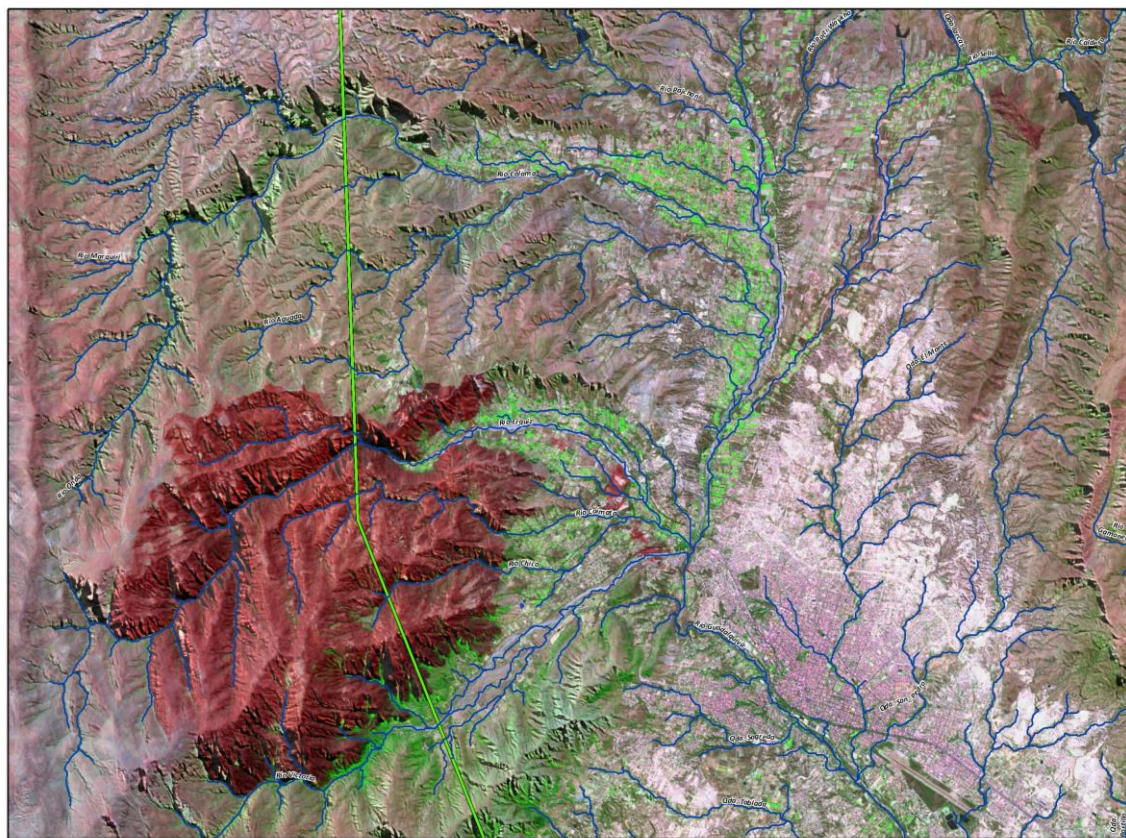


REPORTE TÉCNICO

Evaluación de la Severidad de Quema

Incendio del Valle Central de Tarija y la Cordillera de Sama



Periodo del incendio: 16 al 22 de julio de 2026

Imagen postincendio: 23 de julio de 2026

Fecha del reporte: 24 de julio de 2026

Elaborado por: Ing. Ricardo Vito Aguilar Guerrero (Especialista SIG)



PROMETA

Tarija — Bolivia

Índice de Contenido	Página
Resumen ejecutivo	3
Resultados clave por sector	3
1. Introducción y objetivo	4
2. Contexto ecosistémico	4
3. Sectores analizados	4
4. Datos y metodología	5
4.1 Datos satelitales y periodos de comparación	5
4.2 Índices espectrales	5
4.3 Clasificación y cuantificación	5
5. Resultados generales	6
5.1 Lectura técnica	6
6. Resultados por sector	7
6.1 Sector La Victoria - Sella	7
6.2 Sector Quirusillas - Alpahuasi	8
6.3 Sector Pinos Sur - Pampa Redonda	9
7. Comparación e interpretación integrada	10
7.1 Implicaciones ecológicas	10
7.2 Priorización	11
8. Limitaciones del análisis	11
9. Conclusiones	11
10. Recomendaciones	12
Referencias y fuentes técnicas	13

Resumen ejecutivo

El incendio ocurrido entre el 16 y el 22 de julio de 2026 afectó tres sectores del Valle Central de Tarija y la Cordillera de Sama: La Victoria - Sella, Quirusillas - Alpahuasi y Pinos Sur - Pampa Redonda. La evaluación se realizó mediante teledetección en Google Earth Engine, utilizando imágenes Sentinel-2 y el índice diferencial de quema dNBR, clasificado con umbrales propuestos por Keeley, J. E. (2009) estandarizados del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).

