

Encima se encuentra una capa de lapilli escoriáceos con líticos grises e hidroxilados (~ 5%), centimétrica, con granoselección muy buena, pasante a arena y ceniza dura, cementada con raros lapilli. La secuencia de ET-6 termina con una capa de ceniza y arena, lodosa, vesiculada, con raros líticos y escorias dispersas.

En los cortes distales, generalmente, se observa sólo el arenón basal con un poco de ceniza arriba.

En el caso de ET-6 también, la distribución es muy bien representada por los dos mapas de isopletas MP y ML (Fig. 21 y 22) que se refieren a las dimensiones de los fragmentos de lapilli basal. Se puede observar una dispersión subcircular, que indica cómo la erupción se originó prácticamente en ausencia de viento. El mapa de isopacas (Fig. 23), por lo contrario, siendo cumulativas, indica una distribución más hacia el oeste, debido probablemente a la componente de las capas más finas depositadas con viento hacia esta área.

La edad de esta erupción es desconocida.

ET-7

El nivel guía ET-7, a diferencia de los precedentes, parece ser debido a un único impulso eruptivo. De hecho, el depósito se presenta masivo, sin estratificación aunque en los cortes distales. A lo largo del eje de dispersión (corte 16 por ejemplo) se observa una interlámina de ceniza a 1/4 de altura de la base. Este nivel fino es representado en los cortes proximales por la parte central menos gruesa del depósito de pómez, que tiene entonces una gradación simétrica normal. Tal variación granulométrica puede ser debida a cambios en la altura de la columna eruptiva. La selección es medio-buena, con arena abundante; el porcentaje de líticos es bastante alto (20-30%), siendo éstos en prevalencia hidroxilados y concentrados en la porción superior del depósito. Las pómez están frecuentemente quebradas, angulosas, a veces alargadas. El paleosuelo en la base de ET-7 es generalmente bien desarrollado, de color café-café oscuro.

El espesor en el corte 30, 6 km del centro de emisión a lo largo del eje de dispersión, es de 70 cm.

El eje de dispersión de este nivel guía es aproximadamente SO, como se puede ver en los mapas de isopacas (fig. 24) e isopletas MP y ML (Fig 25 y 26) que son bien consistentes. Su edad es de aproximadamente 500 años AD (ver discusión en la sección de dataciones radiométricas).

Bajo el nivel guía ET-7, en el curso del presente trabajo se ha modificado completamente la estratigrafía clásica de Melson (1982) basada en el corte El Tajo. De hecho, las erupciones cuyos depósitos han sido identificados en el curso del presente trabajo de campo, son muchas más de dos o tres (ET-8-9-10?). Algunos cortes claves como el 30, el 61, el 16 y el 41. permiten identificar, por lo menos otras 6 erupciones mayores. La variabilidad de composición química de las erupciones bajo la 7 ya era una indicación bastante evidente de que había problemas tefroestratigráficos.

ET-8M

La ET-8M, así llamada porque es muy parecida a la ET-8 de Melson de El Tajo a la cual probablemente corresponde, es un depósito muy característico constituido por una alternancia de escorias negras de caída, lapilli y arena con espesores de centimétricos a pluricentimétricos con buena selección y muy raros líticos. En el corte 47 el depósito de caída más bajo presenta escorias negras hasta de 9 cm de diámetro. Arriba de esta alternancia se puede observar una capa de ceniza gris, lodosa, vesiculada, muy dura que culmina el nivel ET-8M, representando una fase final posiblemente freatomagmática con emisión de nubes ardientes y/o surges. La distribución de este horizonte es representada en los mapas de

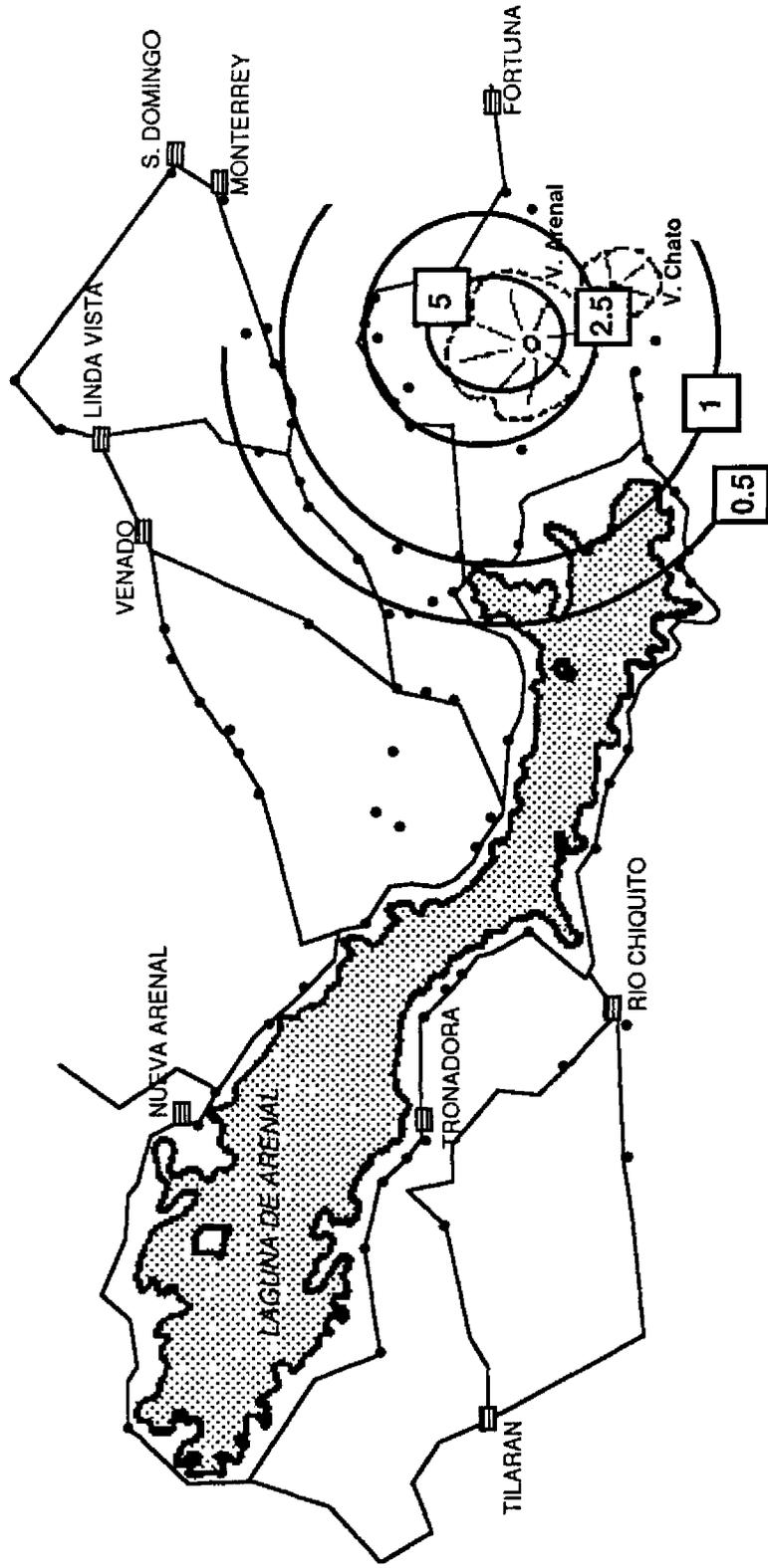


Fig. 21. CURVAS ISOPLETAS DE LA POMEZ DEL NIVEL ET-6 (en cm)

