

# Qué hacemos? Gestión Riesgo Volcánico



✓ 1. Conocer la historia eruptiva  
(historia clínica - pasado)

✓ 2. Evaluar amenaza potencial  
(genética - futuro)

✓ 3. Hacer seguimiento  
continuo (monitoreo)

✓ 4. Diagnosticar sobre estado  
de actividad (Incertidumbre -  
presente)

✓ 5. SOCIALIZAR o  
COMUNICAR ( apropiación –  
presente & futuro)



## Cinco estrategias ...

CONOCIMIENTO, REDUCCIÓN Y MANEJO



V. San Diego (750 m.s.n.m)



V. El Escondido (1650 m.s.n.m)



V. Romeral (3858 m.s.n.m)



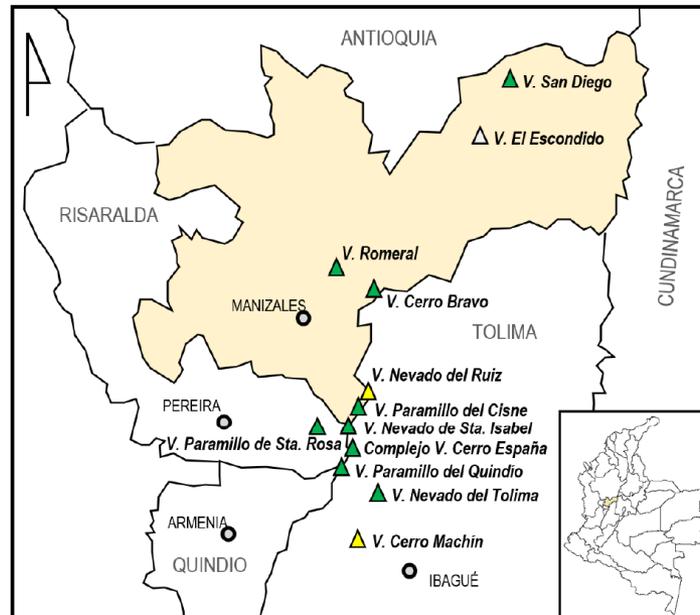
V. Cerro Bravo (3985 m.s.n.m)



V. Nevado de Santa Isabel (4965 m.s.n.m)



V. Paramillo de Santa Rosa (4600 m.s.n.m)



### Segmento Volcánico Norte de Colombia



V. Nevado del Ruiz (5321 m.s.n.m)



V. Paramillo del Cisne (4800 m.s.n.m)



V. Paramillo de Quindío (4760 m.s.n.m)



V. Nevado del Tolima (5216 m.s.n.m)



V. Cerro Machín (2750 m.s.n.m)

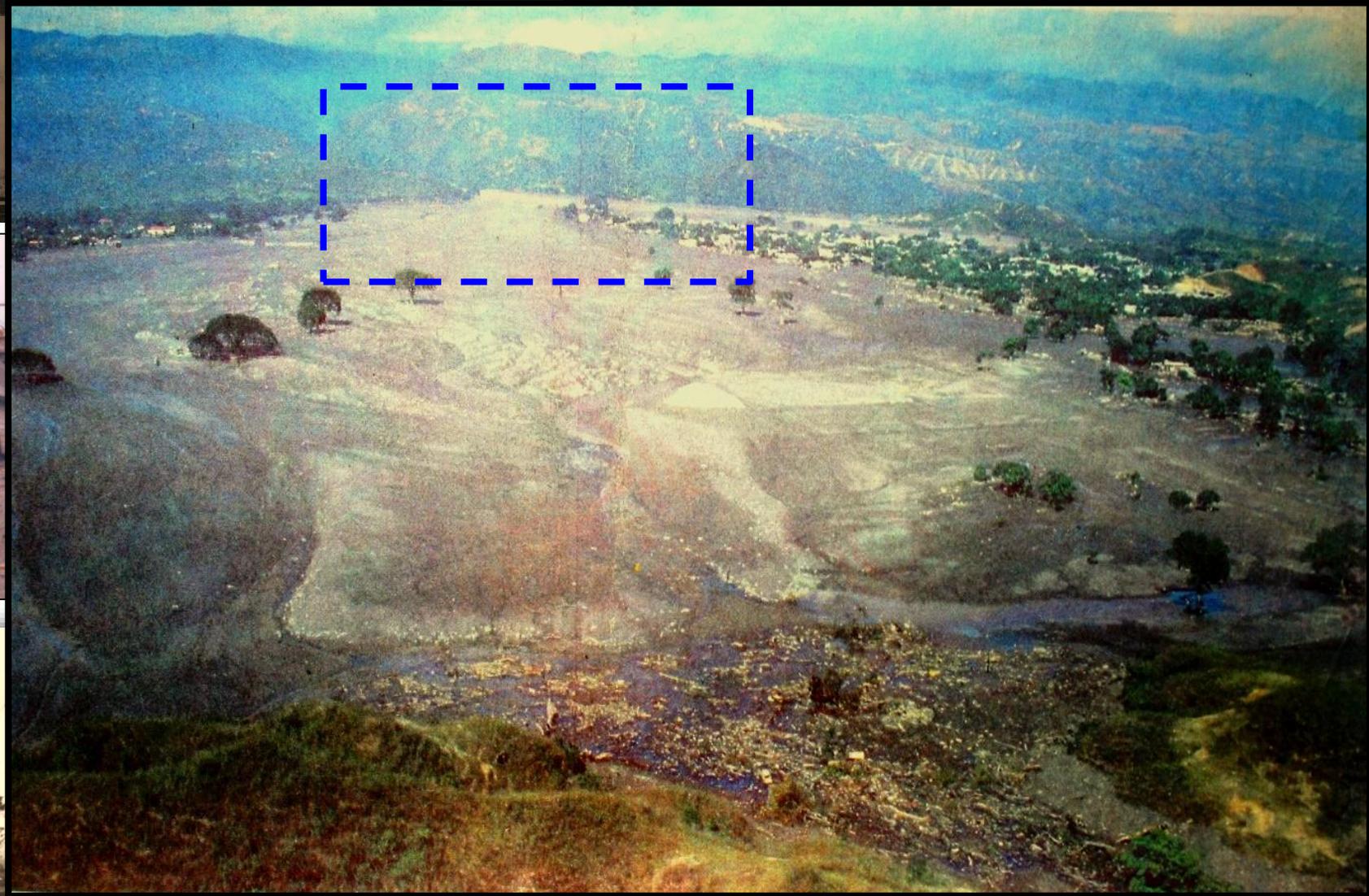


Complejo V. Cerro España (4500 m.s.n.m)

# NEVADO DEL RUIZ 1985



Eruption 13 of November



LAHAR RIO CLARO 1985

Fuente: La Patria

# ESPECTRO DE FRAGMENTOS PIROCLASTICOS



**PIROCLASTO** (pyros = fuego, clastos = fragmentos)

**TEFRA** = Término que se utiliza para describir piroclastos sin diferenciar

## TAMAÑOS

**CENIZA:** < 2 mm



**LAPILLI:** 2 – 64 mm

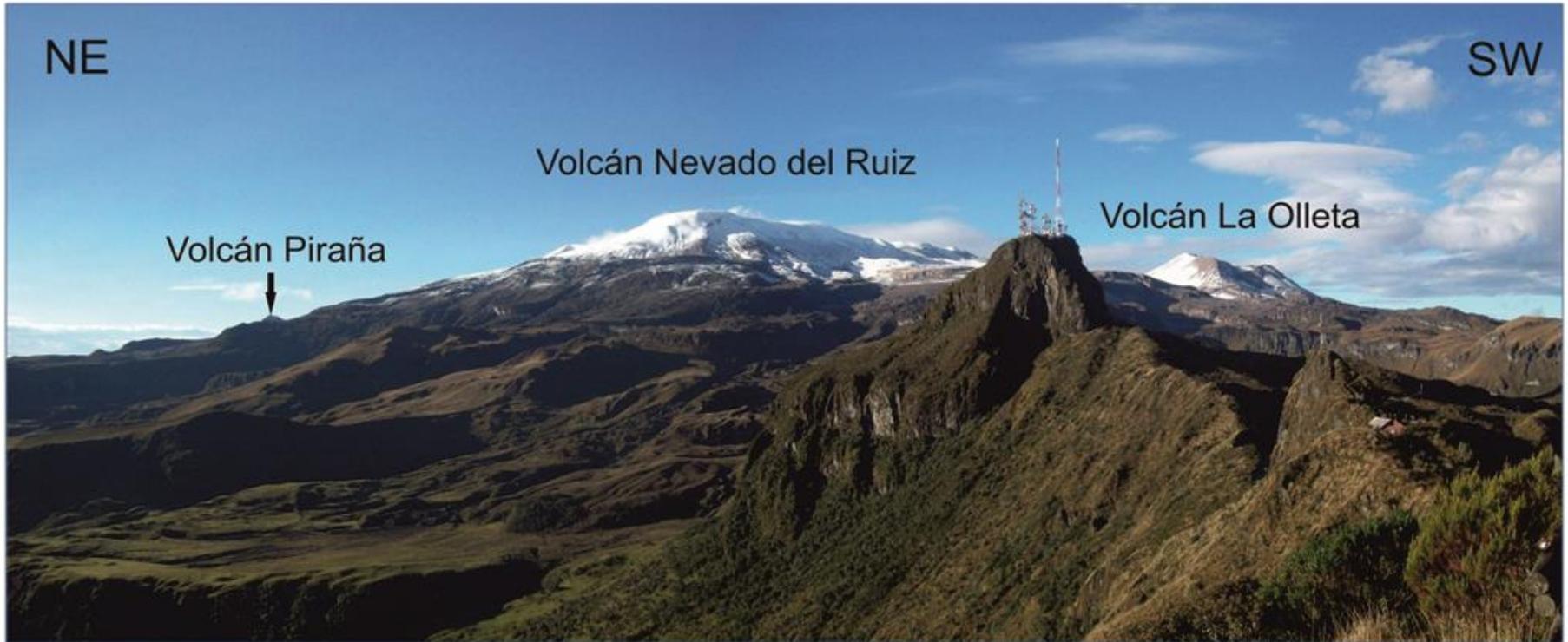


**BLOQUES (Estado sólido) > 64 mm**  
**Y BOMBAS (Condiciones semi sólidas o plásticas)**

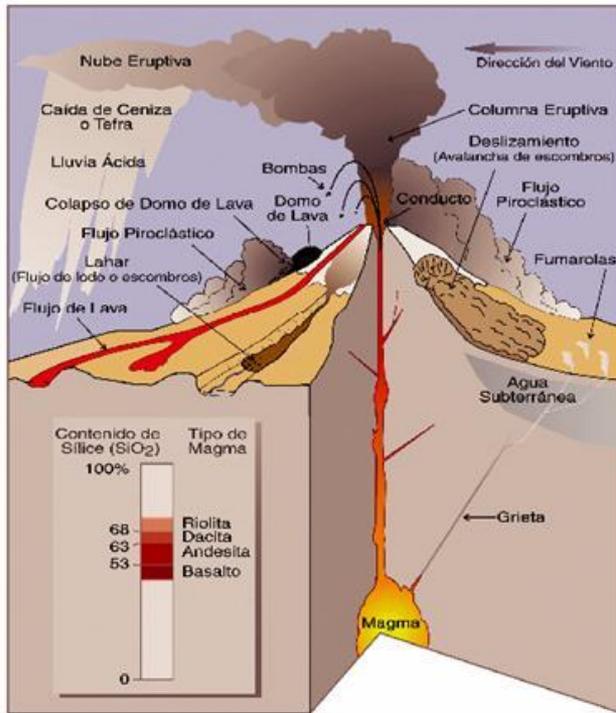


# COMPLEJO VOLCÁNICO NEVADO DEL RUIZ (CVNR)

Una historia de 1.8 millones de años (m.a.)



# DINÁMICA ERUPTIVA



**Volcán nevado del Ruiz. Edad 66 mil años**

## Últimos 13 mil años : Actividad explosiva

- ✓ Índice de Explosividad Volcánica (VEI):3-4
- ✓ Estilo eruptivo: Subpliniano
- ✓ Mecanismo erupción: Freatomagmático.
- ✓ Maxima altura de columna: 20 km
- ✓ Volcán compuesto poligenético.
- ✓ Presenta un extensivo Sistema Hidrotermal

### ➤ Fenómenos volcánicos más recurrentes:

- Lahares
- Corrientes de Densidad Piroclástica
- Caídas de Piroclastos (ceniza y *lapilli*)

### ➤ Fenómeno menos recurrente:

- Avalanchas de Escombros.

# Historia Eruptiva Volcán Nevado del Ruiz



De acuerdo al registro geológico del Volcán Nevado del Ruiz se han presentado al menos 14 eventos eruptivos desde hace 13 mil años hasta el presente donde continua con una actividad volcánica importante.

<b>Evento 1</b>	→	13400 años A.P.
<b>Evento 2</b>	→	10400 años A.P.
<b>Evento 3</b>	→	8500 años A.P.
<b>Evento 4</b>	→	6000 años A.P.
<b>Evento 5</b>	→	3300 años A.P.
<b>Evento 6</b>	→	2100 años A.P.
<b>Evento 7</b>	→	1500 años A.P.
<b>Evento 8</b>	→	1200 años A.P.
<b>Evento 9</b>	→	1000 años A.P.
<b>Evento 10</b>	→	800 años A.P.
<b>Evento 11</b>	→	600 años A.P.
<b>Evento 12</b>	→	1595 D.C.
<b>Evento 13</b>	→	Entre 1800-1845 D.C.
<b>Evento 14</b>	→	Noviembre 13 de 1985
<b>Evento 15</b>	→	Septiembre 11 de 1989
<b>Actividad reciente</b>	→	2010 al presente

A.P. : Antes del Presente

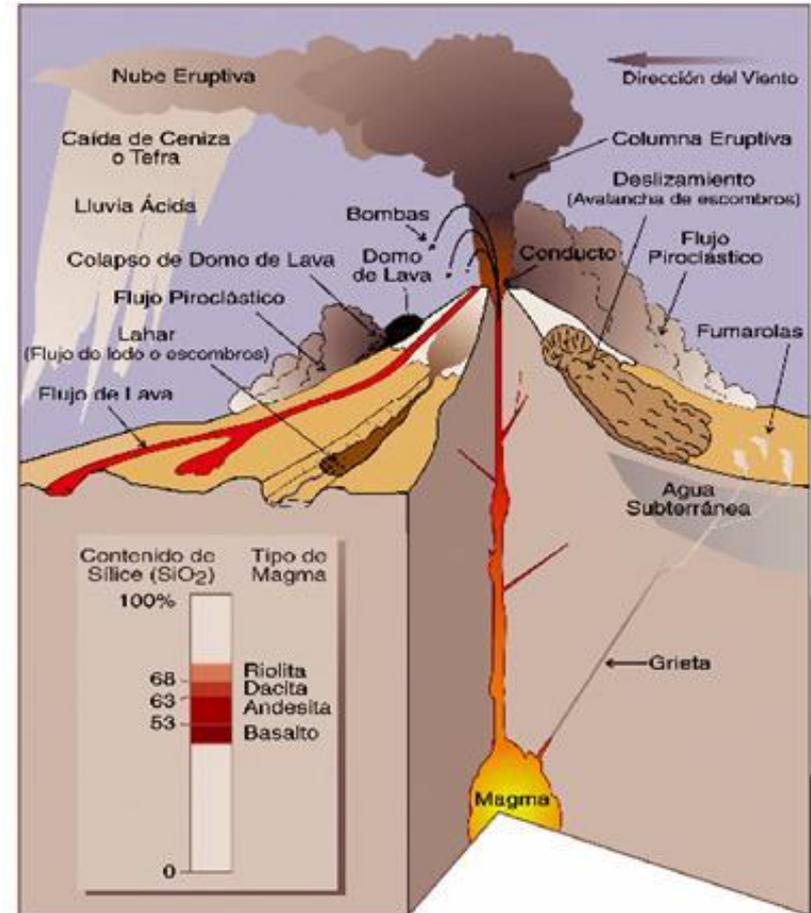
D.C.: Después de Cristo



# V OLCÁN ACTIVO



- ✓ MOVIMIENTOS.....SISMOS
- ✓ EMISION DE GASES
- ✓ FUENTES TERMALES
- ✓ ERUPCIONES HISTORICAS ~500 AÑOS
- ✓ ERUPCIONES EN LOS ULTIMOS 10.000 AÑOS
- ✓ PUEDE HACER ERUPCIÓN EN EL FUTURO !  
*Cuándo?*

