

Sistema de Alerta Temprana de Deforestación (SAT)

Síntesis de resultados

1 de enero al 31
de diciembre de 2023

Fecha de elaboración: Marzo 2024

Autoridades

Presidente de la Nación

Javier Milei

Jefe de Gabinete de Ministros

Nicolás Posse

Ministro del Interior

Guillermo Alberto Francos

Secretario de Turismo, Ambiente y Deportes

Daniel Osvaldo Scioli

Subsecretaria de Ambiente

Ana María Vidal de Lamas

Director Nacional de Planificación

y Ordenamiento Ambiental del Territorio

Federico José Caeiro

Director de Bosques

Octavio Pérez Pardo

Equipo Técnico

Lautaro Grande

Julieta Bono

Constanza Annunziata

Mariangel Arias

Florencia Bongiorno

Micaela Bravo

Mariana Carnero

Florencia Cuerda

Franco Díaz

Carol Gonzalez

Doris Lund

Alejandra Santillán

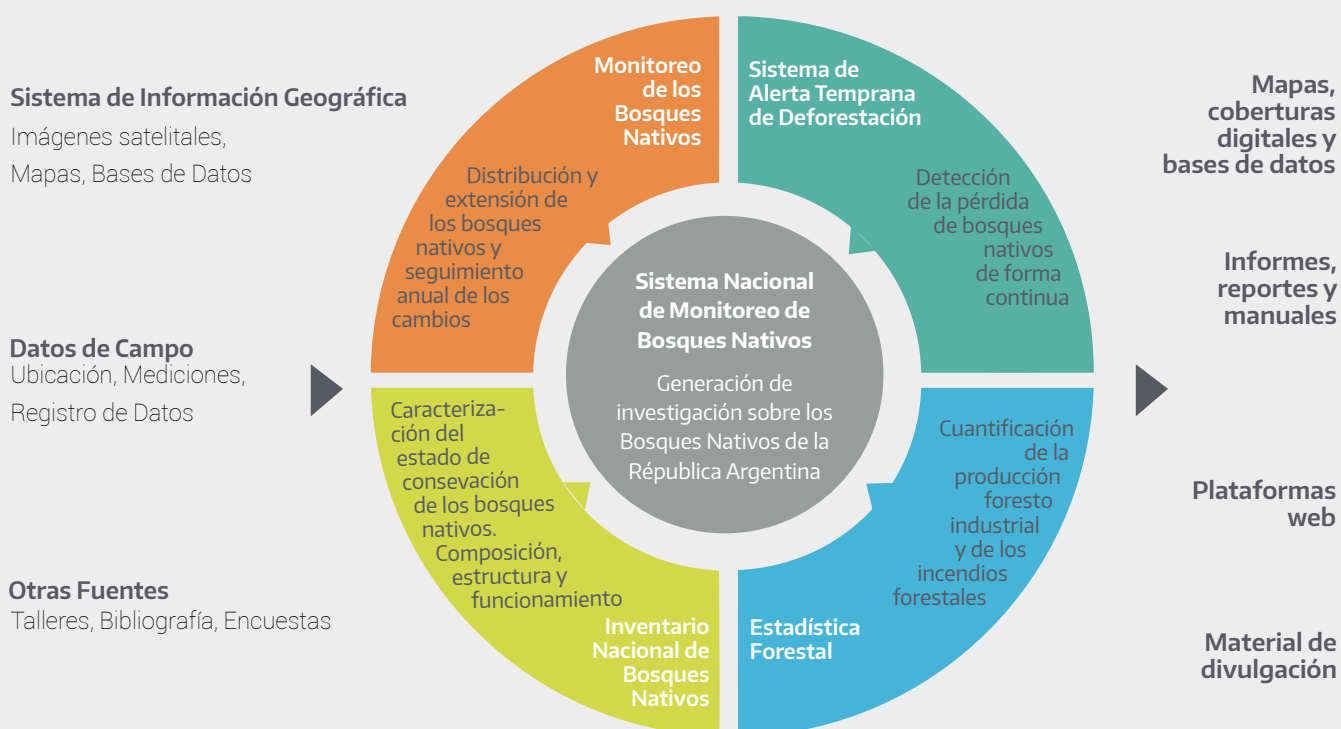
Ricardo Zapata

Diseño

Carla Rubietti

Introducción

El Sistema de Alerta Temprana de Deforestación (SAT) 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.



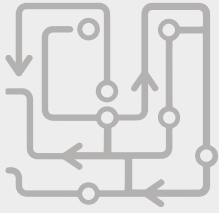
En este contexto, el SAT es una herramienta que monitorea la pérdida de bosque nativo de forma continua, a través de procesos semiautomatizados basados en imágenes satelitales y tiene como objetivo fortalecer las acciones de control y vigilancia sobre los bosques nativos de las autoridades locales de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

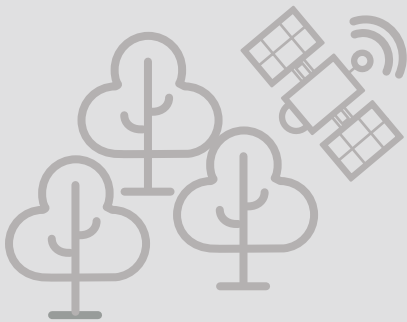
¹ <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/monitoreo-bosques-nativos>

Etapas

Desarrollo



Generación y Validación



Cobertura satelital



Post procesamiento de alertas

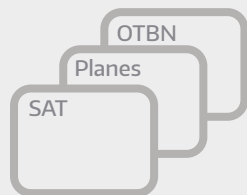


Validación y digitalización

Análisis



Cruce de información

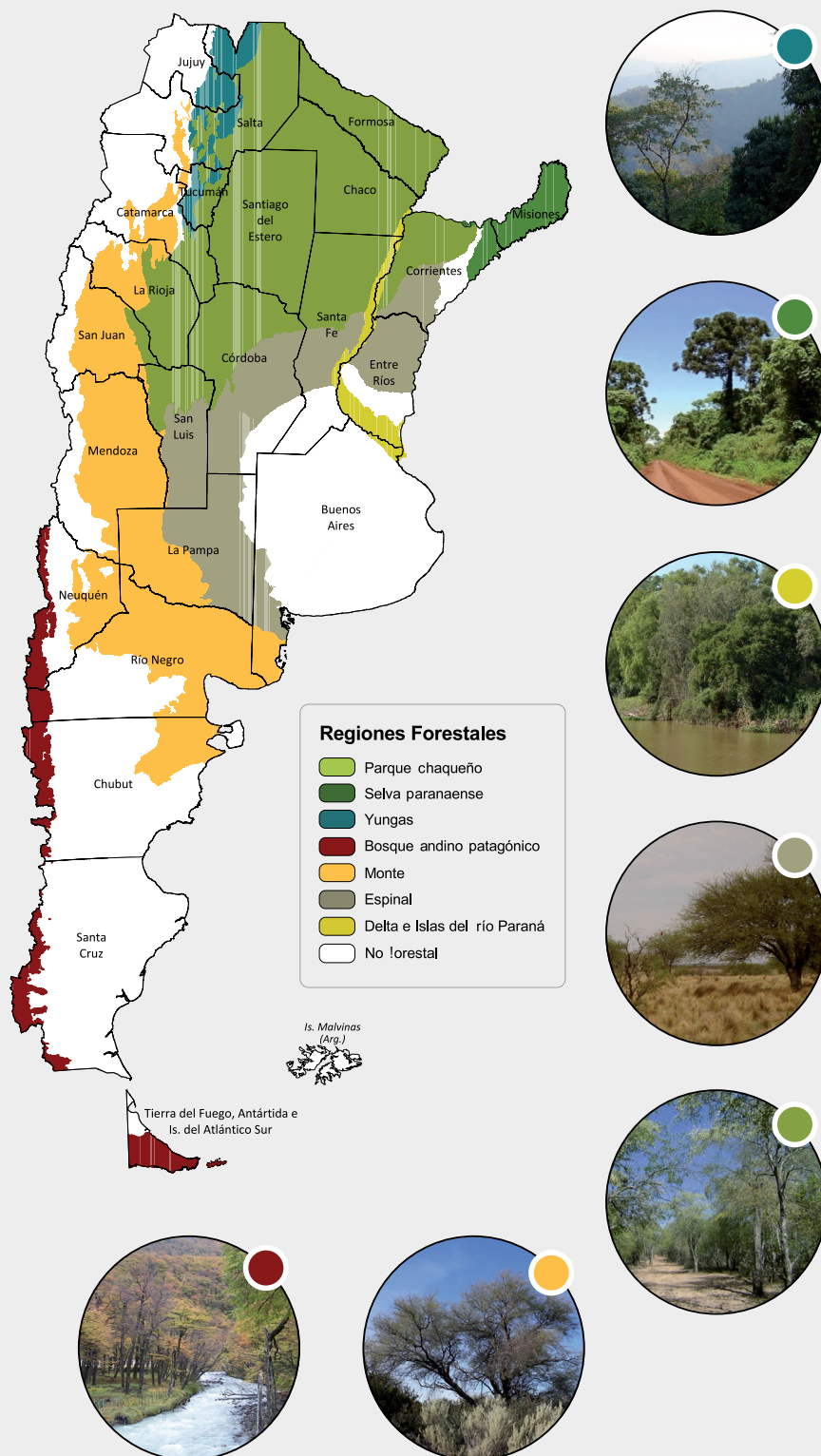


Comunicación



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, 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 a su vez, permite fortalecer el sistema de monitoreo que lleva adelante la Dirección de Bosques, que brinda los datos de pérdida de bosque nativo anuales de todo el país. Es importante aclarar que, para cumplimentarlo, los registros del SAT 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 2023.

En el presente informe se presenta una síntesis de los resultados obtenidos para el año 2023.

Características del SAT

El SAT 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. Esta nueva versión opera desde una PC standard con conexión a internet por lo que permitió continuar con la emisión de alertas y su correspondiente notificación a las provincias en el contexto del teletrabajo como medida preventiva ante la emergencia sanitaria por la pandemia COVID-19.

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 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 2023

Superficie y cantidad de alertas 2023

Durante el año 2023, se registró un total de 11.607 alertas (Tabla 1, Fig. 1) que representan una superficie de 189.336 ha (Tabla 1, Fig. 2) 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 Cruz; Santa Fe; Santiago del Estero; Tierra del Fuego, Antártida e Islas de Atlántico Sur³ y Tucumán.

Durante el año 2023 las superficies registradas presentaron un mínimo de 2.517 ha para la primera quincena de julio y un máximo durante la segunda quincena de septiembre de 27.314 ha. Cabe destacar que las quincenas anteriores (y posterior a dicho máximo, también mostraron valores elevados con 12.776 ha y 15.195 ha respectivamente).

Fig. 1. Cantidad de alertas registradas por el SAT en 2023, por quincena y acumulada.

