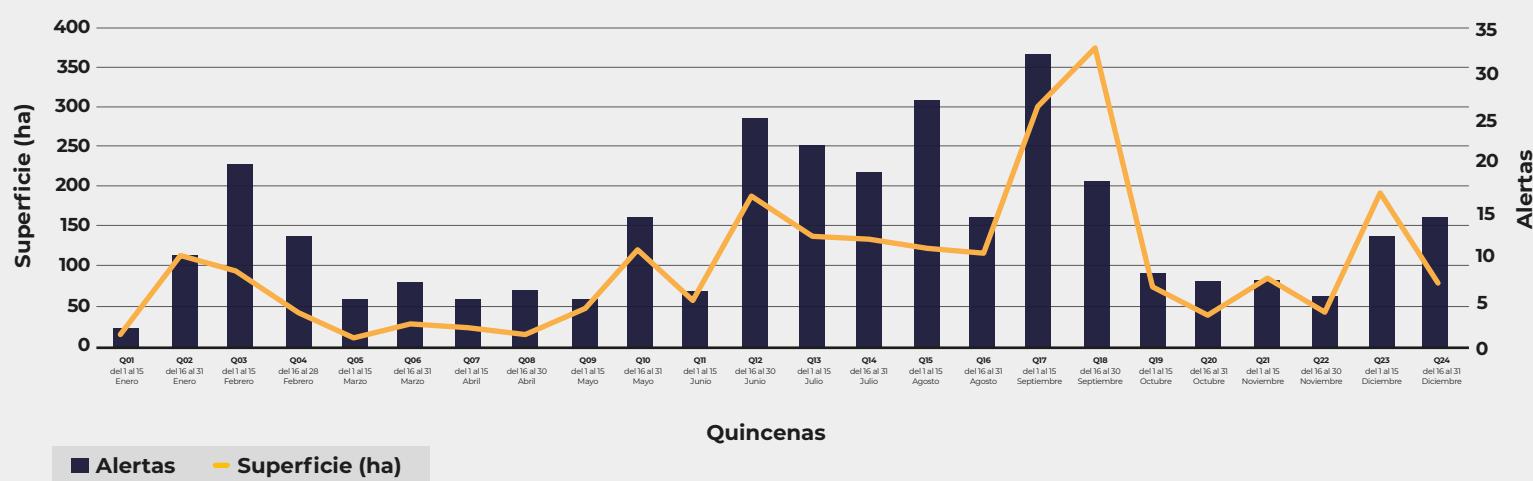
p) Santiago del Estero



q) Tierra del Fuego



r) Tucumán



SAT-D e INCENDIOS FORESTALES

Durante el año 2024, alrededor del 48% de la superficie de alerta estuvo asociada a incendios forestales (Fig. 4), que ocurrieron principalmente en marzo y septiembre (Fig. 5). En la mayoría de las provincias se registraron alertas vinculadas a incendios forestales, con excepción de Jujuy, San Juan y Tierra del Fuego. La provincia con más superficie en alerta de bosque nativo afectada por incendios fue Formosa, seguida por Córdoba y San Luis (Tabla 2). En Chubut y Neuquén, representaron el 100% del total de la superficie registrada, el 97,6% en la provincia de Río Negro, y 93,7% en Córdoba.

Fig. 4. Proporción de la superficie de alertas registradas vinculadas a incendios forestales.

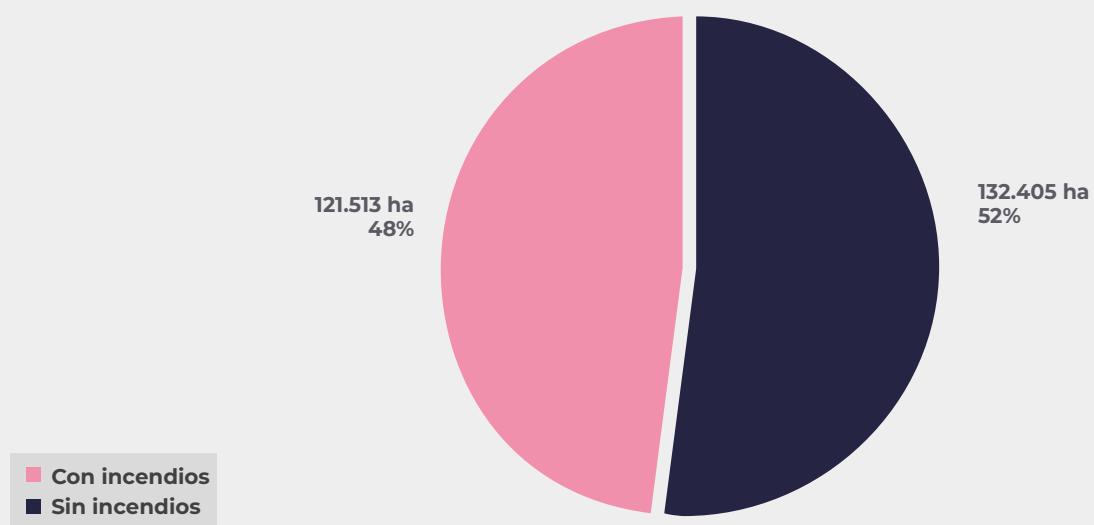


Fig. 5. Superficie de alertas registradas vinculadas a incendios forestales, por quincena.

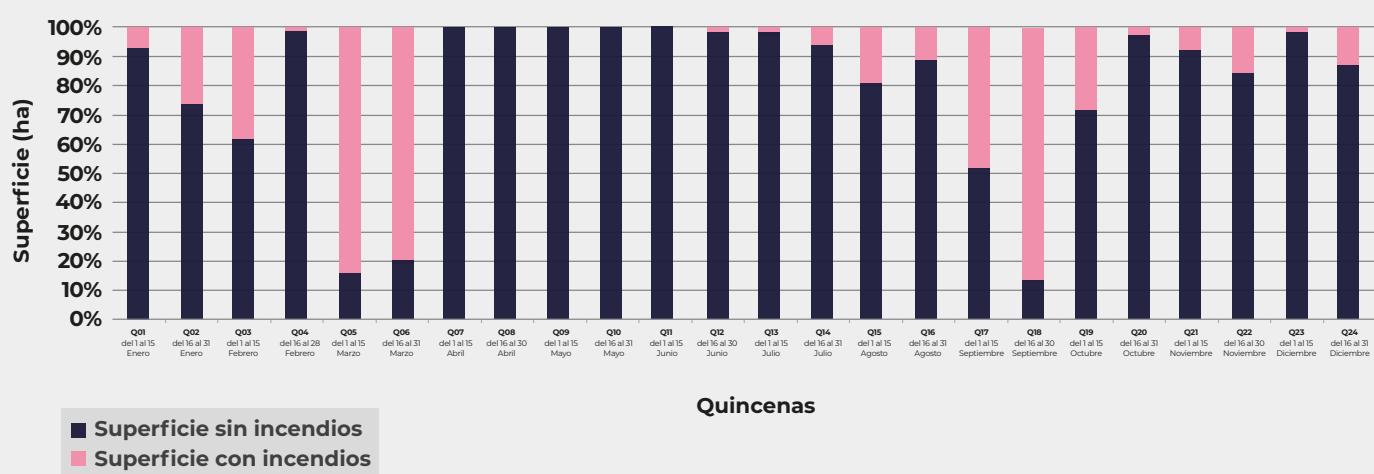


Tabla 2. Superficie de alertas registradas vinculadas a incendios forestales, por provincia.