El perímetro analizado alcanza 9.949,03 hectáreas (ha). La clase dominante fue la severidad moderada baja, con 4.967,13 ha (49,93 %), seguida de la severidad baja, con 2.972,63 ha (29,88 %). Las categorías moderada alta y alta suman 2.009,27 ha, equivalentes al 20,20 % del área evaluada. La severidad alta se concentró en 121,45 ha (1,22 %), principalmente en el sector La Victoria - Sella. Este sector cubre el 76,83% de toda la superficie quemada.

La conclusión principal es que la mayor parte del área presentó cambios espectrales de baja a moderada baja severidad; sin embargo, las 2.009,27 ha clasificadas como moderada alta o alta requieren verificación de campo prioritaria, especialmente en laderas, cabeceras, cursos de agua y parches de vegetación arbórea.

Resultados clave por sector

Sector	Área (ha)	% del total	Mod. alta + alta (ha)	% del sector
La Victoria–Sella	7.643,58	76,83	1.583,56	20,72
Quirusillas–Alpahuasi	1.540,65	15,49	272,20	17,67
Pinos Sur–Pampa Redonda	764,80	7,69	153,51	20,07

Fuente: *Elaboración propia, 2026.*

1. Introducción y objetivo

Entre el 16 y el 22 de julio de 2026 se registró un incendio de amplia extensión en tres sectores del Valle Central de Tarija y la Cordillera de Sama. Debido a la diversidad de coberturas y condiciones topográficas, la identificación espacial de la severidad constituye un insumo inmediato para orientar la evaluación de daños, la respuesta institucional y el seguimiento de la recuperación postincendio.

El objetivo del presente reporte es estimar y describir la distribución espacial de la severidad de quema mediante el índice dNBR, cuantificar las superficies afectadas por clase de severidad y comparar los resultados entre los sectores La Victoria - Sella, Quirusillas - Alpahuasi y Pinos Sur - Pampa Redonda.

2. Contexto ecosistémico

La Cordillera de Sama es un sistema montañoso andino caracterizado por un fuerte gradiente altitudinal y una elevada heterogeneidad ecológica. En este contexto se encuentra la Reserva Biológica de la Cordillera de Sama (RBCS), creada mediante Decreto Supremo N.º 22721 de 30 de enero de 1991, con una superficie legal de 108.500 ha. El Plan de Manejo ubica a la reserva al oeste del departamento de Tarija, en territorios de las provincias Avilés, Méndez, Arce y Cercado, e involucra a los municipios de Cercado, San Lorenzo, El Puente, Uriondo, Yunchará y Padcaya, en un rango aproximado de 1.950 a 4.700 m s. n. m.

La Cordillera de Sama forma parte de la cuenca del río Guadalquivir, también conocida como Valle Central de Tarija. Dentro de la reserva y su zona de influencia se representan cuatro ecorregiones de referencia: Puna, Prepuna, Bosques Secos Interandinos y Bosques Tucumano - Bolivianos. Este mosaico determina contrastes importantes en biomasa disponible, combustibilidad, respuesta espectral y capacidad de recuperación tras el fuego. La RBCS contribuye a la provisión de servicios ecosistémicos clave, particularmente la regulación y provisión de agua para comunidades de la cuenca del río Guadalquivir y para 250.000 habitantes de la ciudad de Tarija a través de subcuencas asociadas como la del río Tolomosa, la que a través del embalse San Jacinto provee agua para la producción de alimentos y la producción vitivinícola (Aguilar, R. 2003).

Las coberturas predominantes señaladas para el área quemada incluyen pastizales, matorrales y formaciones arbóreas con presencia de churquis, molles, eucaliptos y cipreses. La interpretación del dNBR debe considerar que cada tipo de cobertura responde de manera distinta al fuego y a la observación satelital.

3. Sectores analizados

- La Victoria - Sella: sector central de mayor extensión, que comprende el entorno de La Victoria, Coimata, Erquis Sud, Erquis Ceibal, Erquis Norte, Tucumillas, Obrajes, Rincón de la Victoria y la comunidad de Sella.
- Quirusillas - Alpahuasi: sector norte en torno a Quirusillas, Alpahuasi, Camarón, Molle Huayco, San Pedro de las Peñas, Mandor Chico y Lluscani.
- Pinos Sur - Pampa Redonda: sector sur en el entorno de Pinos Sur, Pampa Redonda, Puesto Tunal y Barbascuyo.

4. Datos y metodología

4.1 Datos satelitales y periodos de comparación

El procesamiento se realizó en la plataforma Google Earth Engine. Para la condición postincendio se generó un mosaico unificado de las escenas Sentinel-2 T20KKA, T20KKB, T20KLB y T20KLA adquiridas el 23 de julio de 2026. La condición preincendio se representó mediante la mediana de observaciones del periodo comprendido entre el 1 y el 15 de julio de 2026.