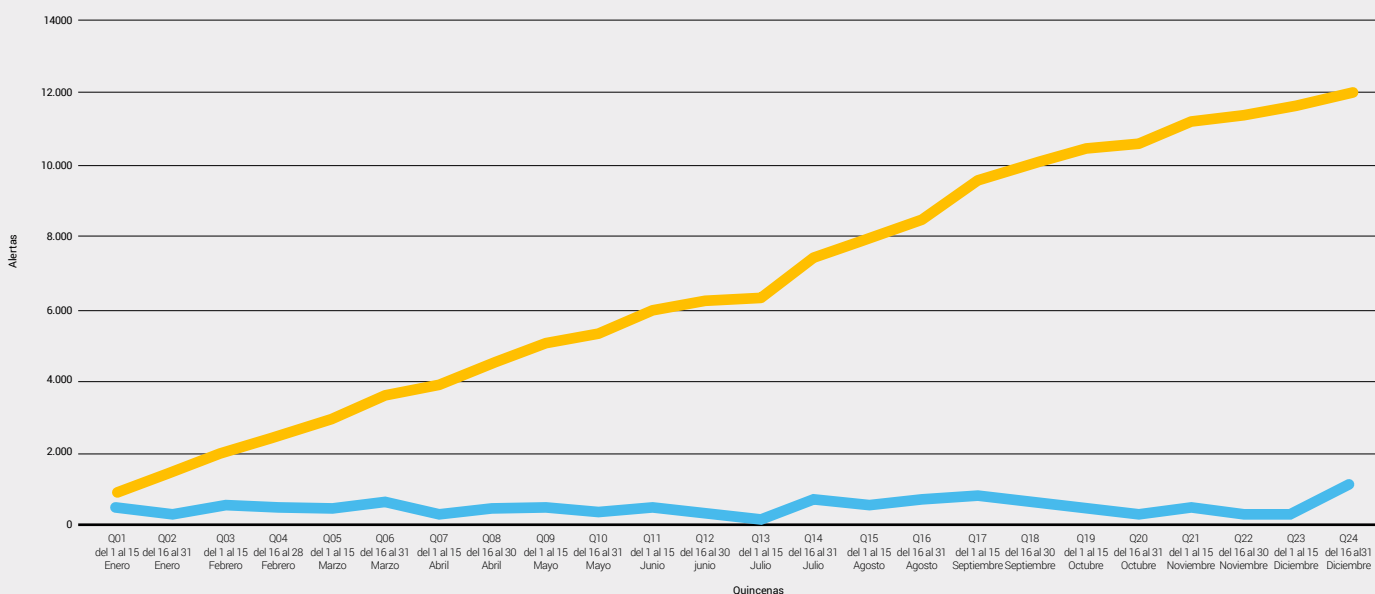
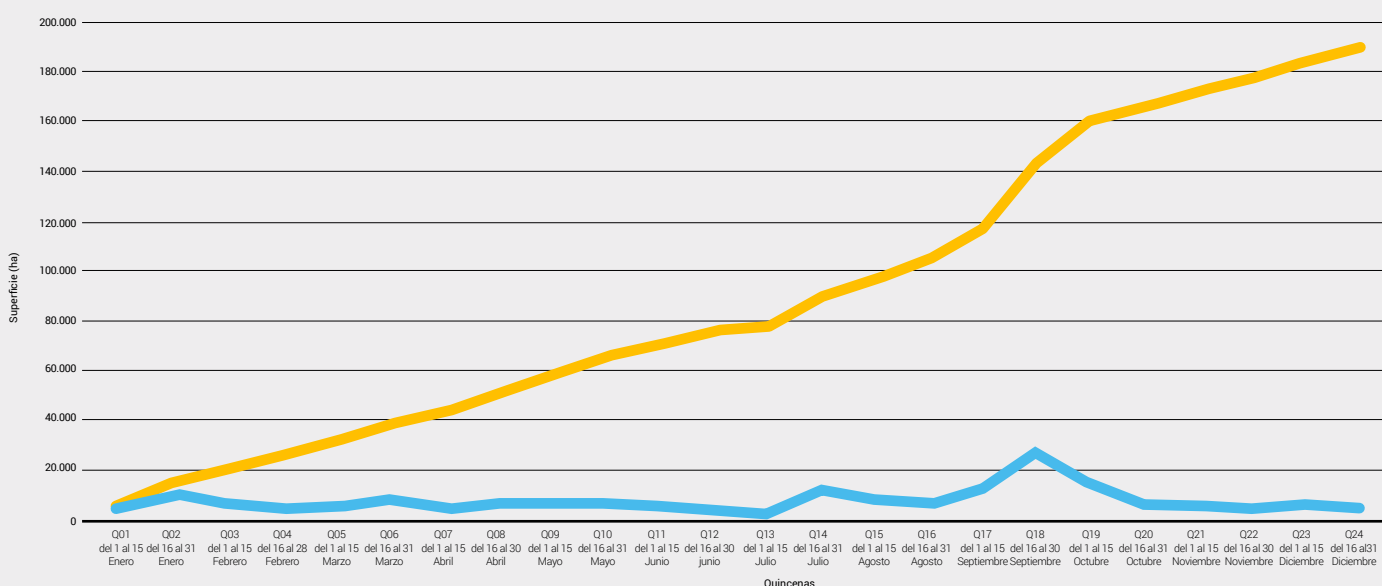


Fig. 2. Superficie de alertas registradas por el SAT en 2023, por quincena y acumulada.



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

La provincia que registró mayor cantidad de alertas fue Chaco con un 32,3%, que representa un 32,01% de la superficie, seguida por Santiago del Estero 17,32% de las alertas y 20,93% de la superficie y Misiones con un 10,84% de las alertas, pero solo un 1,38% de la superficie. Mientras que Formosa con un 10,07% de las alertas se posiciona tercera en el valor de superficie afectada con un 19,31% (Tabla 1).

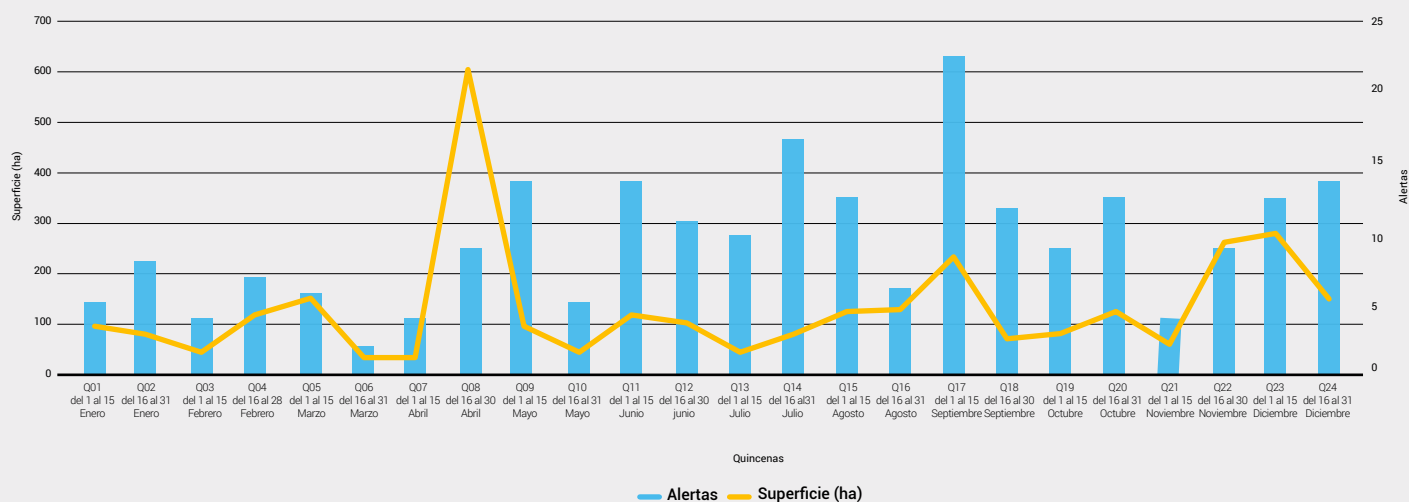
Tabla 1. Cantidad y superficie de alertas registradas por el SAT en 2023, por provincia.

Provincias	Alertas	Superficie (ha)
Catamarca	232	3.191
Chaco	3.752	60.608
Chubut	26	1.546
Córdoba	188	6.374
Corrientes	155	782
Entre Ríos	532	6.573
Formosa	1.169	36.553
Jujuy	133	1.911
La Rioja	446	3.872
Misiones	1.258	2.618
Neuquén	19	183
Río Negro	10	1.722
Salta	591	10.153
San Juan	2	34
San Luis	290	9.224
Santa Cruz	2	1
Santa Fe	489	2.590
Santiago del Estero	2.010	39.631
Tierra del Fuego	7	27
Tucumán	296	1.745
Total general	11.607	189.336

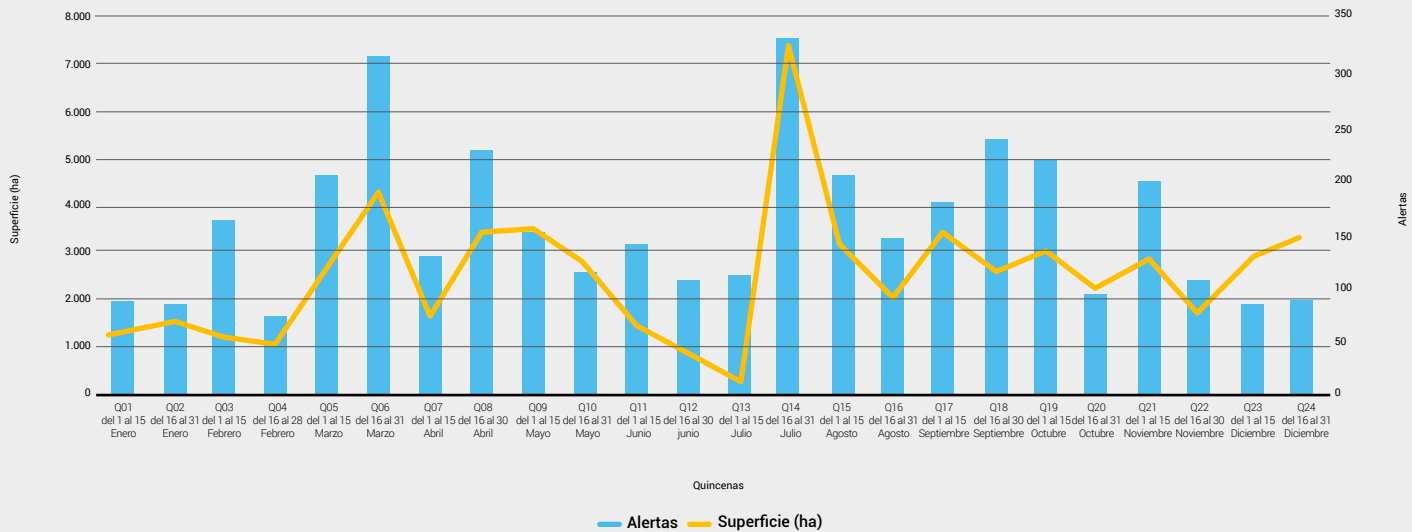
La figura 3 muestra la variación de las alertas registradas a lo largo del año para cada una de las provincias.

Fig. 3. Cantidad y superficie de alertas (en ha) registradas por el SAT en 2023, 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 Cruz; p) Santa Fe; q) Santiago del Estero; r) Tierra del Fuego; s) Tucumán.