Superficie			
Provincias	Total (ha)	Con incendio (ha)	Porcentaje (%)
Catamarca	3.225	207	6,4
Chaco	31.280	784	2,5
Chubut	4.361	4.361	100,0
Córdoba	27.799	26.055	93,7
Corrientes	2.290	1.537	67,1
Entre Ríos	5.941	3.314	55,8
Formosa	78.647	62.855	79,9
Jujuy	2.933	0	0,0
La Rioja	4.752	68	1,4
Misiones	1.633	47	2,9
Neuquén	65	65	100,0
Río Negro	474	463	97,6
Salta	11.460	1.701	14,8
San Juan	1	0	0,0
San Luis	20.559	18.242	88,7
Santa Cruz	0	0	0,0
Santa Fe	3.589	630	17,6
Santiago del Estero	52.481	691	1,3
Tierra del Fuego	2	0	0,0
Tucumán	2.427	493	20,3
Total	253.919	121.513	47,9

ALERTAS 2024 Y CATEGORÍAS DE CONSERVACIÓN

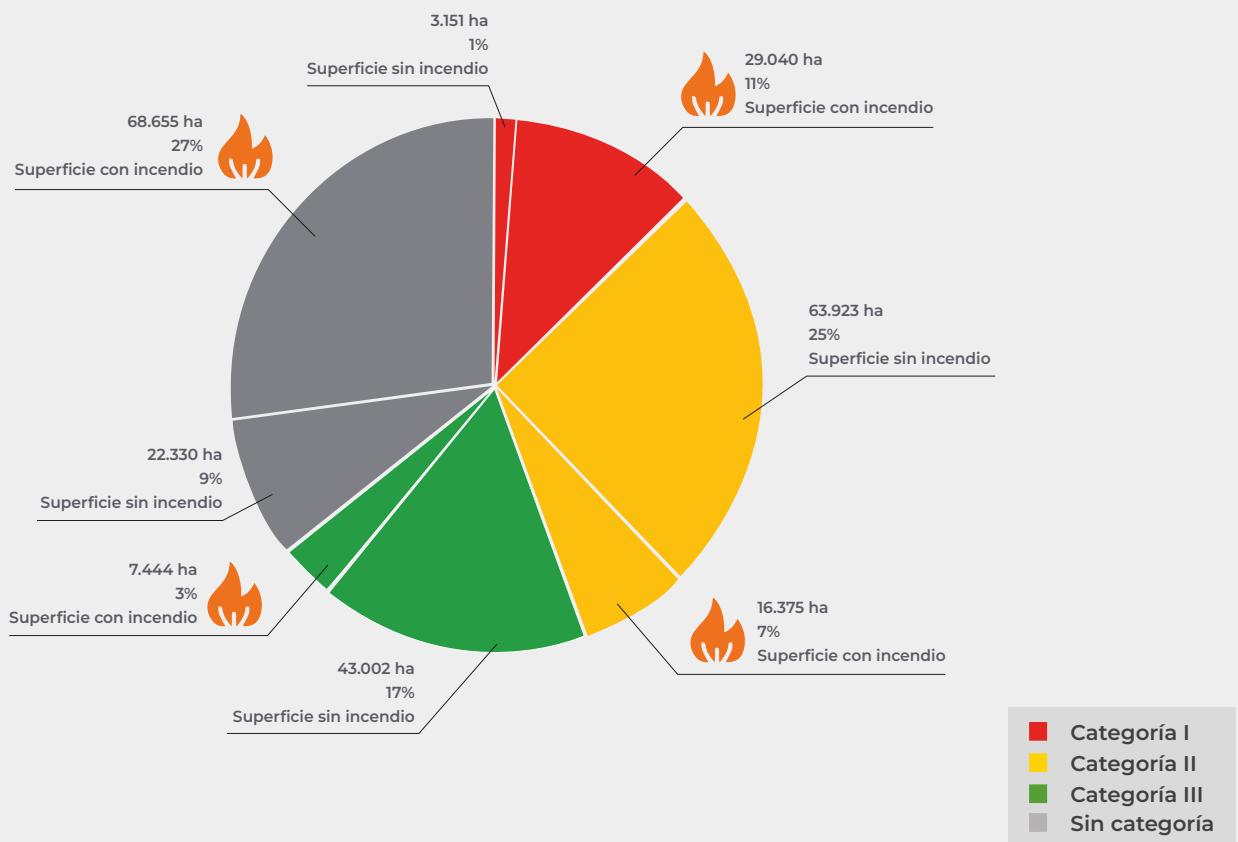
En relación al Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (OTBN) aprobado por las jurisdicciones, la mayor superficie con alertas registradas se localiza en áreas de categoría de conservación II (amarillo) con 80.297 ha y en áreas de categoría de conservación III (verde) con 50.445 ha. Además, se registraron 90.985 ha en zonas sin categoría de conservación (Tabla 3). La presencia de estas zonas se debe a que el mapa de bosque considerado por la provincia, para realizar el OTBN, difiere del utilizado en el presente análisis.

Al analizar los datos, sin considerar las áreas de alertas asociadas a incendios forestales, se observa que la mayor superficie se localiza en las categorías II (63.923 ha) y III (43.002 ha) (Fig. 6). Si se considera las alertas vinculadas a incendios, el área sin categoría de conservación fue la más afectada, con aproximadamente el 27% de la superficie (68.655 ha) (Fig. 6).

Tabla 3. Cantidad y superficie de alertas registradas, por categoría de conservación del OTBN y por provincia. S/C: sin categoría.

Provincias	Superficie (ha)												Total	
	Categorías de conservación													
	I Muy alto valor de conservación			II Mediano valor de conservación			III Bajo valor de conservación			Sin categoría				
	Sub total	Sin incendios	Con incendios	Sub total	Sin incendios	Con incendios	Sub total	Sin incendios	Con incendios	Sub total	Sin incendios	Con incendios		
Catamarca	67	0	67	1.014	942	71	1.464	1.464	0	682	612	69	3.225	
Chaco	0	0	0	11.525	11.319	206	14.977	14.825	152	4.778	4.352	426	31.280	
Chubut	664	0	664	1.555	0	1.555	100	1	99	2.042	0	2.042	4.361	
Córdoba	20.633	1.250	19.383	2.647	339	2.308	0	0	0	4519	155	4.364	27.799	
Corrientes	143	0	143	73	14	59	1.072	370	703	1.002	369	633	2.290	
Entre Ríos	2.267	1.040	1.227	2.369	1.079	1.290	717	276	442	589	233	356	5.941	
Formosa	6.314	15	6.299	257	173	84	14.751	11.009	3.742	57.326	4.595	52.730	78.647	
Jujuy	3	3	0	48	48	0	2.860	2.860	0	22	22	0	2.933	
La Rioja	36	36	0	1.185	1.185	0	9	9	0	3.522	3.454	68	4.752	
Misiones	7	7	0	960	927	32	505	492	13	161	159	2	1.633	
Neuquén	1	0	1	50	0	50	0	0	0	14	0	14	65	
Río Negro	463	0	463	4	4	0	7	7	0	0	0	0	474	
Salta	192	60	132	2.699	1.187	1.512	8.402	8.394	8	168	118	50	11.460	
San Juan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	
San Luis	415	3	412	9.343	831	8.512	3.167	1.125	2.042	7.634	358	7.276	20.559	
Santa Fe	170	145	26	2.803	2.336	466	0	0	0	616	478	138	3.589	
Santiago del Estero	764	580	184	43.528	43.300	228	910	885	25	7.279	7.025	254	52.481	
Tierra del Fuego	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	
Tucumán	53	14	39	239	236	3	1.504	1.285	219	631	399	233	2.427	
Total	32.191	3.151	29.040	80.297	63.923	16.375	50.445	43.002	7.444	90.985	22.330	68.655	253.919	

Fig. 6. Proporción de la superficie de alertas registradas por categoría de conservación y su vinculación a incendios forestales.