Flujo general de procesamiento

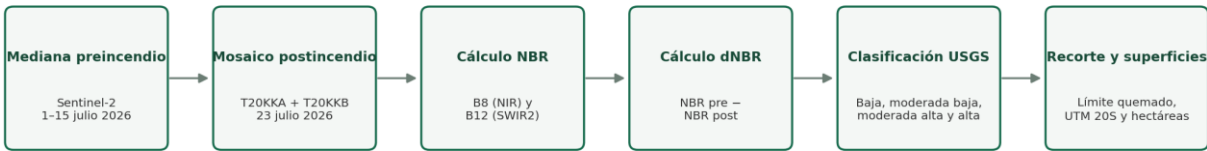


Figura 1. Flujo general de procesamiento para la estimación de severidad de quema.

4.2 Índices espectrales

Se utilizaron las bandas B8 del infrarrojo cercano (NIR) y B12 del infrarrojo de onda corta 2 (SWIR2) para calcular el índice normalizado de quema (NBR):

NBR

$$NBR = (B8 - B12) / (B8 + B12)$$

Posteriormente se calculó el índice diferencial de quema, restando el NBR postincendio al NBR preincendio:

dNBR

$$dNBR = NBR \text{ preincendio} - NBR \text{ postincendio}$$

Valores positivos más elevados de dNBR indican una mayor reducción relativa de la señal asociada a vegetación y humedad, compatible con una mayor severidad de quema. En este reporte se analizaron las clases comprendidas dentro del perímetro quemado.

4.3 Clasificación y cuantificación

Clase USGS	Categoría	Umbral dNBR	Interpretación operativa
2	Baja	$0,100 \leq dNBR < 0,270$	Cambio espectral bajo; afectación generalmente limitada o discontinua.
3	Moderada baja	$0,270 \leq dNBR < 0,440$	Afectación intermedia con predominio de daño parcial.
4	Moderada alta	$0,440 \leq dNBR < 0,660$	Cambio marcado, con probabilidad de mayor consumo de biomasa y daño de cobertura.
5	Alta	$dNBR \geq 0,660$	Cambio espectral muy alto; prioridad para validación de daño severo en vegetación y suelo.

Fuente: Umbrales de clasificación USGS utilizados para el análisis.

Los vectores de severidad fueron obtenidos a partir del ráster reclasificado y recortados al límite del área quemada y proyectados al sistema WGS 1984 / UTM zona 20S. Las superficies se calcularon en hectáreas. Para el análisis por sector, los polígonos de severidad se asignaron espacialmente al bloque del perímetro quemado correspondiente y se agregaron por clase.

5. Resultados generales

La superficie total analizada fue de 9.949,03 ha. La categoría moderada baja concentró casi la mitad del área (49,93 %), mientras que la categoría baja representó 29,88 %. En conjunto, ambas clases suman 7.939,76 ha (79,80 %). Las clases moderada alta y alta alcanzaron 2.009,27 ha (20,20 %).

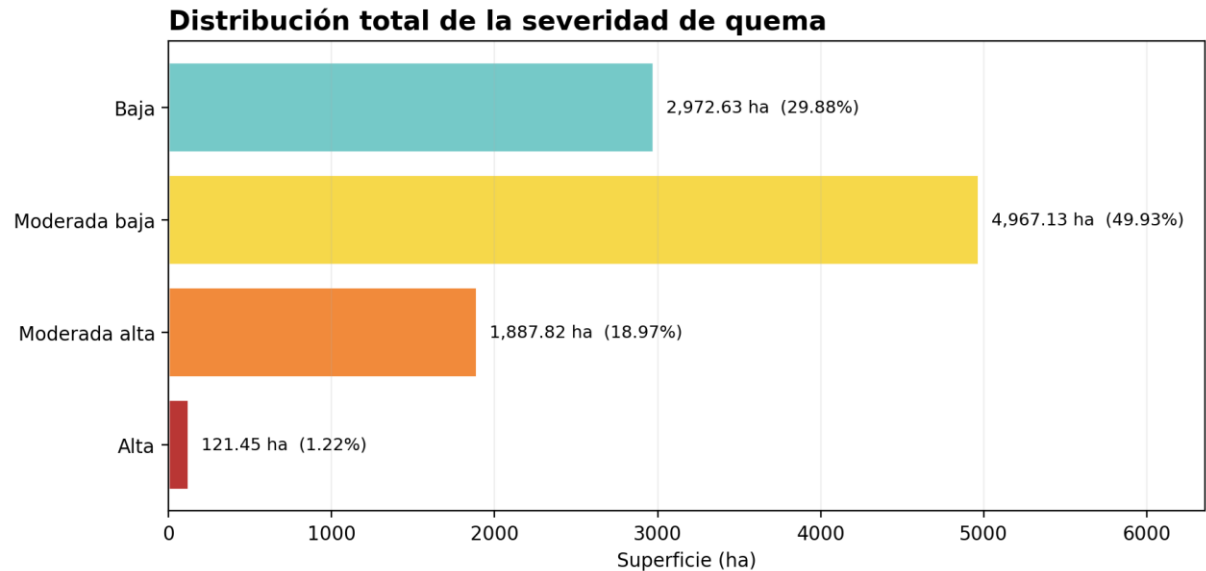


Figura 2. Distribución total de la severidad de quema por superficie y porcentaje.