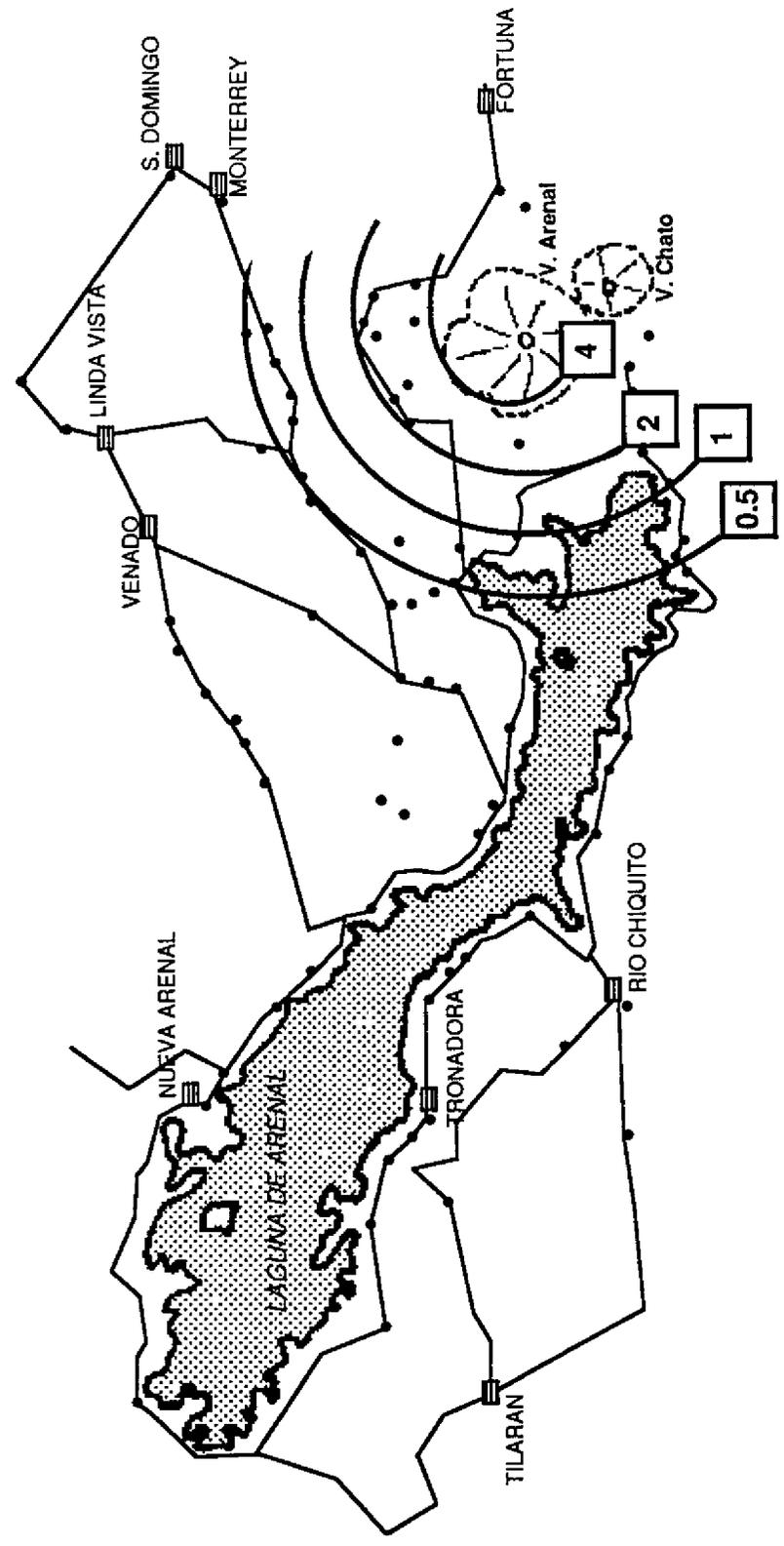


Fig. 22. CURVAS ISOPLETAS DE LITICOS DEL NIVEL ET-6 (en cm)

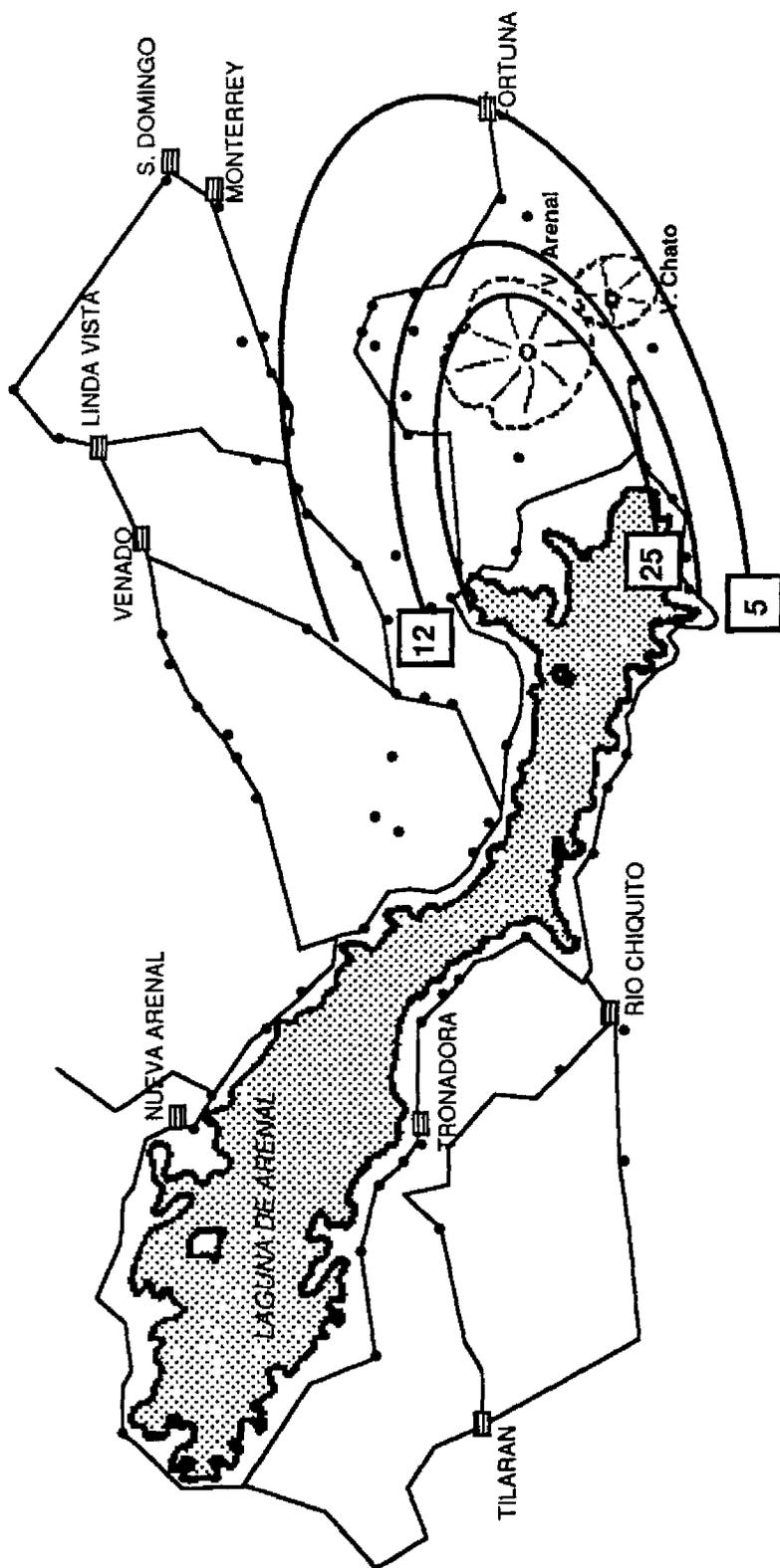


Fig. 23. CURVAS ISOPACAS DEL NIVEL ET-6 (en cm)



Geotermica Italiana

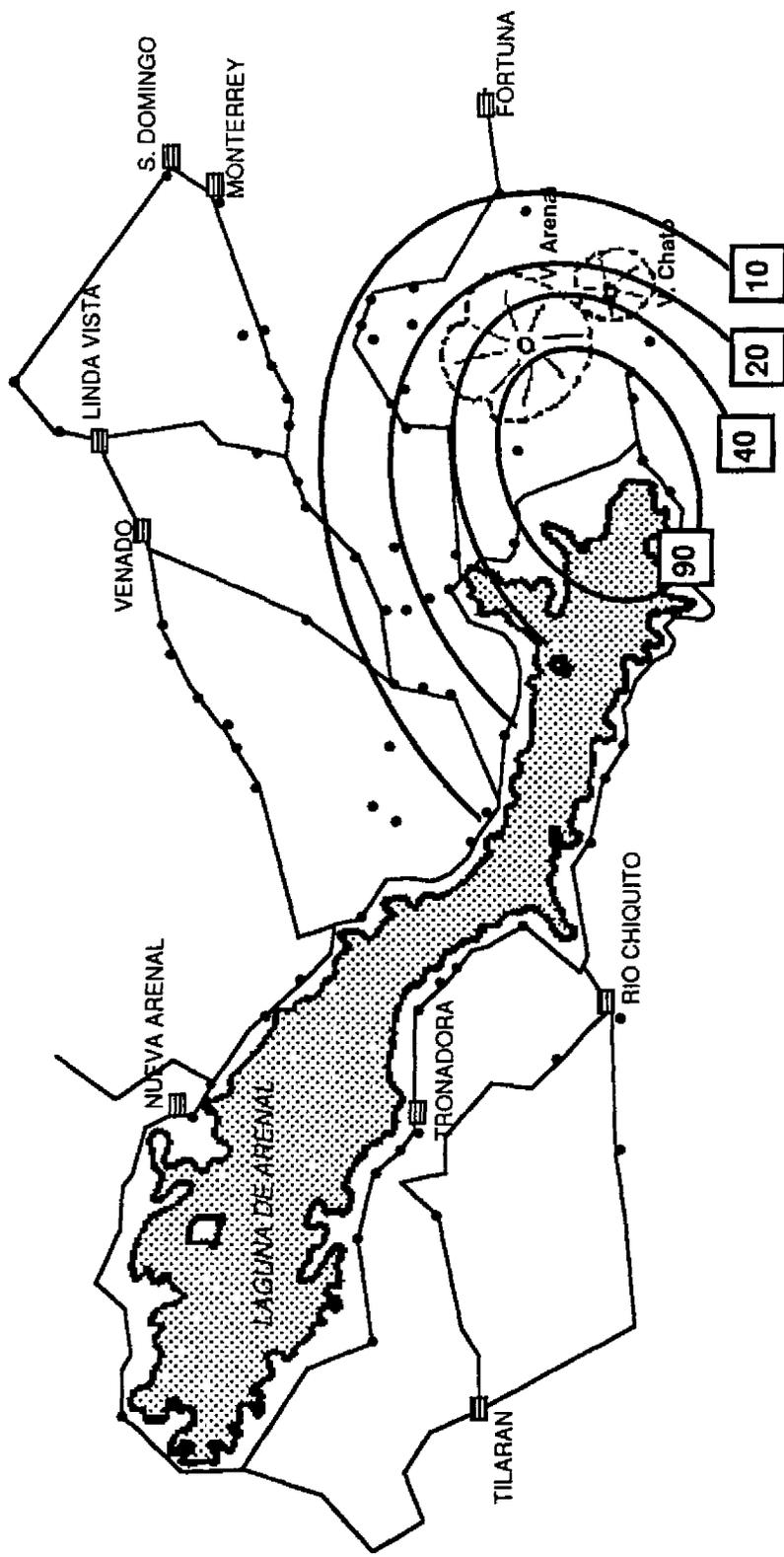


Fig. 24. CURVAS ISOPACAS DEL NIVEL ET-7 (en cm)