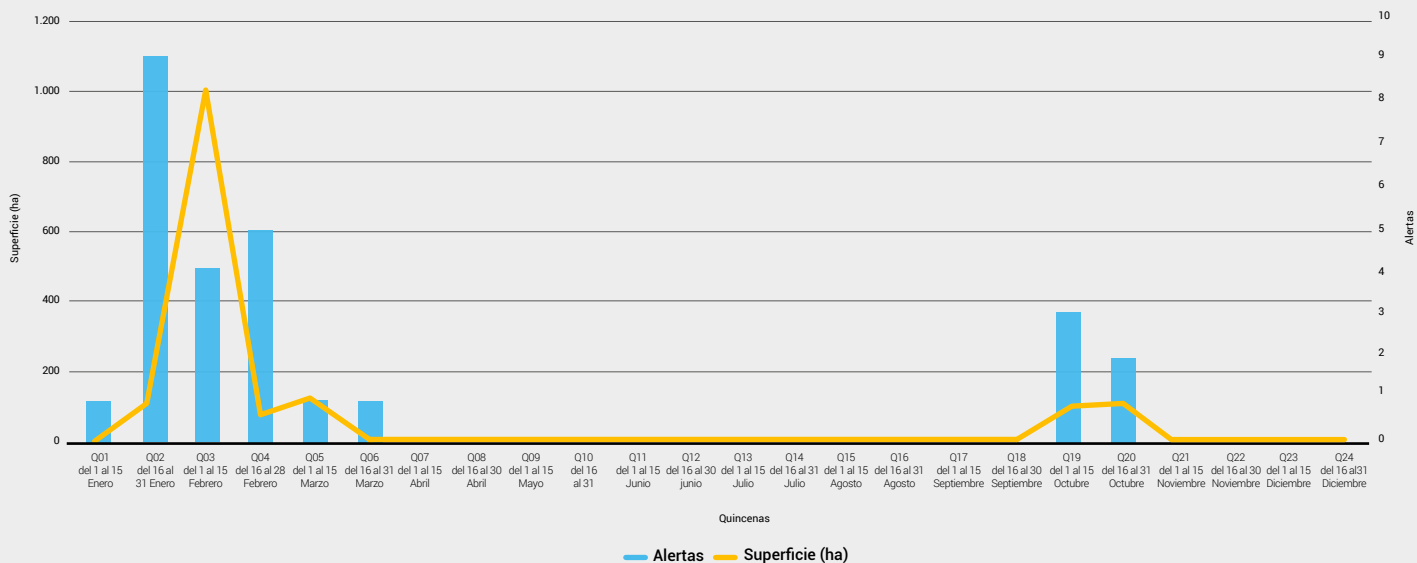
a) Catamarca



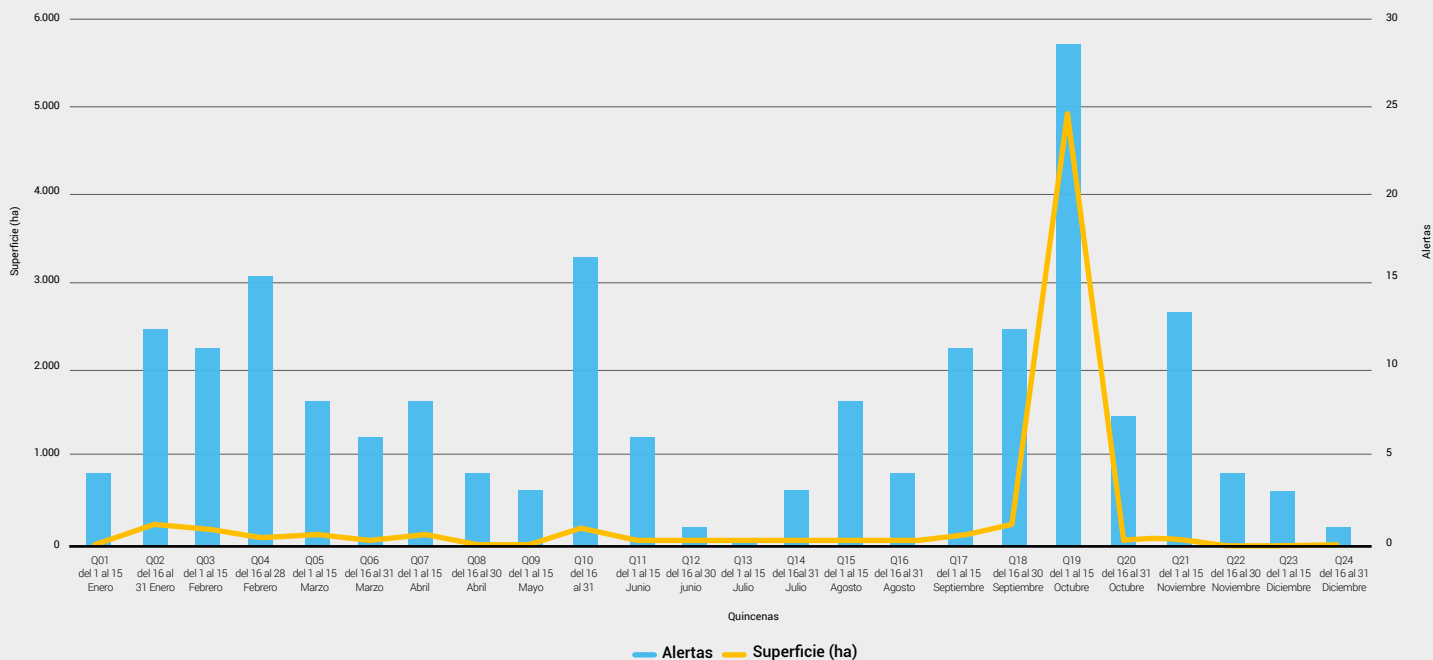
b) Chaco



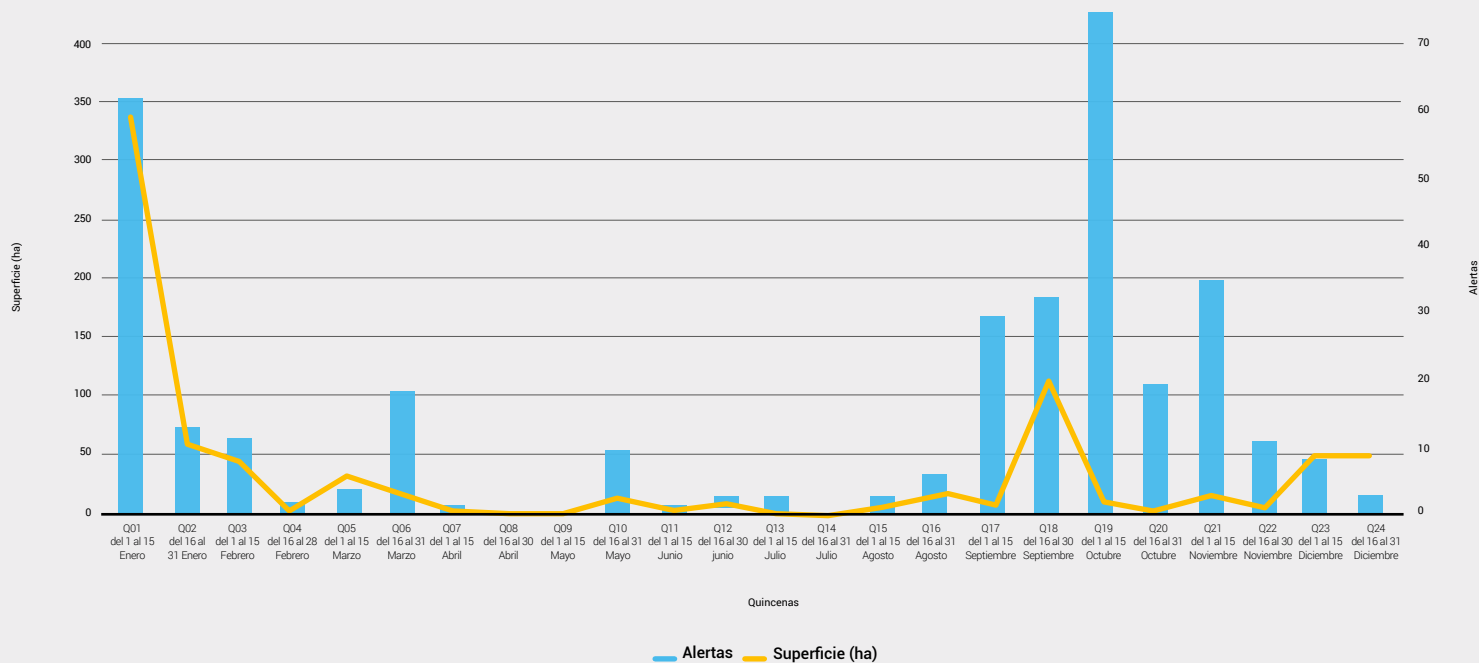
c) Chubut



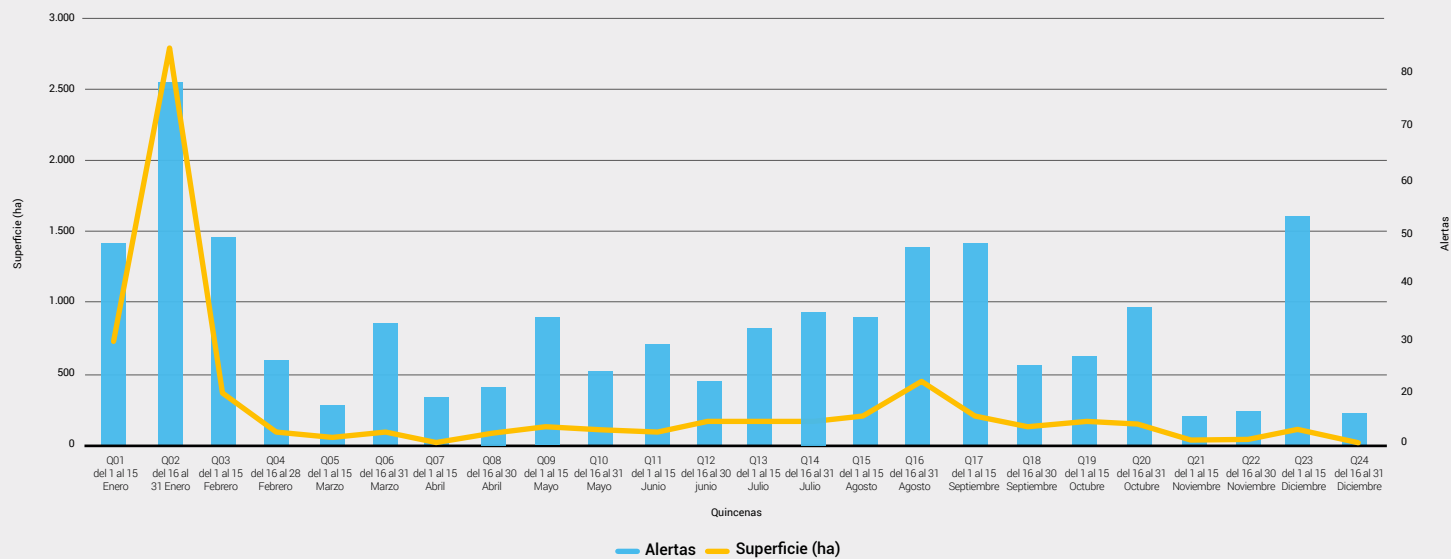
d) Córdoba



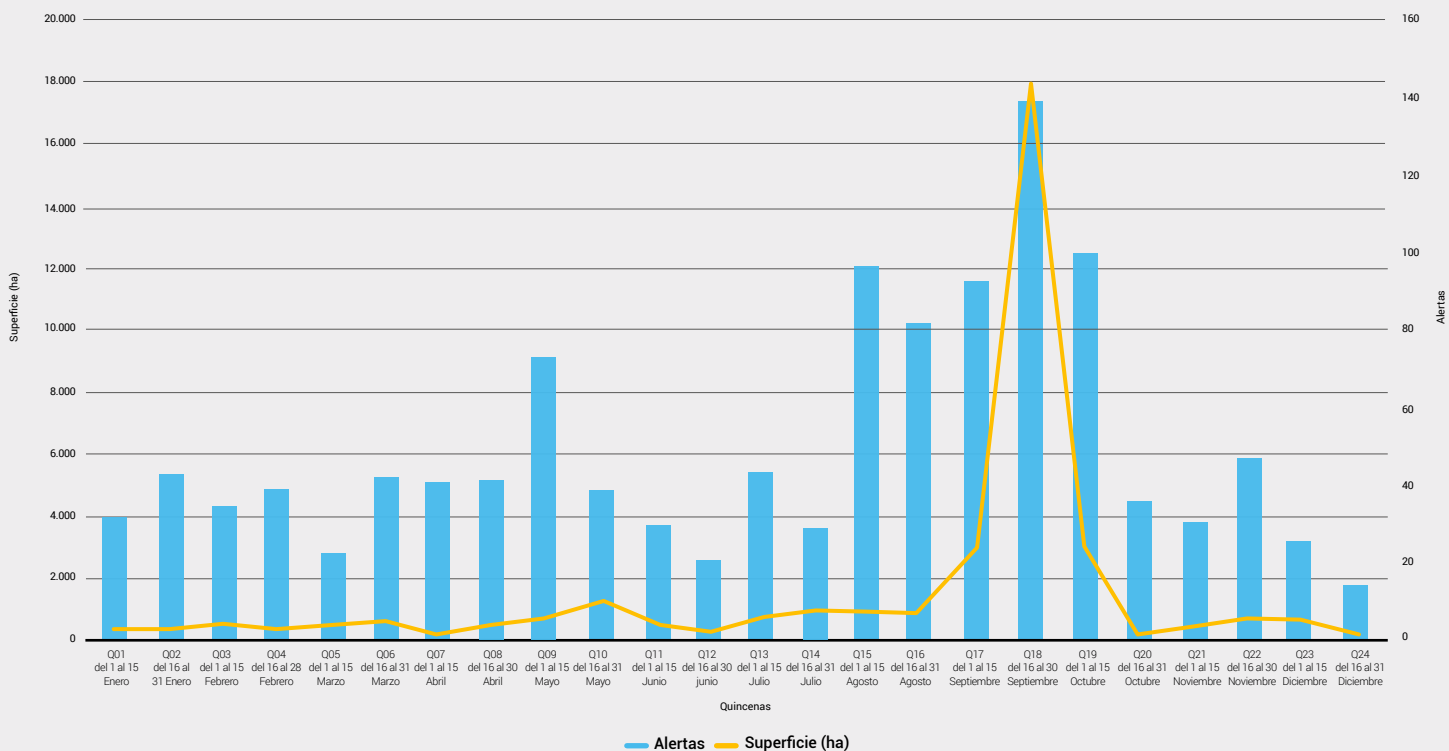
e) Corrientes



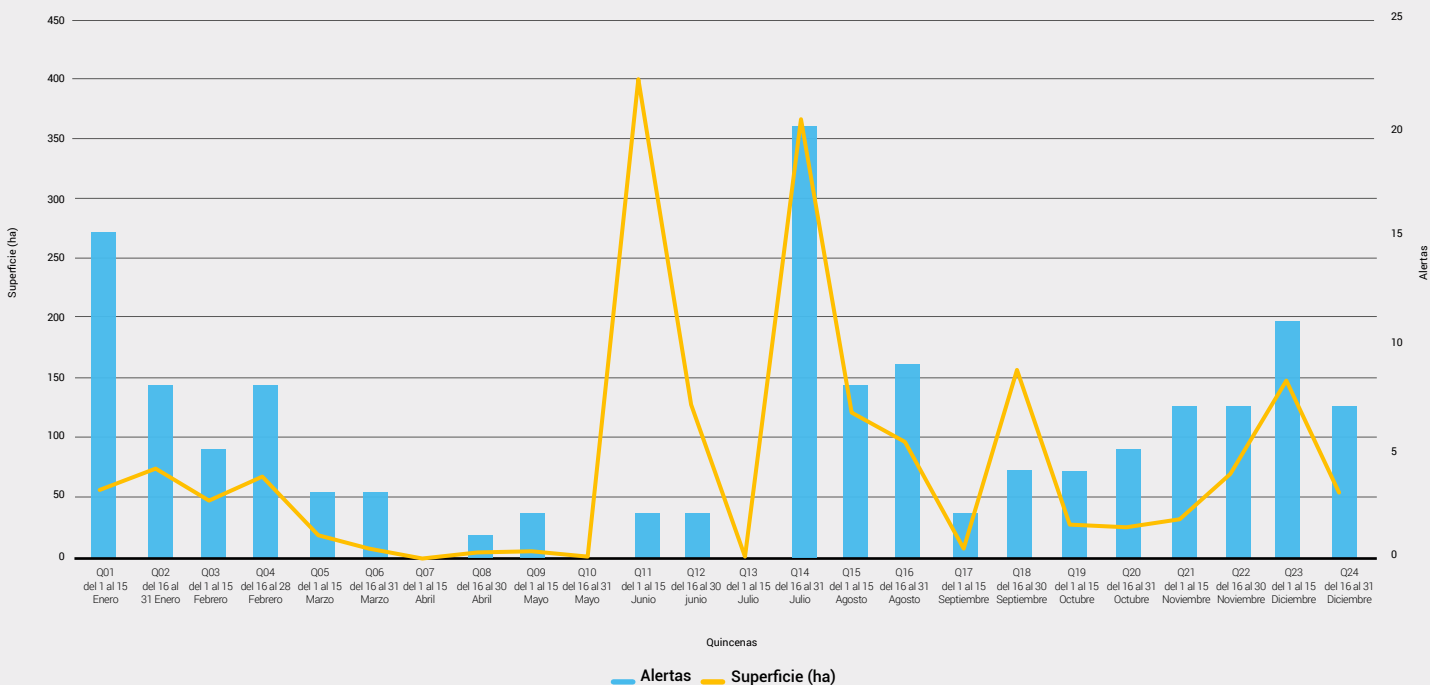
f) Entre Rios



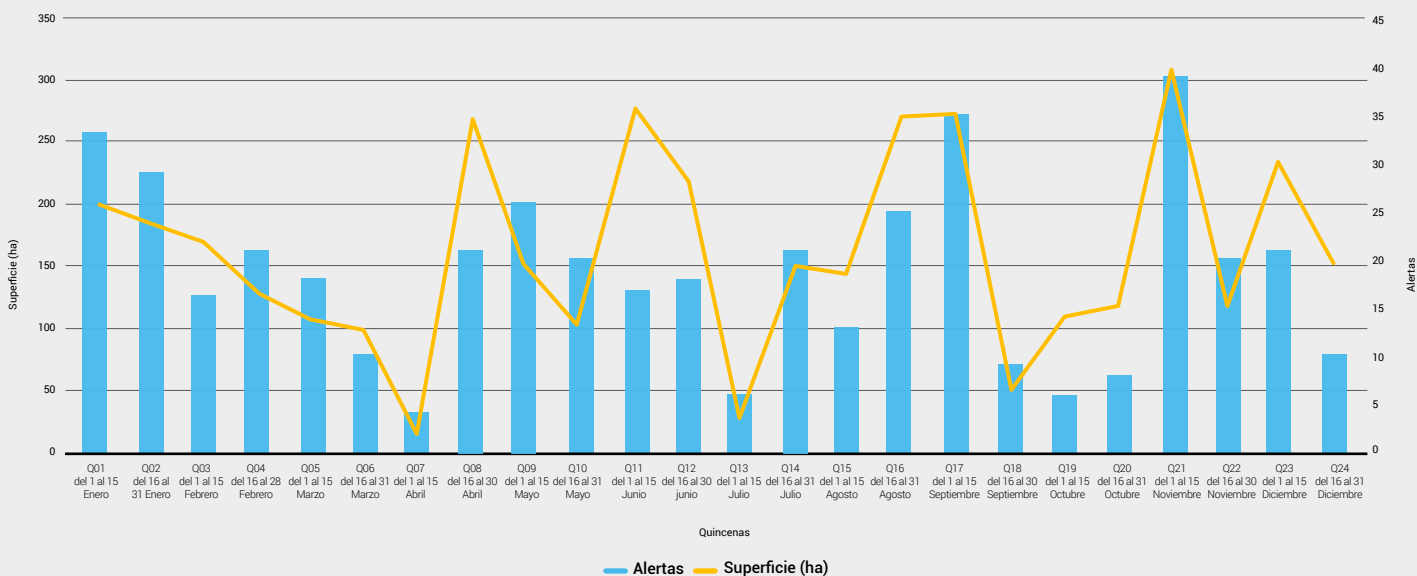
g) Formosa



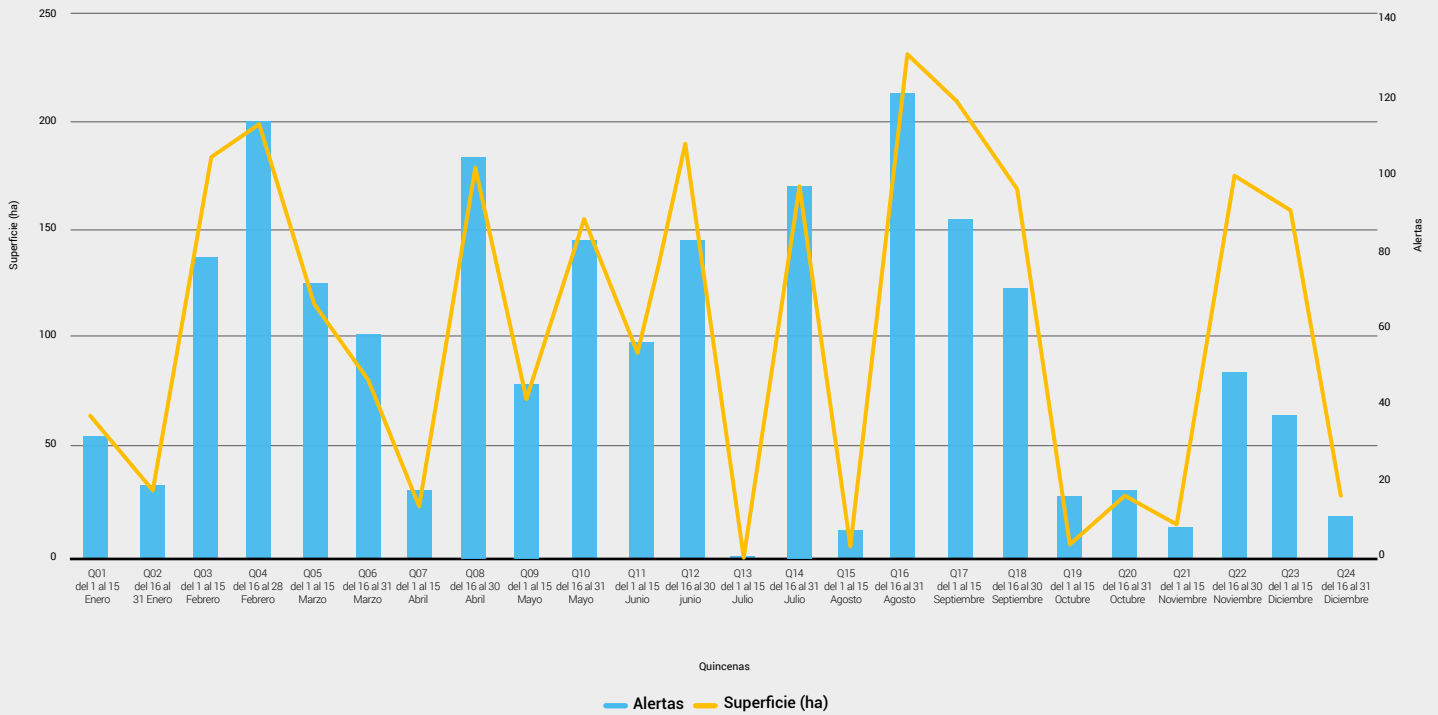
h) Jujuy