Clase de severidad	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Baja	2.972,63	29,88
Moderada baja	4.967,13	49,93
Moderada alta	1.887,82	18,97
Alta	121,45	1,22
Total	9.949,03	100,00

Fuente: Elaboración propia, 2026.

5.1 Lectura técnica

El patrón general indica una afectación predominantemente baja a moderada baja, compatible con una matriz de quema heterogénea y con sectores donde parte de la cobertura pudo conservar capacidad de rebrote. No obstante, el 20,20 % clasificado como moderada alta o alta representa una superficie suficientemente extensa para generar impactos localizados en estabilidad del suelo, infiltración, escorrentía, regeneración de especies leñosas y conectividad de parches vegetales.

La clase alta ocupa una proporción reducida, pero su distribución espacial es relevante: pequeñas manchas concentradas en pendientes, quebradas o coberturas arbóreas pueden tener consecuencias desproporcionadas respecto de su superficie. Por ello, la priorización no debe basarse exclusivamente en el porcentaje total, sino también en la ubicación ecológica e hidrológica de los parches de vegetación afectados.

6. Resultados por sector

6.1 Sector La Victoria - Sella

Este sector concentró 7.643,58 ha, equivalentes al 76,83 % del área total evaluada. La severidad moderada baja fue dominante con 3.914,95 ha (51,22 %). Las categorías moderada alta y alta sumaron 1.583,56 ha (20,72 % del sector). Además, La Victoria - Sella reunió 105,26 ha de severidad alta, que representan el 86,67 % de toda la superficie clasificada como alta en los tres sectores. La superficie quemada en este sector correspondiente a la Reserva de Sama es 5278.70 ha (69% del sector y 53% del total).