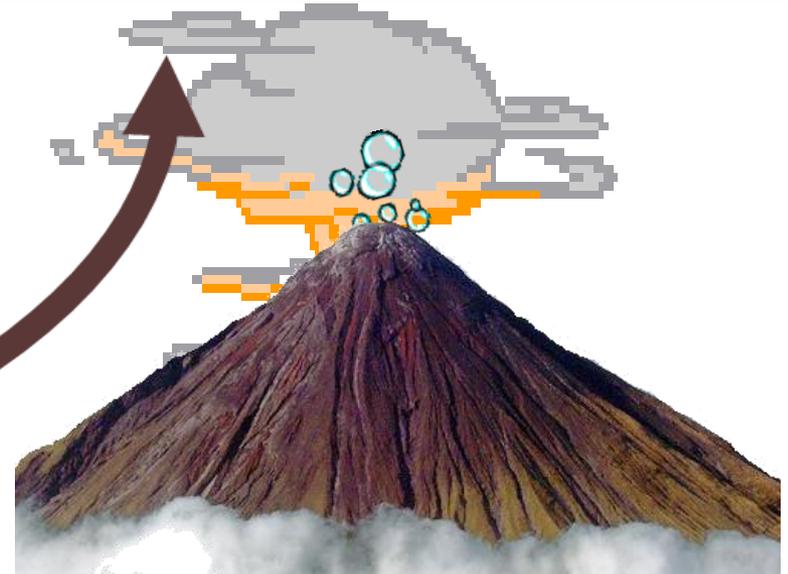


# E ESTADO Y NIVELES DE ACTIVIDAD



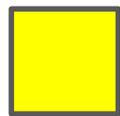
## PARA LOS VOLCANES EN COLOMBIA

Adoptado a partir de Diciembre del 2004  
para V. Galeras y 2008 para VN Huila



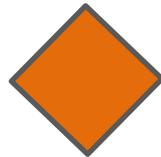
Nivel IV

Volcán activo y  
comportamiento  
estable



Nivel III

Cambios en el  
comportamiento de la  
actividad volcánica



Nivel II

Erupción probable en  
término de días o  
semanas



Nivel I

Erupción inminente o  
en curso



Nivel



Estado



# D IAGNÓSTICO MÁS QUE UN COLOR!



## NIVELES DE ACTIVIDAD VOLCANES MONITOREADOS EN COLOMBIA

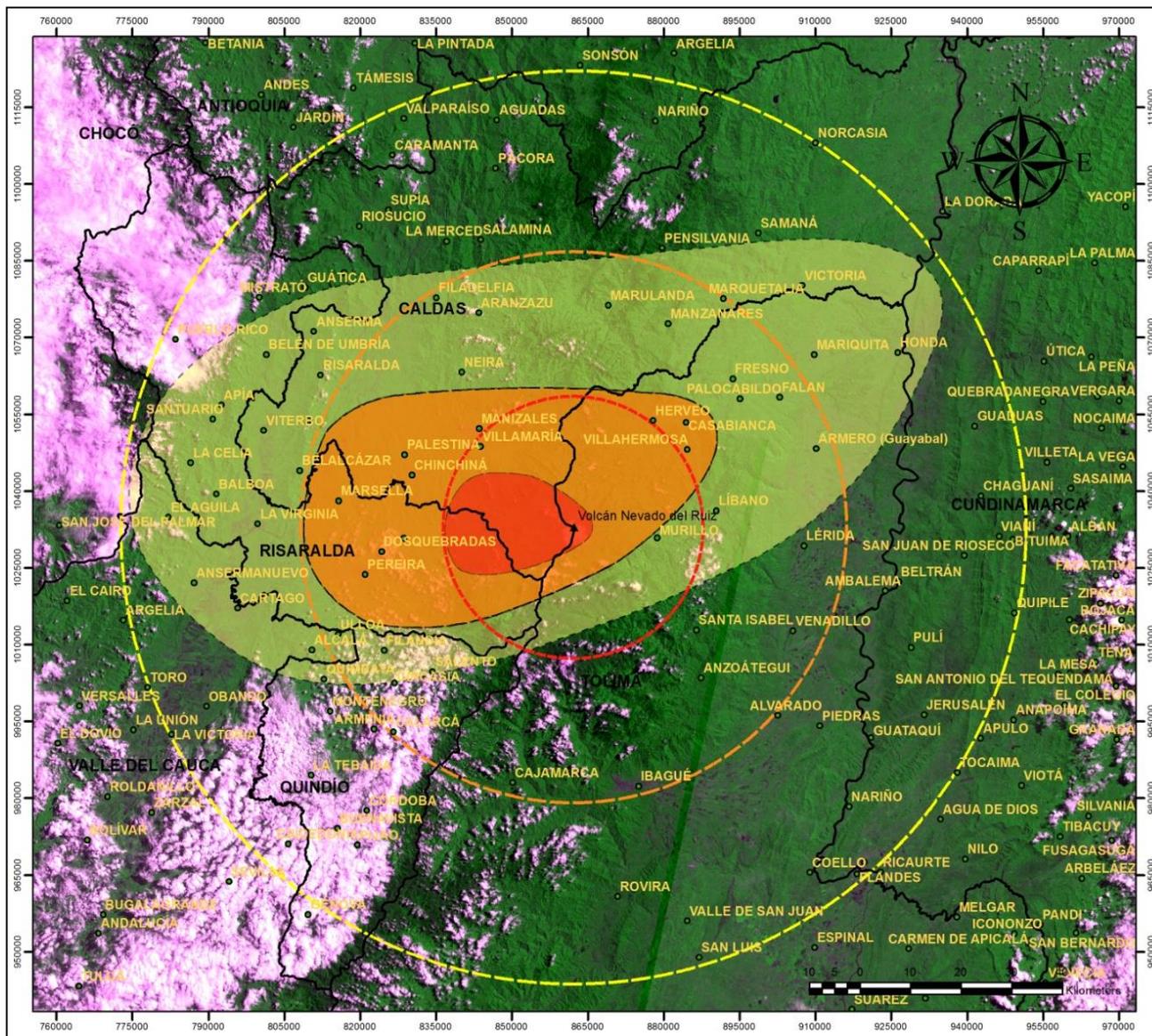
NIVEL DE ACTIVIDAD		ESTADO DE ACTIVIDAD	Escenario posible
Color	Número		
Verde 	IV	Volcán activo y comportamiento estable	El volcán puede presentar un estado base que caracteriza el periodo de reposo o quietud, o registrar actividad sísmica, fumarólica u otras manifestaciones de actividad en superficie que afectan fundamentalmente la zona más inmediata o próxima al centro de emisión, sin representar riesgo para las poblaciones y actividades económicas de su zona de influencia.
Amarillo 	III	Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica	Variaciones en los niveles de los parámetros derivados de la vigilancia que indican que el volcán está por encima del estado base y que el sistema es inestable pudiendo evolucionar aumentando o disminuyendo esos niveles. Pueden registrarse fenómenos como enjambres de sismos, algunos de ellos sentidos; emisiones de ceniza; lahares; cambios morfológicos; ruidos; olores de gases volcánicos entre otros, que pueden alterar la calidad de vida de las poblaciones en la zona de influencia volcánica.
Naranja 	II	Erupción probable en términos de días o semanas	Variaciones significativas en el desarrollo del proceso volcánico derivadas del análisis de los indicadores de los parámetros de vigilancia, las cuales pueden evolucionar en evento(s) eruptivo(s) de carácter explosivo o efusivo.
Rojo 	I	Erupción inminente o en curso	Proceso eruptivo en progreso cuyo clímax se puede alcanzar en horas o evento eruptivo en curso. La fase eruptiva sea explosiva o efusiva puede estar compuesta de varios episodios. El tiempo de preparación y respuesta es muy corto.

(Aplica a los volcanes que cuentan con instrumentación)

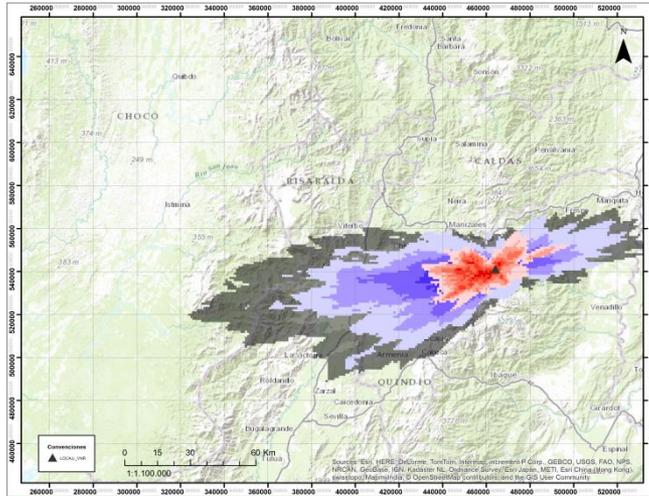
**NIVELES DE ACTIVIDAD ≠ NIVELES DE ALERTA**



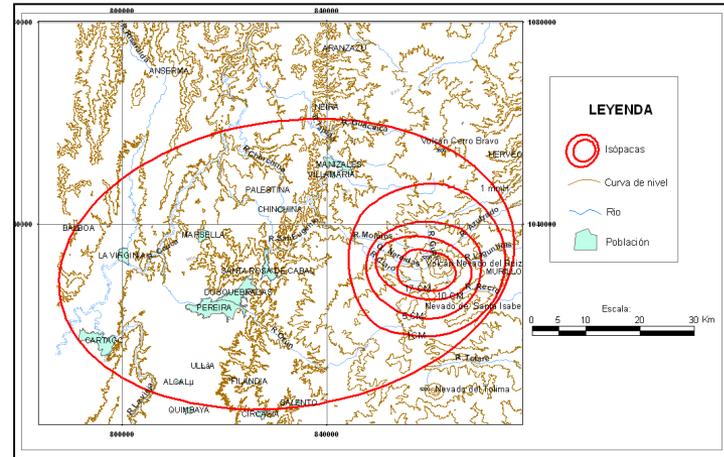




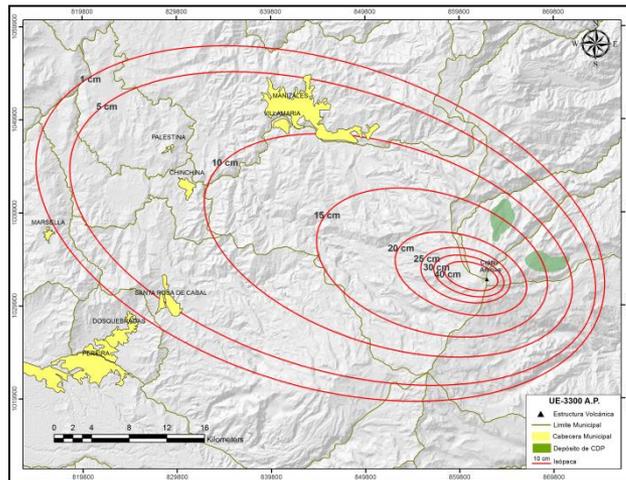
# Zonificación Caídas Piroclásticas VNR



Simulaciones computacionales



Erupción Histórica, año 1595 D.C.



Reconstrucción de la erupción 3200 años A.P.

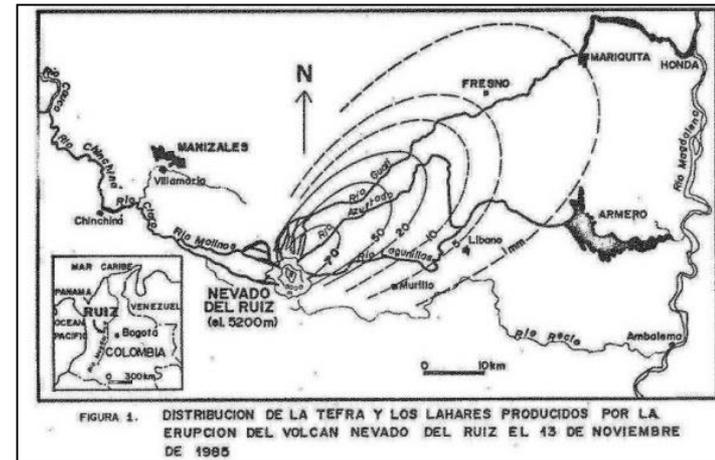


FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE LA TEJRA Y LOS LAHARES PRODUCIDOS POR LA ERUPCIÓN DEL VOLCAN NEVADO DEL RUIZ EL 13 DE NOVIEMBRE DE 1985

Erupción 13 de noviembre de 1985

# DINÁMICA ERUPTIVA



UNIDAD ERUPTIVA	ALTURA COLUMNA (Km)	VOLUMEN WEIBULL (Km <sup>3</sup> )	TASA DE DESCARGA DE VOLUMEN (m <sup>3</sup> /s)	TASA DE DESCARGA DE MASA (Kg/s)	VEI
8100 A.P.	-	0.169	-	-	3-4
3300 A.P.	17.7	0.295	9,7x10 <sup>3</sup>	4,5x10 <sup>7</sup>	3-4
2100 A.P.	15.3	0.054	4,8x10 <sup>3</sup>	1,98 x10 <sup>7</sup>	3
1500 A.P.	-	0.011	-	-	2
1200 A.P.	15.7	0.096	6,15 x10 <sup>3</sup>	2,7 x10 <sup>7</sup>	3
800 A.P.	16	0.03	6,15 x10 <sup>3</sup>	2,7 x10 <sup>7</sup>	3
1595 D.C.	16.1	0.11	6,15 x10 <sup>3</sup>	2,7 x10 <sup>7</sup>	3-4
1800 D.C.	16	0.103	6,15 x10 <sup>3</sup>	2,7 x10 <sup>7</sup>	3-4
1985 D.C.	16.7	0.065	7,8x10 <sup>3</sup>	3,5 x10 <sup>7</sup>	3

Resumen con los datos de altura de columna, tasa de descarga de volumen, de masa y poder de la erupción, para diferentes erupciones holocénicas del VNR. El cálculo del VEI a partir del volumen se basó en conceptos de Newhall & Self (1982), Manson et al., (2004), Siebert et al., (2010) y Brown *et al.*, (2014).

# M ONITOREO DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA



## ✓ Objetivo:

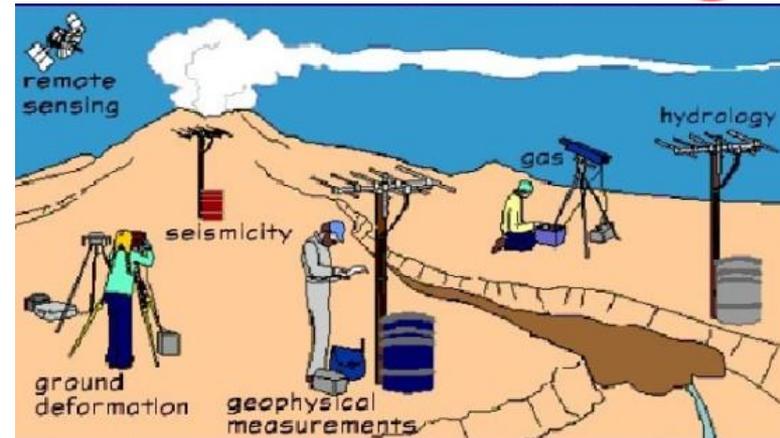
Observar y diagnosticar la actividad del volcán

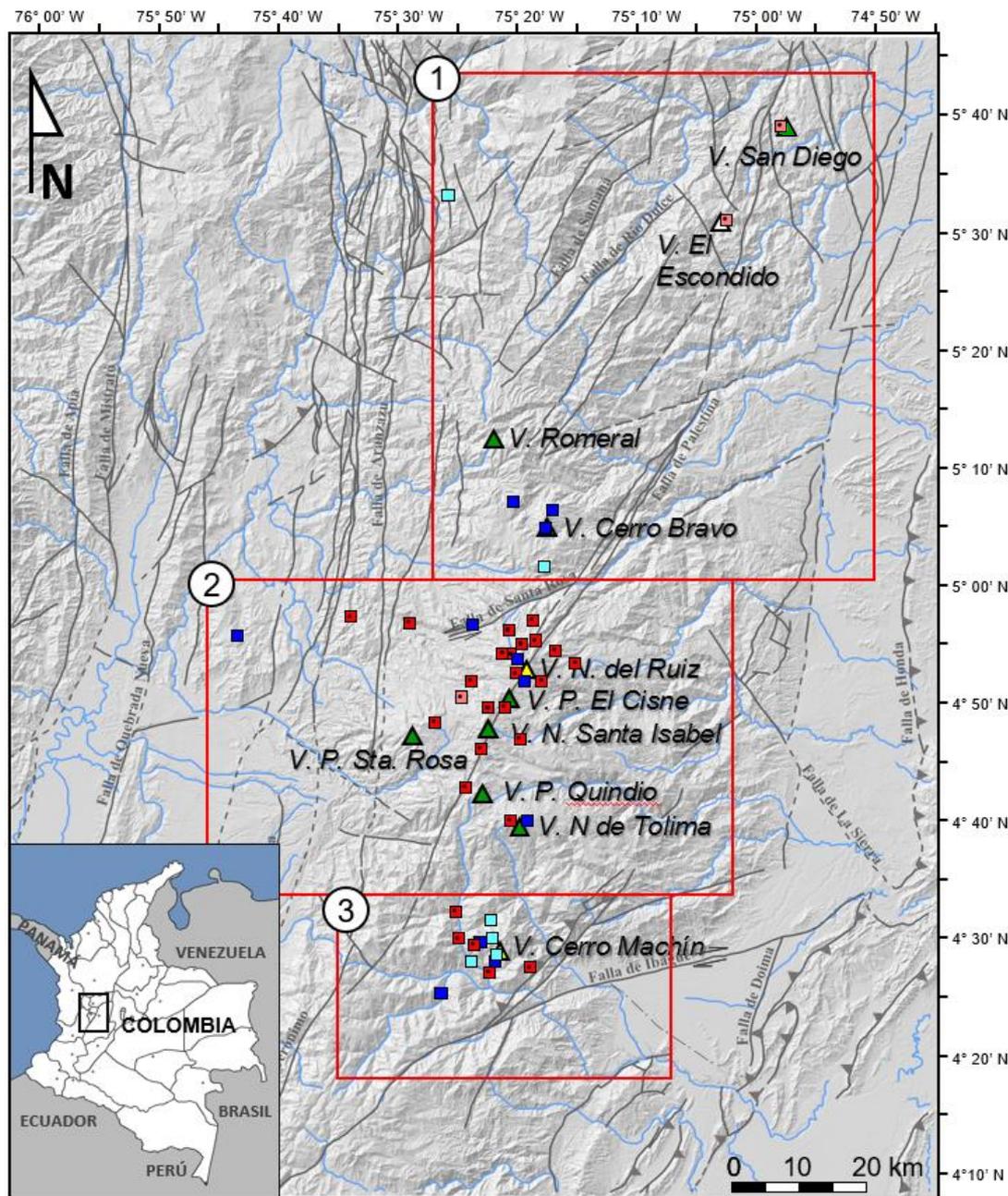
## ✓ Cómo?:

Utilizando varias técnicas de monitoreo.

