

Nicaragua (!) en los archivos del Museo Naval de España

1851 : Se observa al volcán arrojando "humo"

1860 : Actividad esporádica

1863

(agosto): Erupción de vapor y cenizas durante tres días

1912

(junio 14). Se presentan erupciones similares a las de 1863; durante varios días los ríos tenían una coloración blanca lechosa

1922

(abril-junio): Actividad similar a la anterior, tipo estromboleana, con gran cantidad de piroclastos y cráteres de impacto

1940 : Emisiones de vapor y actividad fumarólica

1963

(junio 29): Emisión constante de nubes de vapor desde el cráter activo. Las nubes de vapor además tienen anhídrido sulfuroso que produce molestias en la garganta y los ojos.

1965 : Pequeñas erupciones de vapor y gases.

1966

(setiembre): Actividad fuerte de piroclastos y gases 19 de Diciembre. Retumbos fuertes con una columna negra y densa, un día después aparecen muertos gran cantidad de peces en los ríos Colorado y Blanco. Pocos días después cerca del cráter se encuentra una capa de ceniza con aproximadamente 40 cm de espesor que eliminó la vegetación, y se dispersó hasta 2 km. Alrededor del cráter, habían bombas y bloques. Las poblaciones de Dos Ríos de Upala y Mayorga, evacuaron.

1967 : Fuertes erupciones de vapor y cenizas

1969 : Erupciones de gases sulfurosos, nubes negras de cenizas

1970-1975: Erupciones de cenizas

1983

(febrero 6 y 21): Se escuchan retumbos y se observan erupciones freato-magmáticas que elevan bloques, lapilli y cenizas hasta una altura de 1,5 km. El 7 y 8 de febrero se observan pequeñas avalanchas de barro en el Río Pénjamo y la fauna desaparece de nuevo del río.

1984

(marzo). Erupciones freato-magmáticas violentas pero de corta duración que depositan materiales volcánicos en un área de 4 km² al SE del cráter. En los ríos al sur del volcán lahares llegaron hasta una distancia 10-15 km del cráter.

- 1986
 (abril): Evento eruptivo de 6 min de duración, lanzó piroclastos
 (diciembre 31): Explosión freática con la expulsión de lapillis y bloques hasta un diámetro máximo de 50 cm
- 1987
 (abril 1): Erupción freática, lahares en los ríos Azufrosa y Pénjamo
- 1991
 (mayo 8
 10.15 a.m.): Erupción freatomagmática violenta con una columna de cenizas que se elevó a una altura de aprox. 15 km encima del cráter, grandes lahares en ríos Pénjamo, Azul y Azufroso
- 1992: Durante casi todo el año solo actividad fumarólica
- 1993: Leves erupciones de gases y vapores
- 1995
 (noviembre): Fuertes erupciones de gases y vapores, rocas (bombas y bloques) con diferentes ángulos y oleadas rasantes de cenizas y vapor. Generación de lahares en el río Azul, Pénjamo y Azufrada. Daños considerables.

Históricamente la actividad del Volcán Rincón de la Vieja se ha caracterizado principalmente por erupciones periódicas de material piroclástico y frecuentes emisiones de gases y vapores acompañados normalmente por corrientes de lodo (lahar), sobre todo en la vertiente norte del Complejo Volcánico. A pesar de que su edificio está rodeado de varios flujos de lavas, a la fecha no se ha tenido conocimiento de derrames lávicos en tiempos históricos. Actualmente su cráter principal activo presenta una laguna caliente y actividad fumarólica constante. Es el único volcán activo en la Cordillera de Guanacaste.

Durante las últimas erupciones, el material volcánico y volcanoclástico se depositó en tres áreas principales.

- 1) Una zona cercana al cráter, donde las cenizas ocupan bastante espesor. Los productos del ciclo eruptivo 1966-70 cubrieron un área con forma elíptica con el semieje largo de unos 2 km en dirección OSO (Fig. 11). Inmediatamente al Oeste del cráter activo tienen un espesor de 7,5 m, pero su espesor decrece rápidamente y a una distancia de 300 m del cráter es de solo 40 cm y a un kilómetro solo de 15 cm (Boudon et al., 1995). Estos depósitos consisten de una alternancia bien estratificada de piroclastos de caída y de oleadas piroclásticas. Cerca del cráter se pueden distinguir entre 150 y 200 diferentes capas. Desde abajo hacia arriba aumenta la cantidad de fragmentos juveniles vidriosos y de color negro.