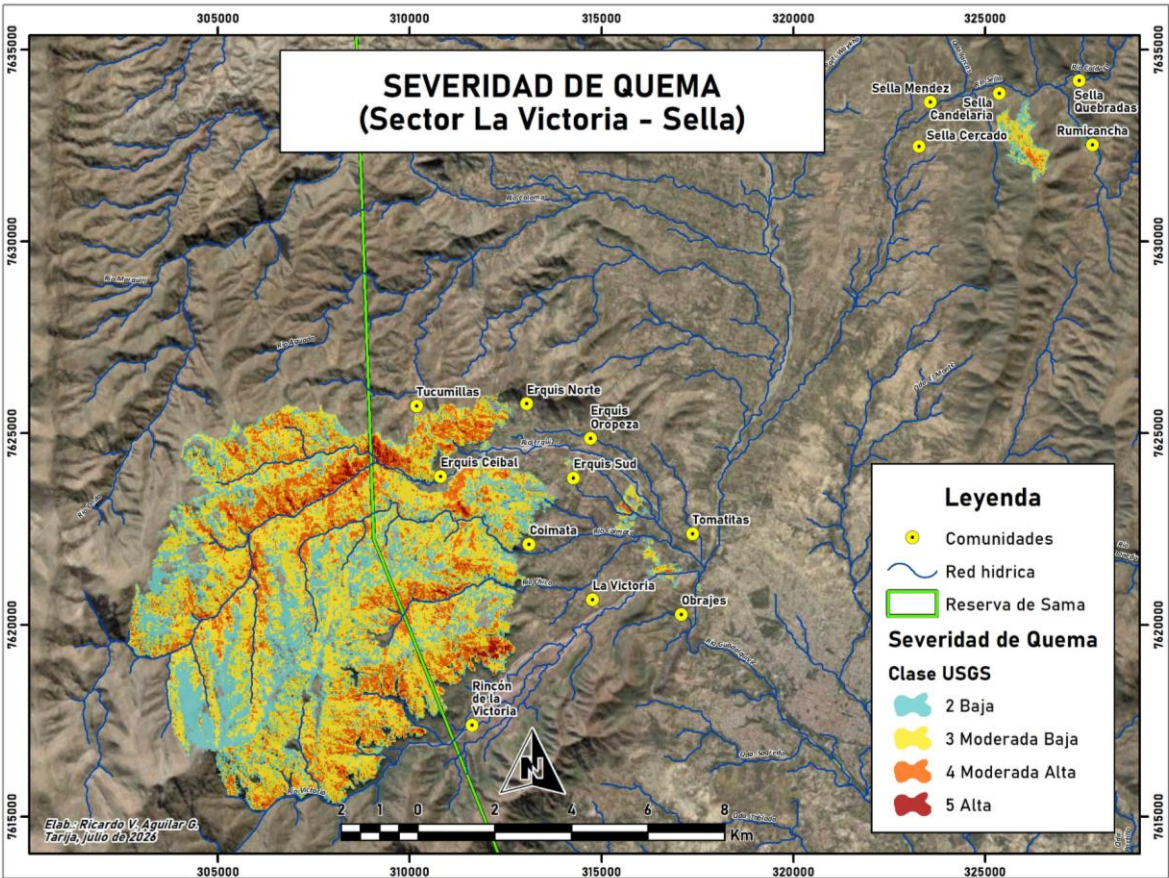


Figura 3. Severidad de quema en el sector La Victoria - Sella.

Clase	Superficie (ha)	% del sector
Baja	2.145,07	28,06
Moderada baja	3.914,95	51,22
Moderada alta	1.478,30	19,34
Alta	105,26	1,38
Total	7.643,58	100,00

Fuente: Elaboración propia, 2026.

Prioridad de verificación

Por su extensión y concentración de severidad alta, este sector debería encabezarse para la validación de campo, especialmente en el mosaico principal de la Reserva de Sama, Erquis - Coimata - La Victoria y Rincón de la Victoria en el bloque separado del entorno de Sella.

6.2 Sector Quirusillas - Alpahuasi

El sector Quirusillas - Alpahuasi registró 1.540,65 ha, equivalentes al 15,49 % del área total. La severidad moderada baja fue la clase más extensa con 699,89 ha (45,43 %), seguida de la severidad baja con 568,55 ha (36,90 %). Las clases moderada alta y alta sumaron 272,20 ha (17,67 % del sector).

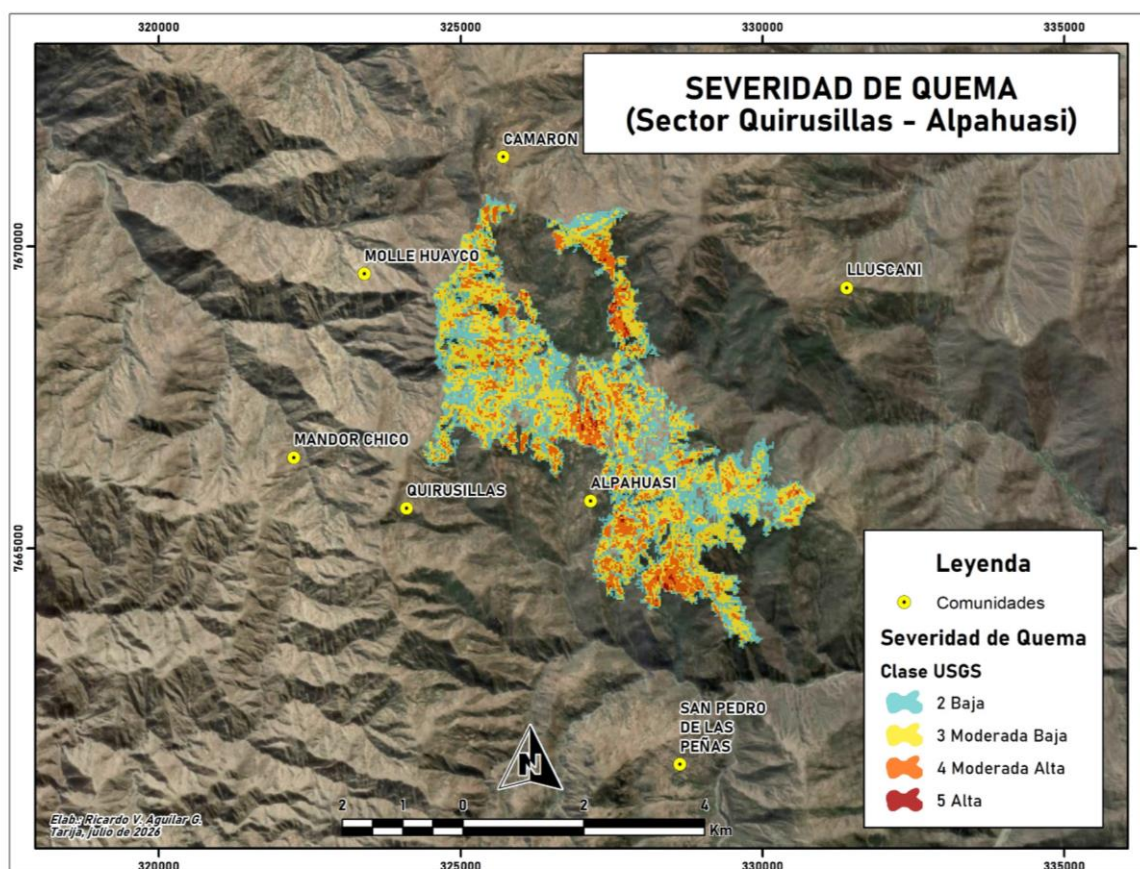


Figura 4. Severidad de quema en el sector Quirusillas - Alpahuasi.