En cuanto a las provincias, se puede observar en las figuras 7 y 8, la superficie registrada de alertas para cada categoría y la proporción que representa en el total.

Fig. 7. Superficie de alertas registradas por categoría de conservación y por provincia.

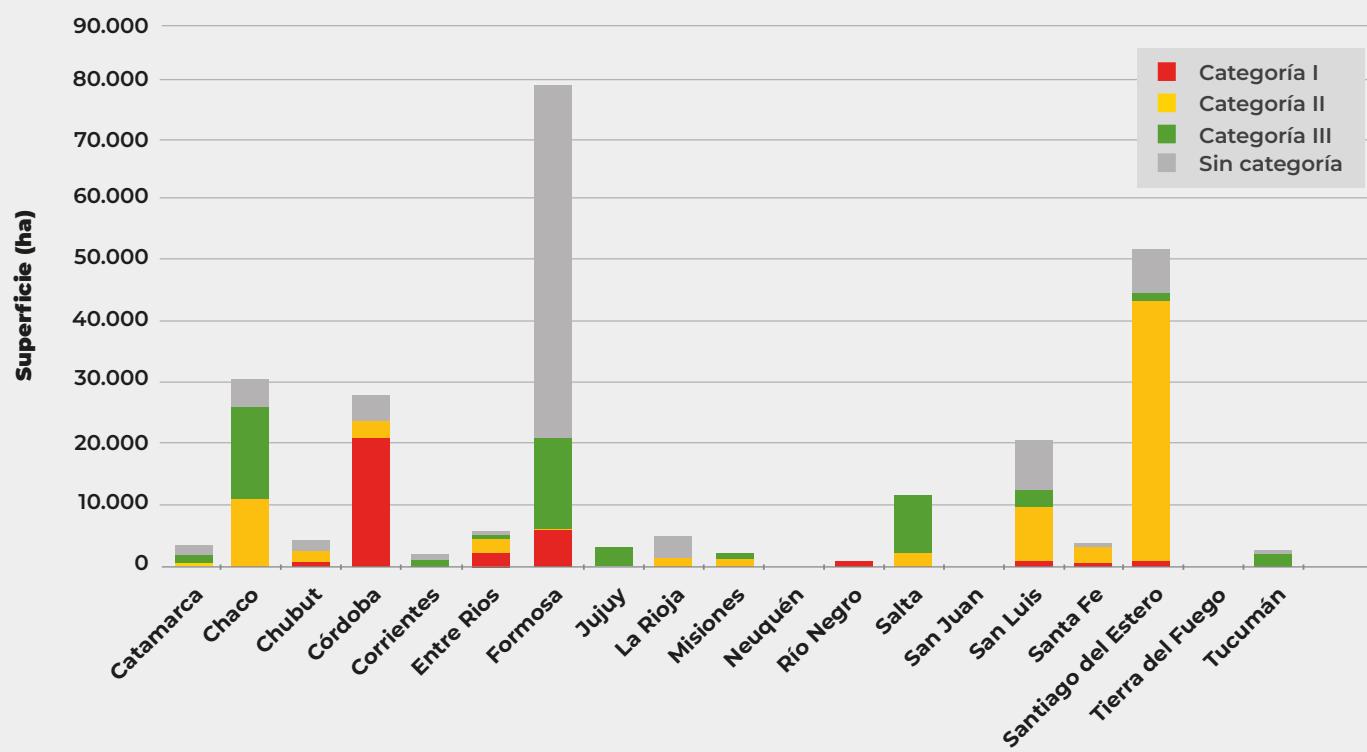
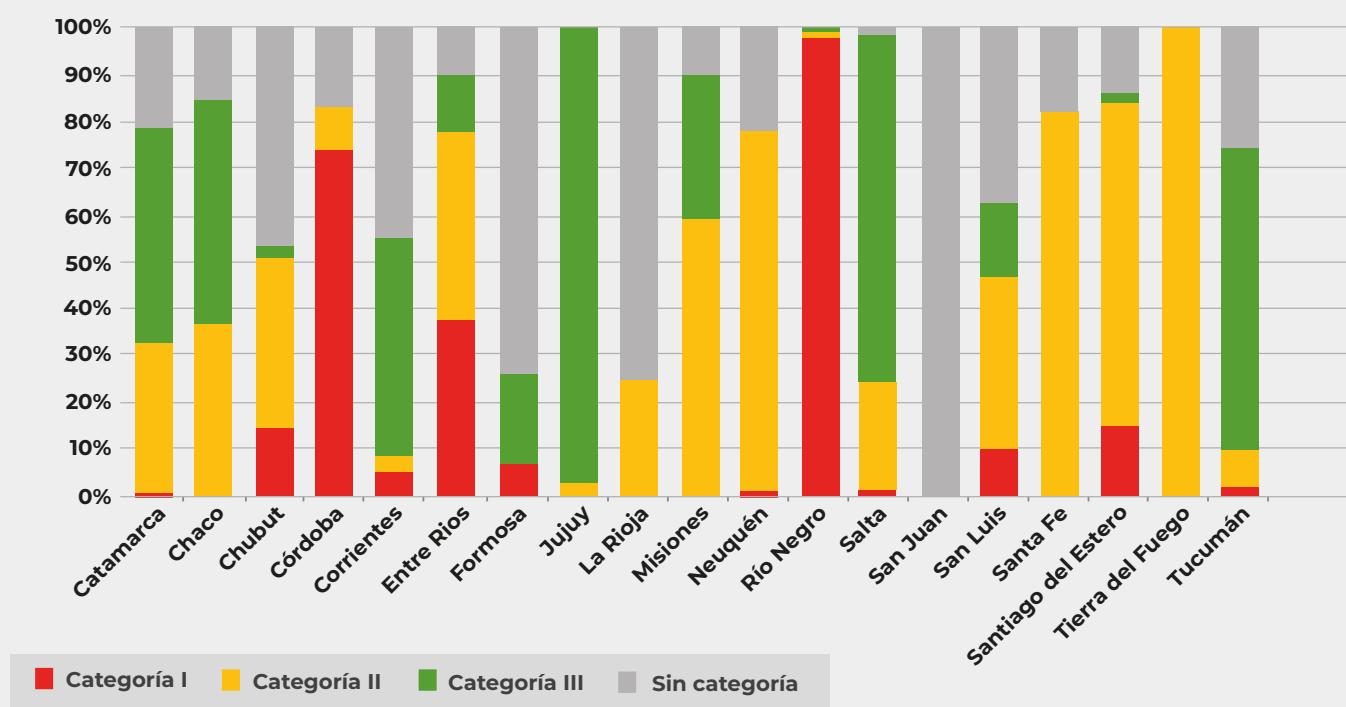


Fig. 8. Proporción de la superficie de alertas registradas por categoría de conservación y por provincia.



■ Categoría I ■ Categoría II ■ Categoría III ■ Sin categoría

RESPUESTA A NOTIFICACIONES DE ALERTAS 2024

Hasta inicios de marzo del corriente año, se recibió respuesta, ya sea a través del Registro Nacional de Planes (RNP) o al mail institucional del SAT-D, a un 44% de las alertas que representan un 54% de la superficie registrada (Fig. 9 y 10).

Fig. 9. Proporción de las alertas registradas con respuesta provincial, ya sea a través del Registro Nacional de Planes (SI-RNP) o al correo institucional del SAT-D (SI-SAT-D).