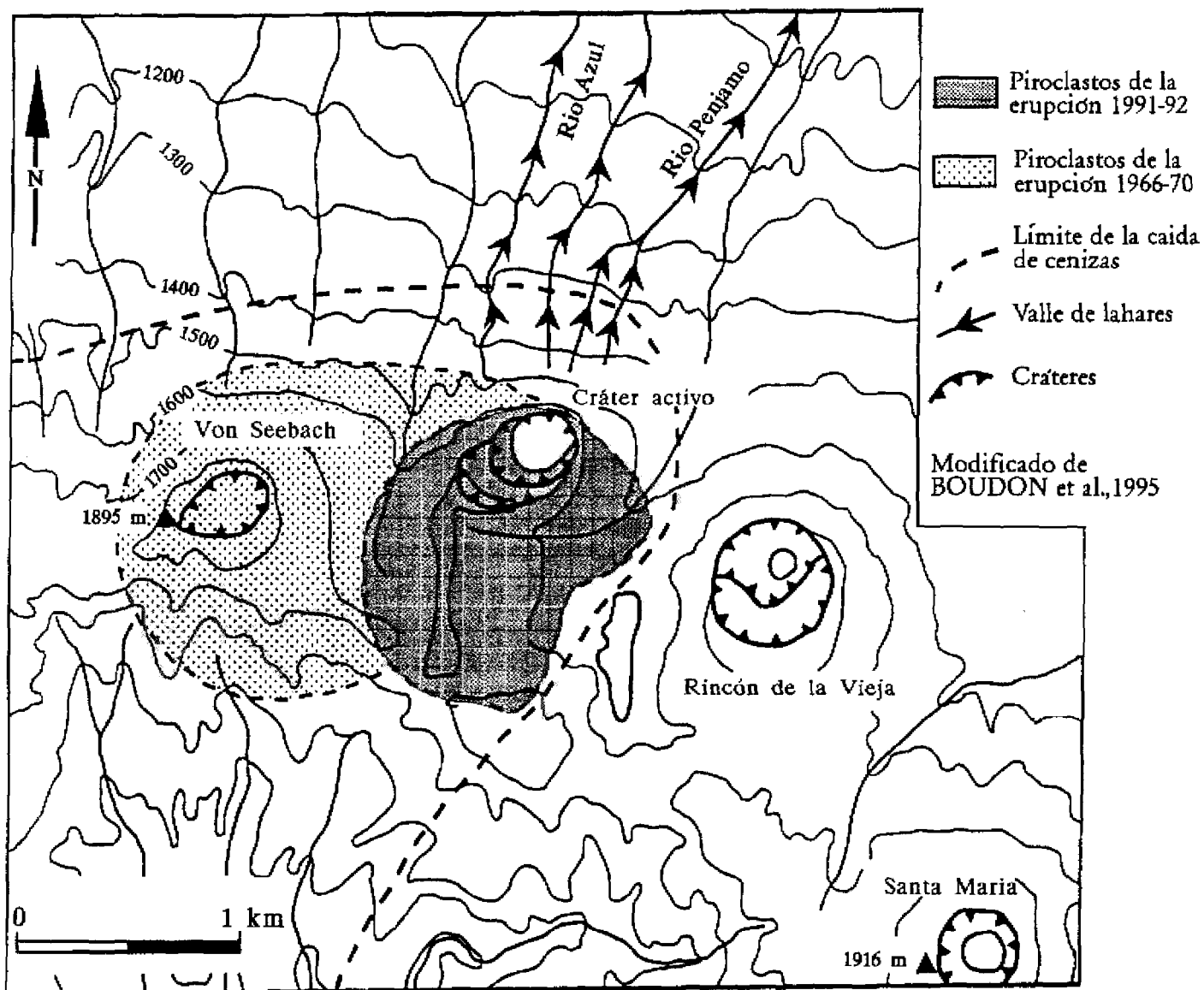


Fig. 11: Mapa de la distribución de las cenizas de las erupciones de 1966-1970 y de 1991-1992

Los productos de la erupción 1991-92 cubren un área más pequeño y no son tan bien expuestos como los de 1966-70 (Fig. 11), En el borde occidental del cráter activo alcanzan un espesor de solo 40 cm (Boudon et al., 1995). Se pueden distinguir 5 capas; en la base aflora una capa de piroclastos de caída sobreyacida por un depósito de avalancha volcánica, compuesta por cenizas, lapilli y fragmentos de lava alterada hidrotermalmente y de fragmentos de una lava fresca, negra y vidriosa. Encima siguen delgadas capas de piroclastos de caída.

- 2) El flanco oeste, donde se depositaron delgadas capas de ceniza fina. Entre mediados de enero y Abril de 1967 las nubes de ceniza llegaron hasta una altura de 7 km y a una distancia de 20 km se depositaron 0,5 cm de cenizas finas. Durante la erupción del 8 de mayo de 1991 las cenizas cubrieron un área de 200 km² y llegaron en dirección NO hasta una distancia de 14 km del cráter (Fernández et al., 1991). Las cenizas eruptadas durante estas erupciones tenían siempre poco espesor y han sido erosionadas en gran parte por las fuertes lluvias.
- 3) Los valles en el flanco norte (especialmente los ríos Pénjamo y Azul), por donde bajaron lahares. El 8 de mayo de 1991 los lahares llegaron hasta una distancia de 16,6 km del cráter y presentaron un espesor máximo de 6 m a una distancia de 6-7 km del cráter (Boudon et al., 1995).

Durante los últimos días del año 1991 el Volcán Rincón de la Vieja se ha mantenido calmo sin eventos sísmicos, sin erupciones, presentando solo moderada actividad fumarólica en su cráter principal.