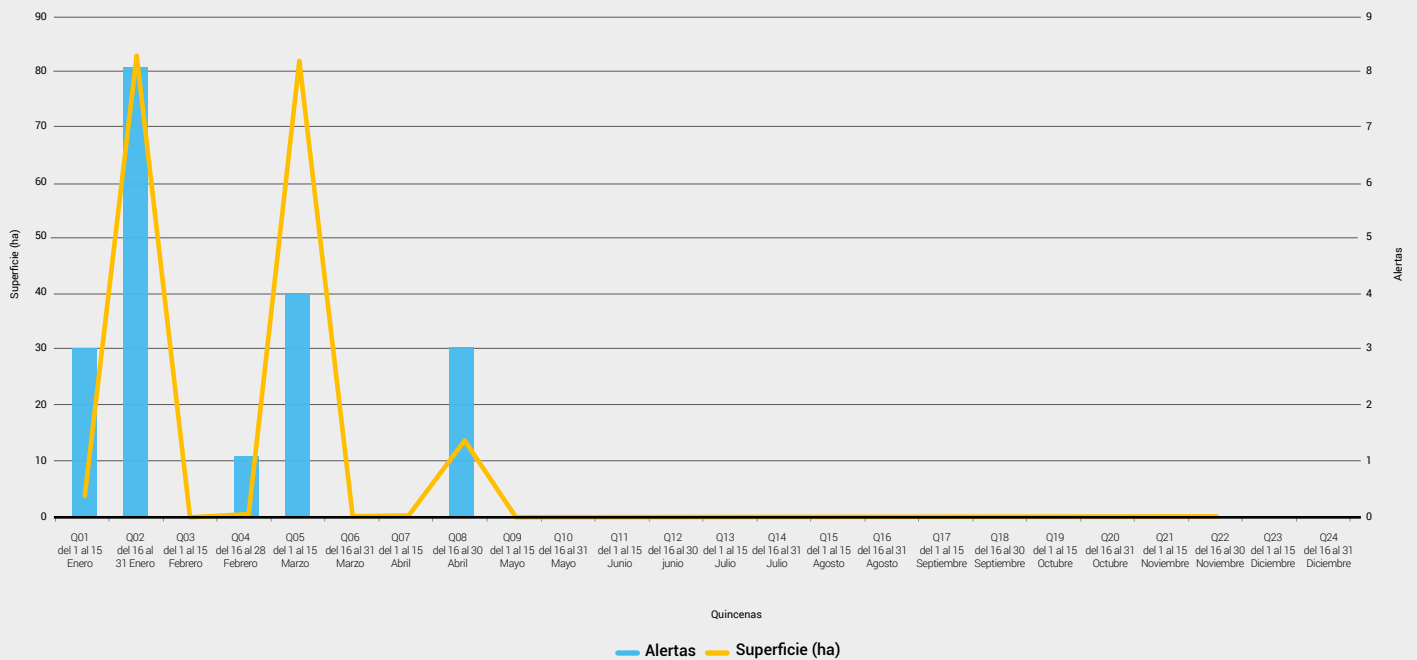
i) La Rioja



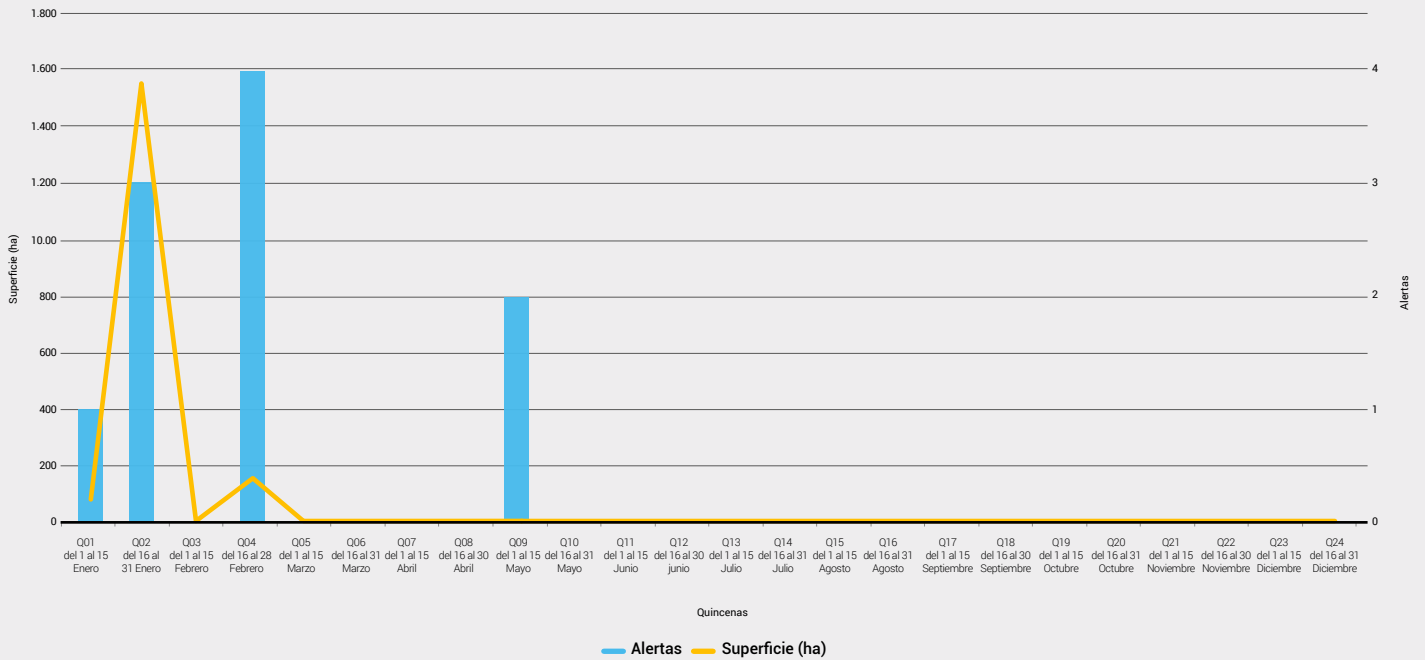
j) Misiones



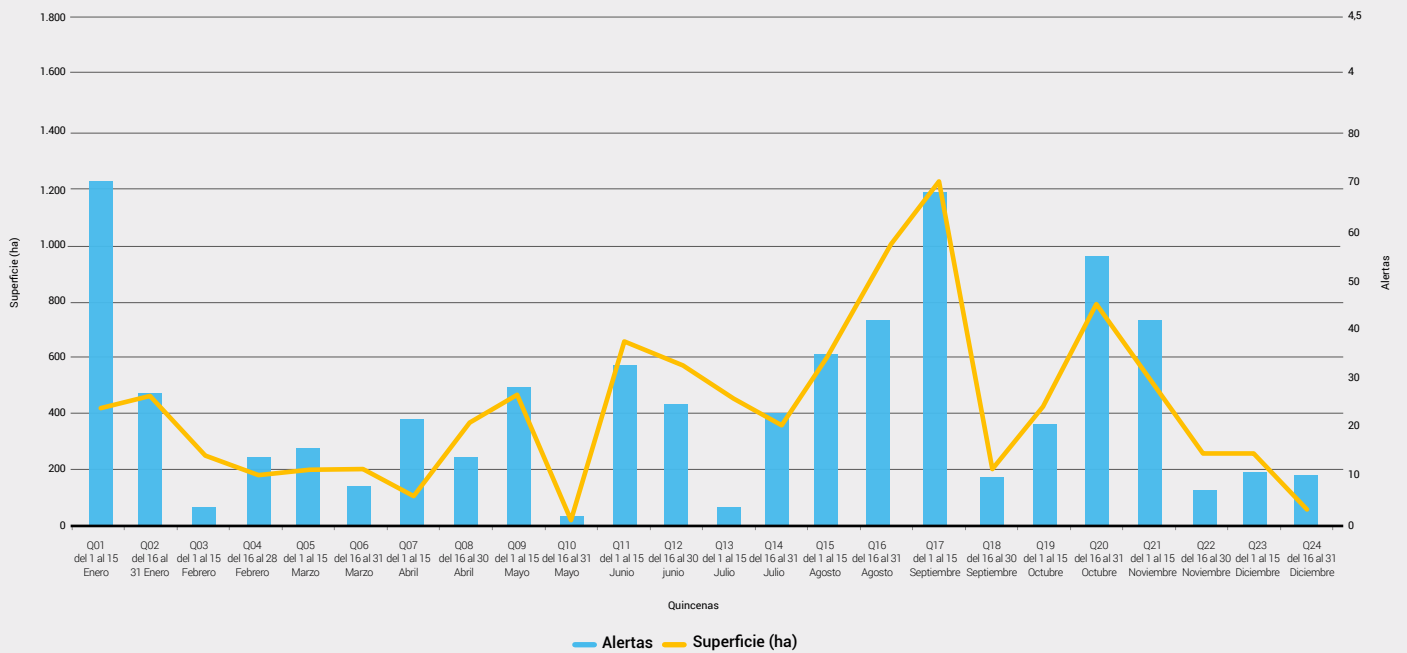
k) Neuquén



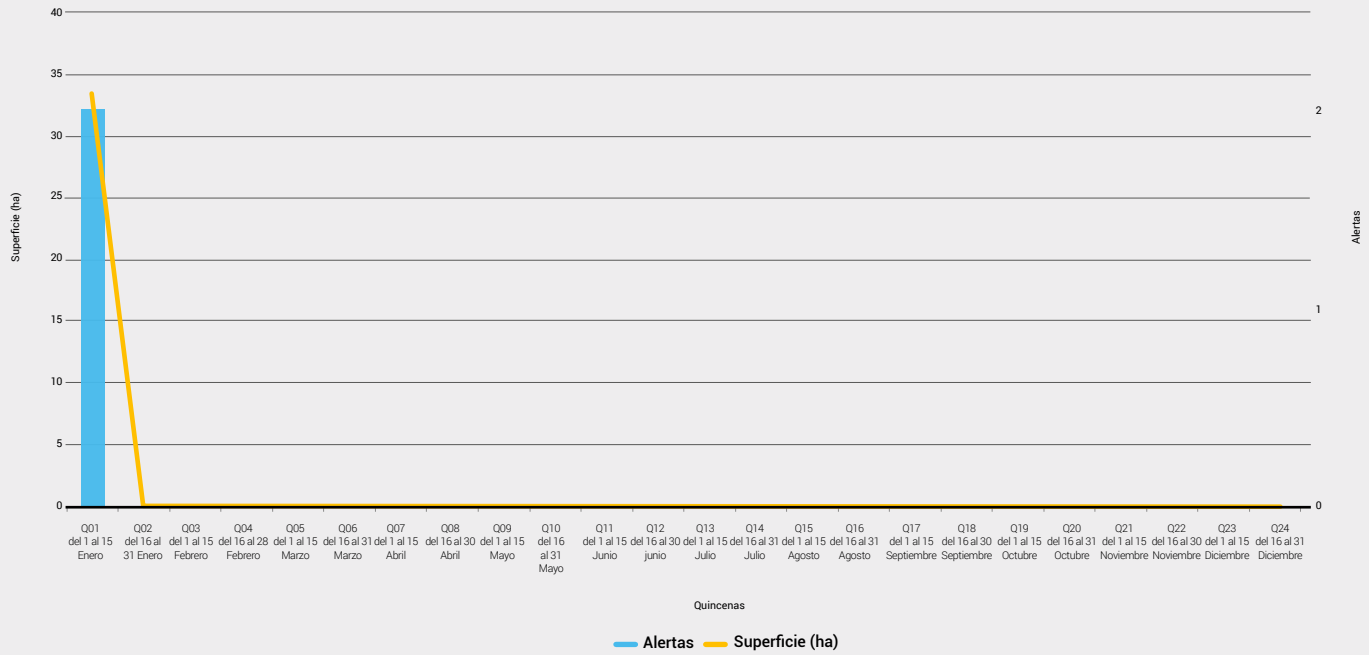
I) Río Negro



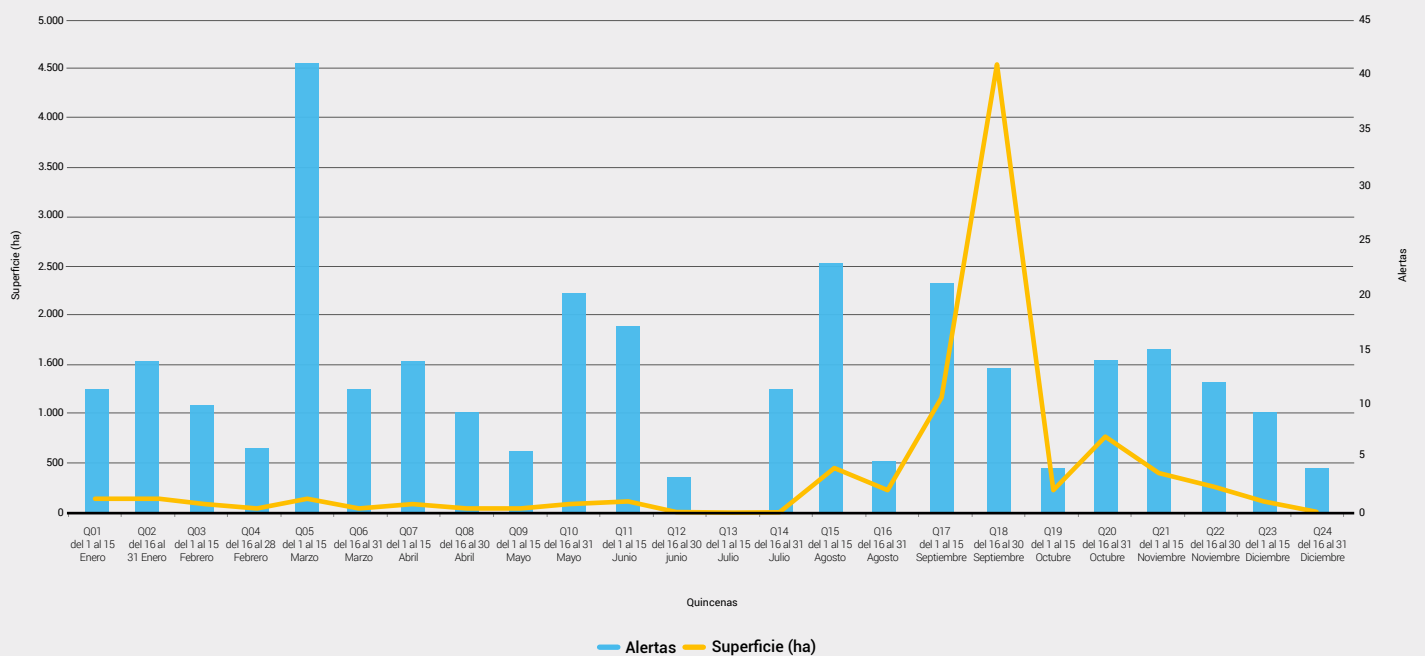
m) Salta



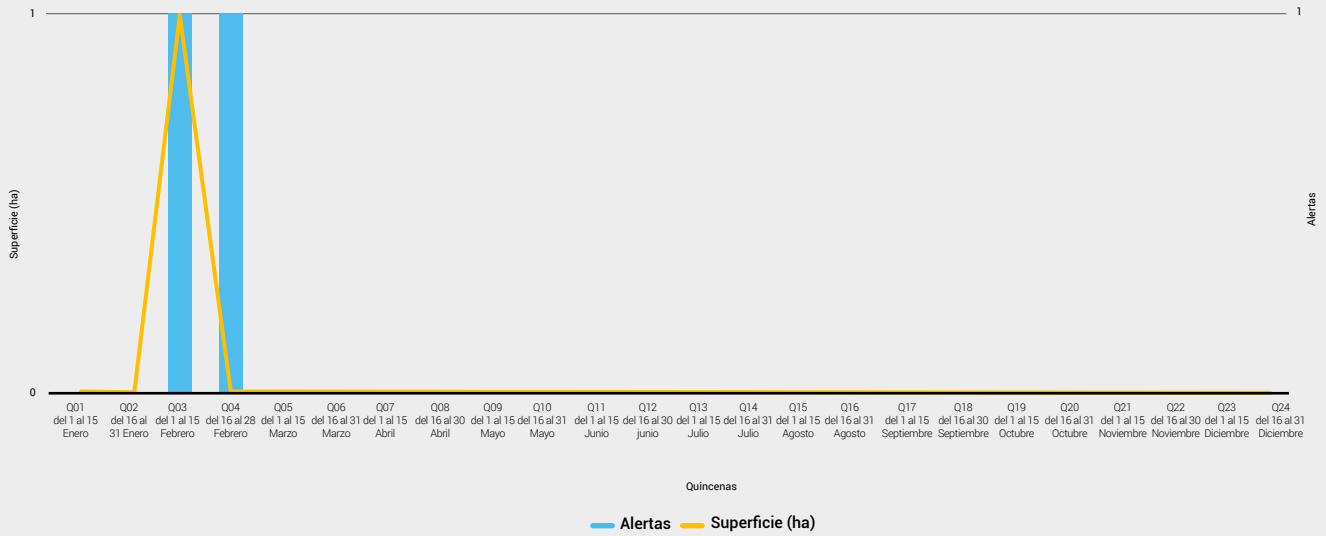
n) San Juan



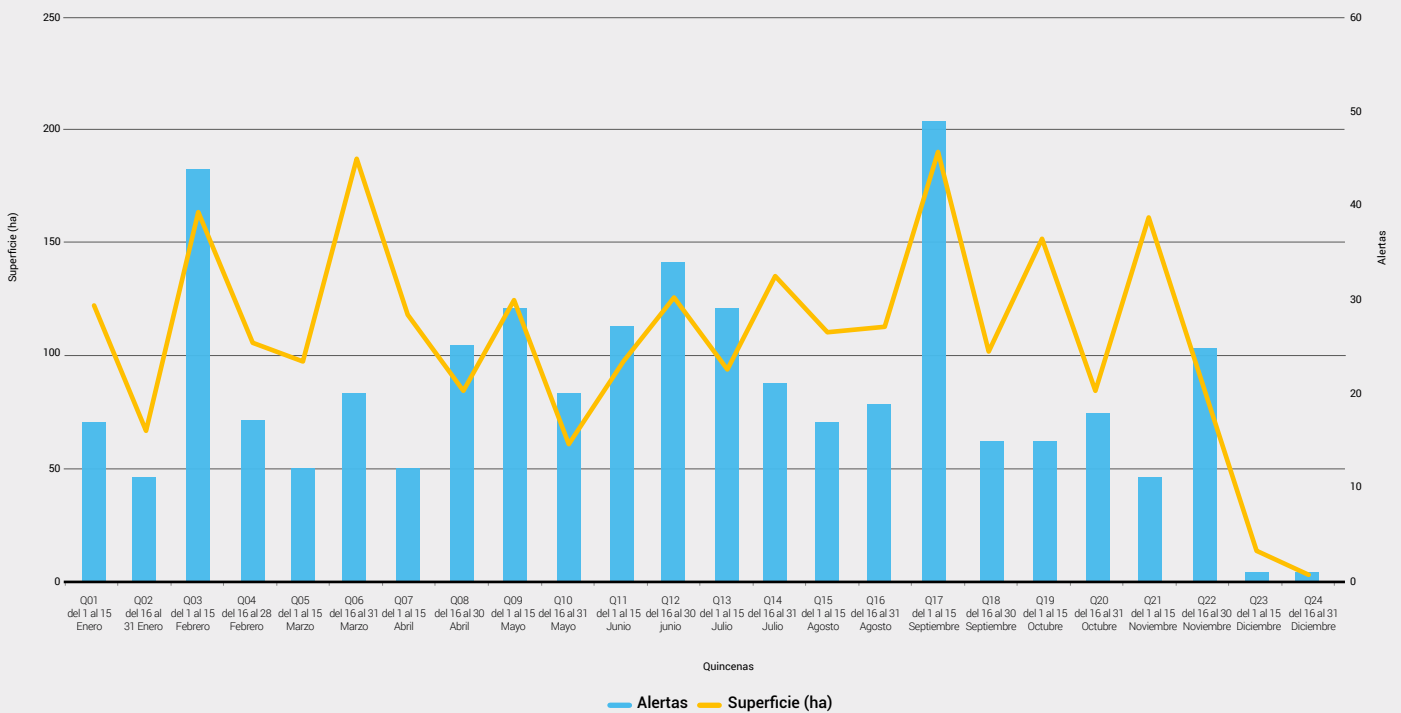
ñ) San Luis



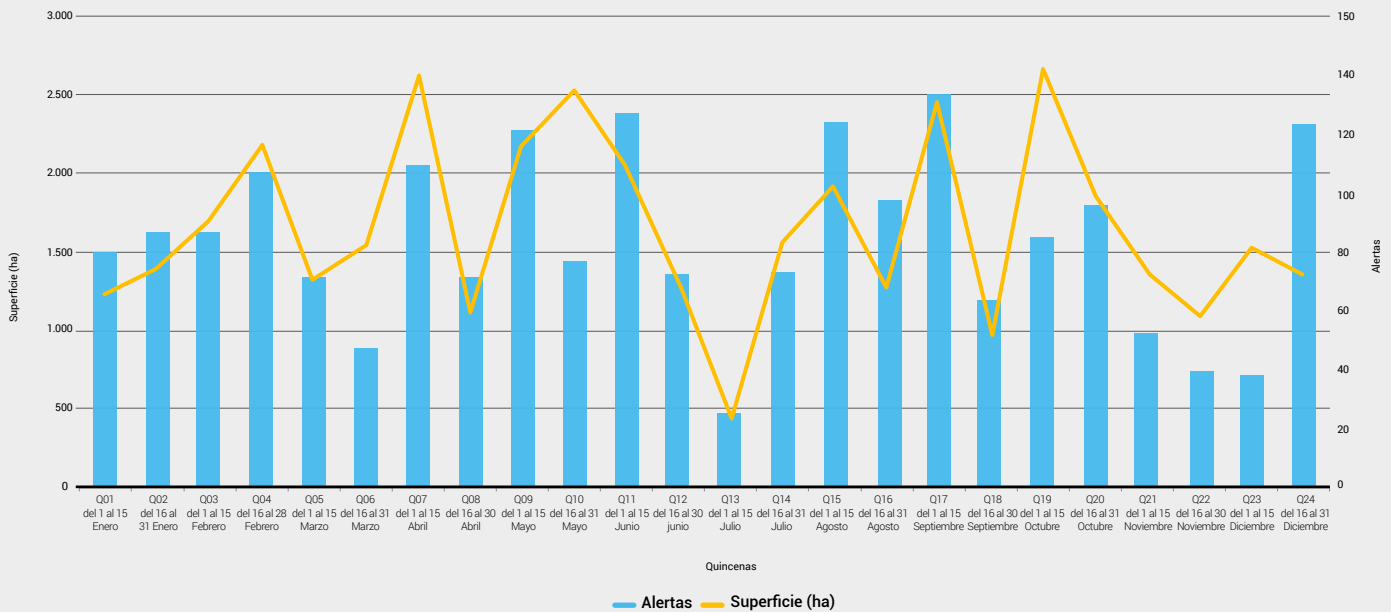
o) Santa Cruz