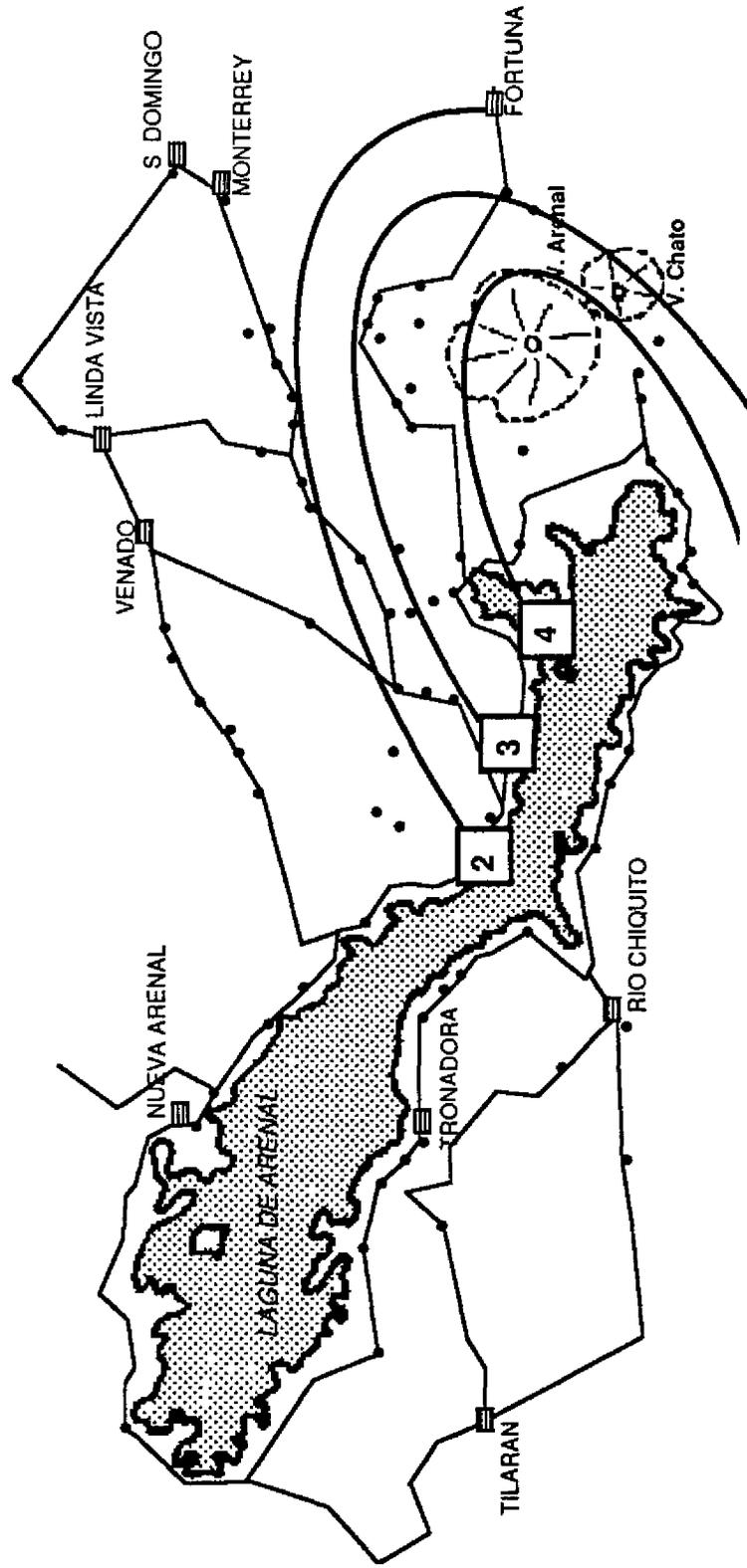


Fig. 25. CURVAS ISOPLETAS DE LA POMEZ DEL NIVEL ET-7 (en cm)

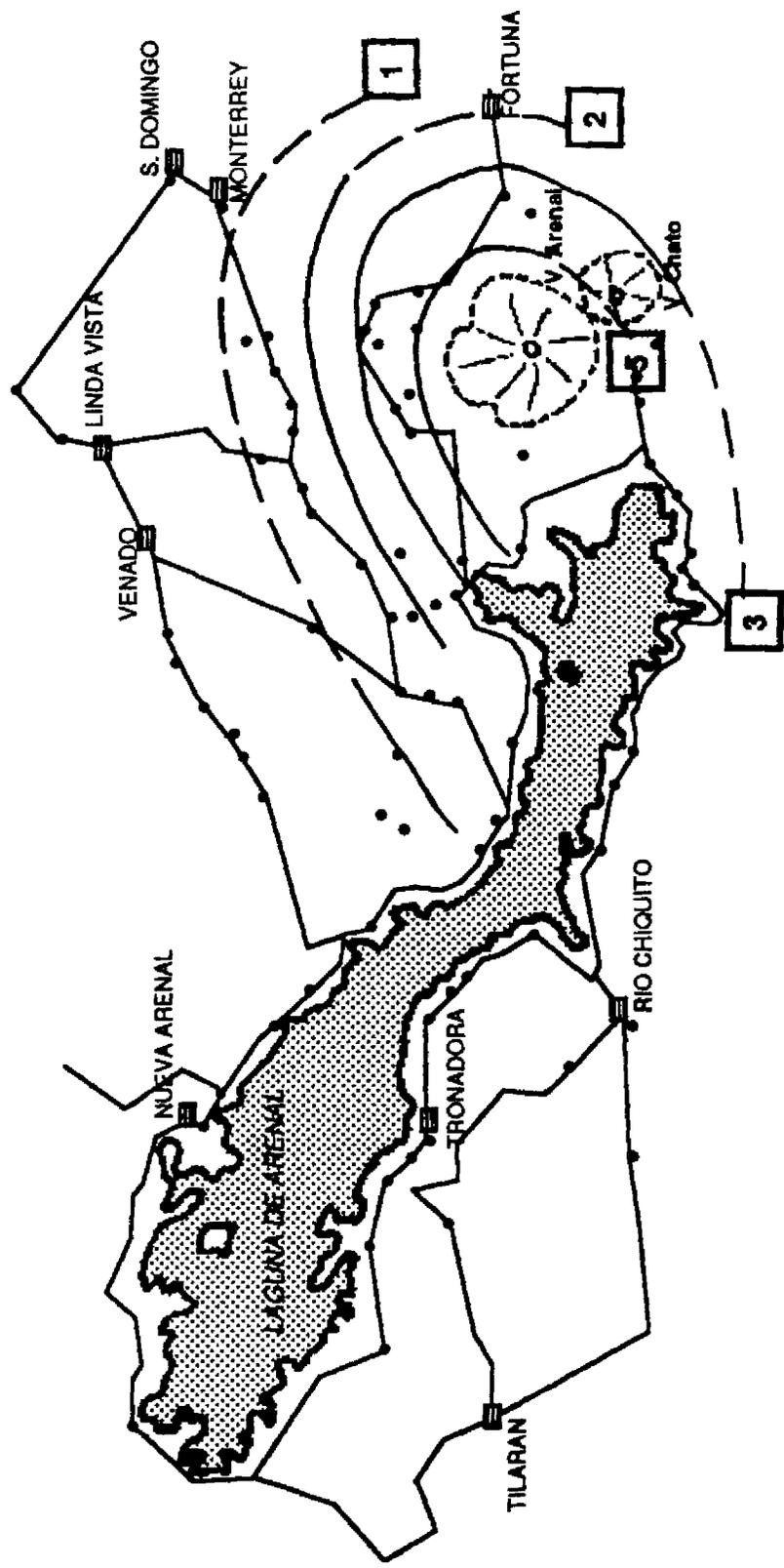


Fig. 26. CURVAS ISOPLETAS DE LITICOS DEL NIVEL ET-7 (en cm)

isopacas (Fig. 27) e isopleas de las escorias (Fig.28), siendo prácticamente ausentes los líticos. El eje de dispersión es hacia el O-OSO.

La edad absoluta de este nivel guía es desconocida.

Entre el ET-8B y el ET-8M en los cortes 30 y 41 se observa un delgado nivel de caída de lapilli escoriáceo gris-oscuro que representa otro evento eruptivo menor, tipo ET-1 o UN-10.