## ✓ Qué parámetros se evalúan?:

- Sismicidad
- Cambios geofísicos
- Deformación de los flancos del volcán
- Observaciones visuales
- Emisiones de gases
- Anomalías Térmicas
- Anomalías químicas de aguas y gases





## VOLCANES SEGMENTO NORTE DE COLOMBIA

### Sectores

- ① Sector Norte
- ② Sector Central
- ③ Sector Sur

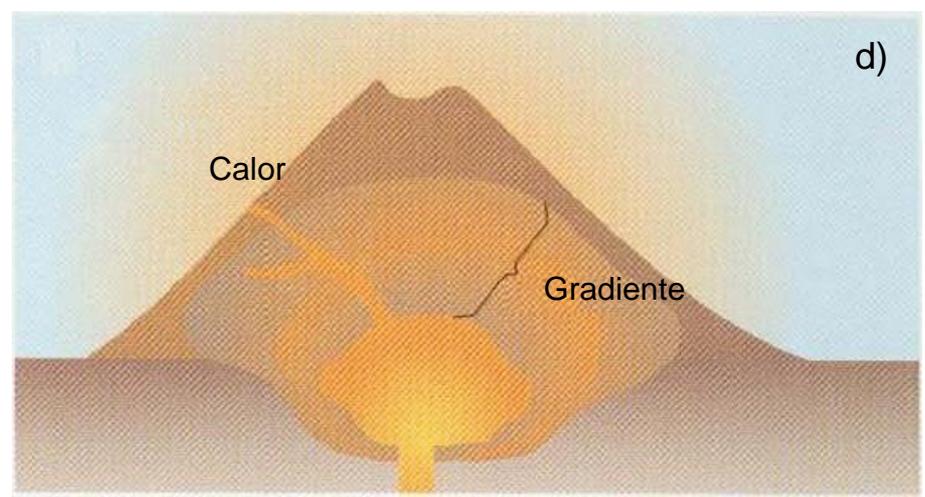
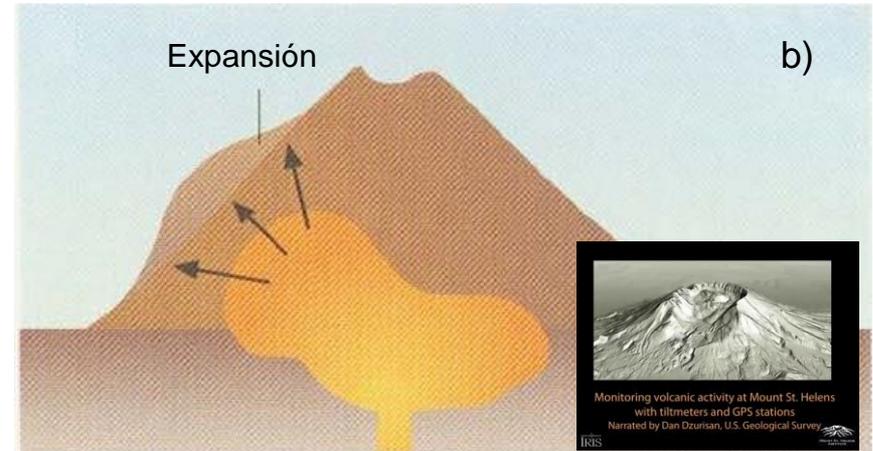
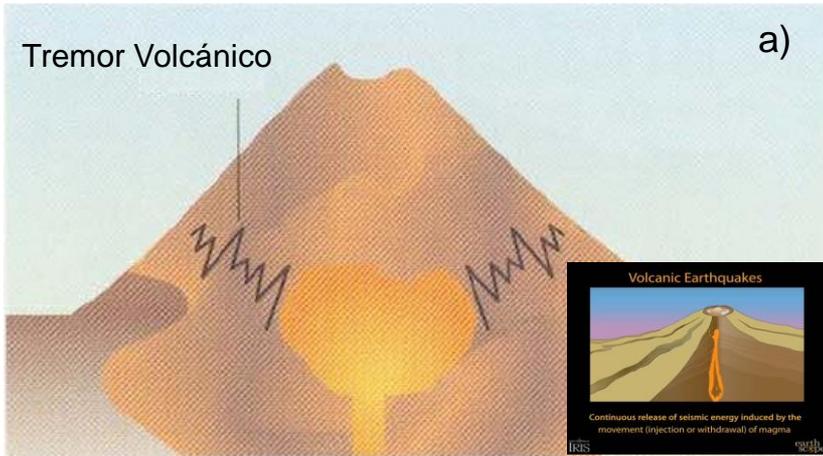
### Nivel actividad volcánica

- △ Volcán en estudio
- ▲ Volcán activo con comportamiento estable.
- ▲ Volcán activo con cambios en el comportamiento de su actividad.

### Tipo sensor red sismológica

- Corto periodo uniaxial
- Corto periodo triaxial
- Banda ancha portátil
- Banda ancha

# M ONITOREO PERMANENTE



El monitoreo permanente de algunos parámetros permite evaluar el estado de un volcán, entre ellos los más importantes son: a) el tremor volcánico (señal sísmica asociada a movimiento interno de fluidos), b) cambios en la morfología del volcán como expansión debida a emplazamiento de magma (deformación), c) desgasificación, liberación de gases como por ejemplo SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, HCl, HF y vapor de agua, y d) calentamiento por la presencia de magma. (Ilustración modificada de Hans-Ulrich, S., 2004 – Volcanism).



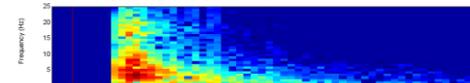
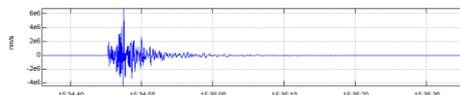
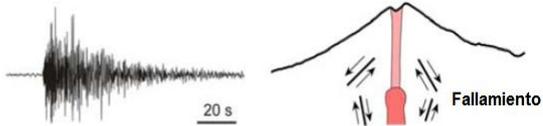
# Actividad Reciente Volcán Nevado del Ruiz



## FRACTURA

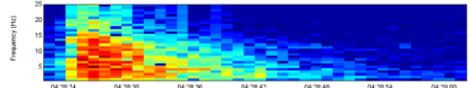
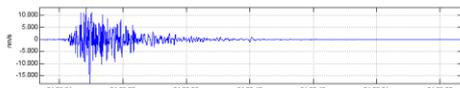
## Tipos de sismos relacionados con la actividad volcánica

Volcano Tectónico

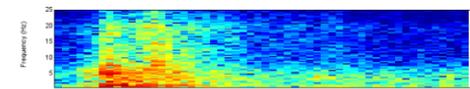
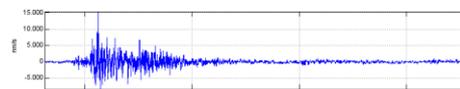


VNR 07/10/2016

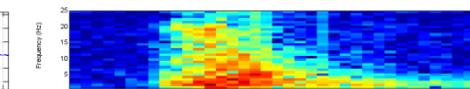
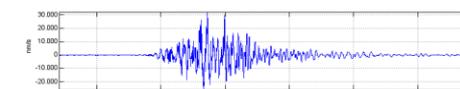
Híbridos



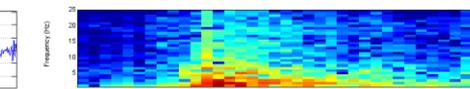
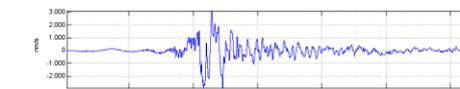
VNR 20/09/2015



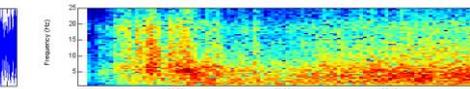
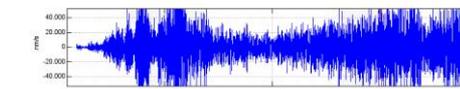
VNR 31/08/2015



VNR 31/03/2012

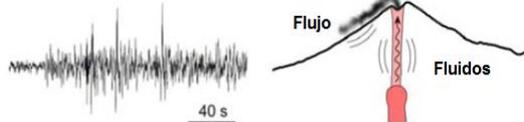


VNR 22/12/2016

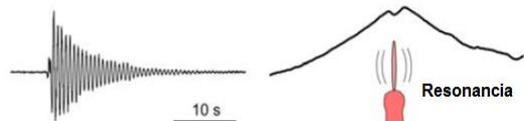


VNR 29/05/2012

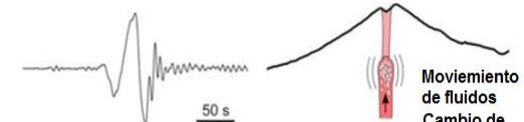
Tremor



LP (~1 s)



VLP (>2, 3 s)



Explosión



## FLUIDOS

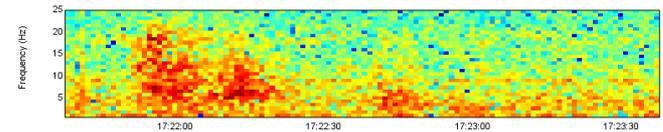
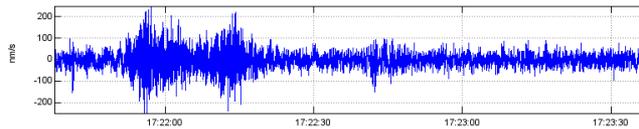


# Actividad Reciente Volcán Nevado del Ruiz



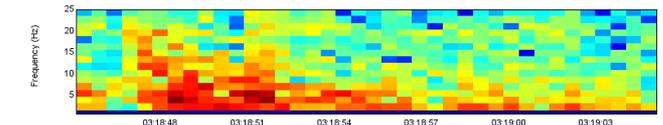
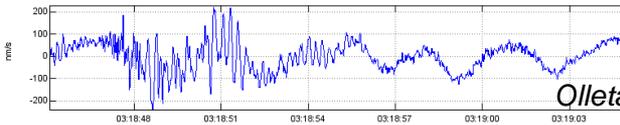
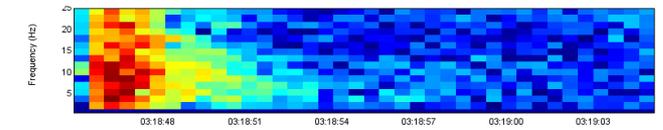
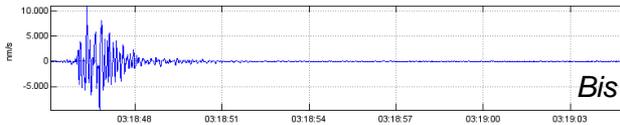
Tipos de sismos relacionados con la actividad superficial en el volcán

**Avalanchas y caídas de roca**



*VNR 03/04/2014*

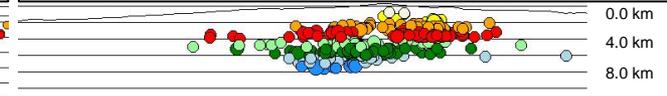
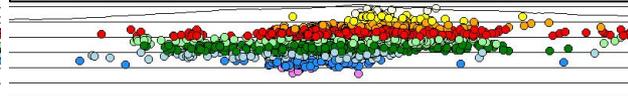
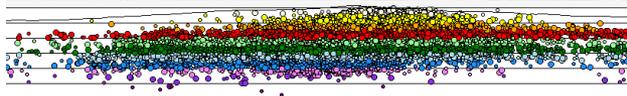
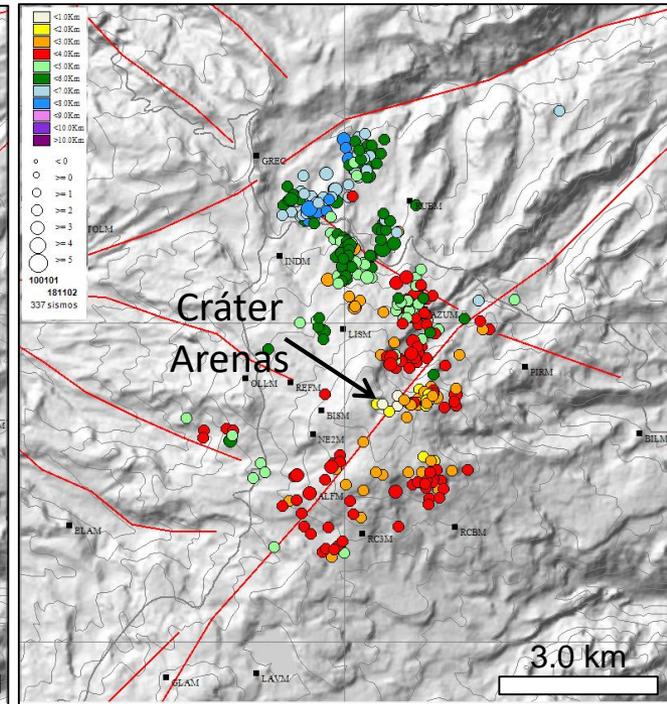
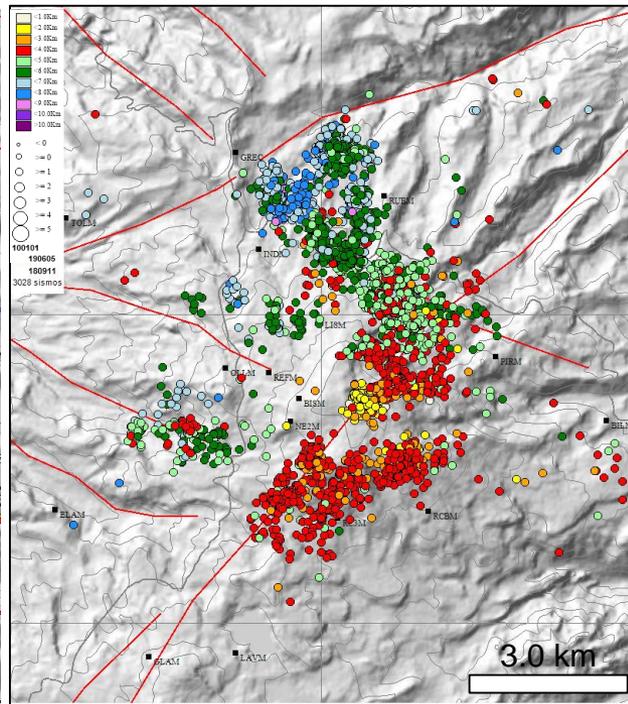
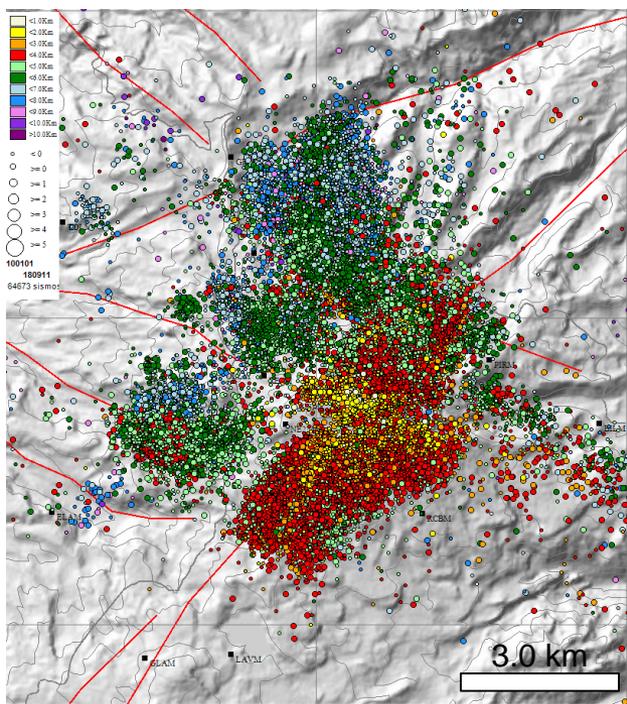
**Sismicidad de origen glaciar**



*VNR 02/01/2017*



# Actividad Reciente Volcán Nevado del Ruiz



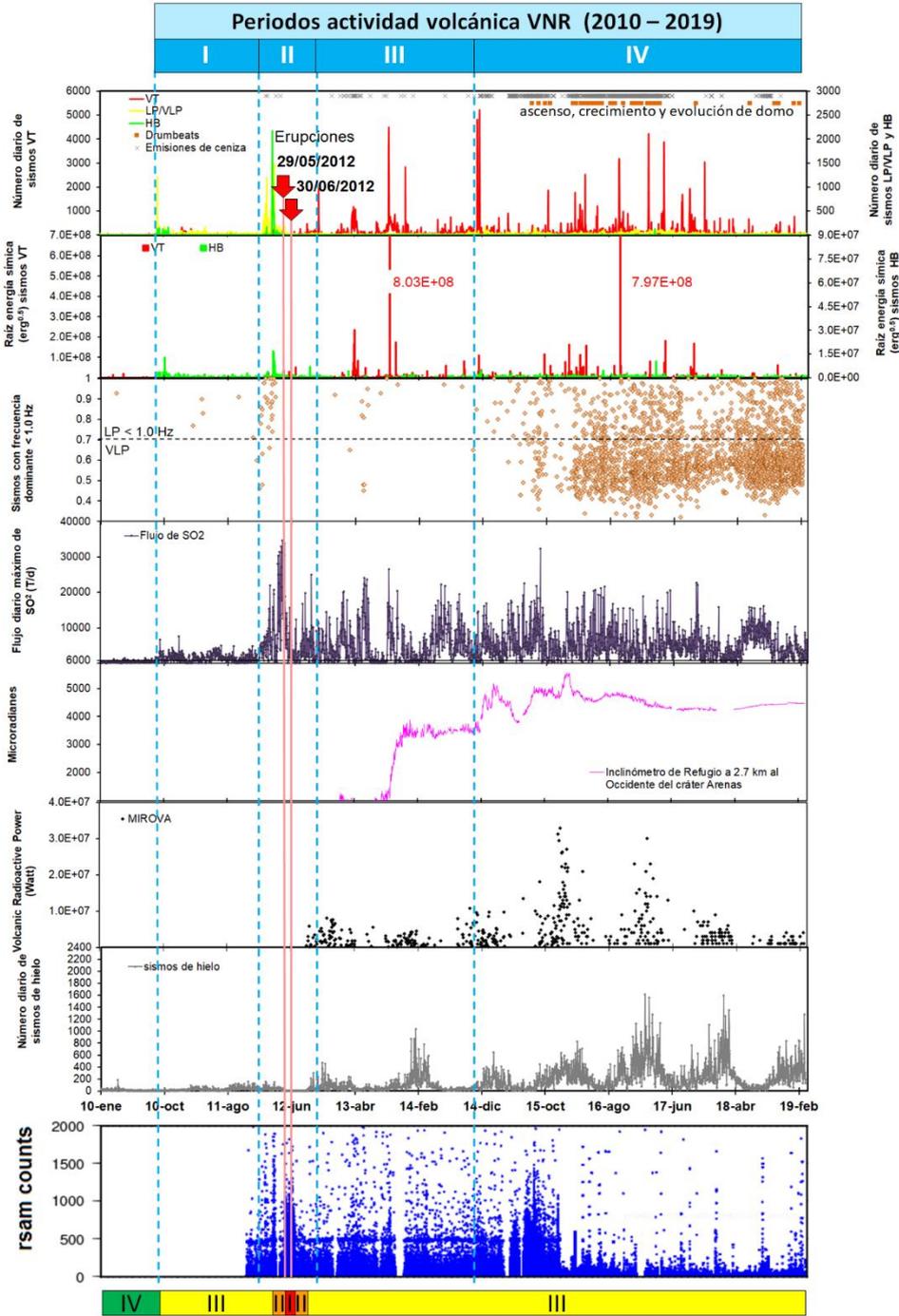
Magnitud  $\leq 1.0$  ML

Magnitud  $> 1.0 \leq 2.0$  ML

Magnitud  $> 2.0$  ML



Periodos actividad volcánica VNR (2010 – 2019)