Clase	Superficie (ha)	% del sector
Baja	568,55	36,90
Moderada baja	699,89	45,43
Moderada alta	260,67	16,92
Alta	11,53	0,75
Total	1.540,65	100,00

Fuente: Elaboración propia, 2026.

La composición porcentual muestra el menor peso relativo de las clases moderada alta y alta entre los tres sectores. Aun así, los corredores angostos y parches de mayor severidad visibles en la cartografía deben revisarse por su posible asociación con laderas, drenajes y coberturas arbóreas.

6.3 Sector Pinos Sur - Pampa Redonda

Pinos Sur - Pampa Redonda abarcó 764,80 ha, equivalentes al 7,69 % del total. La severidad moderada baja alcanzó 352,28 ha (46,06 %) y la baja 259,01 ha (33,87 %). Las clases moderada alta y alta sumaron 153,51 ha (20,07 % del sector), una proporción cercana a la observada en La Victoria - Sella, aunque sobre una superficie absoluta menor.

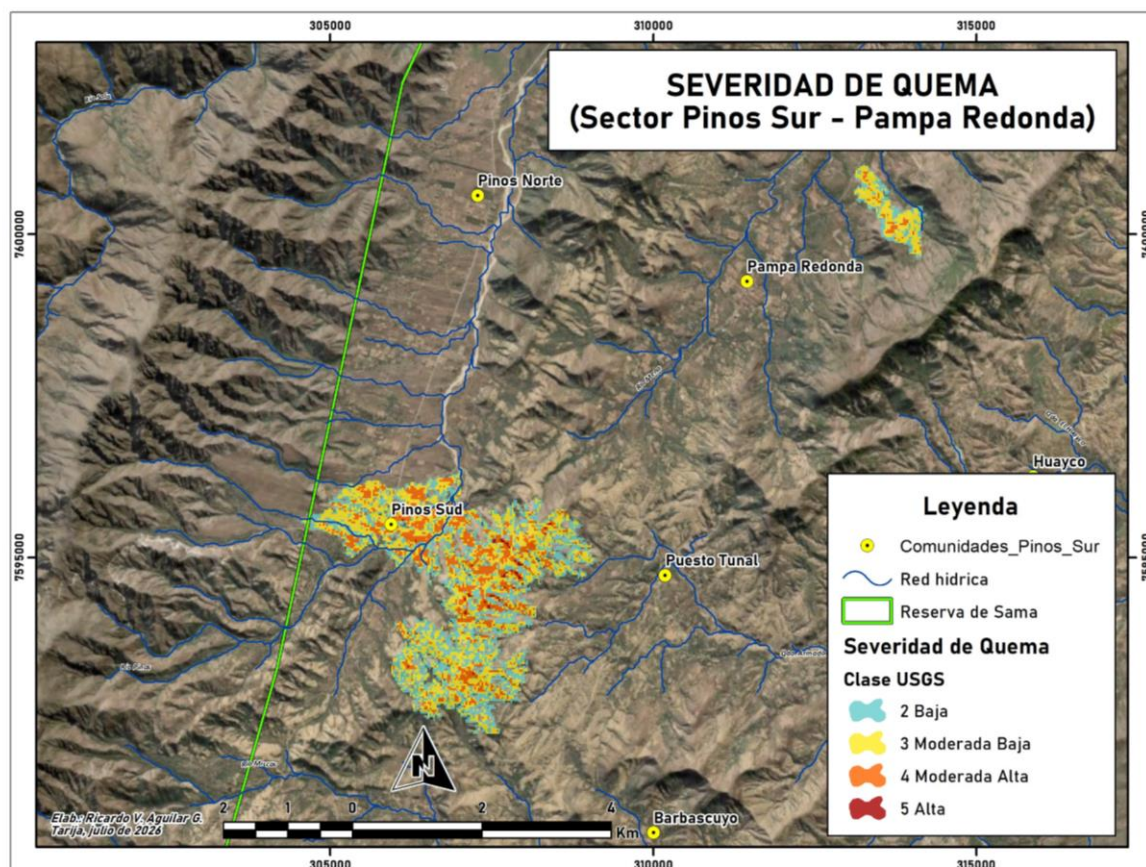


Figura 5. Severidad de quema en el sector Pinos Sur - Pampa Redonda.