Los ríos Azufroso y Pénjamo exhiben una acidez menor que la presentada la semana de la erupción; en Setiembre del año 1992 dichos ríos tenían un pH de 3,7;4 y 3,5 respectivamente, ésta variación debida probablemente en parte a fenómenos de disolución constante que sufre con la lluvia que precipita en la región. Las aguas de estos ríos se presentan ahora con temperatura ambiente (alrededor de 26 °C) pero aún están contaminadas con productos de ceniza y arena volcánica en suspensión dándoles colores blancuzcos, cafés y tonalidades pardas.

Los ríos más cercanos a la población de Dos Ríos que bajan de las partes altas del volcán (1200 - 1600 m), tales como el Cucaracho y el Blanco, no fueron afectados por los lahares generados en la erupción del 8 de mayo, sin embargo, estudios de campo indican que en tiempos históricos han trasladado flujos de lodo tanto por lahares, como más frecuentemente por inundaciones

La mayor parte de los materiales que generaron los lahares en la pasada erupción del 8 de mayo de los corrientes, tuvo lugar en el sector comprendido entre el llamado cráter activo, el principal (al oeste) y el inactivo (al este) en las partes cuspidales y medias del volcán, ya que ahí se evidencia el escarpe del deslizamiento (cicatriz de desprendimiento). Este evento lahárico es común en zonas volcánicas de gran pluviosidad y de situaciones hidrogeológicas favorables, por

lo que su mecanismo de disparo puede repetirse en un futuro cercano, tal como lo demuestra su registro

8.1 Origen de lahar del 8 de mayo de 1991

El 8 de Mayo de 1991 a las 10:15 a.m. el Volcán Rincón de La Vieja realizó unas de sus mayores erupciones de los últimos tiempos. El mecanismo de erupción según la RSN (1992) fue probablemente la oscilación del magma dentro del conducto de emisión con la cual se calentó el acuífero superficial. Al interactuar el agua con los gases calientes no solo se vaporizó el acuífero sino que se produjo la explosión.

Dicha explosión generó corrientes de barro hacia la vertiente norte (región de Upala). Los lahares destruyeron los puentes sobre los ríos Azul y Pénjamo. El nivel de la avalancha en el puente del Río Azul superó los 8 m de altura sobre el cauce original. La velocidad de descenso se estima en 50 km/h. En el Río Pénjamo, cerca de su puente sobre el camino hacia la región de Buenos Aires, la avalancha alcanzó 20 m de altura, rebalsando su cauce aproximadamente 75 m a ambos lados. El espesor máximo medido fue 15 m, los lahares avanzaron aproximadamente unos 11 km desde su nacimiento en el volcán

La actividad posterior a la erupción del 8 de Mayo se resume de la siguiente manera:

DÍA	TIPO DE ACTIVIDAD
25-11-91	Se sintió un temblor de regular intensidad seguido de dos retumbos y salida de gases. En el Río Azul se percibió fuerte olor azufroso.
26-11-91	Se sintió un temblor.
10-12-91	Retumbo en horas de la noche acompañado de movimientos sísmico. Hubo salida de gases y/o cenizas y fuerte olor azufroso en el Río Azul.
12-12-91	Emisión de cenizas y fuerte olor a azufre en el Río Azul.
13-12-91	Idem en el Río Pénjamo.
19-12-91	Dos retumbos y gran emisión de cenizas.
13-01-92	En el Río Azul las aguas estaban calientes y con olor azufroso. En el Pénjamo se detectó fuerte olor azufre.

El lahar estuvo estrechamente ligado con la erupción freatomagmática del 8 de mayo de 1991. Por la fuerza de la erupción el agua fue empujada hacia arriba y se derramó por el flanco norte, junto con el sedimento que fue expulsado. En su recorrido por la ladera del volcán, arrastró material de la misma, aumentando así el volumen de la masa. De acuerdo a esto, el volumen de la masa rodante aumentó conforme se desplazaba por la pendiente. Esta hipótesis es sustentada por una gran cantidad de cárcavas observadas en el flanco en cuestión. En algunas de ellas quedó expuesto un basamento de roca dura, con evidencias de que por allí descendió,

recientemente, un flujo de material. Esas cárcavas no estaban antes de la erupción del 8 de mayo (Alvarado, comunicación personal, 1992). Por otro lado, sobre derrames de material líquido de la laguna por el flanco Norte, Alvarado (comunicación personal, 1992) afirma haber encontrado costras de color blanco-lechoso en el borde Norte durante sus ascensos y aseveran que en otras ocasiones no los había visto. Probablemente las sustancias son empujadas por los gases durante una explosión intracrática.

La razón por la que el lahar se encauza en los ríos Azul, Azufroso, y Pénjamo es que las cárcavas arriba mencionadas desembocan en ellos. Así, todo flujo que se derrame por ese flanco (si es de importante volumen) llegará a esos ríos y avanzarán hasta donde su energía se lo permita. Con frecuencia se observan variaciones en el color y densidad del agua de los ríos mencionados y cuando eso ocurre los vecinos de localidades cercanas a los ríos dicen que está descendiendo "lava", dando a entender que esos materiales han salido desde el cráter, pero nosotros creemos que no siempre corresponden con material crático y que más bien, es el desprendimiento de materia adyacente al río el que produce el flujo. También hay que considerar que la zona es muy lluviosa y que podría bastar un torrencial aguacero para que por escorrentía y deslave asociado, los cauces crezcan y formen corrientes de lodo.