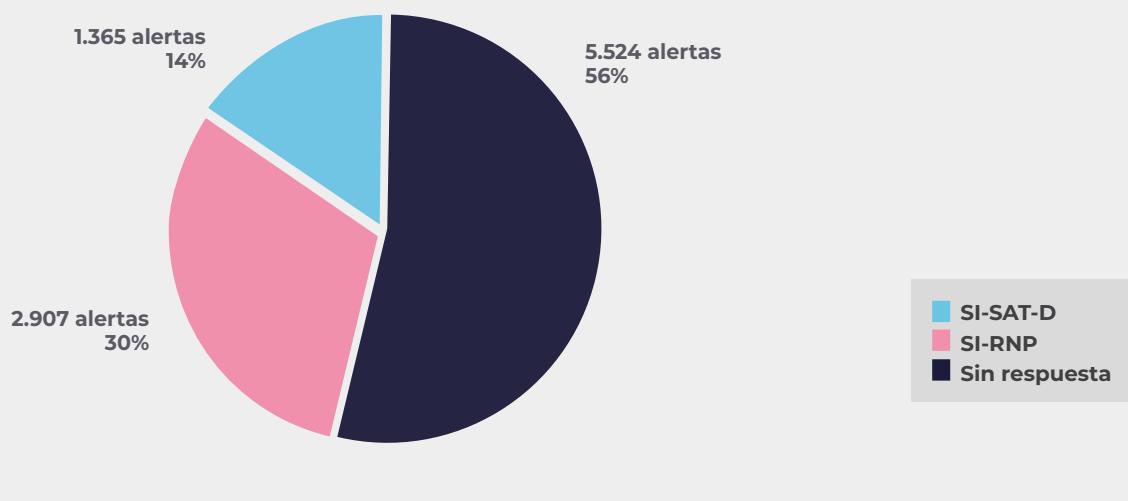
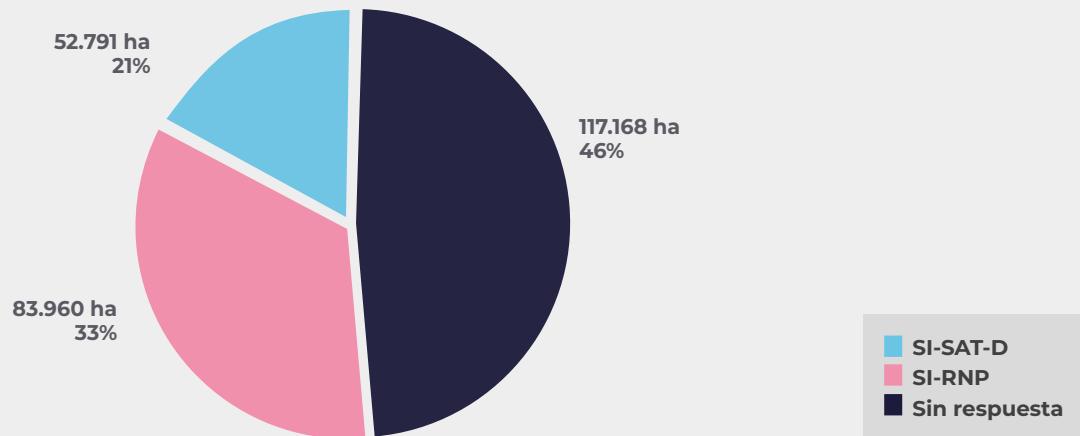
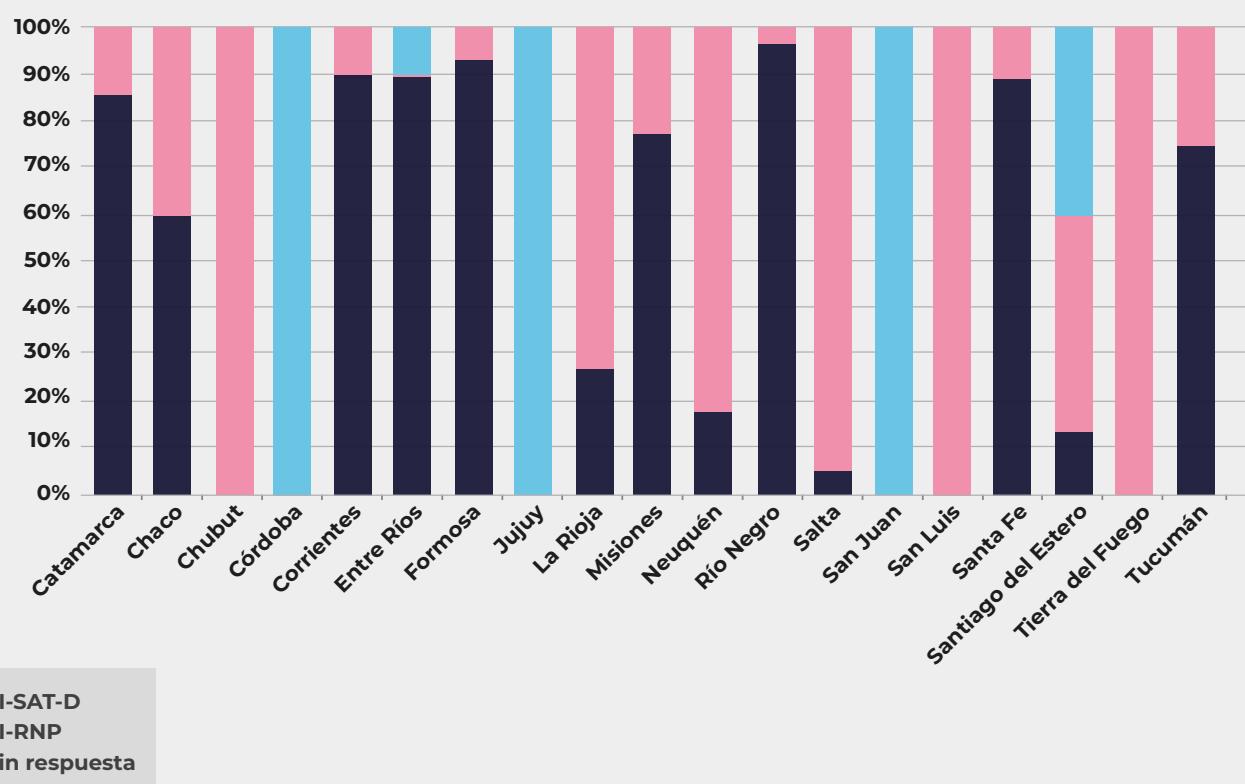


Fig. 10. Proporción de la superficie de las alertas registradas con respuesta provincial, ya sea a través del Registro Nacional de Planes (SI-RNP) o al correo institucional del SAT-D (SI-SAT-D).



La respuesta de las provincias al envío de los reportes resultó muy disímil. En la Figura 11 se observa la proporción de las respuestas recibidas en relación a la superficie reportada en cada provincia, ya sea a través del Registro Nacional de Planes (RNP) o al mail institucional del SAT-D.