**Periodo I**  
 Sep 2010 – Feb 2012  
 Actividad pre-eruptiva

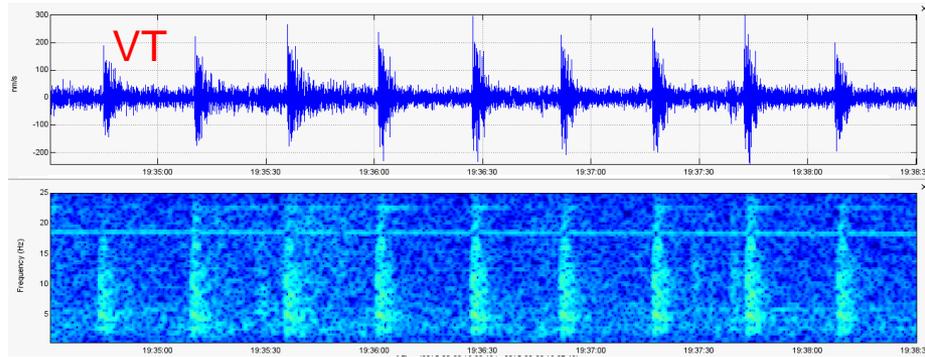
**Periodo II**  
 Feb 2012 – Oct 2012  
 Actividad Eruptiva

**Periodo III**  
 Nov 2012 – Oct 2014  
 Actividad magmática profunda?

**Periodo IV**  
 Nov 2014 - actual  
 Actividad Hidrotermal y magmática

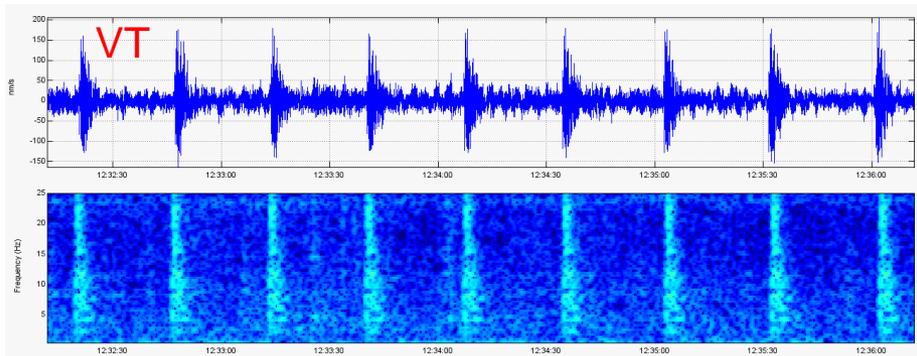
Nivel de actividad volcánica

# Actividad hidrotermal y magmática del Volcán Nevado del Ruiz? Nov 2014 – Dic 2016



**Agosto 20 de 2015**

**EPISODIOS DRUMBEATS**  
**Registro sísmico estación BIS**  
(Estación ubicada a ~1.8 km al Occidente del Cráter Arenas)



**Julio 16 de 2016**

Crecimiento de domos de lava en el VNR



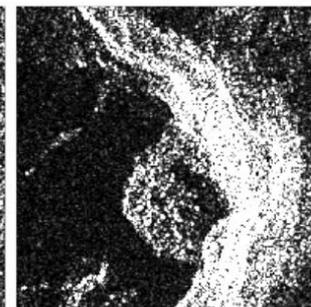
2015-09-17



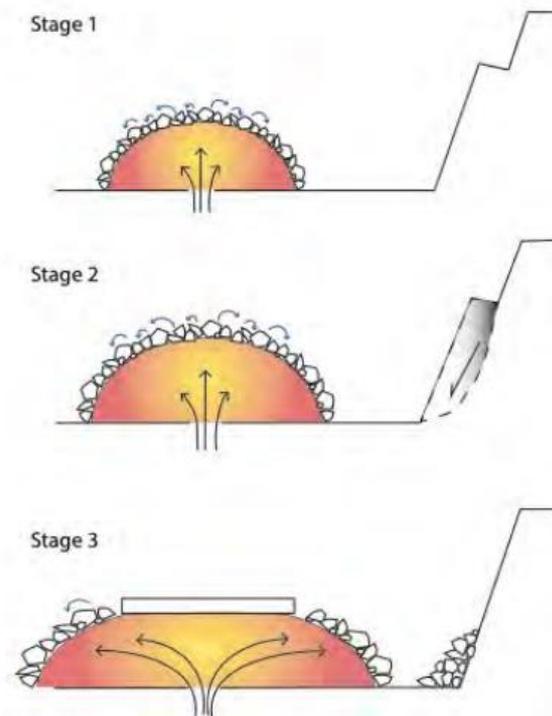
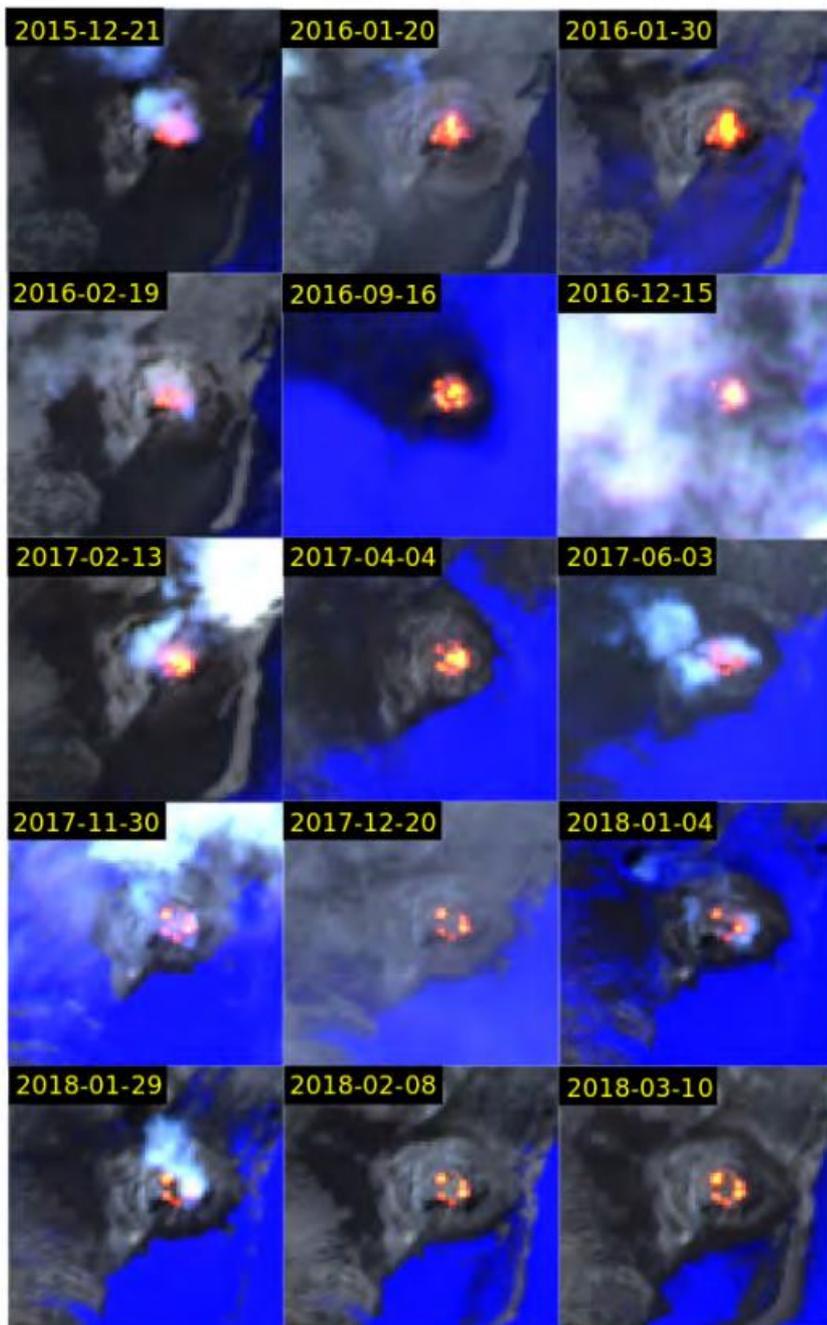
2015-12-12



2016-04-18



2016-10-28



**Figure 34.** Stages of lava dome evolution inferred by our analysis. Stage 1 corresponds to the period spanning from November 2015 to May 2016. Stage 2, occurs in June-September 2016- Stage 3 represents the progressive cooling after the lateral spreading in September-November 2016 with the development of a ring shaped anomaly in 2017 lasting until the last acquisition in October 2018.

**Figure A15.** Sentinel-2 IFR images clouds free acquisition of crater Arenas region.

# EMISIONES DE CENIZA ENTRE 1985 y 1993



**20TH JULY, 1986**

**JUNE 9 – 11, 1987**



**MARCH 22 – 25, 1988**



**1 Sep/89 Eruption**



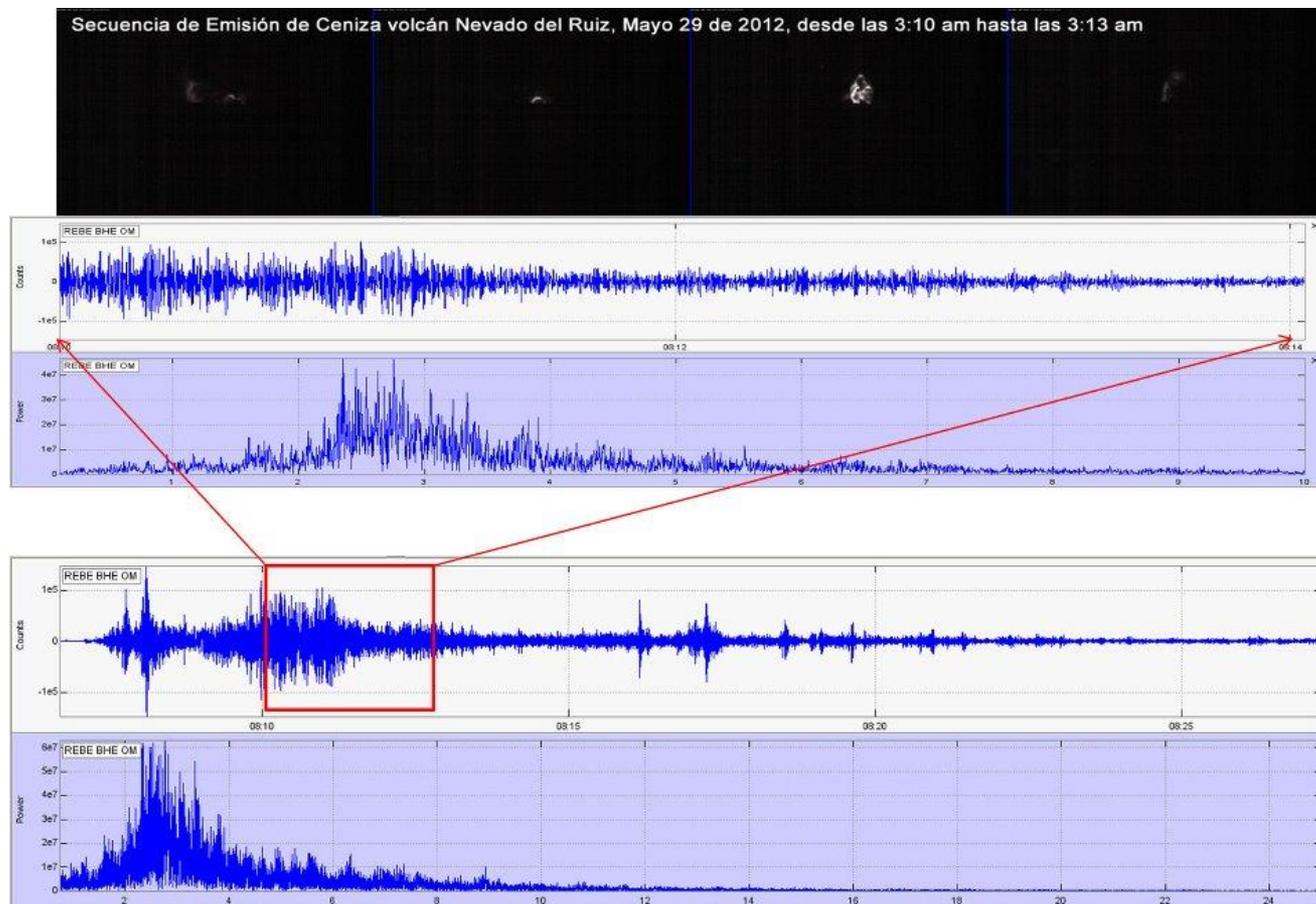
# EMISION DE CENIZA SEPTIEMBRE 1988



# Actividad eruptiva 2012



Mayo 29 2012



Correlación del registro sísmico de la estación sismológica Refugio, ubicada a 2,75 km al occidente del volcán Nevado del Ruiz, con el registro fotográfico de la cámara web situada en el sector del río Azufrado.

# Actividad eruptiva 2012



Mayo 29 2012



Imágenes tomadas al Volcán Nevado del Ruiz: Izq. A través de la cámara ubicada en el cerro Gualí, el día 29 de mayo de 2012 a las 7:03 a.m. Der. Sector del Refugio

# Actividad eruptiva 2012



Mayo 29 2012



Dinámica de ciudad 29 de Mayo Izq OVSM (SGC) y Der. Barrio La Enea

# Actividad eruptiva 2012

Mayo 29 - 30 2012



PNNN



Villamaría, Caldas



Palestina, Caldas



El Águila-Valle del Cauca



Pueblo Rico, Risaralda



Salamina, Caldas



La Romelia-Dosquebradas



Viterbo, Caldas



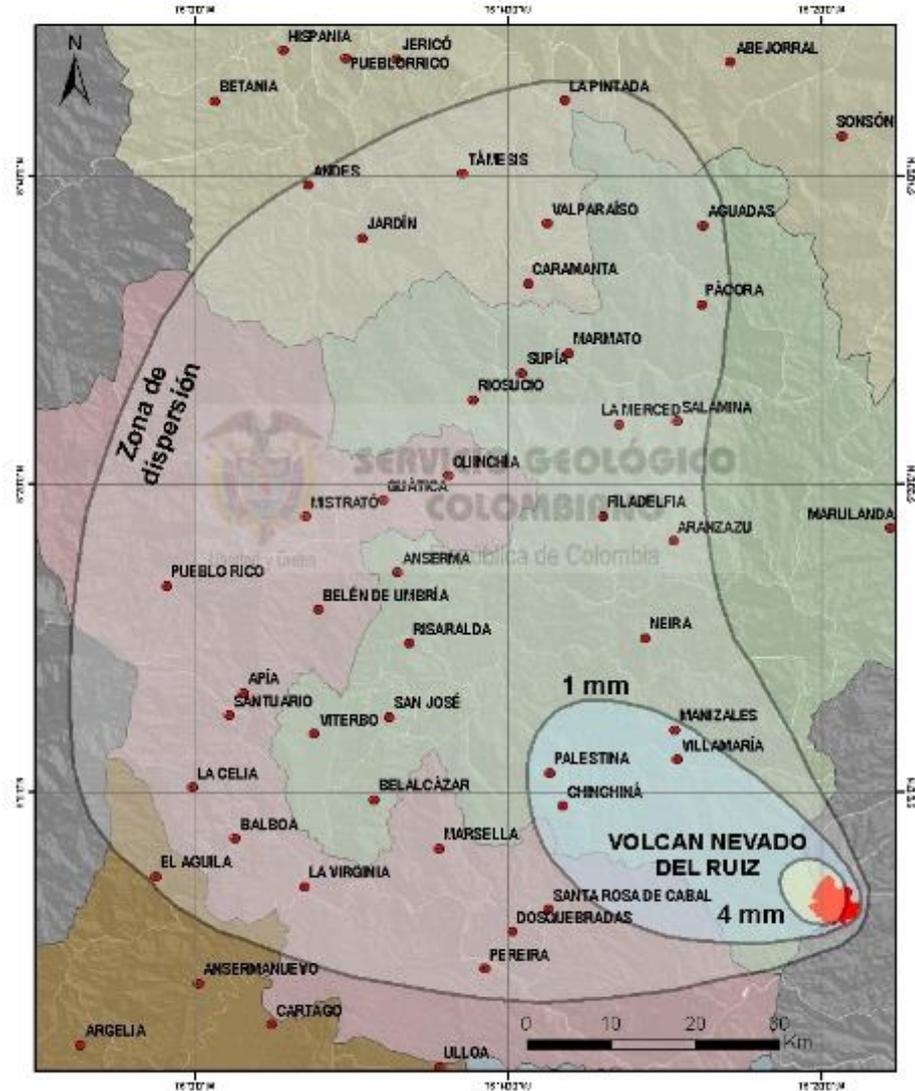
Anserma-Guática-Riosucio-Supia-La Pintada

# Actividad eruptiva 2012



Mayo 2012

## MAPA DE ISOPACAS Y DISPERSIÓN DE LA EMISIÓN DE CENIZA DEL VOLCAN NEVADO DEL RUIZ 29-MAYO-2012



# Actividad eruptiva 2012



Junio 2012



Boletín Horario de Actividad Nivel Naranja el volcán Nevado del Ruiz, 04 de Junio, Hora 12:00

La actividad del volcán continúa en nivel Naranja (Nivel II): Erupción probable en término de días o semanas. Durante la última hora se continuó registrando la señal de tremor asociada a emisiones de ceniza, la cual no ha presentado cambios significativos en su amplitud. Se enfatiza que este tipo de señales pueden persistir por días o semanas.