En mayo de 1992 se ascendió al volcán por el cause del río Pénjamo. Durante el recorrido se observaron detalladamente los efectos del lahar. En la base del macizo (flanco Norte) hay una extensa zona arrasada por la avalancha. Está comprendida entre la Quebrada Azufrosa y el Río Pénjamo, su ancho es aproximadamente un kilómetro. Árboles truncados en su base indican que la velocidad y el volumen de la avalancha fueron muy grandes al momento de abandonar la pendiente más empinada. La pared Norte y extremo del cráter muestra una tonalidad gris clara, no tiene vegetación y es erosionada por los materiales que descienden a través de las cárcavas. A pesar de que el lahar fue caliente no se encontró evidencia de que el flujo se haya originado en puntos intermedios entre la base del edificio volcánico y la cima (ver Fig. 11).

8.2 La actividad de volcan rincón de la vieja del 6 al 9 de noviembre, 1995

Se resume la más importante actividad del Volcán Rincón de La Vieja a través de los datos obtenidos en los diversos boletines técnicos y de prensa emanadas tanto por la CNE, la RSN (UCR-ICE), el OVSICORI-UNA y datos obtenidos por los autores en terreno durante ese período eruptivo.

Los Eventos

De acuerdo a la RSN (Nov. 1995), el día 6 de noviembre a las 15 04 se inició una nueva erupción del Volcán Rincón de La Vieja. Ese mismo día a la 19:44 se dio otro evento explosivo importante. Una secuencia rítmica de explosiones tuvo lugar a lo largo de los días 7 (8 erupciones) y 8 (25 erupciones). Según observaciones de sobre vuelo y de campo, las explosiones eyectaban vapor y rocas (bombas y bloques) con diferentes ángulos y oleadas rasantes de cenizas

y vapor. Probablemente las más grandes se registraron el día 7 a las 13:34, que originó una columna de cenizas y vapor, que se estima se elevó unos 4 km encima del cráter, y la del día 8 a las 9.54. Las columnas de roca y cenizas durante el día 8 se elevaban entre unos 500 y 1000m sobre el cráter, y el vapor de agua y gases eyectados, hasta unos 2 a 3 km aproximadamente.

El día 9, la actividad cambió a un comportamiento netamente fumarólico de alta intensidad, desde todo el interior del cráter, levantando columnas de vapor de unos 200 a 300 m antes de ser esparcidos por el viento. Asimismo, numerosos eventos de explosiones de vapor se suscitaron durante este día, que levantaron la columna de vapor hasta 1,5 km aproximadamente sobre el cráter.

La actividad explosiva del volcán es promovida por la interacción del agua de la laguna y el magma acumulado bajo el cráter activo que tiende a desgasificarse. De acuerdo a Fernández et al., (1995), esta actividad de proyección cipsoidal geysiforme tipo erupción Poás, puede considerarse como una transición de carácter fratomagmática que podría haber estado empezando a producirse en el momento en que la intensidad de la erupción disminuyó por el reporte de la existencia de bloques incandescentes en la madrugada del día 9 de noviembre, sin embargo, esta transición al parecer, no se llevó a completar.

Interpretación preliminar del Evento

Con base a lo observado y en los registros instrumentales hasta el presente (Dic., 1996), la RSN (Ene, 1995) interpreta el evento como sigue:

La actividad explosiva del volcán en los últimos treinta años debe haber sido promovida por la interacción entre grandes cantidades de agua proveniente de la laguna y del sistema hidrotermal y un cuerpo de magma somero emplazado en 1966 o antes bajo el cráter activo, que ha permanecido allí. Desde 1970, la actividad del volcán parece estar relacionada con la ocasional desestabilización del sistema hidrotermal emplazado en la periferia del conducto eruptivo bajo la laguna cratérica. Una porción variable puede ser suministrado por el techo del cuerpo magmático poco profundo durante las explosiones.

Con base en los pulsos de gas emitidos en la periferia del volcán, así como la actividad observada en 1994 y 1995, se interpreta una desgasificación intensa de un cuerpo magmático relativamente somero, el cual fue finalmente desestabilizado por algún proceso interno, a principios de noviembre. Las primeras erupciones evacuaron parte del material lodoso y agua de la laguna, lo que generó lahares, seguidas de explosiones que involucraron parte del cuerpo magmático en enfriamiento. Una vez desgasificado fuertemente, y establecida una comunicación abierta con el entorno subaéreo, este cuerpo magmático transmite calor directamente al sistema de aguas subterráneas y produce una fuerte desgasificación de vapor y otros gases, con algunas explosiones de vapor sin cenizas involucradas.

Si el comportamiento mostrado durante las últimas décadas es el mismo al de ahora, se

podría esperar que la erupción cesara, pero esto no es una garantía total. Podría suceder en los próximos meses algunas pequeñas erupciones de vapor y quizás de cenizas y bloques, tal como sucedió después de la erupción principal de mayo de 1991, que continuó con pequeñas erupciones esporádicas hasta setiembre de 1992.