ET-8B

El nivel guía ET-8B, está formado en la base por un "fall" arenoso, con buena selección, de escorias pumíticas gris-oscuro con pocos líticos a veces hidroxilados, que pasa al techo a una ceniza con arena.

Sigue un nivel de caída de lapilli gruesos y arena, con interláminas arenosas amarillentas pluricentimétricas. Arriba se observa una ceniza con arena café claro, cementada, dura, vesiculada con pisolitos y lapilli escoriáceos dispersos, cubierta por un "fall" centimétrico con grandes escorias (hasta 3-5 cm en la 61) "armadas" de lodo. En un corte se observa otro nivel de ceniza y arena dura, cementada con muchos pisolitos y una capa centimétrica de escorias negras gruesas.

El eje de dispersión del nivel ET-8B es como el del ET-8M, hacia el O-OSO, pero posiblemente con una componente de viento más fuerte, como lo indica el alargamiento más pronunciado de las isopacas (Fig. 29) e isopleas de las pómez (Fig.30).

La edad absoluta de este nivel es de 300 años AD.

ET-9N

El nivel guía ET-9N puede ser confundido en el campo con el ET-7 pues son muy parecidos en sus características litológicas. ET-9N ha sido identificado con seguridad en los cortes 16,30,41,59 y 61 donde ocupa una posición estratigráfica inferior a la de ET-7. Se trata de un depósito de caída de lapilli de pómez masivo, con selección muy buena, quizás mejor que la del ET-7, sin estratificación y generado por un solo impulso eruptivo.

En los cortes hacia SO, en la parte superior se nota una arena fina-ceniza que cierra la erupción y que podría representar el depósito de caída coignimbrítica de flujos piroclásticos. Los líticos, ya sean gris o hidroxilados, son bastante abundantes (10-20%) con algunos fragmentos intrusivos, pero menos frecuentes que en el ET-7.

En los cortes O y SO, el paleosuelo en la base es bastante negro y orgánico.

El espesor del depósito de caída en los cortes proximales alcanza los 40 cm. Su distribución no es muy clara, siendo los datos disponibles insuficientes; sin embargo parece, del mapa de isopleas de la pómez (Fig. 31), que sea hacia O-OSO como la mayoría de las demás erupciones.

Su edad absoluta es de 200 años AC según nuestra nueva datación radiométrica.

ET-9A

La erupción ET-9A tiene un carácter freatomagmático muy pronunciado, caracterizada por la presencia de grandes (métricos) espesores de material fino, cementado. En el corte 61, arriba de un paleosuelo pardo-anaranjado poco desarrollado, se observa un depósito de caída basal de lapilli fino, escoriáceo, negro hasta arena gruesa de espesor pluricentimétrico, seguido por una alternancia de niveles delgados de ceniza y arena de espesor pluridecimétrico. Arriba se encuentra una ceniza pluridecimétrica gris, cementada, dura, vesiculada que yace bajo una secuencia de delgados niveles (centimétricos) de lapilli escoriáceo, cenizas finas, arenas con pocas escorias negras.

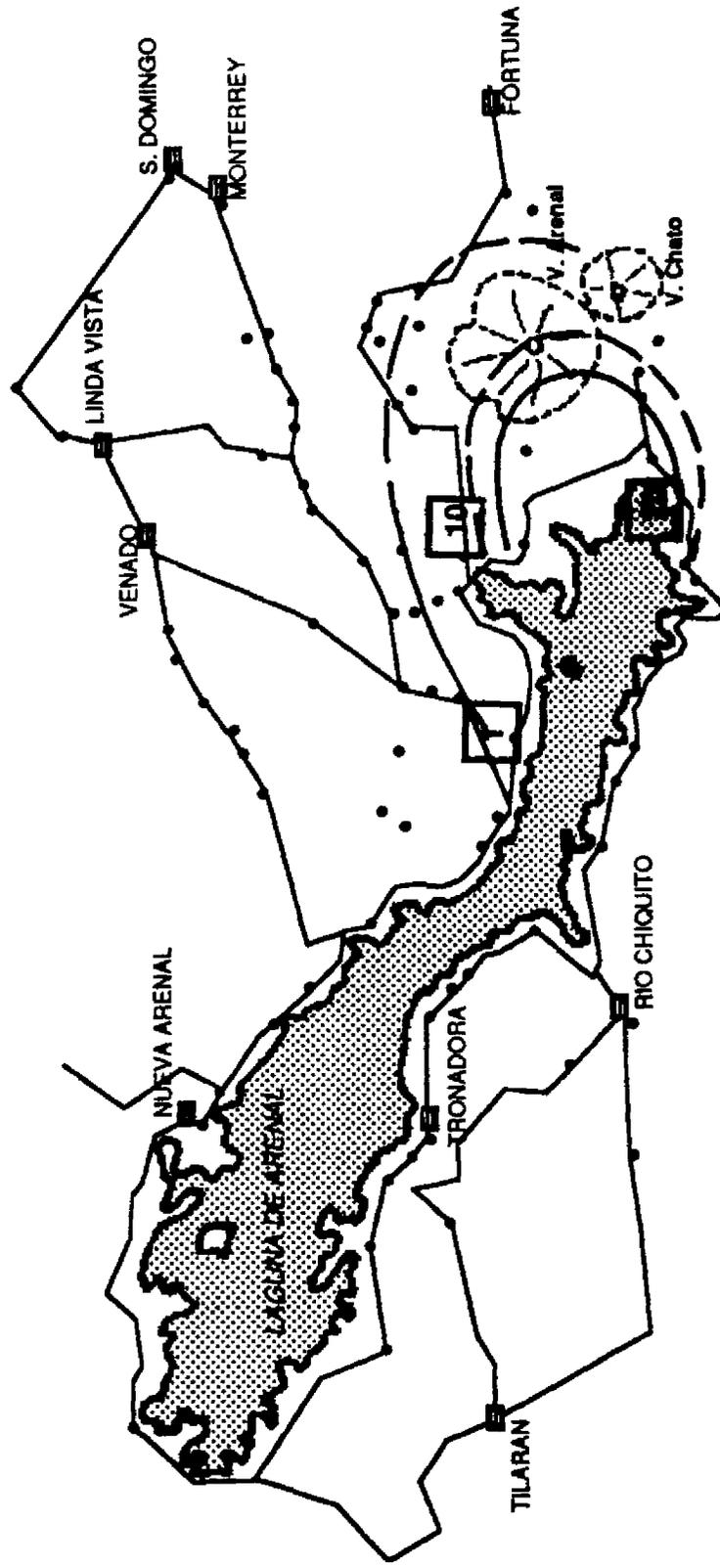


Fig. 27. CURVAS ISOPACAS DEL NIVEL ET-8M (en cm)

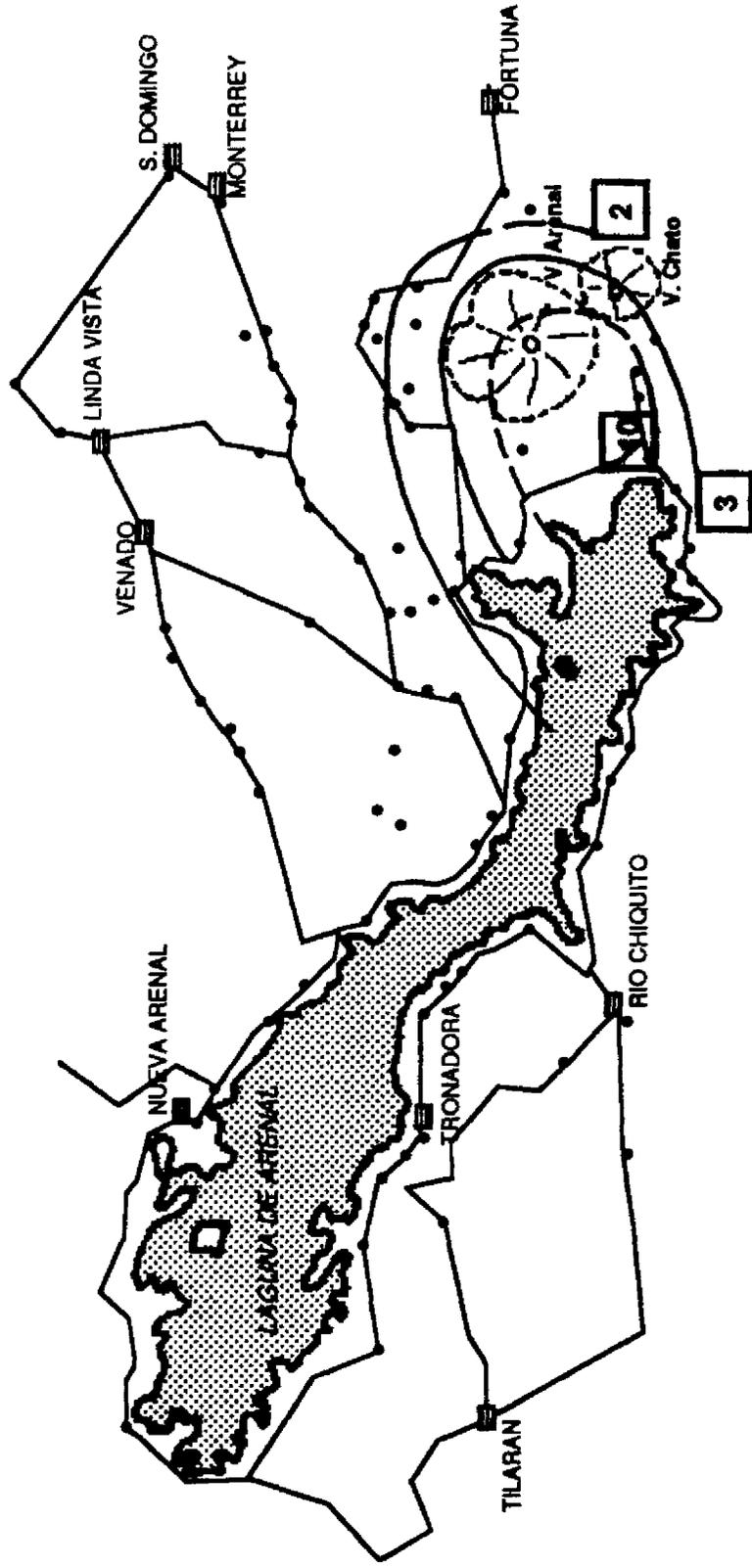


Fig. 28. CURVAS ISOPLETAS DE LITICOS DEL NIVEL ET-8M (en cm)