Las condiciones climáticas han permitido durante la última hora observar la columna de gas y ceniza por medio de las cámaras WEB ubicadas en cercanías del cráter Arenas, la altura máxima observada de la columna es de 1200 metros aproximadamente sobre el cráter, con dirección hacia el occidente y noroccidente del volcán.

# Actividad eruptiva 2012



Junio 4 2012



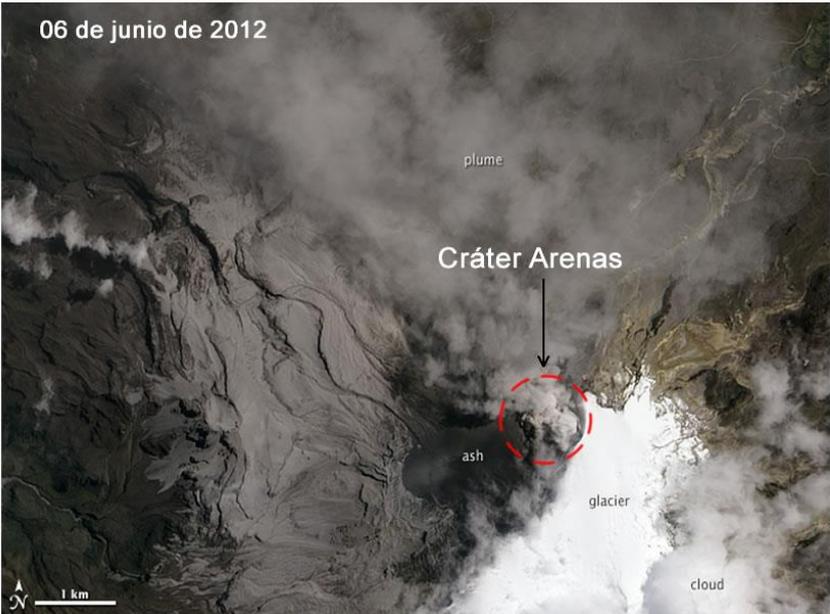
Sobrevuelo al volcán Nevado del Ruiz realizado por la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), el día 4 de junio de 2012

En sobrevuelo de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC), realizado el 4 de junio de 2012 en horas de la mañana y al medio día, se pudo registrar la constante emisión de ceniza desde el cráter Arenas del Volcán Nevado del Ruiz (VNR); la altura de la columna de gases y ceniza estuvo entre los 700 y 1000 m. En el momento del registro, la dirección de los vientos Alisios, los cuales en el hemisferio norte soplan preferencialmente con una componente hacia el Oeste, dispersaron la columna en esa dirección. En las estaciones de la red sismológica del VNR el registro de la señal asociada a estas emisiones de ceniza corresponde a tremor espasmódico con frecuencias dominantes entre 2,45 y 4 Hz. Fotos y videos cortesía del T.C. Alison Bueno de la FAC.

# Actividad eruptiva 2012



2012

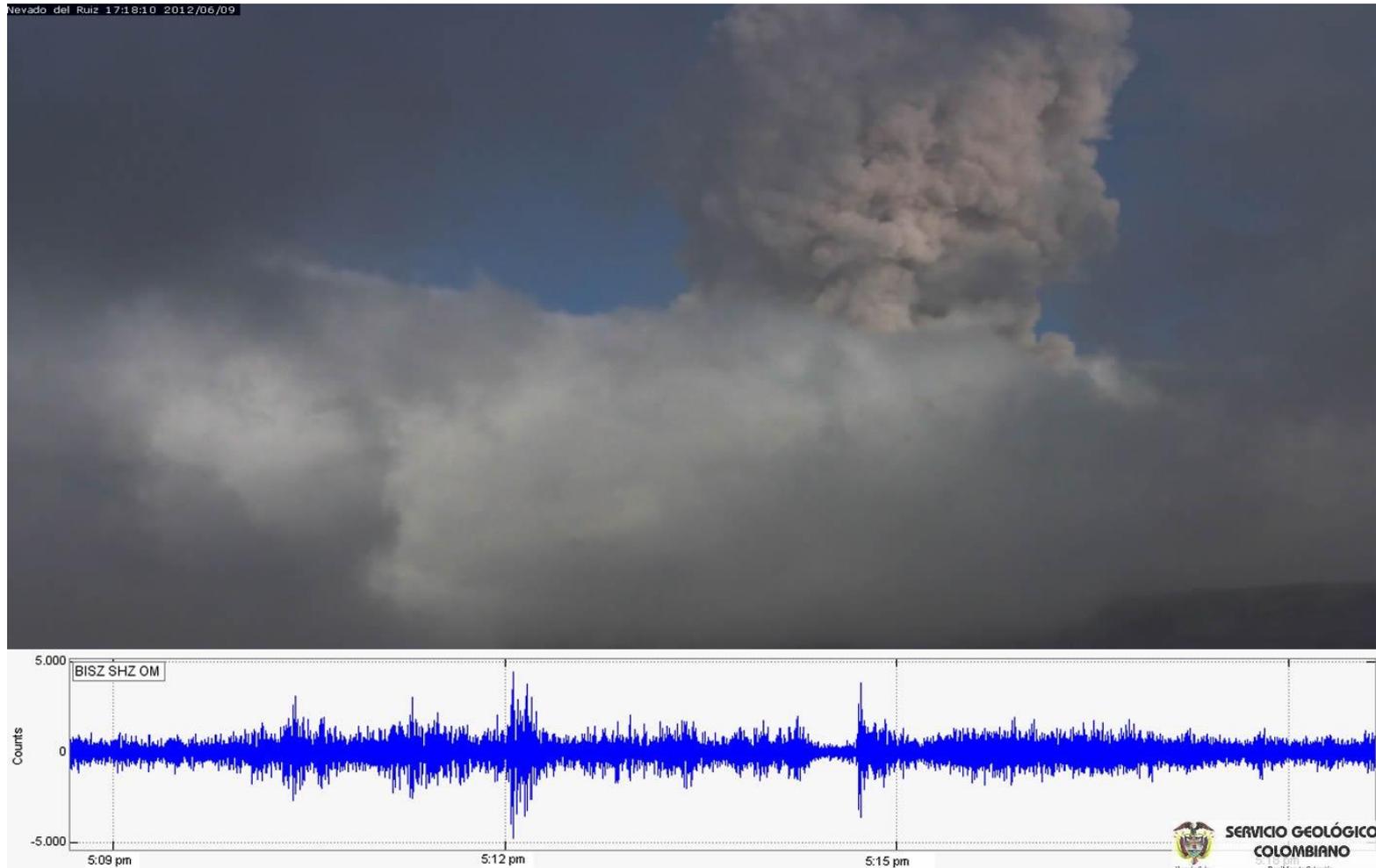


Comparación depositación de ceniza en el casquete glaciar del Volcán Nevado del Ruiz

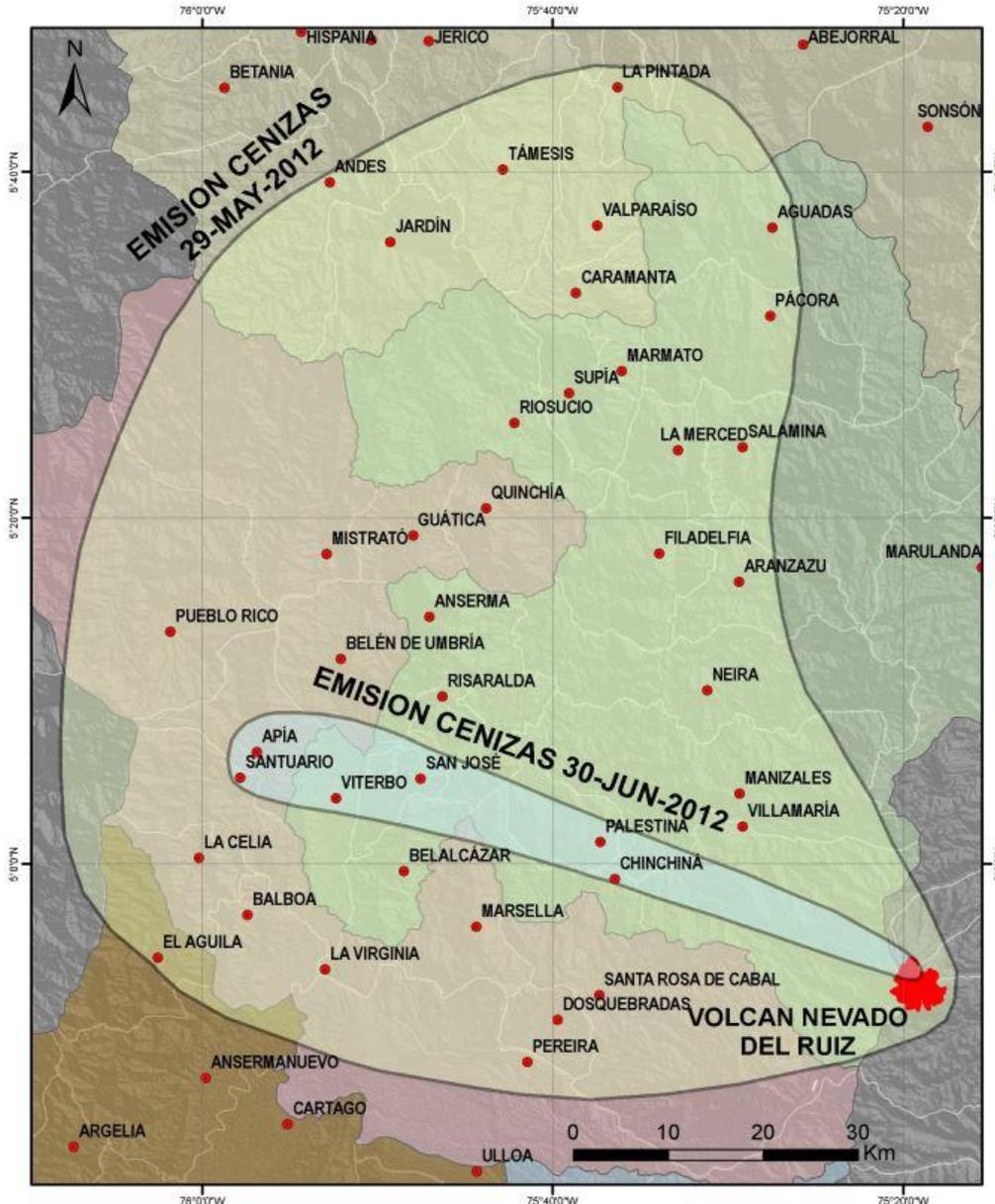
# Actividad eruptiva 2012



Junio 30 2012



# MAPA DE DISPERSIÓN DE LAS EMISIONES DE CENIZA DEL VOLCAN NEVADO DEL RUIZ



Dispersión de la ceniza emitida en las erupciones de los días 29 de mayo y 30 de junio de 2012

La dirección de dispersión de la ceniza tuvo una tendencia hacia el W-NW del Volcán Nevado del Ruiz, con reportes de caída en los municipios de Villamaría, Chinchiná, Palestina, San José y Viterbo (departamento de Caldas), Santuario y Apía (departamento de Risaralda).

Según el análisis preliminar de componentes y granulometría de las muestras de ceniza recolectadas de la erupción freática del día 30 de Junio del 2012, bajo la lupa binocular, se pudo observar que su composición es de carácter cristalino, con algunos fragmentos de líticos volcánicos además de escasa pómez y vidrio de color verde manzana; los cristales son principalmente plagioclasa y anfíboles,. El tamaño de grano de las muestras recolectadas oscila entre ceniza fina (0,25-0,125 mm) en las alrededores del volcán y ceniza muy fina (0,125-0.0625 mm) extremadamente fina (<0,0625 mm) en las partes lejanas.

Mapas de las zonas de dispersión: VOLUMÉN MÍNIMO 1`590.671 m<sup>3</sup> & 58.373,17 m<sup>3</sup>

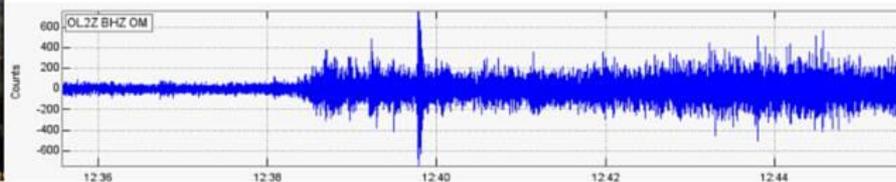
# Actividad eruptiva 2014



Diciembre 2014



**Secuencia fotográfica del proceso de emisión de ceniza ocurrido hoy 15 de diciembre de 2014 y señal de tremor volcánico asociada a este, registrada a las 7:38 a.m. (hora local).**



# Actividad eruptiva 2015



Agosto 2015

**28 de Agosto de 2015**



Se informa a la comunidad que al día de hoy continúa el registro de la señal sísmica asociada a tremor volcánico en el interior de la estructura volcánica. Este proceso ha estado marcado en los últimos días por episodios de tremor de tipo espasmódico (ver imagen). Como se ha mencionado anteriormente estas señales están asociadas a emisiones de ceniza, las cuales se muestran en las imágenes tomadas a través las cámaras web que se encuentran en la zona del volcán, la altura de la columna alcanzó aproximadamente 1800 metros. También fue posible observarla desde la ciudad de Manizales y confirmar con el personal técnico que se encuentra realizando labores de mantenimiento y toma de datos en el área volcánica.

Por el régimen actual del viento, el cual se encuentra en dirección Occidente -Noroccidente, es posible que se presente caída de ceniza en las poblaciones de Chinchiná, Villamaría, Manizales y áreas aledañas. No se descarta que la ceniza volcánica se disperse en otras direcciones si el régimen y velocidad de los vientos cambia.

Si usted percibe caída de ceniza por favor repórtela al Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales.

También se informa a la comunidad que personal del Servicio Geológico Colombiano se encuentra realizando labores de socialización de la actividad volcánica en algunos de los municipios de la zona de influencia del volcán Nevado del Ruiz, cabe anotar que es muy importante la asistencia de las personas que viven en estas áreas para que conozcan el estado actual del volcán y entiendan los procesos asociados a los fenómenos volcánicos que pueden afectar a las poblaciones.



IMAGEN CAMARA WEB SECTOR GUALÍ



IMAGEN CAMARA WEB SECTOR GUALÍ

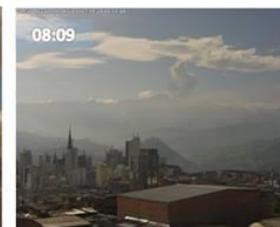
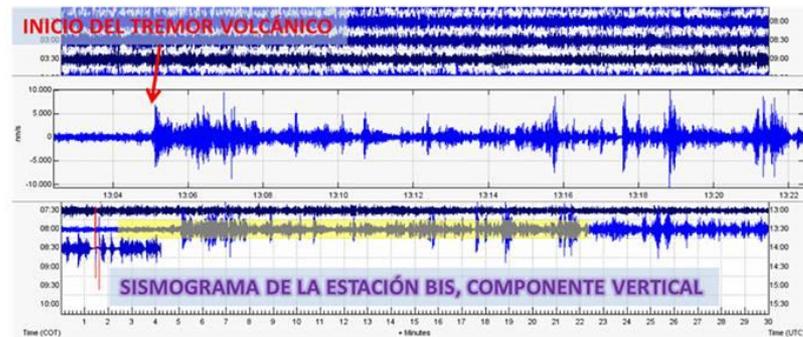


IMAGEN CAMARA WEB OVSM.



# Actividad eruptiva 2016



## Julio 2016

16 de Julio de 2016

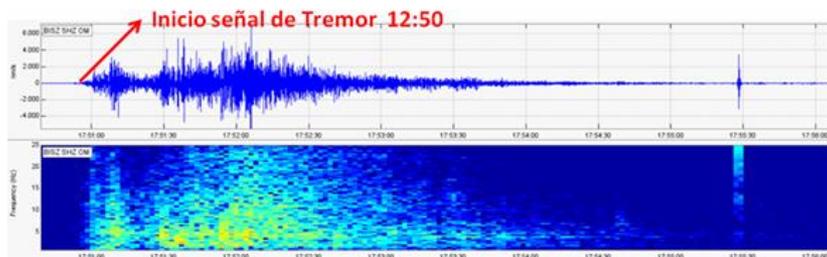


El SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, informa a las autoridades y a la comunidad que en el volcán Nevado del Ruiz como se ha reportado en boletines semanales continua el registro de señales sísmicas asociados a procesos de dinámica de fluidos, destacándose a la 12:50 (Hora Local) la señal de tremor volcánico con nivel energético variable, asociada a emisión de ceniza en el cráter Arenas, la cual por la dirección del viento es dispersada hacia el Nor-Occidente del mismo. El cenizometro instalado en El SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO en su sede del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales, permitió confirmar a las 14:00 (Hora Local) depositación de material asociado a este evento. Se han tenido reportes de caída de ceniza en los sectores de Brisas, Arenales y en la ciudad de Manizales en Gallinazo, La Enea, Centro, estado.