Clase	Superficie (ha)	% del sector
Baja	259,01	33,87
Moderada baja	352,28	46,06
Moderada alta	148,85	19,46
Alta	4,66	0,61
Total	764,80	100,00

Fuente: Elaboración propia, 2026.

La configuración espacial incluye un bloque principal alrededor de Pinos Sur y manchas separadas hacia Pampa Redonda. Esta fragmentación exige que la inspección de campo considere tanto la continuidad de la cicatriz principal como los focos aislados, que pueden corresponder a eventos secundarios o de propagación discontinua.

7. Comparación e interpretación integrada

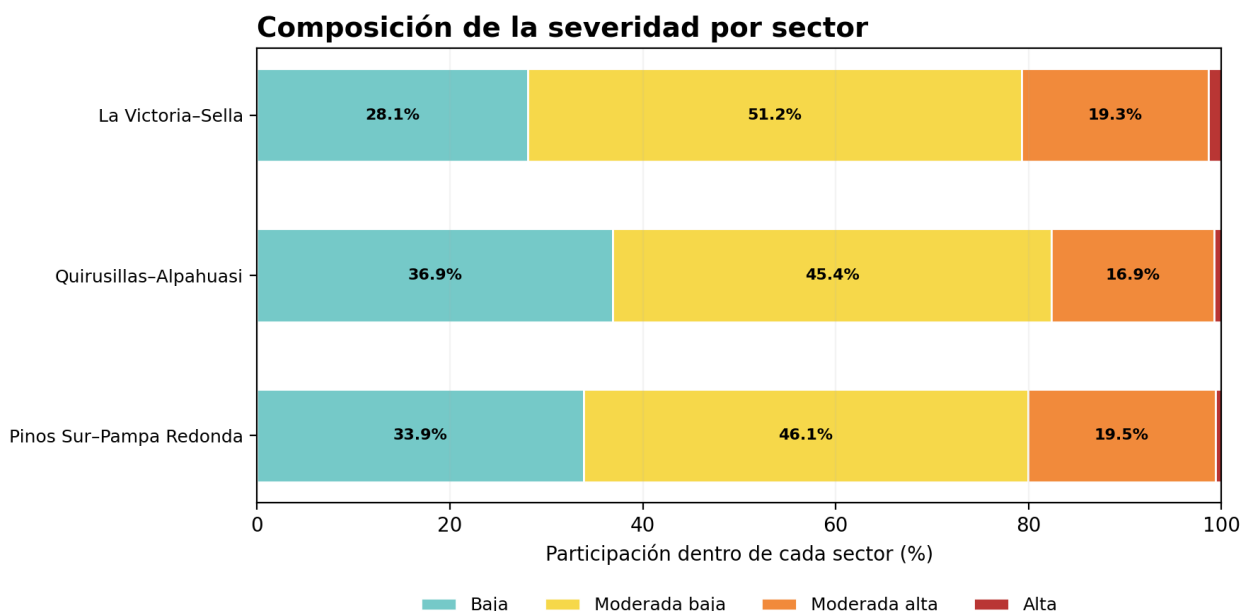


Figura 6. Composición porcentual de la severidad en cada sector.

Los tres sectores comparten un patrón dominante de severidad baja y moderada baja. La Victoria -Sella presenta la mayor proporción de moderada baja (51,22 %) y, por su tamaño, concentra la mayor superficie absoluta en todas las categorías. Quirusillas - Alpahuasi muestra el perfil relativo menos severo, con 82,33 % del área en clases baja y moderada baja. Pinos Sur - Pampa Redonda, aunque es el sector más pequeño, tiene 20,07 % en clases moderada alta y alta, prácticamente el mismo orden de magnitud porcentual que La Victoria - Sella.

7.1 Implicaciones ecológicas

En pastizales y matorrales, una clasificación baja o moderada baja puede estar asociada con consumo parcial de biomasa aérea y una potencial recuperación de la vegetación relativamente rápida, siempre que no se repitan quemas, exista humedad suficiente y se mantengan estructuras subterráneas vivas. En coberturas arbóreas de menor altura, el mismo valor de dNBR puede representar pérdida de copa, daño parcial o mortalidad diferida, por lo que la verificación debe diferenciar estos tipos de vegetación.

Las clases moderada alta y alta requieren atención especial en laderas pronunciadas y cabeceras, donde la pérdida de cobertura puede aumentar la escorrentía superficial, el transporte de sedimentos y la inestabilidad del suelo. En quebradas y zonas ribereñas, incluso parches pequeños pueden afectar la regulación hídrica y la calidad del agua en las tomas de agua localizadas en la Reserva de Sama.

Las plantaciones de eucaliptos y cipreses deben revisarse por posible mortalidad, combustible residual y riesgo de reactivación. En formaciones nativas con pino del cerro, guayabos, churquis y molles, la evaluación debe registrar rebrote basal, daño de fuste, estado de copa y supervivencia de individuos maduros.