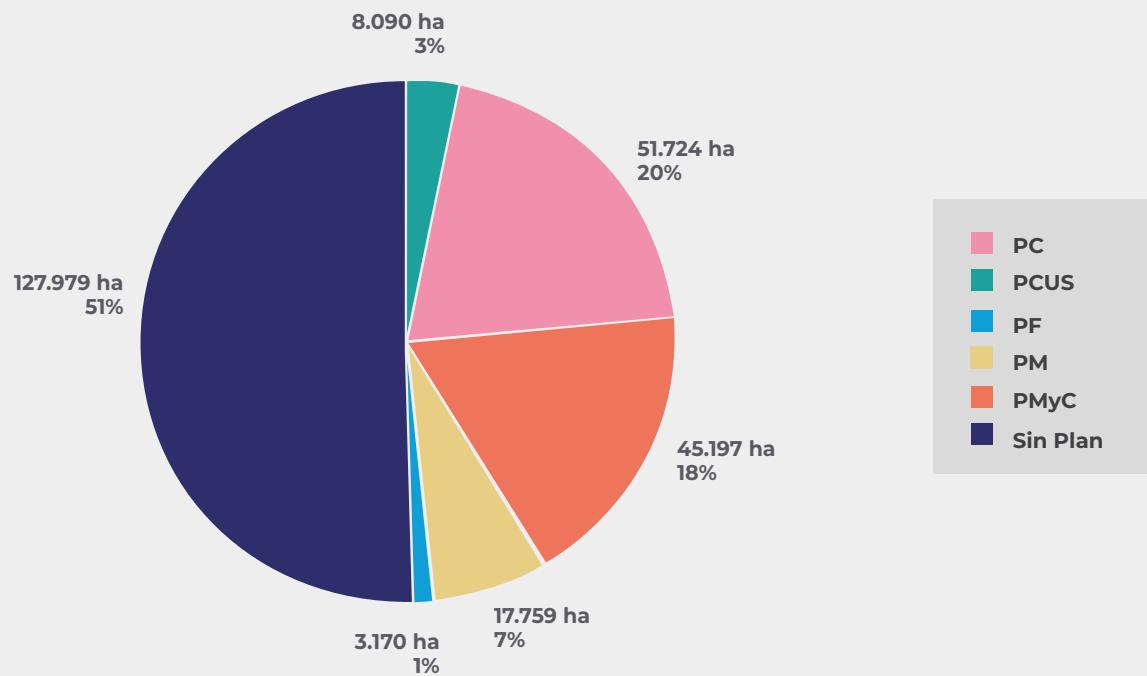
Fig. 11. Proporción de la superficie de las alertas registradas con respuesta provincial, ya sea a través del Registro Nacional de Planes (SI-RNP) o al correo institucional del SAT-D (SI-SAT-D) por provincia.



ALERTAS 2024 Y REGISTRO NACIONAL DE PLANES (RNP)

En relación al RNP, el 49,6% de la superficie de las alertas coincide con algún tipo de plan autorizado (Figura 12). De ese total, el 3% estaba informado como Planes de Cambio de Uso del Suelo (PCUS) y el resto registrado como Plan de Conservación (PC), Plan de Manejo Sustentable (PM), Planes de Manejo y Conservación (PMyC) o Proyecto de Formulación (PF).

Fig. 12. Proporción de la superficie reportada ingresada en el RNP.

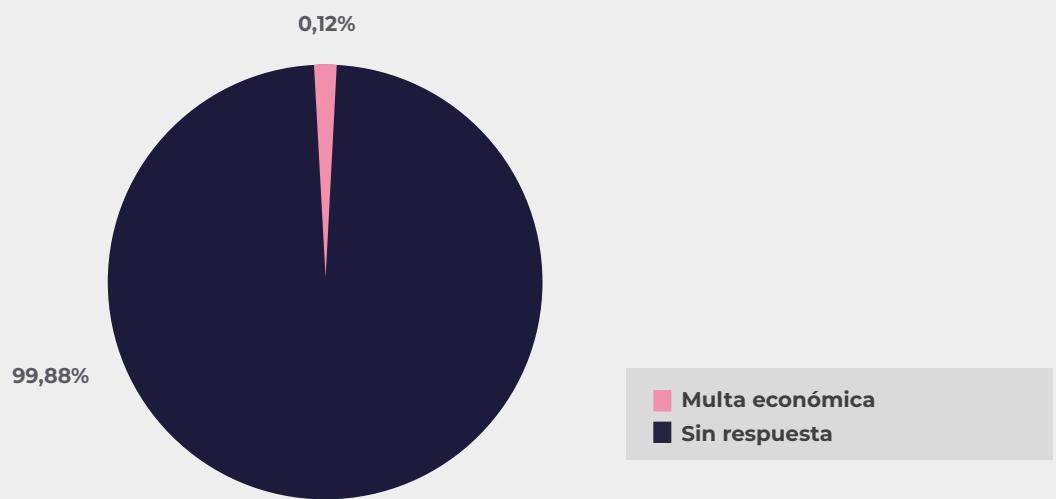


Aquellas alertas que la Figura 12 muestra como Sin Plan, se refieren a aquellas que no coinciden con planes cargados en el RNP. En relación a las alertas Sin Plan en el RNP que fueron respondidas al correo electrónico institucional del SAT-D (10.803 ha), las Autoridades Locales de Aplicación de la Ley N° 26.331 informaron que 4.140 ha estaban autorizadas para su intervención.

ALERTAS E INFRACCIONES

La figura 13 muestra la proporción de la superficie de alertas que las provincias notificaron como No autorizado (Total 36.023 ha), según estado de la sanción. La categoría Sin información se refiere a aquellos cambios que la provincia indicó que no estaban autorizados pero que no brindó detalle del proceso de sanción. Es decir que esta figura se refiere a la superficie confirmada por la provincia como ilegal.

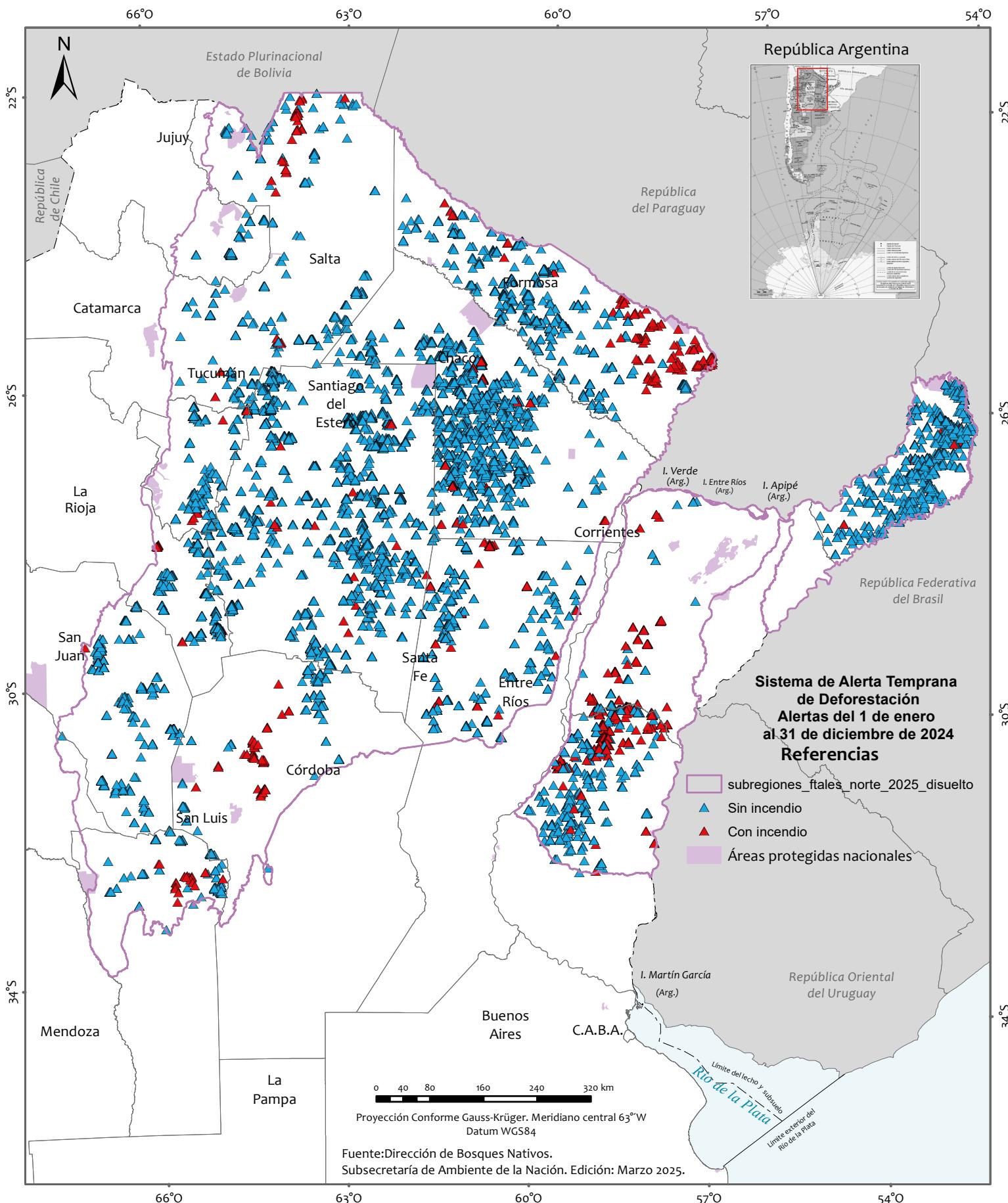
Fig. 13. Proporción de la superficie de alertas no autorizadas por tipo de sanción.