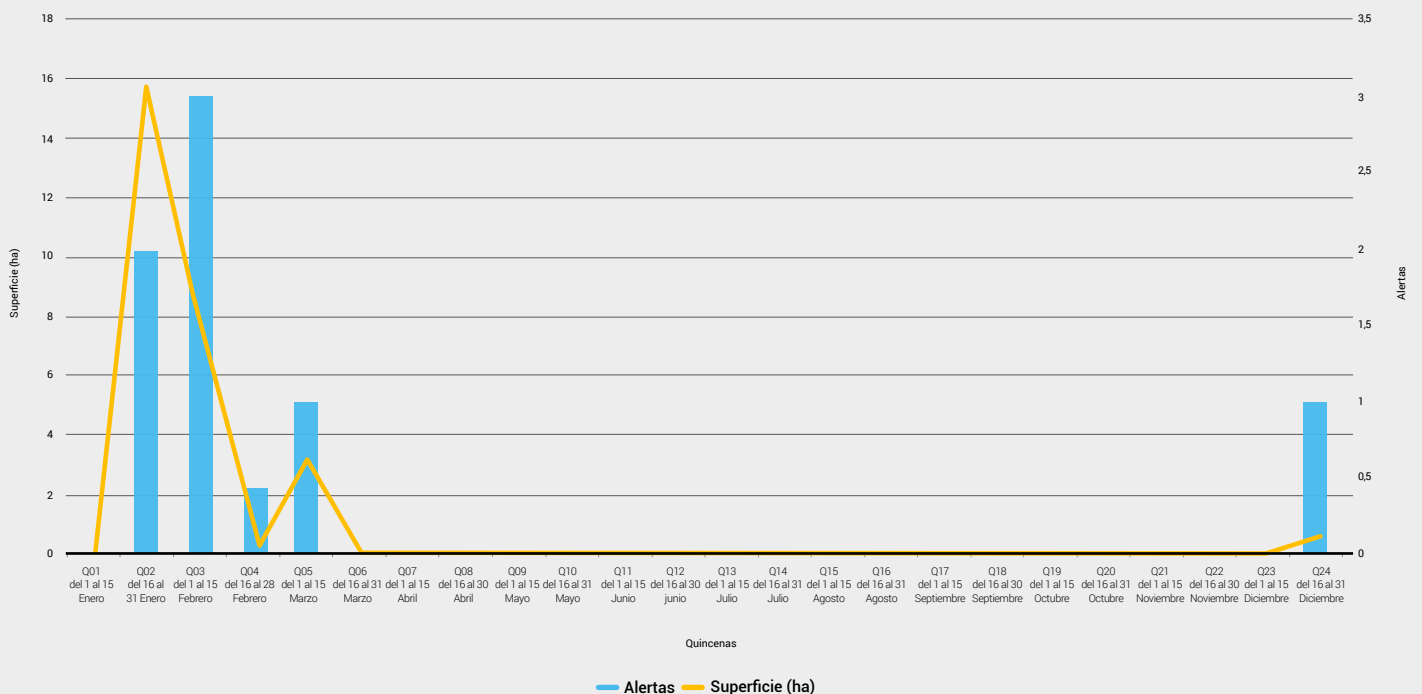
p) Santa Fe



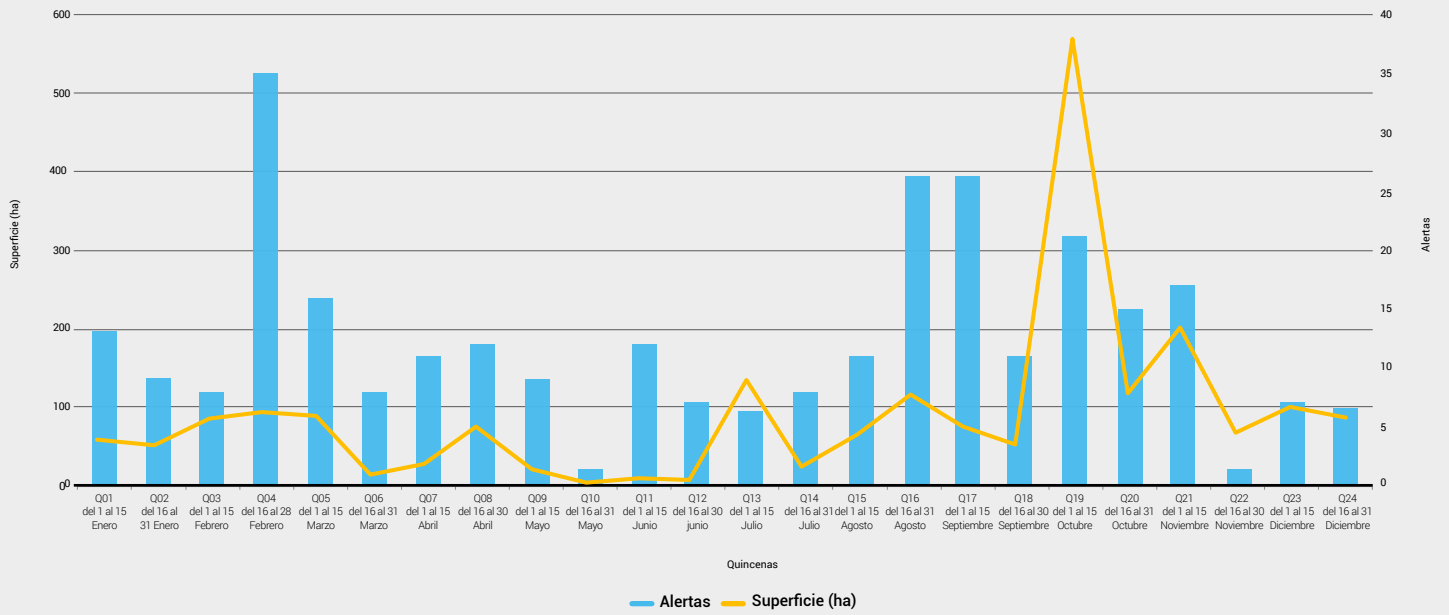
q) Santiago del Estero



r) Tierra del Fuego



s) Tucumán



SAT e Incendios forestales

Durante el año 2023, alrededor del 24% de la superficie de alerta estuvo asociada a incendios forestales (Fig. 4), que ocurrieron principalmente en enero y entre los meses de septiembre y octubre (Fig. 5). En la mayoría de las provincias se registraron alertas vinculadas a incendios forestales, con excepción de Catamarca, La Rioja y Santa Cruz. La provincia con más superficie en alerta de bosque nativo afectada por incendios fue Formosa, seguida por San Luis, Córdoba y Entre Ríos (Tabla 2). En San Juan el 100% de las alertas estuvieron vinculadas a incendios forestales (34 ha). En Río Negro, representaron el 99,7 % del total de la superficie registrada, el 99,6% en las provincias del Neuquén y Chubut.