Áreas de impacto volcánico

Las erupciones provocaron la afectación de una amplia zona que puede dividirse en tres áreas según el tipo de material caído en uno u otro lugar:

1. Un área cercana al cráter con radio máximo de 1 km, bombardeado por bloques y ceniza, hacia la vertiente Norte, que da a las nacientes de los Ríos Pénjamo y Azul, así como múltiples quebradas tributarias de estos dos ríos principales.
2. Un área del flanco Norte, caracterizada por lahares (corrientes de lodo) que arrastraron algunos bloques de roca, ceniza, troncos de árboles sobre los cauces de los ríos Pénjamo y Quebrada Azufrada, hasta una distancia no mayor de 9 km con las consecuencias que se describirán posteriormente.
3. Un área que se extiende al este-suroeste, donde se da la dispersión de cenizas finas y gases barridos por los vientos predominante, con un distancia aproximada de 30 km en relación con el cráter (Parque Santa Rosa).

El día 6 de noviembre los pobladores de la zonas cercanas al volcán reportaron la ocurrencia de erupciones. Como consecuencia de las mismas se produjeron lahares hacia el flanco norte, sobre los ríos antes mencionados. Los poblados que al momento de las erupciones se consideraron amenazados fueron: Agrosur (el Asentamiento del IDA), Buenos Aires, Gavilán y la Vega de los ríos Azul y Pénjamo (ver mapa de amenaza).

Al parecer las cenizas finas de este período eruptivo recorrieron distancias máximas de aproximadamente 70 km en dirección Oeste-Noroeste. En la cúspide se encontraron espesores de cenizas que van desde los 2 mm a 2,5 cm. Caída de bloques, dentro del área hasta distancias de 600 m del borde del cráter fueron reportadas por personeros de OVSI-CORI-UNA. Estas proyecciones generaron cráteres de impacto de hasta 2 m de diámetro por medio metro de profundidad, muy parecidas a la erupción de 1991 en las cuales también se generaron cráteres de impacto de hasta 1.10 m de diámetro por 35 cm de profundidad a una distancia de 500 m al SW del cráter principal (UNA, 1992). Se discute a la fecha por estos personeros que tanto en esta actividad (Nov., 1995) como en la de Mayo 1991 no se encontraron elementos juveniles.

De acuerdo a RSN (Ene., 1996), por trabajos de campo realizados por ellos, cabe la también la posibilidad de que la erupción de noviembre último, la actividad no sólo haya sido de carácter freático sino también freatomagmático. En la parte de la cima se encontró sobre los sedimentos y ceniza expuesta de esta última actividad, bloques juveniles densos, bombas densas "corteza de

pan" con núcleos pumíticos y algunos fragmentos muy vesiculados. Estas últimas bombas fueron presumiblemente eyectaadas durante el 9 de noviembre, tal como lo fue testificado por los habitantes del lado norte del volcán. La presencia de clastos juveniles en todo el depósito de la cima y en los primeros lahares del sector norte, sugiere que la erupción tuvo un componente magmático desde el inicio (6 de noviembre alas 3:04 p.m.), y fue aumentando hasta el 9 del mismo mes. Se cree también que la erupción de 1991 tuvo asimismo una componente fratomagmática. En diciembre de 1995 continuó la actividad, pero ésta fue solamente fumarólica (una importante desgasificación desde todo el interior del cráter), menos intensa, a juzgar por los olores sulfurosos que a mediados de noviembre se percibió.

Las Avalanchas Laháricas

Las avalanchas causaron daños parciales al puente ubicado sobre el Río Pénjamo y a un afluente de este, localizados a 11 km al N del volcán, dejando el día 8 de noviembre de 1995 incomunicados a las poblados de Buenos Aires, Agroindustrial del Sur y Asentamiento la Flor (CNE, nov., 1995)

Las avalanchas reportadas el 7 de noviembre eran más ricas en agua y más frías que las avalanchas reportadas el 8 de noviembre. Si bien se considera que las erupciones de noviembre de 1995 fueron más vigorosas que las de mayo de 1991, también es importante resaltar que la generación de lahares de ésta última fecha mencionada fue mucho mayor tanto en volumen como en extensión.

Las velocidades de los lahares de noviembre de 1995 que descendieron desde las partes cuspidales y medias hasta la región de Buenos Aires, fue calculada utilizando diversos reportes de horas de llegada de las fuentes de avalanchas al puente del Río Pénjamo y por otros diferentes fuentes de información, de las cuales se resumen en la Tabla 6 de acuerdo a las observaciones de Fernández et al. (1995).