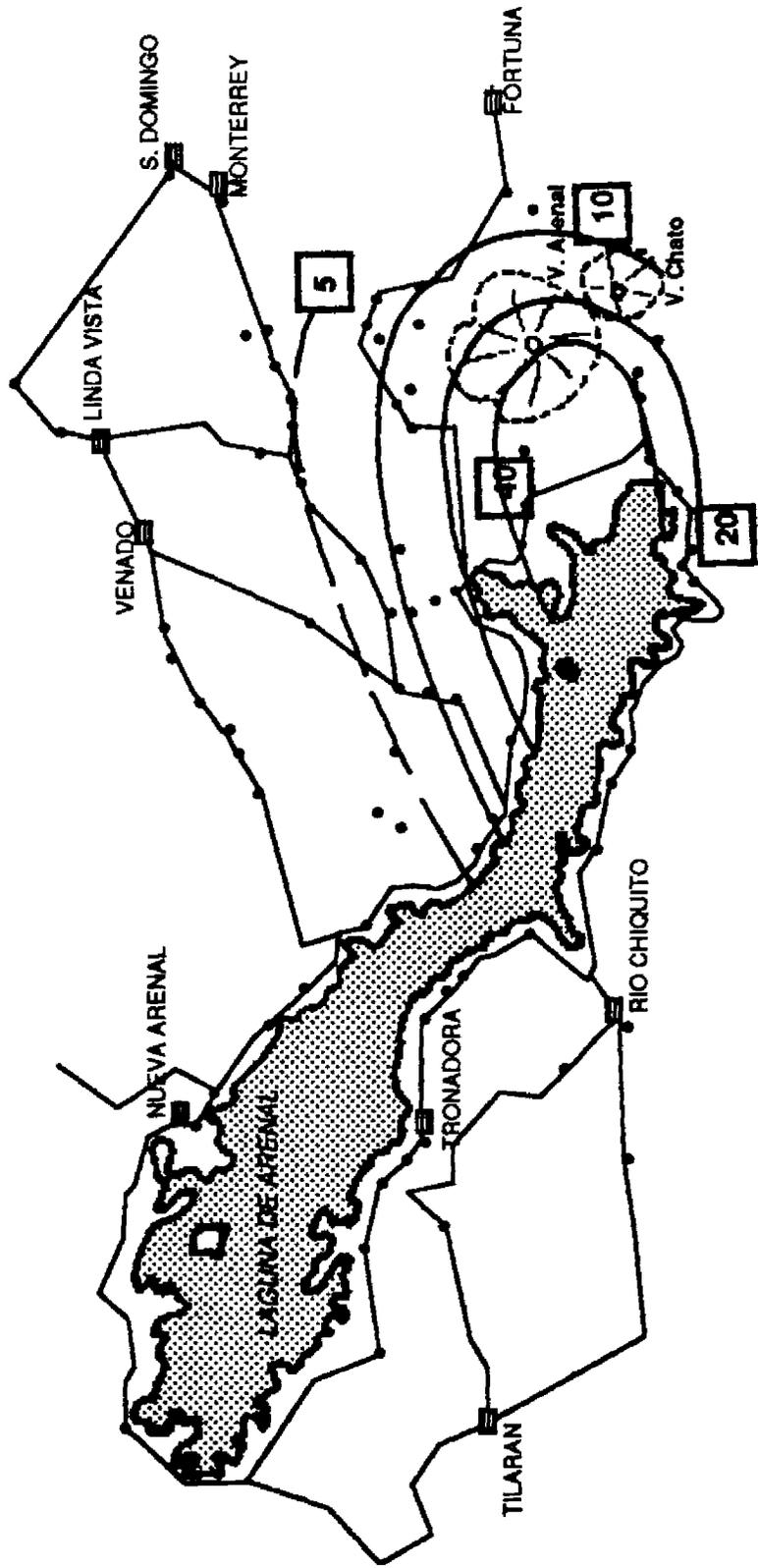


Fig. 29. CURVAS ISOPACAS DEL NIVEL ET-8B (en cm)

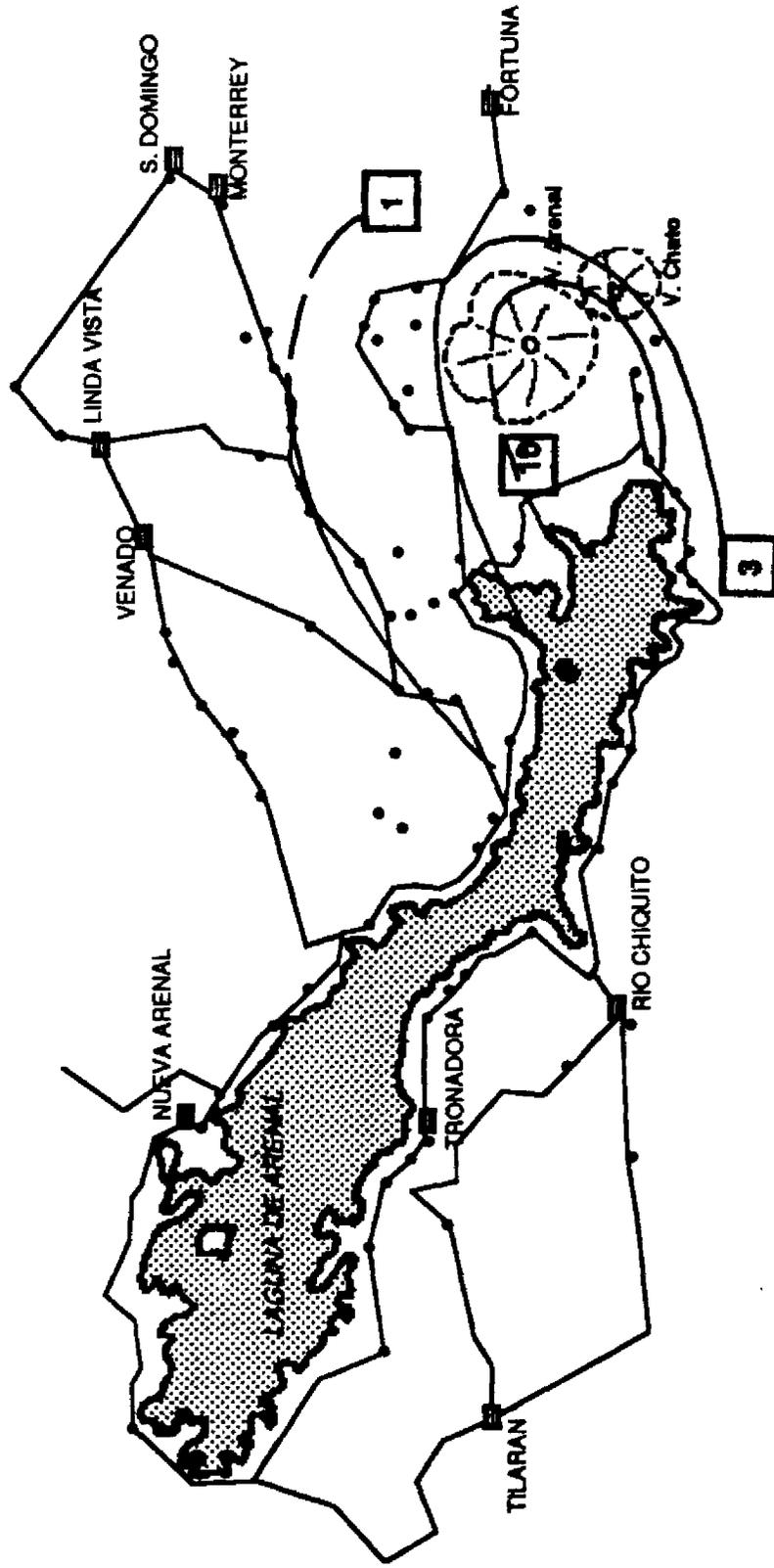
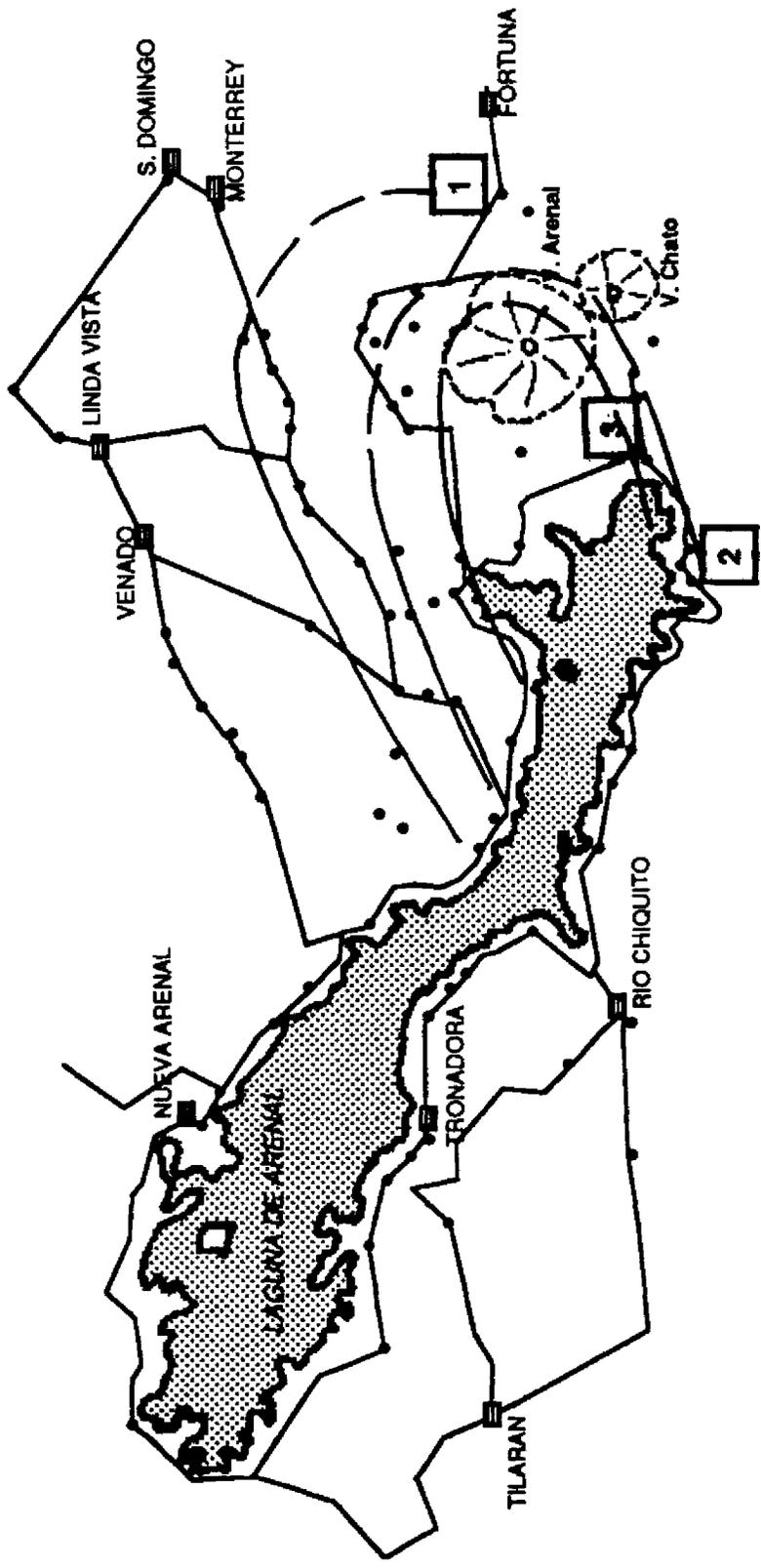