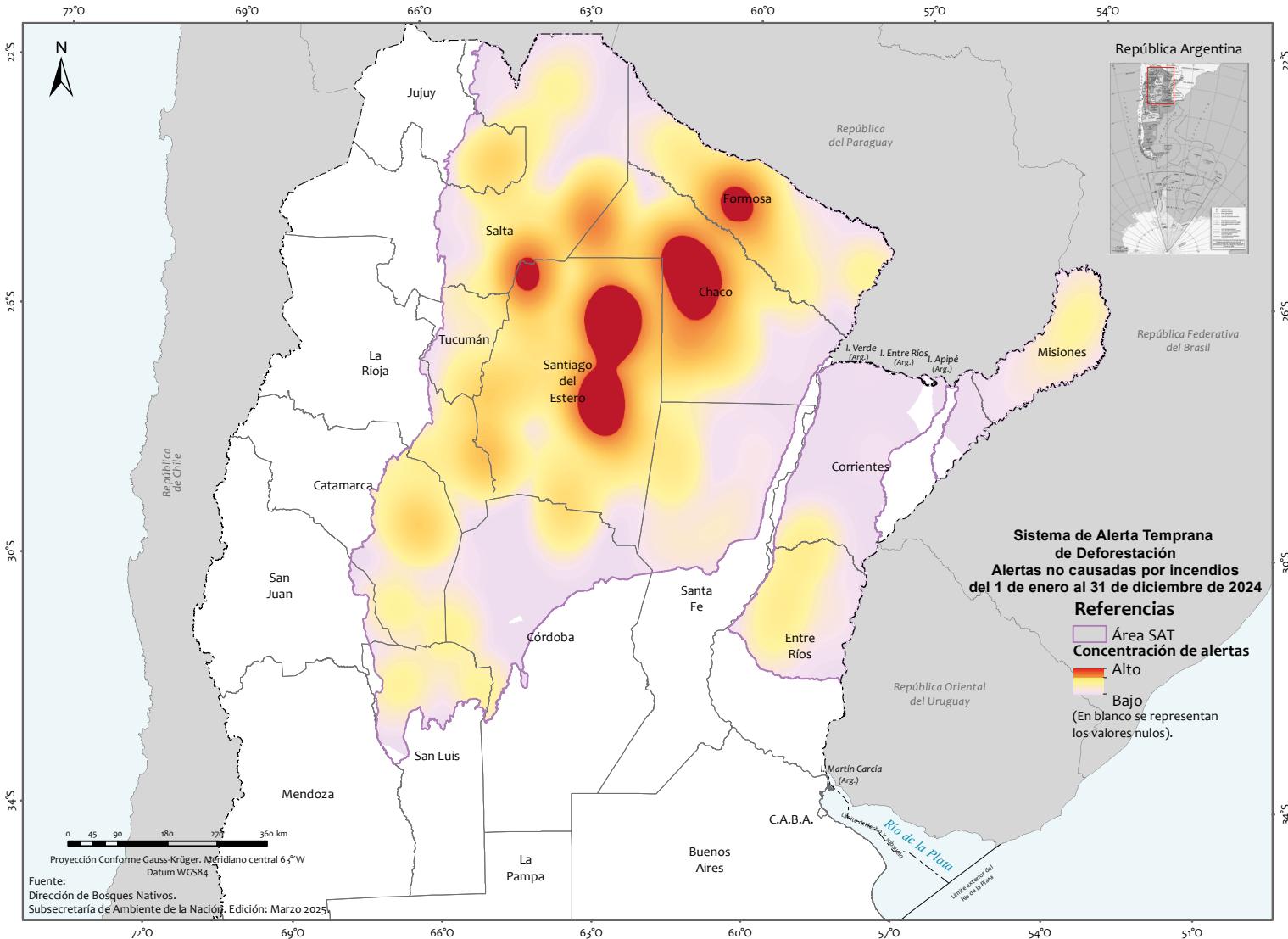


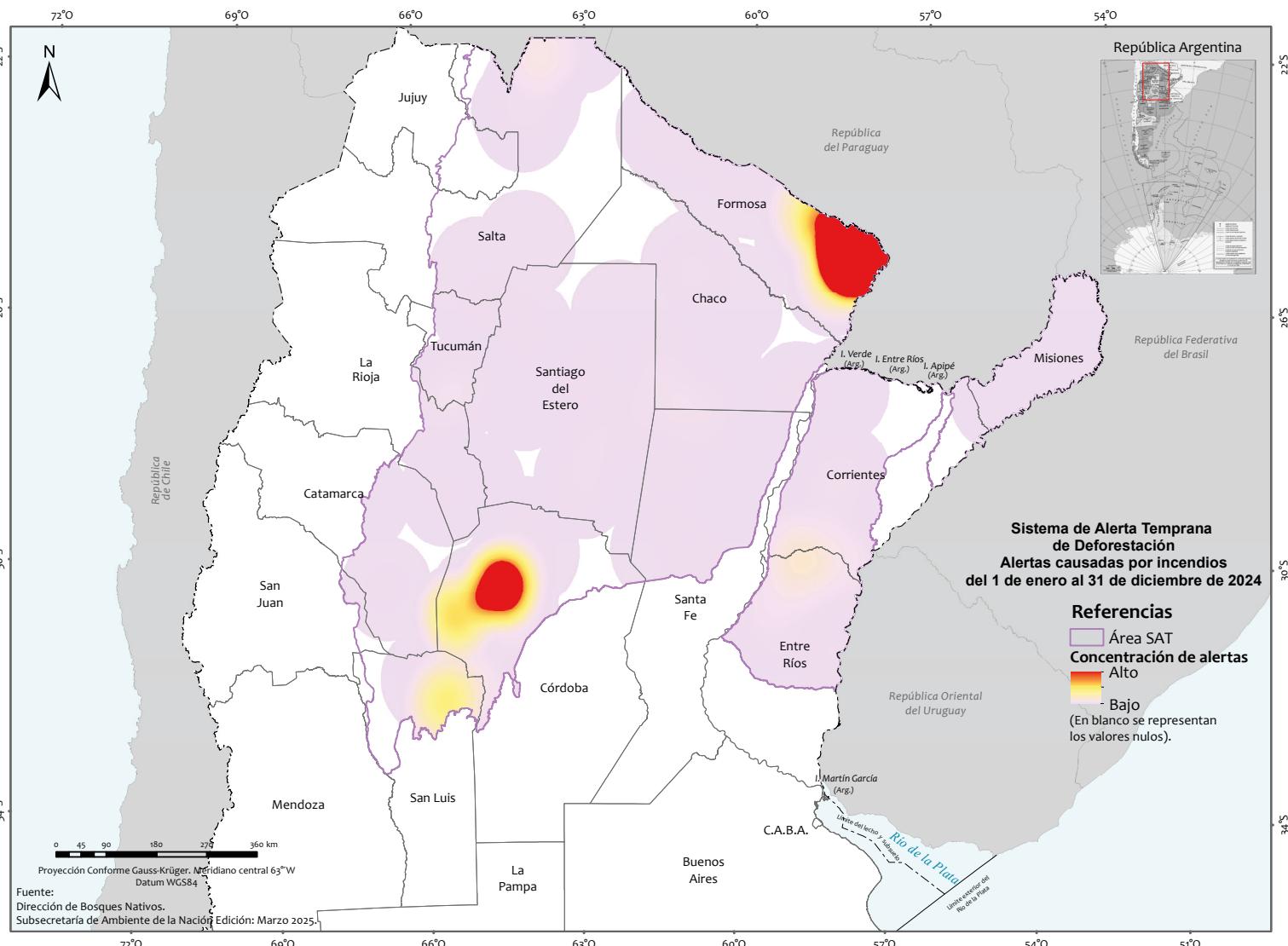
CONSIDERACIONES

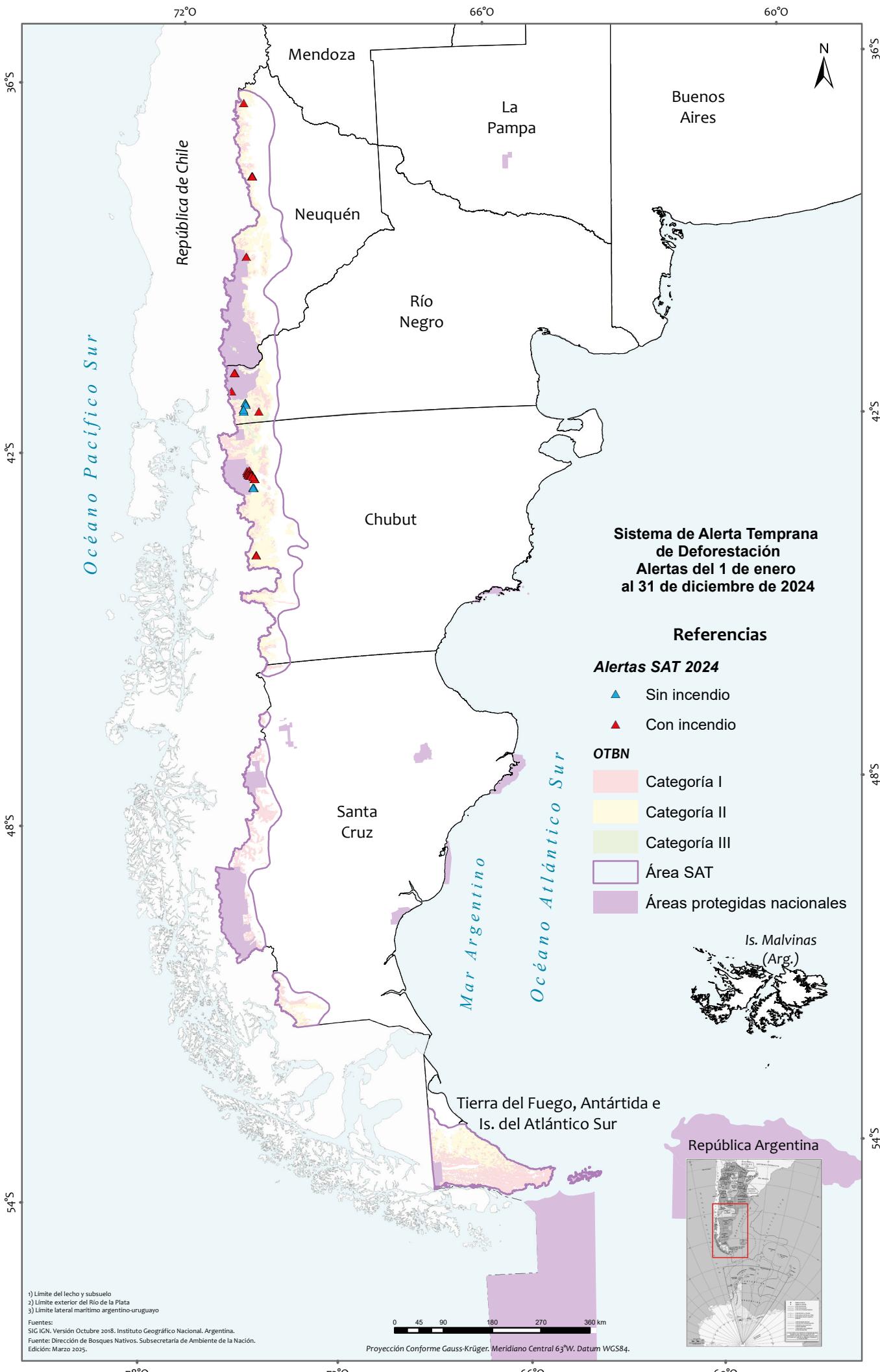
- ▶ Entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2024, se emitieron 9.796 alertas de deforestación para las provincias de Catamarca, Chaco, Chubut, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Rioja, Misiones, Neuquén, Río Negro, Salta, San Juan, San Luis, Santa Fe, Santiago del Estero, Tierra del Fuego y Tucumán en las regiones forestales correspondientes a Parque Chaqueño, Yungas, Bosque Andino Patagónico, Selva Paranaense y Espinal – Distrito del Ñandubay. Las mencionadas alertas representan una superficie de 253.919 ha. No se registraron alertas en la provincia de Santa Cruz. Las provincias que registraron mayor superficie de alertas de deforestación fueron Formosa y Santiago del Estero seguidas por Chaco.
- ▶ Unas 121.513 ha (prácticamente 48% del total de la superficie) estuvieron vinculadas a incendios forestales. Las provincias con mayor superficie de alertas en consecuencia de incendios fueron Formosa con 62.855 ha y Córdoba con 26.055 ha. Las provincias con mayor porcentaje de superficie de alertas vinculadas a incendios fueron Chubut (100%), Neuquén (100%), Río Negro (97,6%) y Córdoba (93,7%). Debido a que el SAT-D detecta cambios en el bosque, es importante evaluar en el tiempo el impacto que tuvieron los mismos y si produjeron la pérdida del bosque.
- ▶ En cuanto a las categorías de conservación se registraron alertas en todas ellas, la mayor superficie con alertas registradas se localiza en áreas Sin categoría con 90.985 ha y en áreas de categoría II con 80.297 ha.
- ▶ Los datos finales de la superficie de pérdida de bosque nativo en 2024 surgirán del monitoreo anual que realiza la DB. La metodología para establecerlos se aplica desde 1998 y permite la comparación entre años. Mientras el monitoreo anual apunta a tener un registro de la pérdida de bosque nativo y el análisis de su comportamiento en el tiempo; el SAT-D es un sistema de información inmediata cuyo objetivo es comunicar sobre cambios en los bosques nativos que pueden representar deforestaciones a corto plazo para tomar acciones y evitar avances en la deforestación en caso de que no esté autorizado o representen un impacto negativo. Es por esto que no es posible una comparación directa de la superficie registrada por las alertas con los datos obtenidos del monitoreo para la misma zona en años anteriores para conocer la tendencia de este proceso.