7.2 Priorización

Prioridad	Sector	Justificación
1	La Victoria - Sella	Mayor superficie total y 86,67 % de la severidad alta.
2	Pinos Sur - Pampa Redonda	Proporción moderada alta + alta de 20,07 % y focos separados.
3	Quirusillas - Alpahuasi	Menor severidad relativa, con parches lineales y localizados a validar.

Fuente: Elaboración propia, 2026.

8. Limitaciones del análisis

- La imagen postincendio corresponde al 23 de julio de 2026, inmediatamente después del evento. Humo residual, ceniza, sombras topográficas y cambios rápidos de humedad pueden influir en la respuesta espectral.
- Los umbrales USGS son una referencia estandarizada y permiten comparabilidad, pero la heterogeneidad entre puna, prepuna, bosques secos interandinos y bosque Tucumano-Boliviano puede requerir calibración local.
- El dNBR mide cambio espectral y no identifica por sí solo la mortalidad de especies, el daño radicular, la hidrofobicidad del suelo, la estabilidad de laderas ni la pérdida de hábitat.
- La delimitación del perímetro y la clasificación deben revisarse con imágenes posteriores libres de nubes y con observaciones de campo georreferenciadas.

9. Conclusiones

- El incendio analizado afectó 9.949,03 ha distribuidas en tres sectores. La severidad moderada baja fue dominante (49,93 %), seguida de la severidad baja (29,88 %). Este patrón muestra una cicatriz heterogénea, con predominio de cambios espectrales de baja a intensidad intermedia.
- Las clases moderada alta y alta cubrieron 2.009,27 ha (20,20 %), superficie que debe considerarse prioritaria para evaluación ecológica, hidrológica y de estabilidad de suelos. Aunque la clase alta representa solo 1,22 % del total, su concentración espacial y posible localización en puntos sensibles justifican una respuesta focalizada.
- La Victoria - Sella es el sector crítico por extensión y magnitud absoluta del daño. Quirusillas - Alpahuasi presenta el perfil relativo menos severo. Pinos Sur - Pampa Redonda tiene menor superficie, pero una proporción de severidad moderada alta y alta comparable a la del sector principal.
- La superficie quemada correspondiente a la Reserva de Sama es afectó 5278.70 ha (69% del sector La Victoria - Sella y 53% del total).

10. Recomendaciones

- Realizar una campaña de validación de campo priorizando las clases moderada alta y alta, con puntos distribuidos por tipo de cobertura, pendiente y posición hidrológica.
- Evaluar en cada punto de muestreo: porcentaje de cobertura consumida, mortalidad y rebrote, profundidad de ceniza, suelo desnudo, repelencia al agua, erosión visible y estabilidad de laderas.
- Priorizar cabeceras de cuenca y zonas de recarga hídrica, cursos de agua, pendientes fuertes, parches arbóreos y áreas próximas a infraestructura o comunidades.
- Repetir el análisis con imágenes de 30, 90 y 180 días, y al finalizar la siguiente estación húmeda, para medir recuperación mediante NBR, dNBR relativo y otros índices de vegetación como NDVI y SAVI para evaluar el proceso de recuperación de la vegetación.
- Consolidar una base de datos georreferenciada con fotografías repetibles y parcelas permanentes, diferenciando pastizales, matorrales, vegetación arbórea nativa y exótica para comprender y comparar la afectación.
- Cruzar la cicatriz de quema con unidades de vegetación, pendientes, aspecto, red hídrica, fuentes de agua, caminos y poblaciones para definir las medidas de restauración y prevención.

Uso recomendado del reporte

Este documento constituye una evaluación técnica preliminar para orientar decisiones inmediatas. Las acciones de restauración, estabilización o manejo deben definirse después de la validación de campo y del cruce con información ecológica e hidrológica de mayor detalle.

Referencias y fuentes técnicas

- Estado Plurinacional de Bolivia. (1991). Decreto Supremo N.º 22721, de 30 de enero de 1991, de creación de la Reserva Biológica de la Cordillera de Sama.
- Keeley, J. E. (2009). Fire intensity, fire severity and burn severity: A brief review and suggested usage. *International Journal of Wildland Fire*, 18(1), 116–126
- Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP). (2004). Plan de Manejo de la Reserva Biológica de la Cordillera de Sama.
- U.S. Geological Survey (USGS). Escala estandarizada de severidad de quema basada en el índice dNBR, utilizada para la categorización de cambios postincendio.
- Sentinel-2 MSI. Escenas T20KKA, T20KKB, T20KLB y T20KLA; mediana preincendio del 1 al 15 de julio de 2026 y mosaico postincendio del 23 de julio de 2026, procesados en Google Earth Engine.