Fig. 30. CURVAS ISOPLETRAS DE LAS POMEZ DEL NIVEL ET-8B (en cm)



a. 31. CURVAS ISOPLETAS DE LAS POMEZ DEL NIVEL ET-9N (en cm)

ICE

Evaluación del Riesgo y Monitoreo del Volcán Arenal
Orden de Trabajo 92-05 - INFORME FINAL

En los cortes distales (tipo 16) el nivel ET-9A está representado solamente por una capa de ceniza lodosa, gris, cementada con vesiculación, en la cual se observan raras escorias negras metidas.

La distribución de ET-9A parece tener un eje de dispersión hacia el SO en el mapa de isopacas (Fig. 32); los mapas de isopleas no han sido realizados por falta de datos.

La edad de esta erupción es desconocida.

ET-9B

El nivel ET-9B presenta, en la base, un paleosuelo orgánico negro bien desarrollado. Sigue arriba un depósito de caída de lapilli de pómez gris-clara (corte 61) con estratificación simétrica inversa bien evidente, clasificación medio-buena, espesor pluridecimétrico, cubierto por arena y ceniza gris, dura, con pumitas escoriáceas gris-oscuro metidas, siempre de espesor decimétrico. La secuencia está cerrada por un nivel de ceniza gris. En el depósito de caída los líticos representan un 10-20% y son andesíticos frescos de color gris y subordinados hidroxilados. En los cortes distales (16) el ET-9B es un arena gruesa no estratificada. La distribución del depósito es evidenciada en los mapas de isopacas (Fig. 33) e isopleas de las pómez (Fig. 34) que presentan un eje de dispersión hacia el SO.

Su edad absoluta es mayor o igual a 330 años AC.

ET-9

El "fall" ET-9 "clásico" sobre yace a un paleosuelo horgánico negro, con pumitas o escorias amarillas dispersas. Sobre el paleosuelo se reconoce un típico nivel de ceniza gris-rosada muy dura, de centimétrico a decimétrico, cubierto por un depósito de caída masivo de lapilli de pómez de color gris y amarilla en igual porcentaje, con líticos fumarolizados en bajo porcentaje (5-15%); la gran selección es media. Al techo de este "fall" se observa una capa de ceniza y arena gris durísima, con pisolitos y vesiculación frecuente.

Los datos de espesor y dimensiones de los fragmentos son escasos, pero permiten una reconstrucción tentativa del mapa de isopacas (Fig. 35). La edad radiométrica es de aproximadamente 1000 años AC.

Bajo la ET-9 en el corte 61, se han observado 6 erupciones mayores sobreyacentes a la Formación Aguacate, separadas por paleosuelos, y de aspecto relativamente fresco. Su atribución a un viejo Arenal o al Chato es totalmente arbitraria, a la luz de la información actual.

3.2. Flujos lávicos

Los flujos lávicos del Arenal yacen en discordancia sobre las volcanitas Plio-Preistocénicas no diferenciadas y las lavas del Chato y son andesitas basálticas con morfología de bloques. Los flujos lávicos del Arenal han sido divididos, por Borgia et al. (1988), en cinco sub-unidades estratigráficas A1, A2, A3, A4, y LA.

Las lavas A1 se dividen en dos grupos: A1h y A1l

Las A1h han sido eruptadas por el cráter C a partir de 1974 y actualmente continúan fluyendo del mismo cráter (Ver fig. 5, Mapa geológico).

Las A1l han sido eruptadas por el cráter A entre 1968 y 1973 (Melson y Sáenz, 1973). Hoy día el cráter A está sepultado por los flujos lávicos A1h que han bajado de la cumbre del volcán. Sin embargo su posición es marcada por una zona de fumarolas. La vegetación que ha colonizado las lavas A1l ha alcanzado un buen nivel de desarrollo, con arbustos de hasta 20cm de diámetro y 2m de altura.