**TABLA 6: Recuento de erupciones y Avalanchas, Volcán Rincón de la Vieja
6-7-8-9 de noviembre de 1995**

Fecha	Hora Local	Duración Erup.Seg.	COMENTARIOS
06-11-95	15:04	130	
	20 34	82	
07-11-95	03:00		Según informes de la Cruz Roja a esta hora bajó una avalancha por el puente Río Pénjamo, presentó 2 mts. de altura respecto nivel normal del río.
07-11-95	07:48	85	
	09:15	75	
	09:33	73	Se reporta paso de avalancha por puente Río Pénjamo aprox. a las 10.00 am, presento 3 mt. de altura respecto nivel normal del río.
	11:02	63	
	11:36	85	Se reporta observación visual de erupción desde Hotel Buena Vista Lodge, hubo caída de ceniza en este lugar, en Dos Ríos de Upala y Parque Nacional Santa Rosa.
	13:22	85	Se reporta paso de avalancha por puente Río Pénjamo aprox. a las 13 30, presentó 4 mt. de altura respecto nivel normal del río El puente fue arrasado por completo.
	16:43	98	
	18:51	115	Se reporta paso de avalancha por sitio de puente en Río Pénjamo aprox. a las 18 58, hay reportes de retumbos desde este lugar.
08-11-95	00 42	128	
	02 20	45	
	04:35	35	
	05 30	47	
	06:10	75	Se reporta erupción y avalancha caliente que pasó por sitio de puente en Río Pénjamo aprox. 15-20 min. después.
	07:29	85	Se reporta erupción y avalancha asociada que pasó por sitio de puente 15-20 min después.
	07:42 08 21	85 157	Erupciones más grandes de la mañana alcanzaron alturas de 2 y 3,5 km, según reportes de la CNE; hubo avalancha caliente asociada que pasó por sitio de puente en Río Pénjamo 15-20 min. después. En esta avalancha el material se observaba más viscoso y se emplazaba en forma más lenta.

**Recuento de erupciones y Avalanchas, Volcán Rincón de la Vieja
6-7-8-9 de noviembre de 1995**

Fecha	Hora Local	Duración Erup.Seg.	COMENTARIOS
08-11-95	09:49	120	Erupción grande con columna de altura aproximada a 3 km. hubo avalancha caliente asociada que pasó por sitio de puente en Río Pénjamo 15 min. después.
	10:16	100	
	11:16	85	
	11:54	120	Erupción grande con columna que alcanzó aproximadamente 3 km, probable avalancha asociada
	13:01	125	
	14:30	75	
	16:02	160	Se reporta erupción con avalancha caliente asociada que pasó por sitio de puente en Río Pénjamo aproximadamente a las 16.30 .
	17:26	170	
	18:57	90	
	18:59	35	
	19:46	75	Se reporta observación visual de erupción a las 19:49, también se reportan bloques incandescentes.
	20:53	72	
	20:54	70	
	21:50	115	Se reporta observación visual de erupción a las 22:00 hay reportes de incandescencia en estas erupciones.
	22:15	150	
22:37	120	Se reporta observación visual de erupción a las 22.50	
9-11-95	00:33	177	
	00:44	85	
	01:52	70	
	02:45	115	Erupción con bloques incandescentes a temperaturas de 500C° aprox.
	02:50	60	
	04:11	120	Se reporta sismo sentido en Liberia y erupción con material incandescente, también hubo avalancha que paso por sitio de puente de Río Pénjamo, se desconoce la hora en que paso la avalancha.

05:39	70	
06:10		TREMOR
07:30	140	TREMOR QUEDA DECRECIENTE
08:50	55	TREMOR CONTINUO
08:51		PEQUEÑA ERUPCION
08:52	50	TREMOR CONTINUO
09:44	150	CRUZ ROJA REPORTA ACTIVIDAD NORMAL DESPUES
09:57	110	DE LAS 4:00 A.M,
10:40	17	Se reporta erupción y avalancha caliente que bajó por una Quebrada del Río Pénjamo.
10:57	55	
10:59	30	
11:48	60	
12:50	70	

**Tabla de Velocidades de Avalanchas
Erupciones del Volcán Rincón de la Vieja
7 y 8 Noviembre 1995**

Fecha	Hora local erupción T1	Hora llegada aval. Río Pénjamo	T= T2T1	Dist. perfil Río Pénjamo hasta sitio de puente	Vel. km/h
7/11/95	09:33	10:00	27 min. (0,45 hora)	11,0 km	24,4
	13:22	13:30	8 min. (0,13 hora)	"	82,7
	18:51	18:58	7 min. (0,11 hora)	"	94,3
8/11/95	06:10		15-20 min (0,25 hora)	"	44,0
	07:29		15-20 min. (0,25 hora)	"	44,0
	08:21		15-20 min. (0,25 hora)	"	44,0
	09:49		15 min. (0,25 hora)	"	44,0
	16:02	16:30	28 min. (0,46 hora)	"	23,6

Cálculo de estimación a los

20 min.
(0,33 hora)

33,3

De lo anterior se destaca que las velocidades variaron entre 23 a 93 km/h con frecuencia de 44 km/h. El tiempo que tomó el frente de la avalancha para viajar 11 km de drenaje desde el momento de la erupción hasta el momento de arribo al puente, tuvo un rango de 7-28 minutos, con promedio de 15 a 20 minutos. Desde el 9 de noviembre no se ha vuelto a repetir lahares, sin embargo, no se pueden descartar otros eventos de la misma naturaleza o superiores. Los días posteriores, al menos, los días 15 y 15 de ese mes, el Río Blanco, Azul y Pénjamo presentaron niveles de acidez (Ph) de 5,0, 4,0 y 5,0 respectivamente.