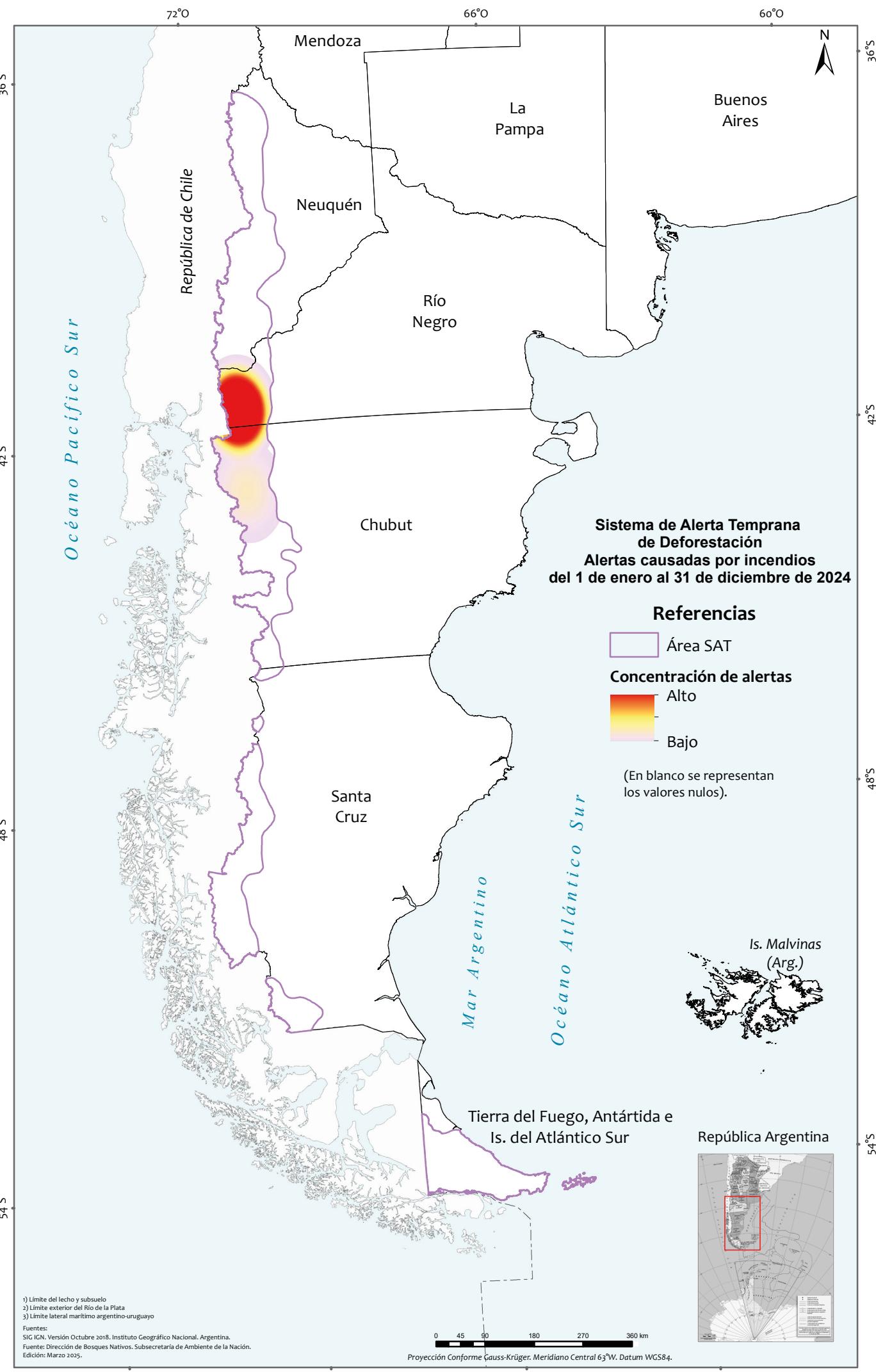
ANEXO CARTOGRÁFICO

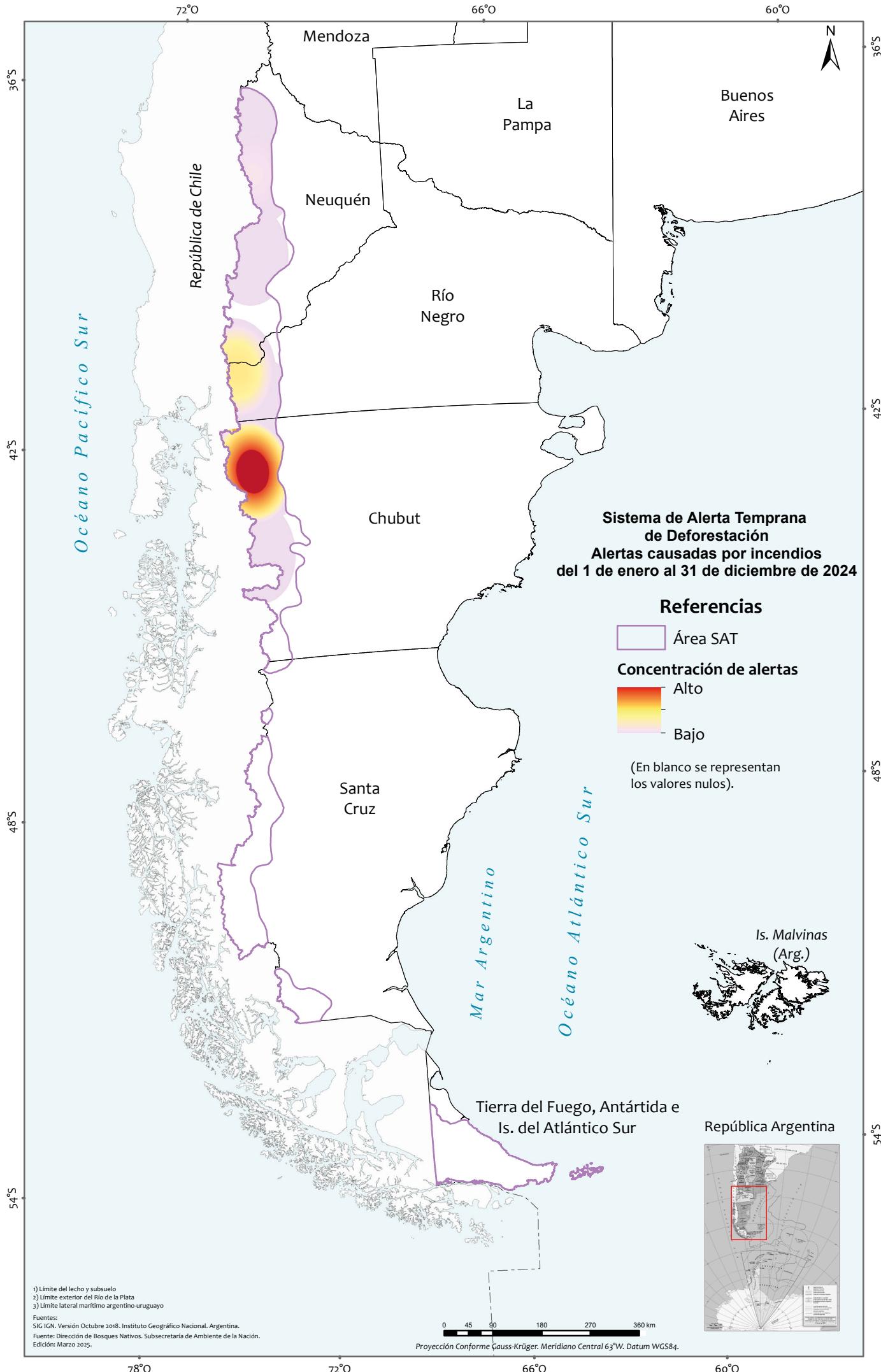














**Secretaría de Turismo,
Ambiente y Deportes**
Vicejefatura del Interior

**Subsecretaría
de Ambiente**