Geotermica Italiana

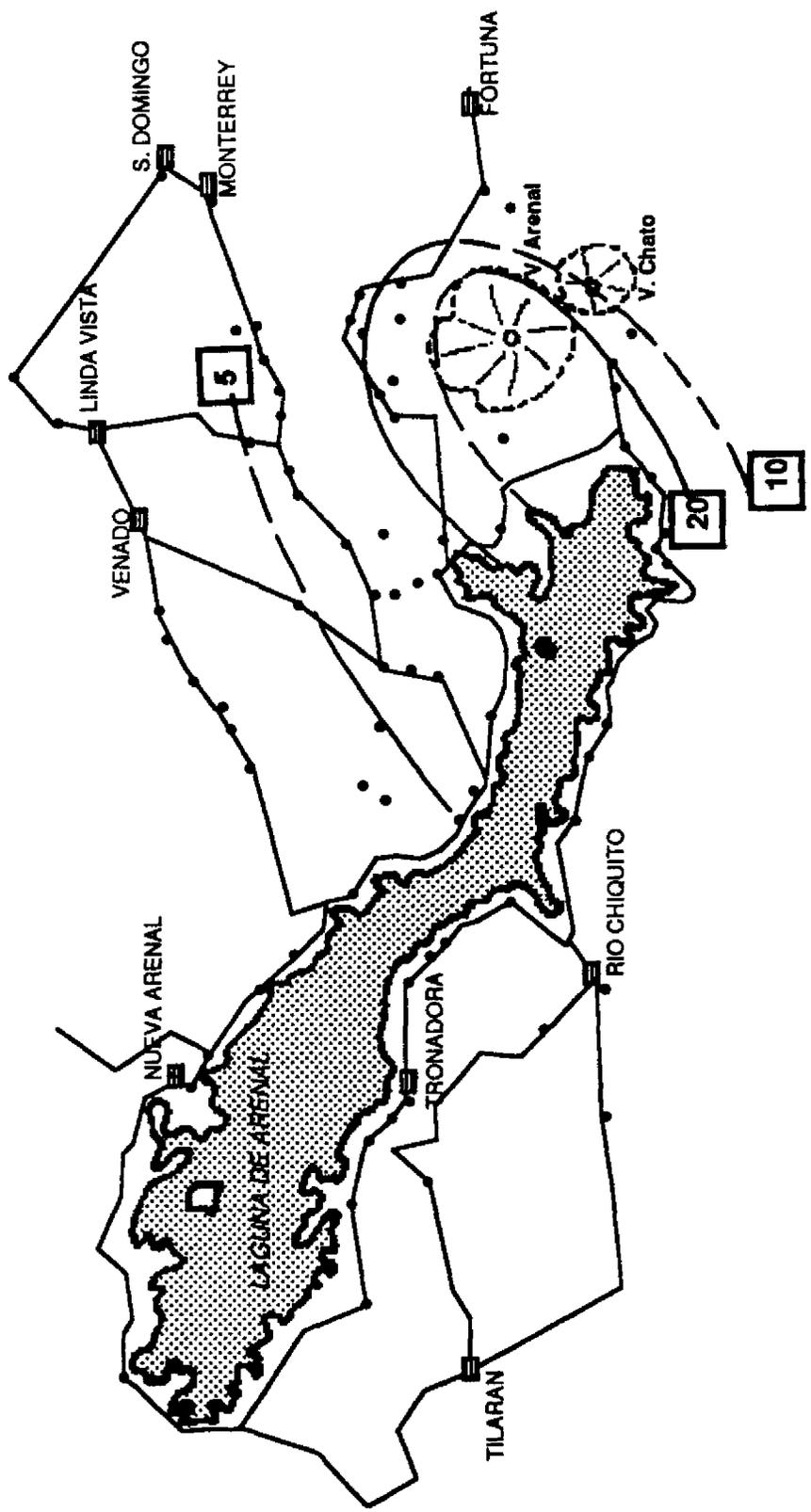


Fig. 32. CURVAS ISOPACAS DEL NIVEL ET-9A (en cm)

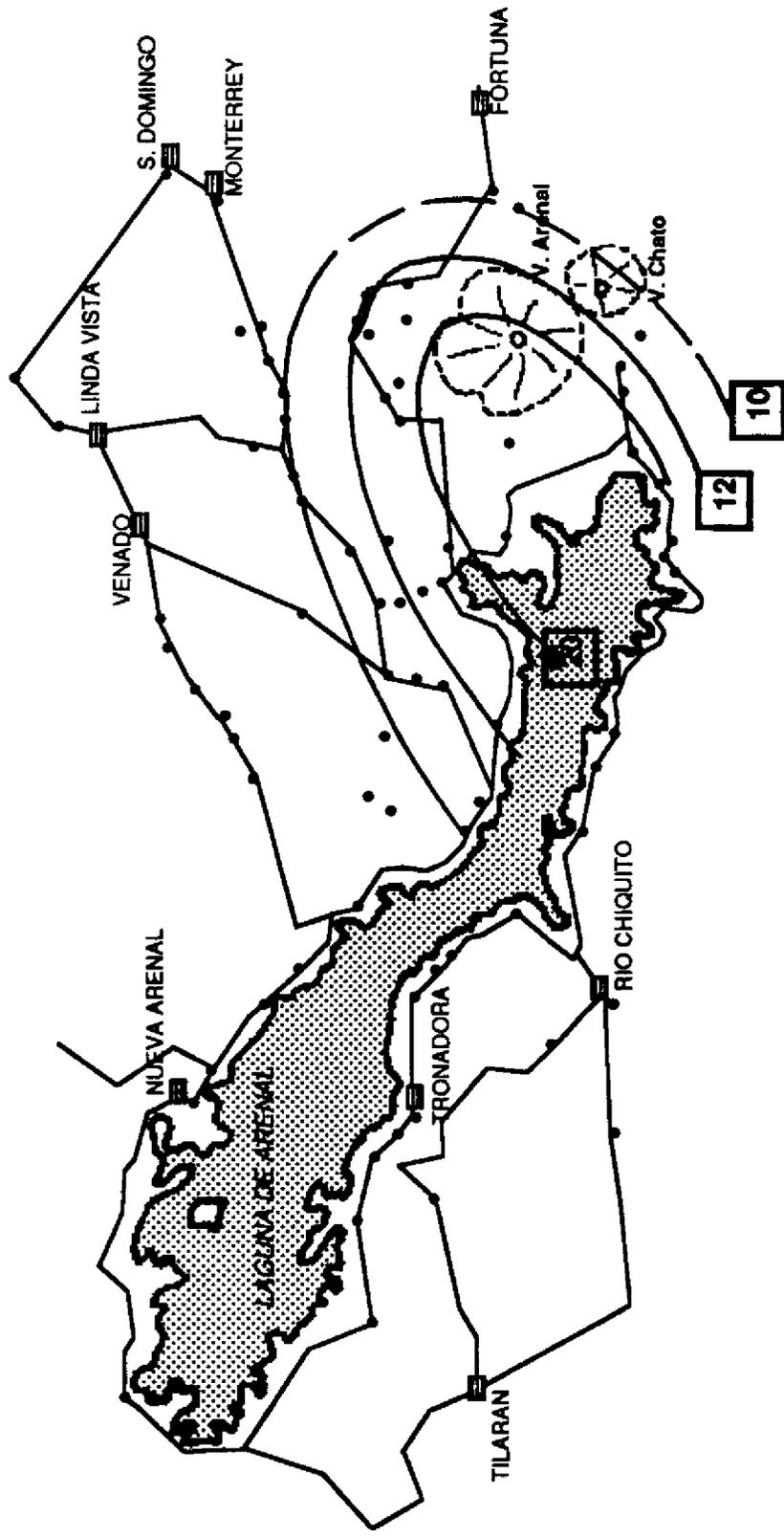


Fig. 33. CURVAS ISOPACAS DEL NIVEL ET-9B (en cm)



Geotermica Italiana

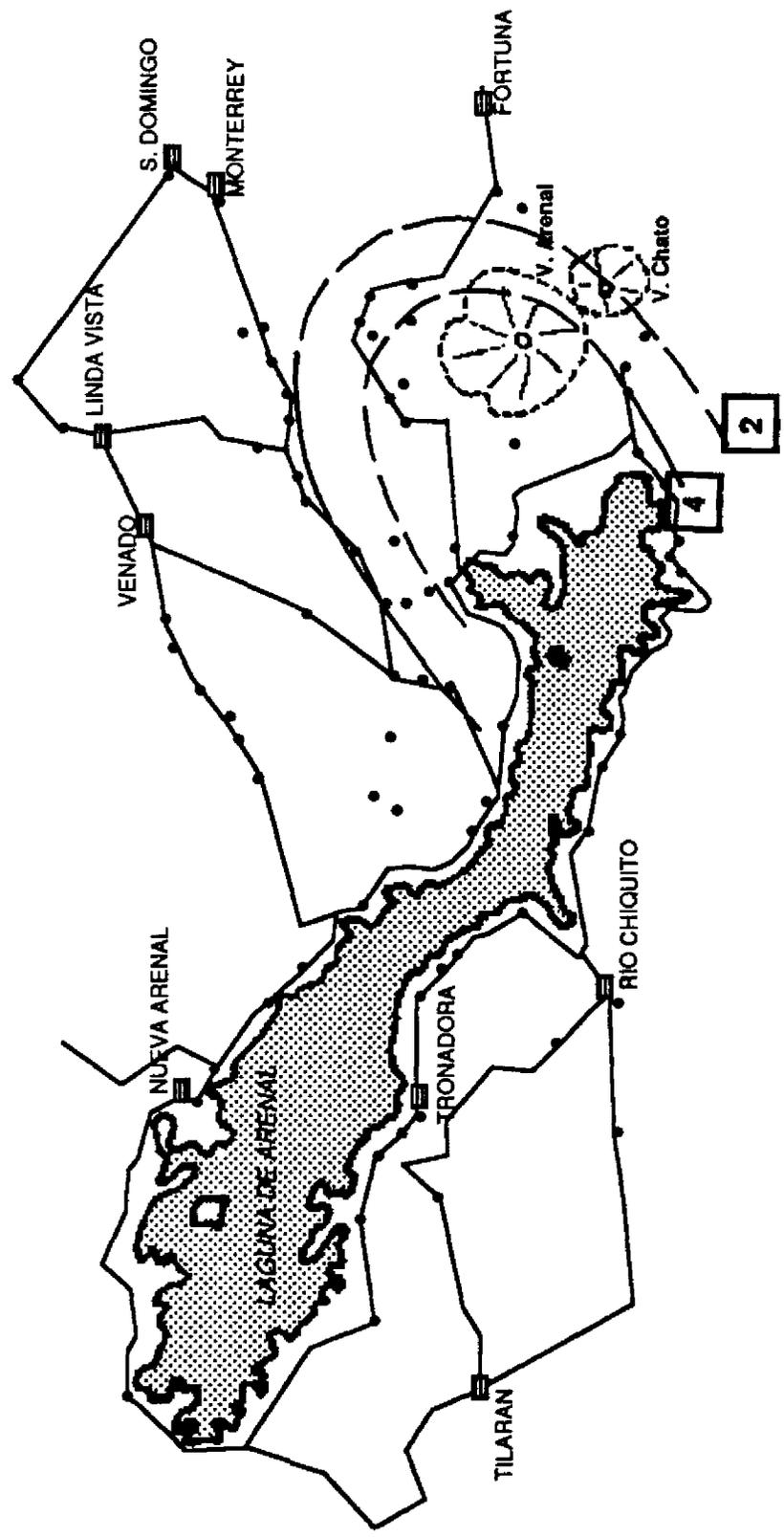


Fig. 34. CURVAS ISOPLETAS DE LAS POMEZ DEL NIVEL ET-9B (en cm)