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

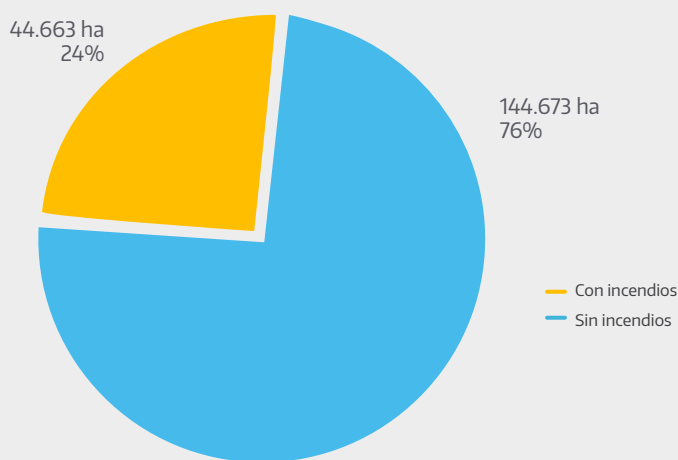


Fig. 5. Superficie de alertas registradas vinculadas a incendios forestales, por quincena.

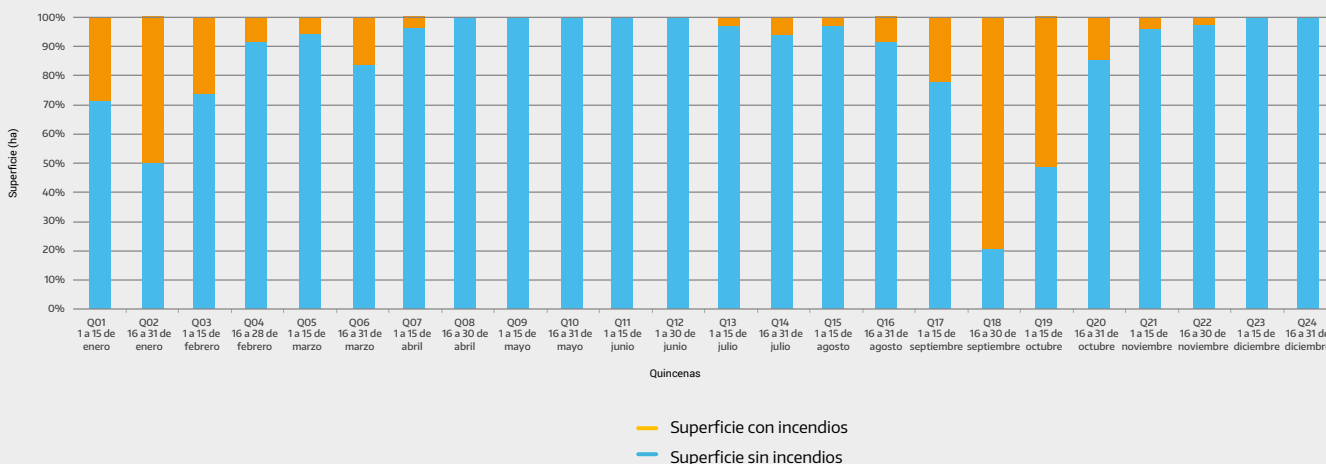


Tabla 2. Superficie de alertas registradas vinculadas a incendios forestales, por provincia.

Provincias	Superficie		
	Total (ha)	Con incendio (ha)	Porcentaje (%)
Catamarca	3.191	0	0,0
Chaco	60.608	2.241	3,7
Chubut	1.546	1.539	99,6
Córdoba	6.374	5.038	79,0
Corrientes	782	416	53,2
Entre Ríos	6.573	4.164	63,4
Formosa	36.553	21.279	58,2
Jujuy	1.911	57	3,0
La Rioja	3.872	0	0,0
Misiones	2.618	42	1,6
Neuquén	183	182	99,6
Río Negro	1.722	1.717	99,7
Salta	10.153	790	7,8
San Juan	34	34	100,0
San Luis	9.224	5.879	63,7
Santa Cruz	1	0	0,0
Santa Fe	2.590	616	23,8
Santiago del Estero	39.631	197	0,5
Tierra del Fuego	27	7	24,5
Tucumán	1.745	466	26,7
Total general	189.336	44.663	23,6

Alertas 2023 y categorías de conservación

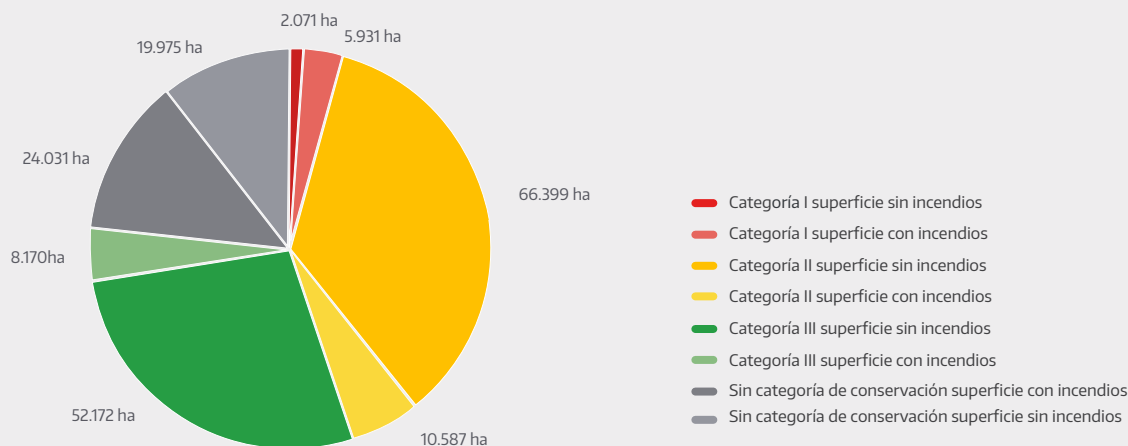
En relación al Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (OTBN) aprobado por las jurisdicciones, la mayor superficie con alertas registradas se localiza en áreas de categoría de conservación II (amarillo) con 76.986 ha y en áreas de categoría de conservación III (verde) con 60.342 ha (Tabla 3). La presencia de zonas sin categoría de conservación 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 (66.399 ha) y III (52.172 ha) (Fig. 6). Si se considera las alertas vinculadas a incendios, el área sin categoría de conservación fue la más afectada, con aproximadamente el 11% de la superficie (19.775 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	Categorías de conservación												Total
	I			II			III			Sin categoría			
	Subtotal	Sin incendios	Con incendios	Subtotal	Sin incendios	Con incendios	Subtotal	Sin incendios	Con incendios	Subtotal	Sin incendios	Con incendios	
Catamarca	1	1	0	576	576	0	1.326	1.326	0	1.289	1.289	0	3.191
Chaco	1	1	0	23.401	22.858	543	28.268	28.104	164	8.938	7.403	1.534	60.608
Chubut	39	0	39	1.097	1	1.096	46	1	45	363	4	359	1.546
Córdoba	3.231	703	2.528	242	102	140	0	0	0	2.901	531	2.370	6.374
Corrientes	192	1	191	103	57	46	253	220	33	235	88	146	782
Entre Ríos	2.113	842	1.271	3.533	1.311	2.222	599	81	518	327	174	153	6.573
Formosa	164	15	149	2.197	276	1.921	17.149	10.524	6.625	17.043	4.459	12.584	36.553
Jujuy	67	27	40	112	102	11	1.668	1.668	0	64	58	6	1.911
La Rioja	40	40	0	884	884	0	34	34	0	2.913	2.913	0	3.872
Misiones	7	7	0	1.762	1.741	21	385	378	7	463	450	14	2.618
Neuquén	94	0	94	77	0	77	0	0	0	12	1	11	183
Río Negro	76	0	76	1.537	5	1.532	109	1	109	0	0	0	1.722
Salta	517	61	456	1.518	1.258	260	7.572	7.552	20	546	492	54	10.153
San Juan	19	0	19	15	0	15	0	0	0	0	0	0	34
San Luis	960	7	953	4.850	2.564	2.286	750	562	188	2.664	212	2.452	9.224
Santa Cruz	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Santa Fe	385	284	101	1.485	1.193	292	0	0	0	721	497	223	2.590
Santiago del Estero	83	68	15	33.413	33.293	119	981	945	37	5.154	5.128	26	39.631
Tierra del Fuego	0	0	0	27	21	7	0	0	0	0	0	0	27
Tucumán	14	14	0	157	156	1	1.200	775	425	374	333	41	1.745
Total general	8.002	2.071	5.931	76.986	66.399	10.587	60.342	52.172	8.170	44.006	24.031	19.975	189.336

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



Categoría I

Sectores de muy alto valor de conservación

Categoría II

Sectores de mediano valor de conservación

Categoría III

Sectores de bajo valor de conservación

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.

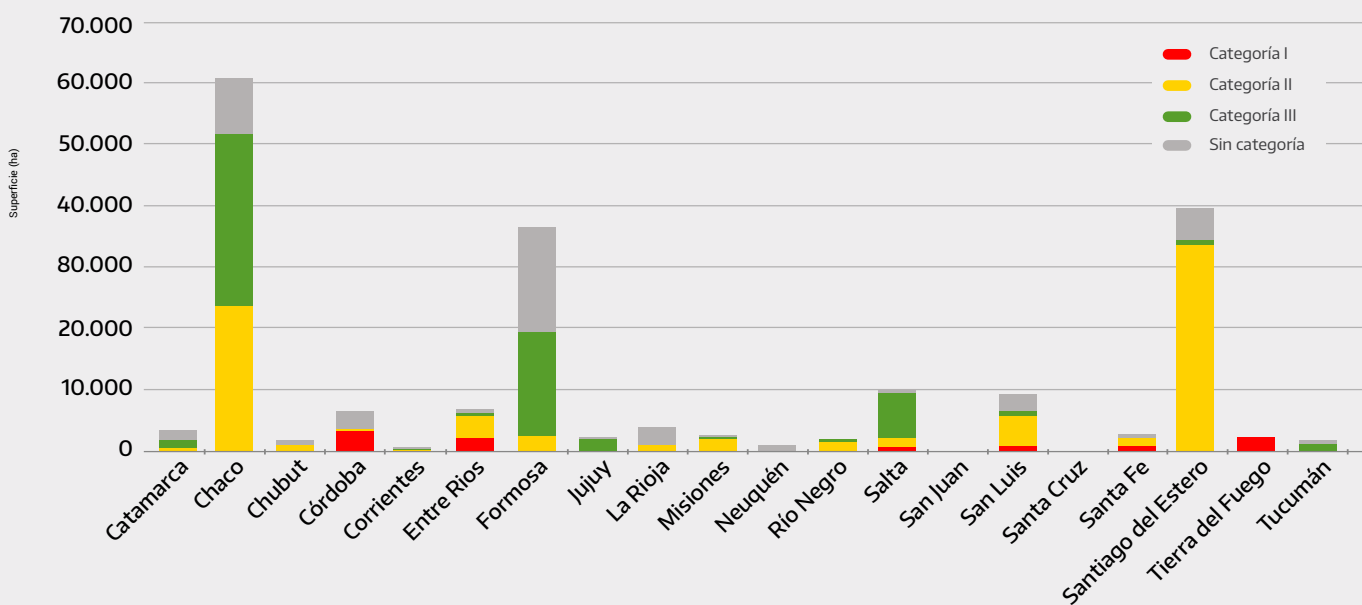
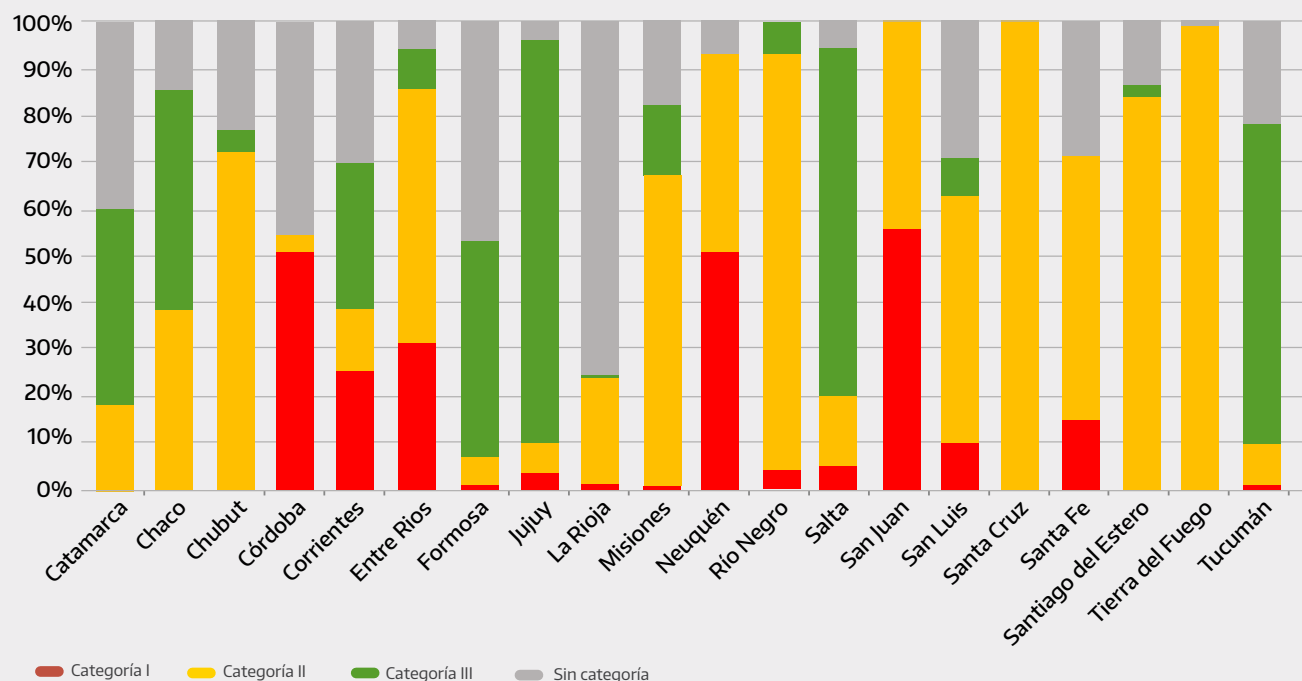