Los depósitos

Los depósitos de las crecientes lodosas y lahares en los ríos Pénjamo, Azul y Azufrada son de matriz arenosa a lodosa, de color gris y un fuerte contenido de materiales azufrosos, que le dan un olor característico. Además, fragmentos subredondeados de hasta 1 m fueron depositados en esta áreas, aunque clastos de varios metros de diámetro fueron arrastrados aguas abajo por las corriente. Los fragmentos son de composición idéntica a los productos emitidos durante las erupciones de 1966-70 y 1991. La parte fina de los depósitos, contiene numerosos fragmentos de tamaño ceniza, de la misma composición de los bloques.

El área cuspidal fue impactada por bloques, algunos con altas temperaturas. Las cenizas medias y finas barridas por el viento son principalmente de fragmentos hidrotermalizados, lodo de la laguna y cerca de un 15 de fragmentos oscuros vesiculados (RSN, 1996).

Las cenizas principalmente hacia el norte causaron daño, debido al contenido de compuestos sulfurosos y acidez que posee, los cuales también contaminan químicamente las aguas de los ríos de ese sector. Adicionalmente estos materiales aumentaron la turbidez de los ríos y afluentes, causando daños a la fauna, especialmente a los peces, debido al efecto combinado de la turbidez, temperatura y la composición química de los productos. De la misma manera se estudian otros degradaciones al ambiente causados por esta erupción.

Sismicidad Registrada durante el Evento

Los sismogramas obtenidos en dos estaciones sismográficas portátiles de la UCR entre el 9 y 11 de noviembre, muestran eventos de baja frecuencia y armónicas, ningún sismo de alta frecuencia (que evidencie empuje o ascenso magmático), fue observado. Sin embargo, eventos aislados con inicio de baja frecuencia con fases de pequeñas explosiones de vapor, fueron registrados.

Por otra parte, los datos sismológicos que se poseen de las últimas erupciones de este volcán (exceptuando la de Nov. 1995), indican que semanas antes de una erupción existe un incremento en la actividad sísmica (Barquero et al., 1995).

9. SINTESIS AMENAZA VOLCANICA

Caída de Piroclastos

Son erupciones explosivas de partículas de rocas sólidas y fundidas, tamaño polvo, arena y bloques que son lanzados hacia la atmósfera. Sus efectos son más severos cerca del volcán (círculo máxima amenaza) y decrecen en intensidad con el incremento de la distancia.

El viento dominante en la mayor parte del año lleva sus productos hacia el SO del cráter Activo, por lo que poblados y regiones en esa dirección sufrirán sus efectos, dependiendo de la magnitud del evento. Las erupciones más frecuentes son freáticas y estrombolianas, y la posibilidad de ocurrencia es a corto (meses o algunos años) y a mediano plazo (decenas de años).

Una de las últimas erupciones de tefra plinianas más vigorosa, se ha estimado que tuvo lugar en este volcán hace unos 4000 años (Melson et al., 1985).

Flujos Piroclásticos

Son el resultado de una erupción explosiva de fragmentos de roca sólida y fundida acompañados de gas, de colapso de domos, o de explosiones laterales (bajo ángulo) que pueden viajar rápidamente (a menudo más de 100 km/h) hacia los flancos más bajos del volcán. Pueden quemar o incinerar cualquier cosa que encuentren, y son peligrosos porque pueden producirse sin previo aviso y viajar a altas velocidades.

El peligro para estos productos está restringidos a las partes cuspidales del volcán, y su ubicación está controlada por la inclinación de la pendiente del cráter Activo, sobre todo en su el flanco norte y sur. De acuerdo a Gavin (1987) no hay evidencias históricas de nubes ardientes. No obstante, en el sector norte del macizo, cerca de las márgenes de los ríos Azul y Pénjamo, se han encontrado depósitos de flujos piroclásticos cubiertos por lahares aún más antiguos.

Lahar (Corrientes de barro)

Consiste en fragmentos de rocas y sedimentos en forma de lodo que contiene suficiente agua para fluir rápidamente pendiente abajo. Las corrientes de barro volcánico pueden ser producidas por fuertes lluvias o desbordes de lagos volcánicos cuspidales. Viajan generalmente entre 30 a 60 km/h y pueden alcanzar temporalmente más de 100 m de altura mientras fluyen hacia abajo dentro de estrechos valles.