El nivel de actividad actual es Amarillo. Indica inestabilidad volcánica representada en cambios en la sismicidad, emisión de gases y ceniza a la atmósfera. En este nivel el volcán puede permanecer por semanas, meses y años si no se estabiliza como para retornar a nivel verde (comportamiento estable & reposo) o si no evidencia inestabilidad tal para pasar a nivel naranja que indica probabilidad de erupción en días o semanas. Este proceso de emisión de ceniza lleva más de 19 meses es importante y no hay que subvalorarlo ni sobrevalorarlo. Es evidencia de un volcán inestable en un proceso de evolución, por lo cual lo mejor es como autoridades y comunidad estar preparándonos y tomando medidas de reducción y mitigación para la protección de la vida.

El SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO sigue atento a la evolución del fenómeno volcánico y continuará informando de manera oportuna los cambios que se puedan presentar. Adicionalmente, recomienda visitar la página web en el siguiente enlace: <http://www.sgc.gov.co/Manizales.aspx>, donde se continuará situando información complementaria a este boletín y de interés general.

### Sismograma del registro de la señal de tremor volcánico, Estación Bis



Imágenes de reporte de caída de ceniza en Manizales.

16 de Julio de 2016



El SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO informa a las autoridades y a la comunidad que en el volcán Nevado del Ruiz sigue mostrando un grado alto de inestabilidad, este comportamiento es habitual en el actual ciclo de actividad del volcán y corresponde a los escenarios previstos en el nivel de actividad actual Amarillo, el cual indica inestabilidad volcánica representada en cambios en la sismicidad, emisión de gases y ceniza a la atmósfera.

Durante la tarde de hoy, personal técnico del SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, ha estado realizando labores de reconocimiento de campo y recolección de la ceniza emitida por el volcán, de acuerdo a la dirección del viento, el cual es concordante con el régimen del viento, la dispersión de la ceniza emitida fue principalmente al Noroccidente, observándose una amplia dispersión de ceniza en la ciudad de Manizales. Según los reportes recibidos por los habitantes, se observó una acumulación de ceniza gruesa principalmente hacia el sector oriental de la ciudad. De acuerdo con el reporte del personal técnico que realiza la verificación en campo, se confirma caída de ceniza también en los sectores de La Linda y La Cabaña. Agradecemos los reportes recibidos por los habitantes de la ciudad.

Esto se hace con el fin de determinar la zona de dispersión de la ceniza y posterior análisis de las muestras recolectadas para realizar un diagnóstico completo del estado actual del volcán.

El SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO sigue atento a la evolución del fenómeno volcánico y continuará informando de manera oportuna los cambios que se puedan presentar. Adicionalmente, recomienda visitar la página web en el siguiente enlace: <http://www.sgc.gov.co/Manizales.aspx>, donde se continuará situando información complementaria a este boletín y de interés general.

*Imágenes tomadas por el personal del SGC que se encuentra realizando labores de reconocimiento en campo.*



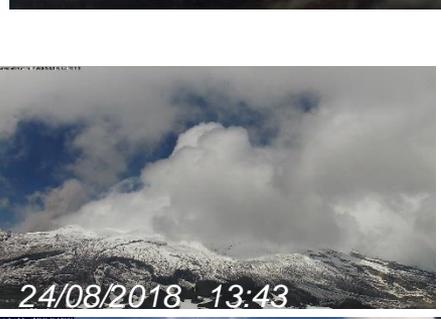
# Actividad Reciente Volcán Nevado del Ruiz



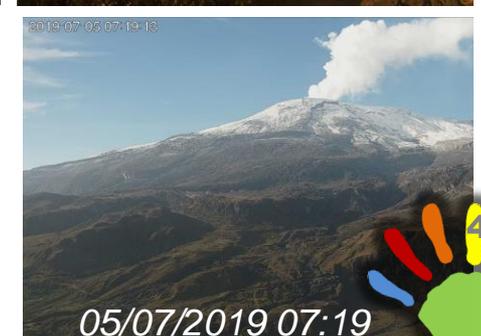
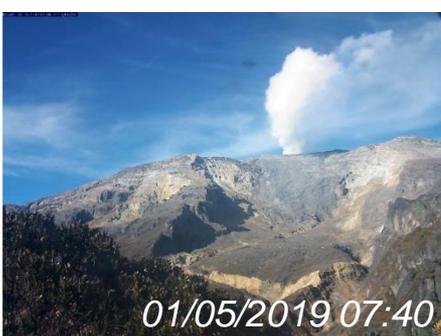
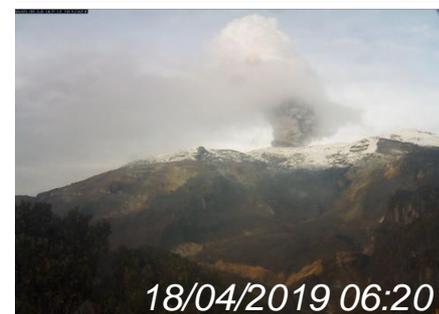
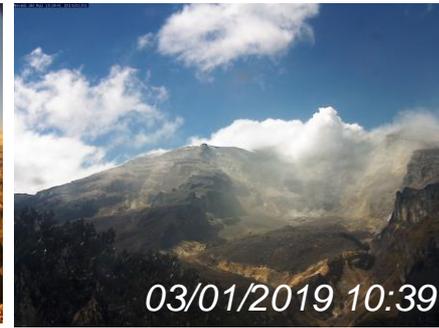
Columna de gases reciente ciclo de inestabilidad (2014 -2017)



# Emisiones de ceniza 2017 - 2018



# Columna de gases y vapor o emisión de ceniza (2019)



# Actividad eruptiva 2018

Agosto – Septiembre 2018



27 de agosto



1 de septiembre



4 de septiembre.  
11:20 a.m.



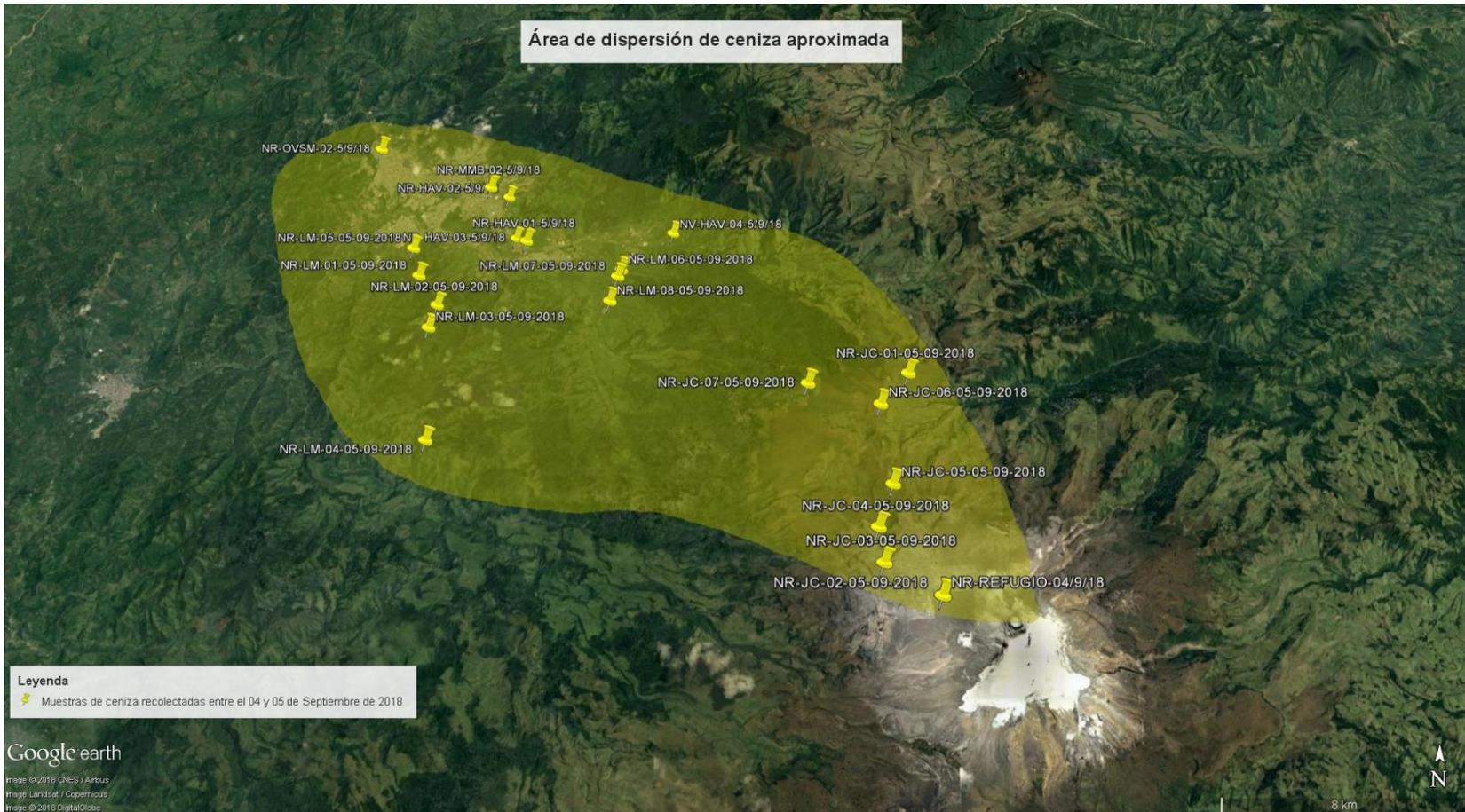
4 de septiembre.  
15:19 p.m



5 de septiembre.  
18:04 p.m

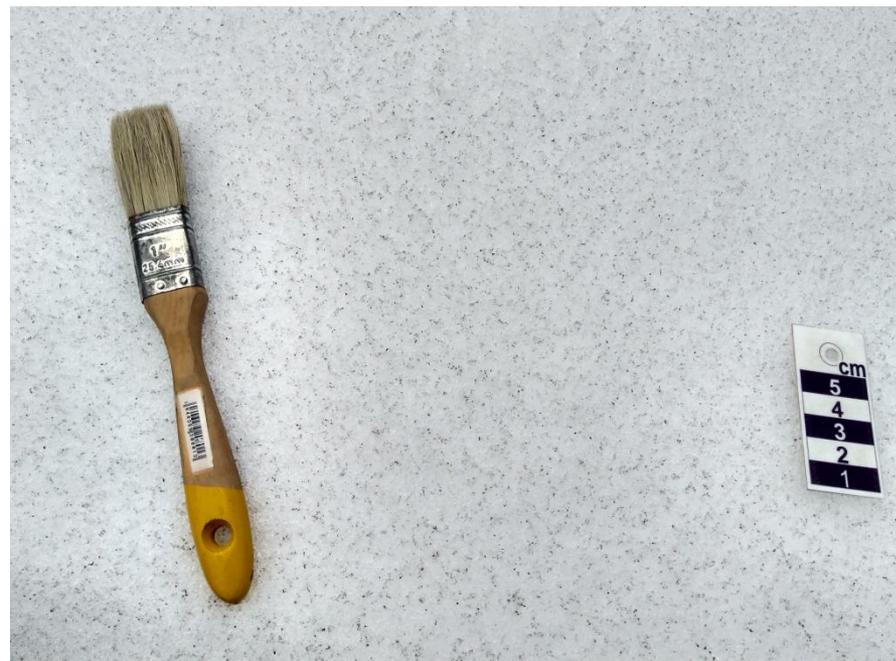


# Area dispersión aproximada emisión de ceniza. Señal 8:30 pm, 4 de septiembre





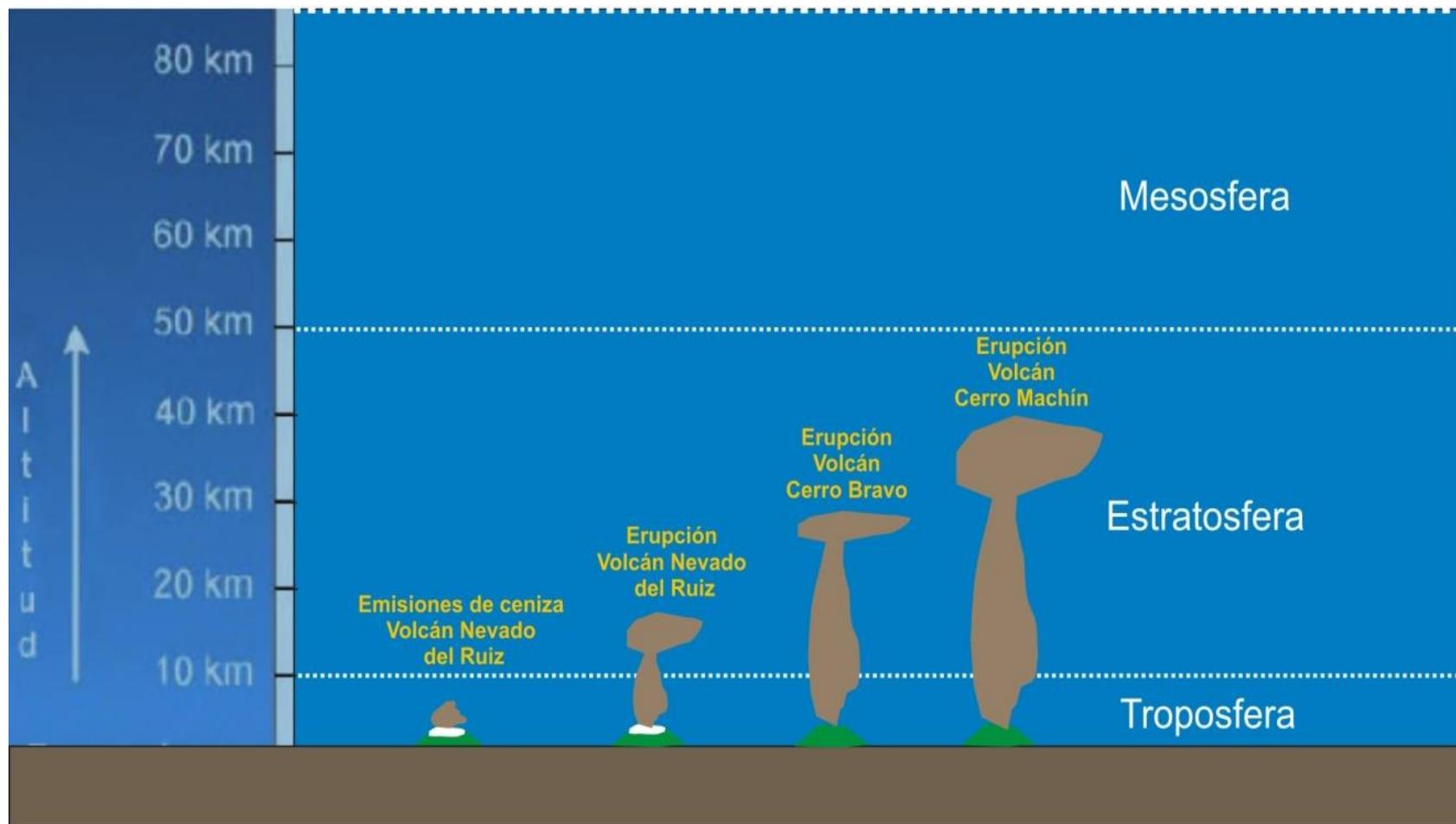
## Sector proximal. El Refugio



Tamaño de grano: ceniza muy fina  
Espesor:  $< 0.5$  mm



# PERCEPCIONES





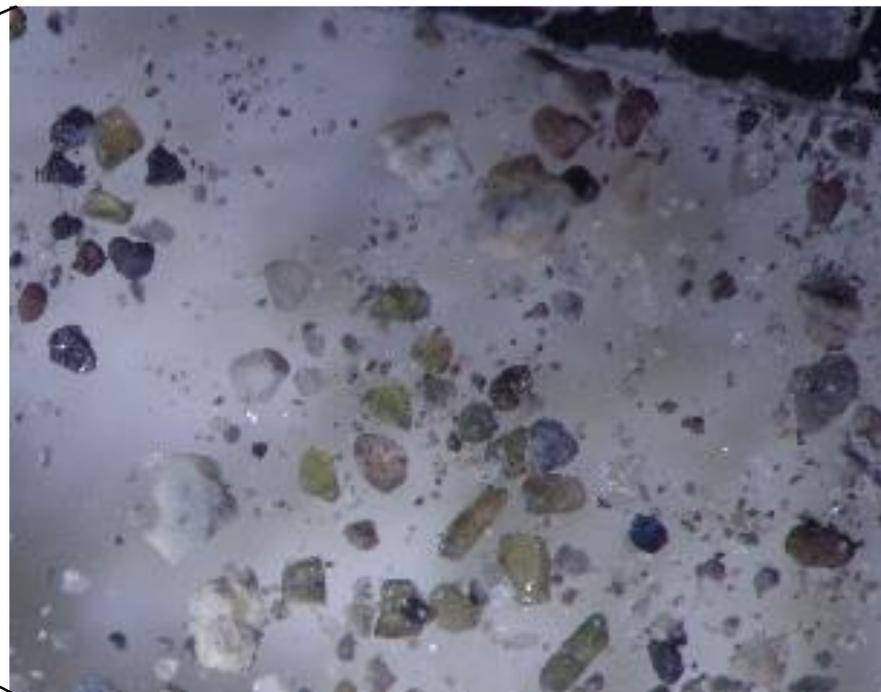
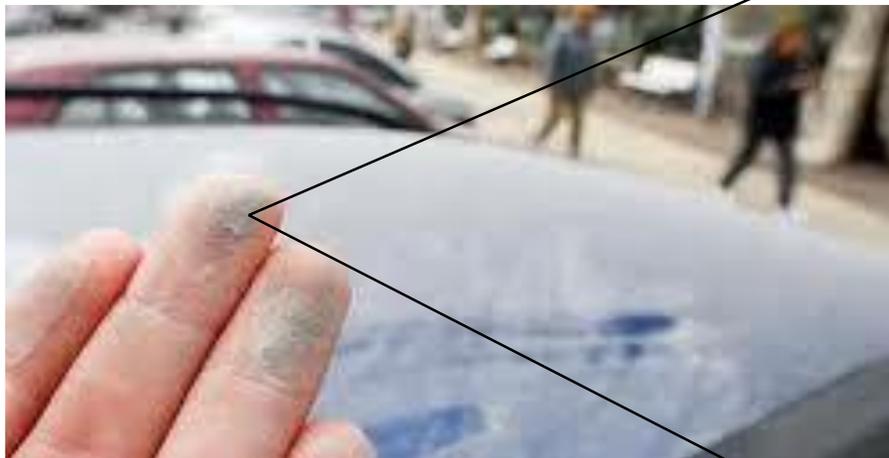
Emisiones de Ceniza Volcán Nevado del Ruiz  
VEI 1-2 < 10 km. La actividad más recurrente  
alturas de columna entre 1-3km