Fig. 8. Proporción de la superficie de alertas registradas por categoría de conservación y por provincia



Respuesta a notificaciones de alertas 2023

La Dirección de Bosques Nativos envió la información sobre las alertas registradas en el período de 15-20 días posteriores a la finalización de cada quincena. 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, a un 47% de las alertas que representan un 52% 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 (SI-SAT).

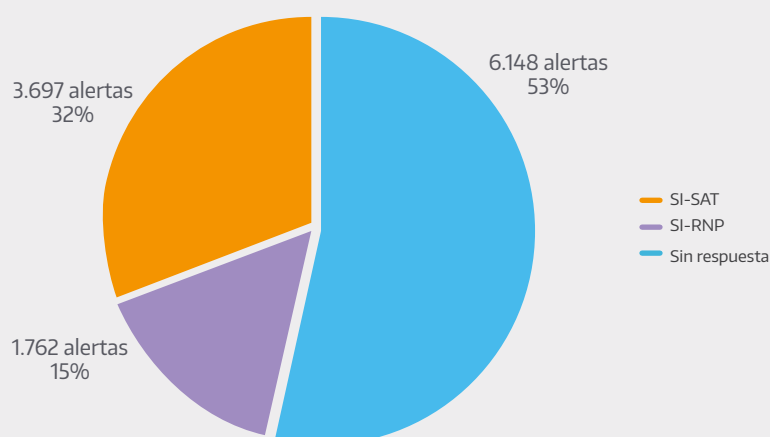
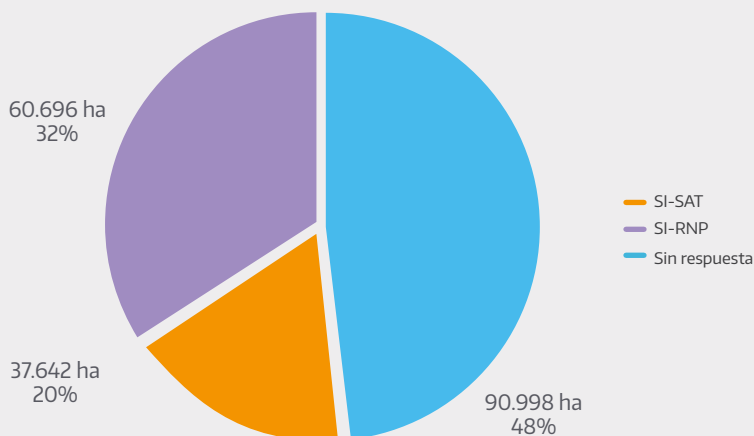
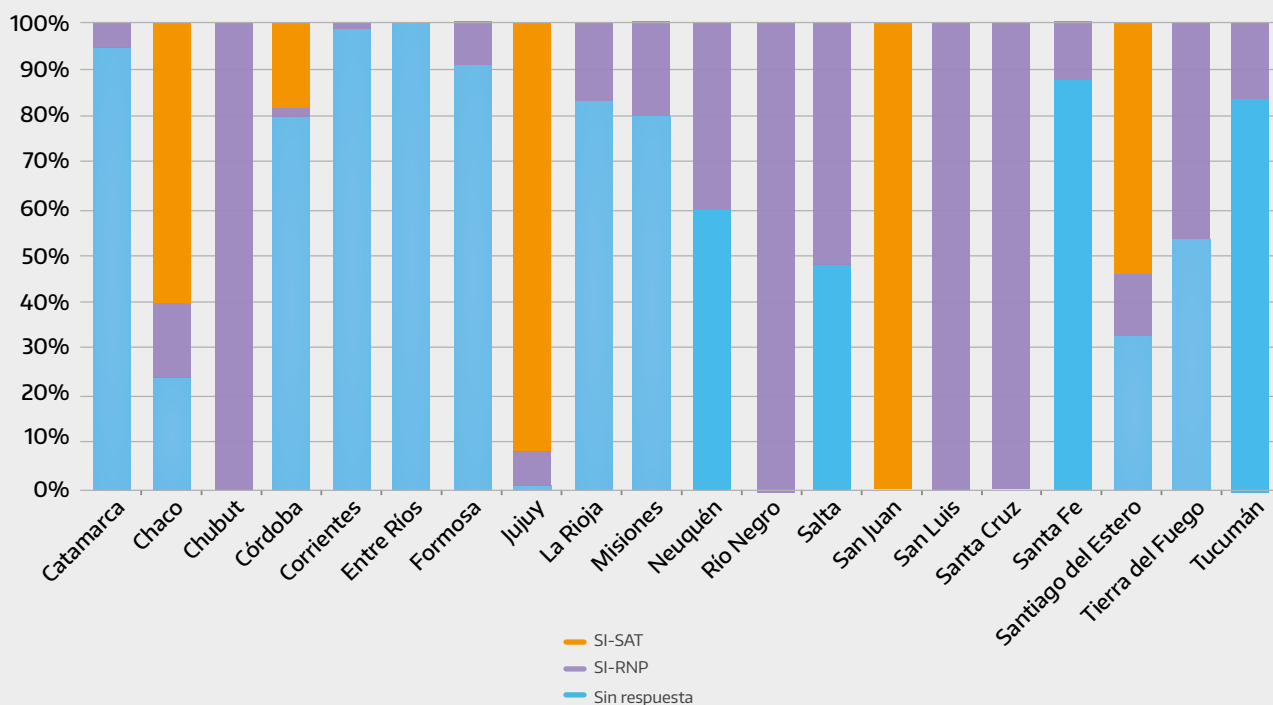


Fig. 10. Proporción de la superficie de las alertas registradas con respuesta provincial, ya sea a través del Registro Nacional de Planes (SI-RNP) o al correo institucional del SAT (SI-SAT).



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.

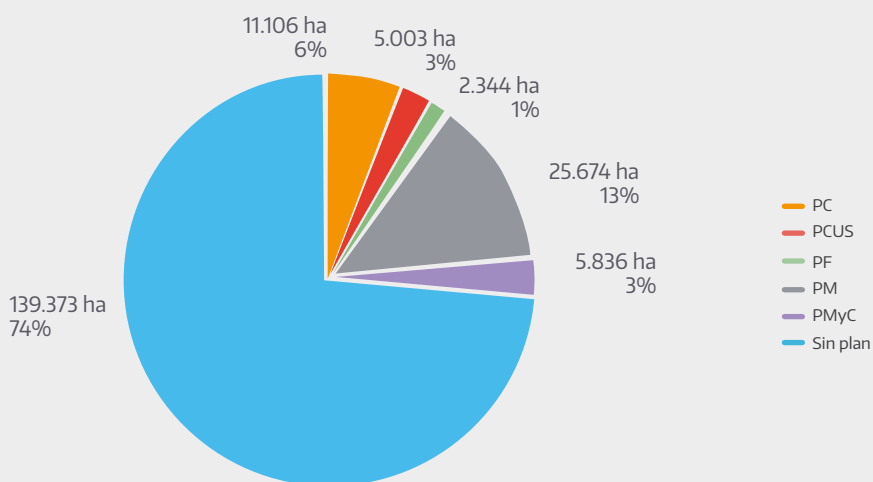
Fig. 11. Proporción de la superficie de las alertas registradas con respuesta provincial, ya sea a través del Registro Nacional de Planes (SI-RNP) o al correo institucional del SAT.



Alertas 2023 y Registro Nacional de Planes (RNP)

En relación al RNP, el 26% 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.

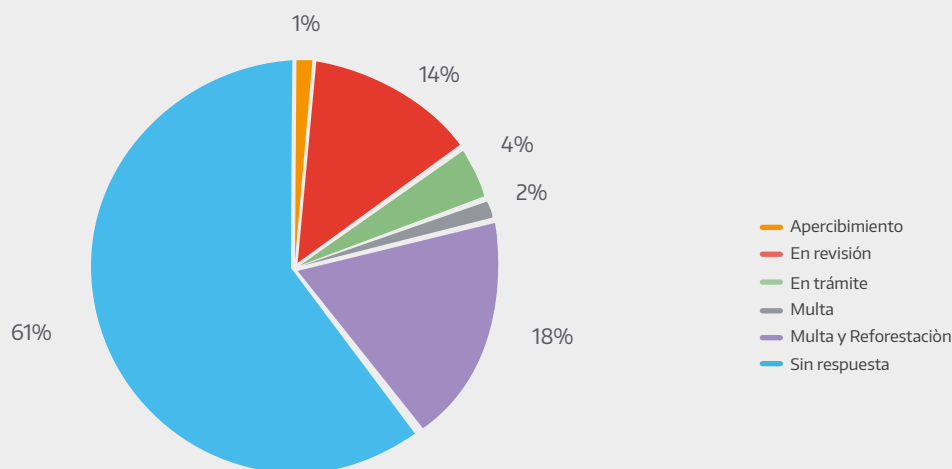


Aquellas alertas que la Figura 12 muestra como Sin Plan, se refieren a aquellas que no coinciden con planes cargados en el RNP. En relación a las alertas Sin Plan en el RNP que fueron respondidas al correo electrónico institucional del SAT (48.378 ha), las Autoridades Locales de Aplicación de la Ley N° 26.331 informaron que 19.420ha 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 32.753 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 2023, se emitieron 11.607 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 Cruz, Santa Fe, Santiago del Estero, Tierra del Fuego y Tucumán, en las regiones forestales corresponden a Parque Chaqueño, Yungas, Bosque Andino Patagónico, Selva Paranaense y Espinal - Distrito del Ñandubay. Las mencionadas alertas representan una superficie de 189.336 ha. Las provincias que registraron mayor superficie de alertas de deforestación fueron Chaco, Santiago del Estero y Formosa.

Unas 44.663 ha (prácticamente 24 % del total de la superficie) estuvieron vinculadas a incendios forestales. Las provincias con mayor superficie de alertas vinculadas a incendios fueron Formosa con 21.279 ha y San Luis con 5.879 ha. Las provincias con mayor porcentaje de superficie de alertas relacionadas a incendios fueron San Juan (100%), Río Negro (99,7%), Neuquén y Chubut con 99,6% cada una. Debido a que el SAT 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 de categoría II con 76.986 ha y en áreas de categoría III con 60.342 ha.

Los datos finales de la superficie de pérdida de bosque nativo en 2023 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 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.