Históricamente los lahares en este volcán, han representado una alta amenaza, sobre todo en el flanco norte del Complejo Volcánico, especialmente a través de los Ríos Blanco, Azul, Azufrado y Pénjamo. La probabilidad de futuros lahares es alta para las poblaciones en esta área. En el flanco sur, la amenaza es moderada y puede ser afectada a consecuencias de grandes erupciones estrombolianas o plinianas asociadas a régimen de lluvias intensas, especialmente en los Ríos Salitral, Tizate, Blanco (Quebradas Zanja Tapada y Agría) y el Colorado

Dispersión de gases volcánicos y lluvia ácida

Los vientos predominantes hacia el oeste y suroeste del volcán, empujan los gases, por lo que dichos flancos y el sector de la cima presentan vegetación quemada, con altos niveles de lluvia ácida. Hacia el SO esta acidez se manifiesta casi permanentemente por aproximadamente 10 km de distancia del Cráter Activo. Estos gases están compuestos principalmente de flúor y dióxido de azufre, los cuales perjudican y pueden afectar en el futuro cercano a los pobladores de las fincas y los terrenos cultivables más próximos al volcán .

Flujos de lavas

Se emiten a través de cráteres o fracturas y fluyen por los flancos del volcán. Algunos de estos flujos se mueven lentamente (metros/hora), pero otros son más rápidos. Tales flujos, no son tan severos para las personas, ya que estos flujos tienen extensión local, baja velocidad y pueden ser desviados o bien evacuar la zona de peligro. No existen evidencias de flujos lávicos históricos en la región. Prehistoricamente, la mayor parte de las coladas de lavas se distribuyen radialmente a partir de los conos volcánicos, de ellas las más antiguas son a su vez la de mayor longitud y volumen de material emitido. La de mayor extensión llamada Mata de Caña, se extiende hacia el oeste del volcán. Esta posee una longitud de aproximadamente 16 km, ancho 2,5 km y 3,0 km máximo y llega a tener entre 100 y 140 m de espesor. Actualmente se ubican ahí sitios de relativa importancia como Lagunilla, Sitio Mata de Caña y Finca Dos Quebradas, Boriquen y Madroños.

Si una colada de lava fuera emitida del Cráter Activo, la amenaza podría ser limitada al norte, pendiente abajo del cráter. El peligro por lavas en este volcán es baja; pero su posibilidad de emisión en el futuro no debe de descartarse.

Deslizamientos (Flujos fríos de escombros)

Corresponde a una serie de fenómenos de inestabilidad de laderas que por diferentes factores se han generado, durante las lluvias y/o sismos, flujos de escombros rocosos fríos (tefras, detritos de coladas, arenas y bloques).

La principal área de deslizamiento se halla en la ladera sur del Complejo Rincón de la Vieja,

entre el Pico Braun y el Cráter Antiguo del Rincón, ahí se observa una superficie de desgarre que podría ser indicio de una avalancha volcánica importante. Su flujo se desplazó hacia el sur-suroeste alcanzando los sectores aledaños al Cerro San Vicente, Sitio Varillales y Sitio Cabuyal. Su longitud es de aproximadamente 15 km, sobre el se ubican hoy día los cauces de los ríos Colorado, Blanco y Quebrada Agria. Las instalaciones del Parque Nacional Volcán de La Vieja, están dentro de esta zona de deslizamiento. Su edad es prehistórica y es anterior a las coladas de lava que la sobreyacen. Otros pequeños deslizamientos y remoción en masa han sido identificados al oeste del Cráter sin nombre en la parte cuspidal del macizo y hacia el NNE del Volcán Santa María. La probabilidad futura de grandes deslizamientos es baja.

Zona de Rift

Corresponde a zonas de fracturas y de debilidad cortical, en donde fácilmente pueden instalarse nuevos cráteres, conos, domos o flujos lávicos. Esta zona con orientación NO-SE en la cima del Complejo Volcánico tiene una longitud de unos 10 km y un ancho de 1,5 km aproximadamente, en donde están situados los aparatos volcánicos menos erosionados y más jóvenes. Considerando su migración magmática hacia el SE, su eventual actividad podría continuar a corto plazo (meses o años) en el Cráter Activo y en las demás estructuras en un futuro a mediano o largo plazo (decenas, cientos o miles de años).

Avalanchas volcánicas

Se refiere al colapso de edificios volcánicos que implica la remoción en masa de un volumen colosal de materiales, produce cicatrices que varían de escarpes someros en forma de cuchara a enormes anfiteatros en forma de herradura de varios kilómetros de ancho. Estos eventos pueden estar asociados con erupciones magmáticas, freáticas o con erupciones no explosivas. Aludes de detritos son los procesos más comunes asociados al colapso de edificios volcánicos y denota una rápida y súbita corriente gravitacional de una incoherente masa de rocas y matriz mezclada, seca o húmeda.

Eventos de colapso de edificios volcánicos son posibles en cualquier volcán que muestre pendientes empinadas (Vallance et al., 1988). Estos eventos son raros y con muy poca frecuencia, pero sus efectos son tan devastadores cuando ellos llegan a ocurrir. Las características que presentan los principales eventos de remoción en masa en el Rincón de la Vieja, son más bien grandes deslizamientos de detritos y no depósitos de avalanchas de debris. Un depósito de debris de avalanchas típico es el identificado en el Volcán Cacao, al noroeste del Rincón (ver mapa), el cual presenta su estructura de colapso en forma de herradura abierta a SSO y los correspondientes flujos de detritos. Este colapso se estima que tuvo lugar hace unos 6000 años (Melson et al., 1985) y a la fecha no se ha evaluado su peligrosidad.