Escenario de referencia. Volcán Calbuco Chile  
VEI 3-4. Altura de Columna 16 km aprox





## ¿ Y DE QUE ESTÁ HECHA LA CENIZA DEL VOLCÁN NEVADO DEL RUIZ?





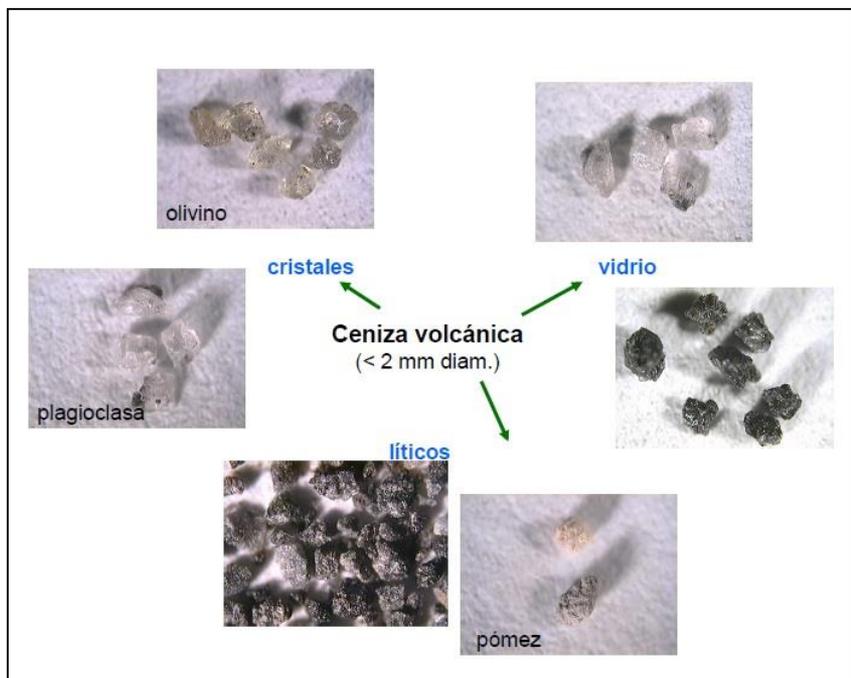
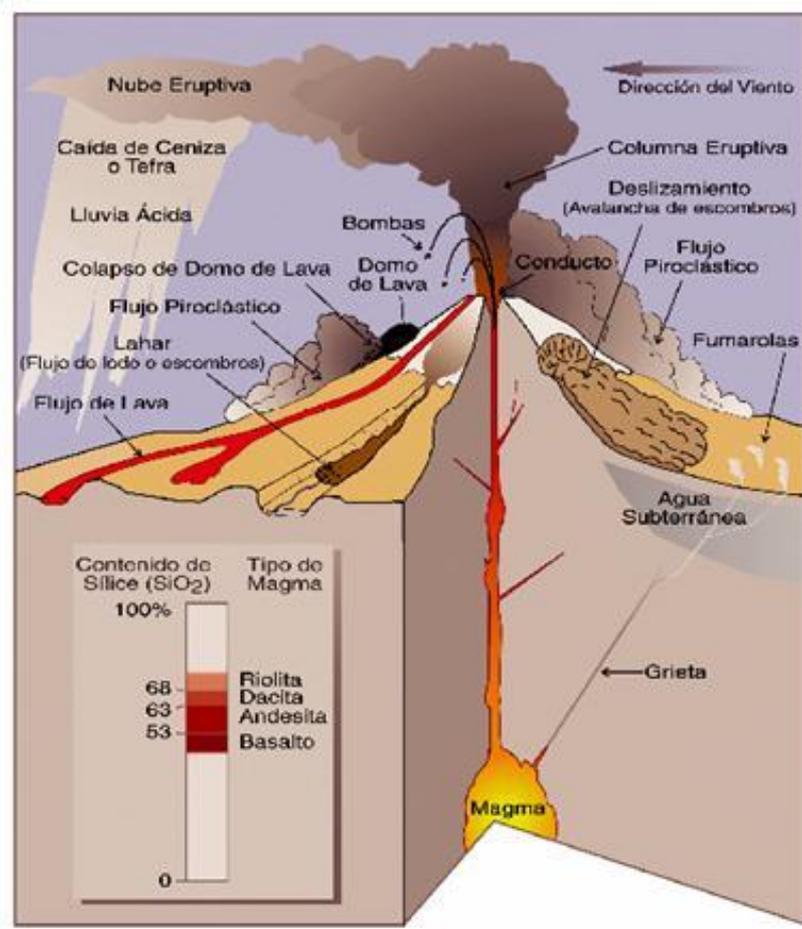
## Piroclastos

Origen

**Juveniles**  
se derivan directamente del magma  
partículas de magma enfriadas, o cristales

**Accesorios**  
fragmentos de rocas volcánicas co-magmáticas de  
erupciones previas del volcán

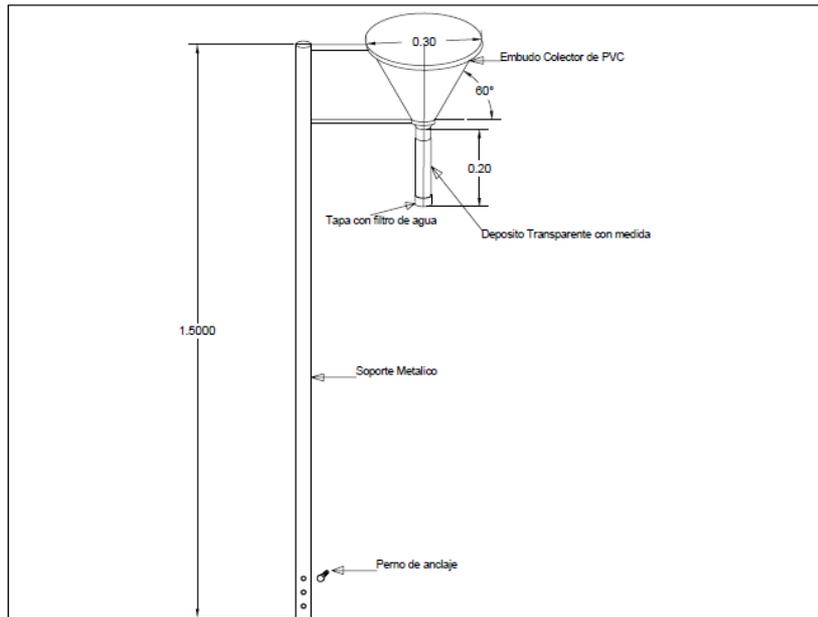
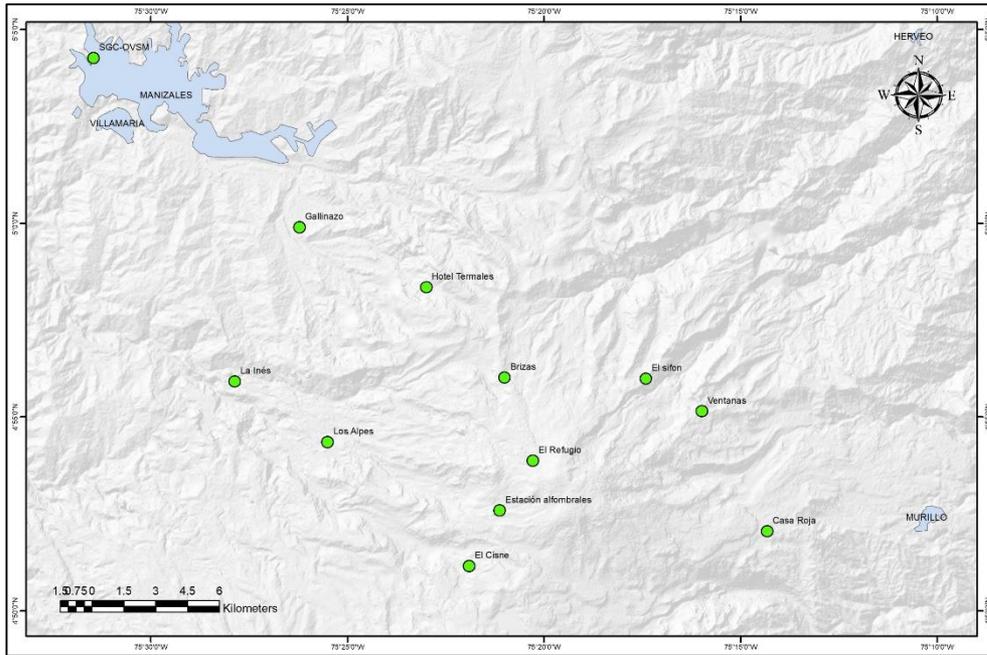
**Accidentales**  
Fragmentos del basamento sub-volcánico  
pueden ser de cualquier composición



# RED DE CENIZÓMETROS



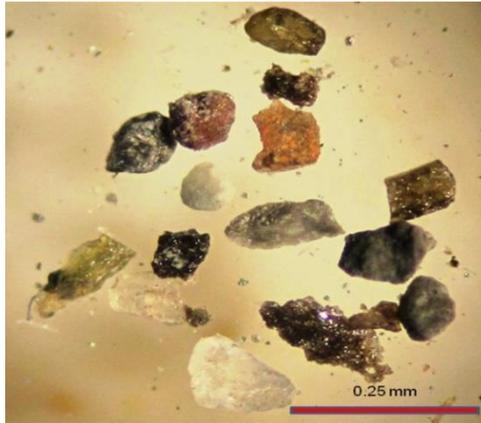
## Cenizómetro sector el Refugio a 2.5 km del Cráter Arenas



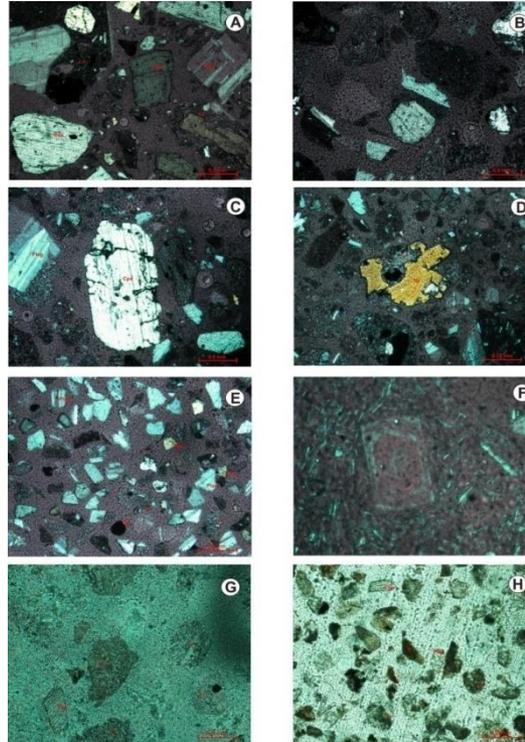
# ESCALAS DE ANÁLISIS



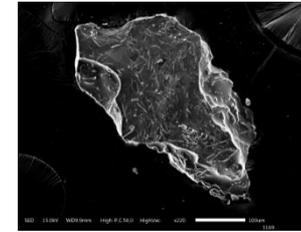
## LUPA BINOCULAR



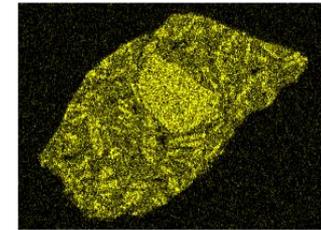
## MICROSCOPIO PETROGRÁFICO



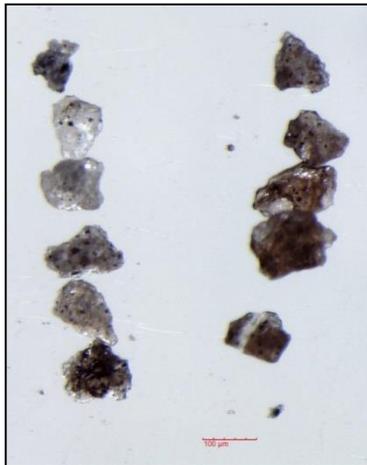
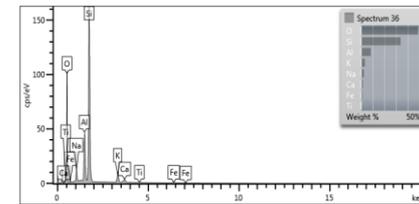
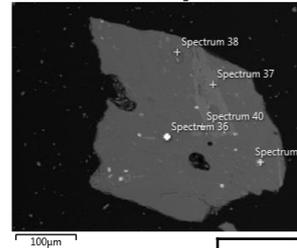
## MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO



Na Kα1\_2



Electron Image 25

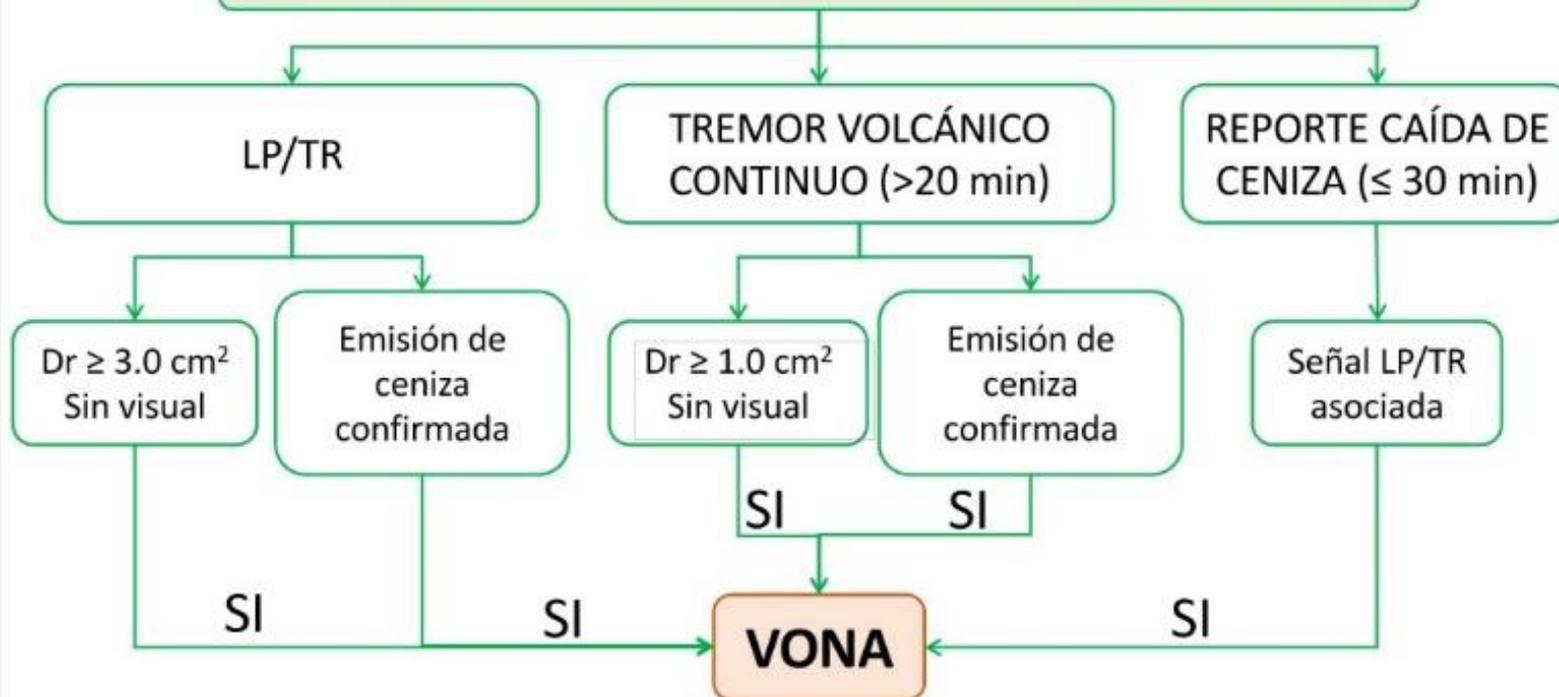


Oxide	Oxide %
Na <sub>2</sub> O	3.35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.84
SiO <sub>2</sub>	72.41
K <sub>2</sub> O	4.10
CaO	2.18
TiO <sub>2</sub>	0.57
FeO	1.55
	100.00



## PROTOCOLO PARA EMITIR VONA

### SISMOS ASOCIADOS A MOVIMIENTO DE FLUIDOS



Se realizará publicación ASH3D en web para:

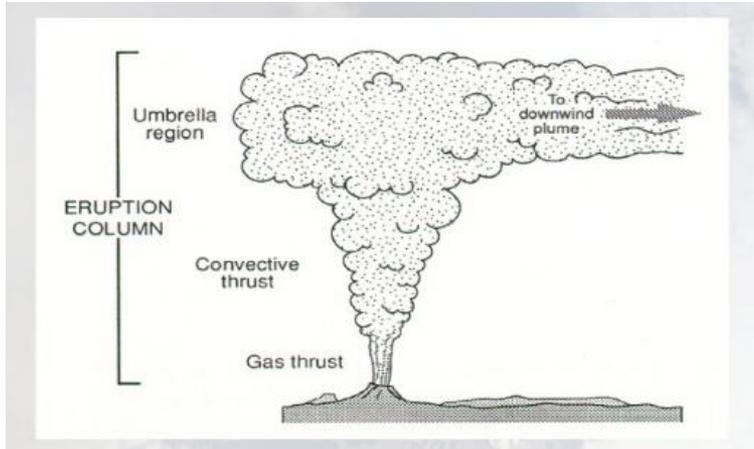
- Señales LP/TR/TC con  $Dr > 8 \text{ cm}^2$  y frecuencia dominante  $\geq 1.0 \text{ Hz}$
- Columna de gases y ceniza con una altura  $> 1 \text{ km}$

# REPORTE VONA



NOTIFICACIÓN DEL OBSERVATORIO DE VOLCANES PARA LA AVIACIÓN - VONA	
Emitido:	20190915/1900Z
Volcán:	Volcán Nevado del Ruiz 351020
Clave de color aeronautica actual:	<b>YELLOW</b>
Clave de color aeronautica previa:	YELLOW
Fuente:	SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO
Número de notificación:	412 - 2019
Ubicación Volcán:	4° 14.9167' N, 75° 5.3667' W
Área:	Colombia
Elevación de la cima:	5321 m (17453 ft)
Resumen de la actividad volcánica:	El Nivel de Actividad continúa en Nivel Amarillo o III: Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica. Variaciones en los niveles de los parámetros derivados de la vigilancia, que indican que el volcán está por encima del umbral base y que el proceso es inestable, y puede evolucionar aumentando o disminuyendo esos niveles. Puede registrarse fenómenos como enjambres de sismos (algunos de ellos sentidos), emisiones de ceniza, lahares, cambios morfológicos, ruidos, olores de gases volcánicos, entre otros. Estos fenómenos pueden alterar la calidad de vida de las poblaciones ubicadas en la zona de influencia volcánica.
Altura de la nube de ceniza volcánica:	480 m (1574 ft). Es posible que la altura sea mayor a la observada al momento del reporte. Altura estimada a una distancia entre 4.5 y 25 km de la cima del volcán
Otra información de nube de ceniza volcánica:	Columna de color gris claro, densa y con dirección de dispersión hacia el Occidente - Noroccidente.
Observaciones:	
Contactos:	<b>Servicio Geológico Colombiano (SGC)</b> <a href="mailto:SGC-Manizales@sgc.gov.co">SGC-Manizales@sgc.gov.co</a> Avenida 12 de Octubre # 15-47. Manizales, Colombia, Sur América Tel. +57 (6) <b>8843004 extensión 8206</b> - 8843005 - 8843007 Fax. +57 (6) 8843018 Conmutador <b>8200</b> <a href="http://www.sgc.gov.co">www.sgc.gov.co</a>
Próxima Notificación:	Un nuevo VONA se publicará si las condiciones cambian significativamente o si cambia el código de color. <a href="http://www.sgc.gov.co">www.sgc.gov.co</a>

# SIMULACIONES COMPUTACIONALES ASH 3D



**Ash3d Job**

**Times**

Windfile: 2015-09-14 07:00:00 UTC

Local: 2015-09-14 10:04:03 UTC

Name: VNR\_2015-09-14\_13 00

Run Type: Airborne Ash

When Complete: Do not send email

Note: Model runs generally complete in about 10 minutes.

Volcano/Site: Ruz, Nevado del

Latitude: 4.89327778

Longitude: -75.3225

Elevation: 5,321 (m)

Eruption Start Time: Specific Date/Time

2015-09-04 18:00:00 UTC

(YYYY-MM-DD HH:MM)

Simulation Duration: 3

Between 3 and 48 hours

Default simulation duration for this volcano is 24 hours (apply).

Eruption Duration: 0.1

At Most 24 Hours

Default eruption duration for this volcano is 12 hours (apply).

Plume Height: 6.4

km ASL

Default plume height for this volcano is 10.321 km (apply).

Erupted Volume: 0.0001

Km<sup>3</sup>

Default erupted volume for this volcano is 0.003 km<sup>3</sup> (apply).

Value if unspecified: 0.0001 Km<sup>3</sup>

DRE: airborne ash fraction = 5%

Share With Public:  Most recent run result freely available.

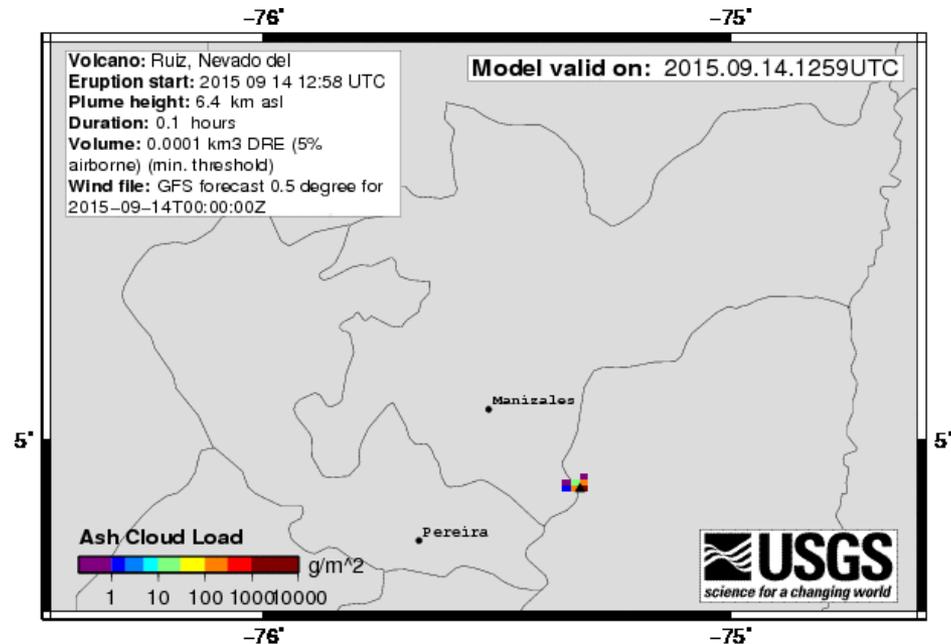
Description:

Description appears on public page if job is public. May appear in other locations in the future.

1 Click Save Changes

2 Click Run Now

Delete Job and Model Runs



## NOT AN OFFICIAL FORECAST

This forecast was generated using the USGS Ash3D dispersion model. Uncertainties in the model mean perceptible ash may occur outside the forecast area. Hence, model results should be regarded as a general guide to areas impacted rather than a predictor of quantities such as deposit thickness or ash-cloud concentration at a given location. For more information, contact ash3d-info@usgs.gov.



# Efectos caída de ceniza

- Oscurecimiento del ambiente y dificultades respiratorias por la presencia de partículas finas suspendidas en el aire. Intoxicaciones.
- Pérdida parcial o total de cultivos y ganado. Cubrimiento y enterramiento de la superficie.
- Incendios forestales o de viviendas.
- Obstrucción de drenajes. Contaminación de fuentes de agua por sólidos y químicos.
- Daños por sobrecarga en estructuras livianas y líneas de conducción eléctrica. Corrosión a elementos metálicos.
- Afectación al transporte aéreo y terrestre.



## Colapso de techos y estructuras

US Clark Air Base, antes 1991



US Clark Air Base, después 1991





## Interrupción de vías de comunicación



Fuji 2007



**Catania  
Via Etnea**

Etna 2001



Chaitén 2008





## Contaminación de aguas y pastos





## Efectos en la salud y calidad del aire (AQ)

§ Problemas respiratorios.

§ Irritación de piel, ojos y mucosas.

§ La fracción más fina ( $<PM_{10}$ ) penetra el tejido alveolar.

§ Problema de larga duración debido a la removilización.

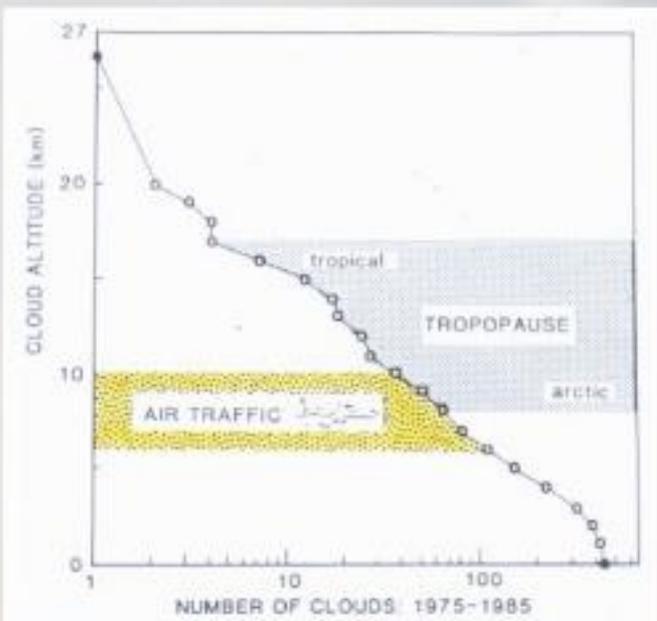


Tomado de Costa (2019)



## Trafico aéreo

- Entre el 1975 y 1994, mas de 80 jets sufrieron daños debido a encuentros inesperados con nubes de ceniza volcánica.
- Siete de estos encuentros causaron pérdida de potencia de las turbinas poniendo en riesgo la vida de mas de 1500 pasajeros.
- La reparación y el remplazo de piezas y aviones costaron mas de 200 millones de US\$.
- La principal causa de pérdida de potencia de las turbinas fue la acumulación de ceniza fundida y re-solidificada en la salida de la cámara de combustión que provoca la pérdida de flujo de aire y el paro del motor.
- La ceniza volcánica es abrasiva, corrosiva y conductiva. El fuselaje y varios componentes del motor se pueden destruir. Los parabrisas son particularmente vulnerables a la abrasión (Casadevall, 1994).
- De recién, el erupción de Eyjafjallajokull del 14-21 de abril 2010 provocó una afectación sin precedentes a nivel mundial, afectando 25 países con 1300 M€ de costes directos, 100.000 vuelos cancelados y más de 4 millones de pasajeros afectados.



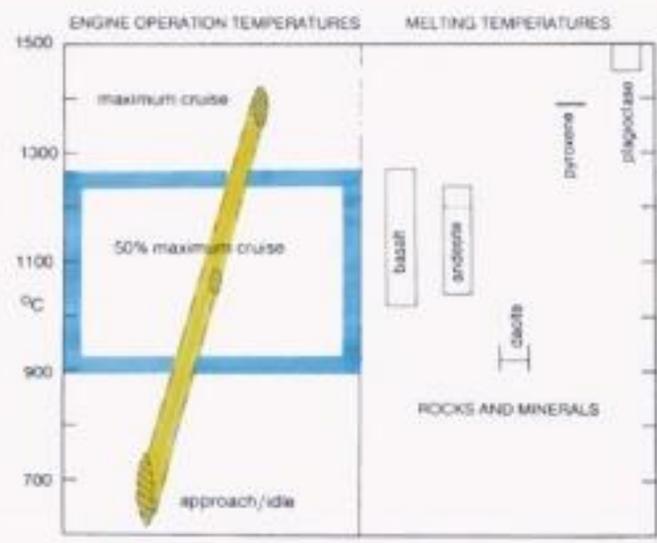
§ El encuentro con una nube de cenizas causa problemas en:

- Fuselaje;
- Filtros;
- Vidrios;
- **SOBRETUDO** en turbinas.

§ El problema se agrava desde mediados 80s por:

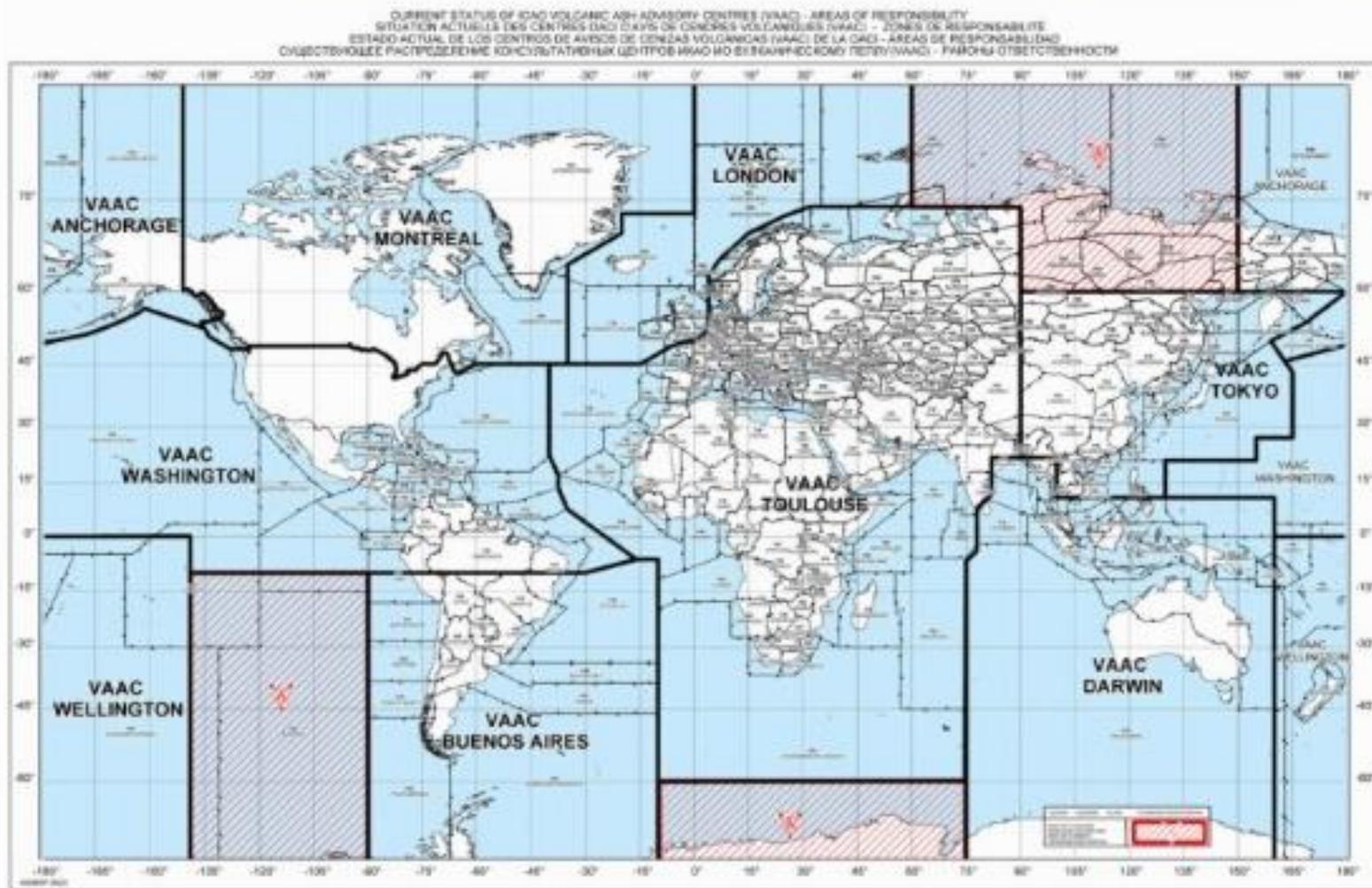
- Introducción de "high bypass engine";
- Incremento de vuelos;
- Incremento de vuelos nocturnos.

§ 1980-2008: media de 2-3 encuentros año!



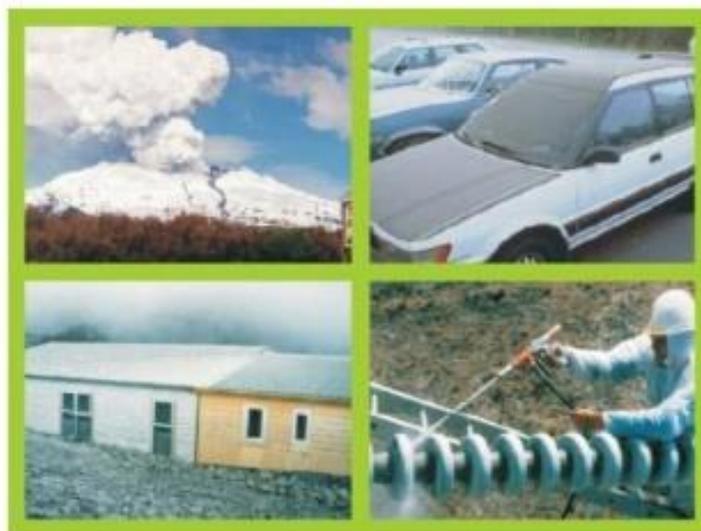


## § La ICAO creó los VAACs para monitorear y predecir trayectorias





## Guía de preparación antes, durante y después de una lluvia de cenizas



## REFLEXIONES Y CONCLUSIONES



Análisis del riesgo para caídas de ceniza y lapilli en nivel de actividad Amarillo del volcán Nevado del Ruiz. Se han registrado alrededor de 1500 emisiones de ceniza durante entre los años 2012-2019. Aprendizajes? experiencias? retos?.

Cuál es la percepción del riesgo para afrontar las caídas de ceniza y lapilli en un escenario eruptivo Potencial del Volcán Nevado del Ruiz. Qué paso en 1985? ,con la comunidad y la infraestructura, qué aprendimos?

EL RETO: El trabajo intersectorial: LA COMUNIDAD, INSTITUCIONES, TOMADORES DE DECISIONES y LA ACADEMIA como actores clave y columna vertebral en la reducción del riesgo.



**SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO**  
Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales

**Gracias!**

Visítenos: <https://www.sgc.gov.co/volcanes/index.html>  
<https://www.facebook.com/sgcolombiano/>

*Foto: Laura Victoria Carmona, 15 /12 / 2014*