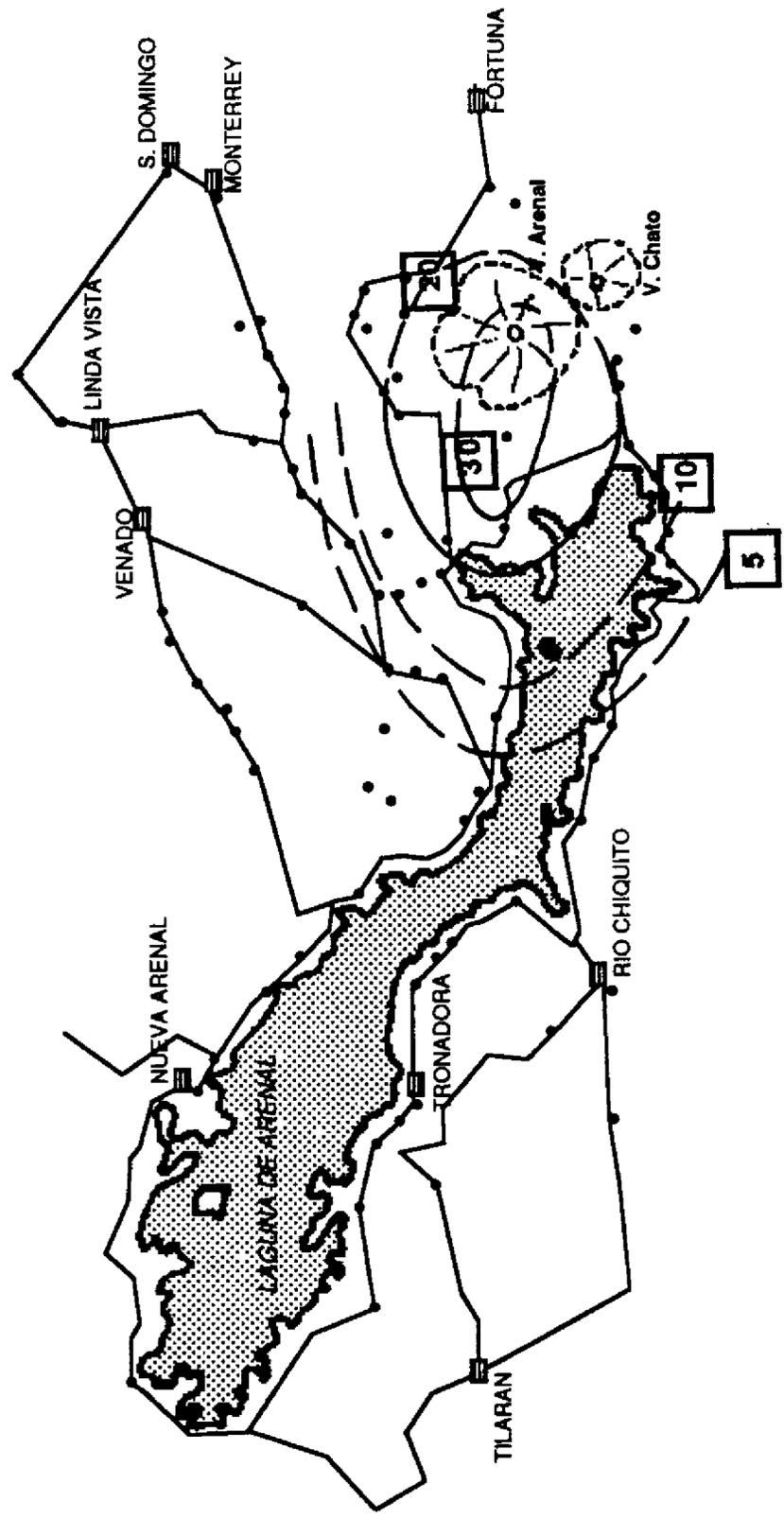


Fig. 35. CURVAS ISOPACAS TENTATIVAS DEL NIVEL ET-9 (en cm)

ICE

Evaluación del Riesgo y Monitoreo del Volcán Arenal Orden de Trabajo 92-05 - INFORME FINAL

Las lavas A2 se dividen en dos grupos: A2h y A2l

Las A2h han sido eruptadas por el cráter D y forman la parte alta del edificio oriental pre-1968 (cráter D).

Las A2l han sido eruptadas por el cráter E, según Borgia et al. (1988) después de 1700 AD, y han fluido rumbo al norte a lo largo de la paleo Qda. Tabacón. La vegetación es caracterizada por la presencia de la palmitos. La correlación estratigráfica con los niveles guía sugiere que el ciclo lavico A2 podría ser posterior al evento UN-10 del 1525 AD.

Las lavas A3 y A4 han sido eruptadas por crateres centrales, actualmente sepultados por las lavas A2h y A1h, ubicados en posición cercanas al crater D, pero más bajos (ver Borgia y Linnerman, 1990).

Las lavas A3 se reconocen principalmente en las faldas NE del Arenal y, en modo discontinuo, en el flanco meridional del aparato. Estas lavas recubren a las inferiores A4 y el contacto es marcado por un abrupto escarpe morfológico. Además en el flanco oriental se nota otra ruptura de pendiente entre la A3 y al A2h.

La edad de A3 y su correlación con niveles guía no son claras con seguridad. Sin embargo podría asumirse que fluyeron despues del evento explosivo ET-7, como se puede observar en la trinchera excavada sobre A3 cerca del inclinometro I, donde se nota que las lavas A3 estan cubiertas al menos por ET-6.

Las lavas A4 han sido posiblemente eruptadas por un cráter central inferido al SE del cráter D (Borgia y Linneman, 1990). Los raros afloramientos de A4 se reconocen el las faldas bajas orientales y meridionale del Arenal. El ciclo A4 es anterior a los 330 años AC, edad del nivel guía ET-9B, que lo cubre en el corte 59.

Los reducidos afloramientos de las lavas LA (Lower Arenal) observados al pie del aparato, no permiten ninguna correlación estratigráfica, y se asumen como el ciclo lávico más antiguo del volcán.

3.3. Flujos y oleadas piroclásticos

Las mayoría de los niveles guía del Arenal tienen asociados flujos piroclásticos. En particular:

ET-1: es caracterizado por la presencia de un depósito de "lateral blast" generado por una violenta erupción direccional que causó la casi totalidad de las víctimas de la erupción de 1968. Este "blast", de espesor decimétrico en el corte 42, llegó a una distancia de 5 km del cráter en dirección oeste. Sucesivamente varias nubes ardientes se desprendieron del volcán, acumulando un depósito de bloques y cenizas limitado a las faldas occidentales del Arenal.

UN-10: el flujo piroclástico-surge de Qda. Tabacón puede estar asociado con este evento menor.

ET-2: Melson y Sáenz, 1973 señalan coladas piroclásticas, "surges" en la Quebrada Tabacón asociadas con ET-2 pero que no han sido reconocidas con seguridad en el curso del presente trabajo.

Cerca de la casetilla D de inclinometria, bajo el deposito de la "nuée ardente" del 1968 AD, hay surges y un flujo piroclastico cuya composición es similar a la de ET-2. Además, la presencia de ceniza pisolítica ("co-ignimbrite ash fall deposit") intercaladas en las capas de pómez de ET-2 indicaría fases de la erupción de carácter freatomagmático con formación de flujos piroclásticos proximales. Estas características son comunes a todas las erupciones investigadas hasta la ET-8B con la excepción del nivel ET-7.

ICE

Evaluación del Riesgo y Monitoreo del Volcán Arenal
Orden de Trabajo 92-05 - INFORME FINAL

ET-3: un depósito métrico de nube ardiente de ET-3 ha sido reconocido en el corte 41. En la Qda. Guillermina los espesores de una nube ardiente de ET-3 tienen unas decenas de metros.

ET-4: asociado al "fall" se reconocen nubes ardientes y surges que en el corte 31 miden 75cm de espesor, en el corte 32 aprox. 1m, y en el corte 41 aprox. 50cm. En el corte 31, asociado a la nube ardiente ha sido identificado un depósito de surge.

ET-5: asociado al "fall" se reconocen nubes ardientes y surges que han sido identificadas en los cortes 32, 41, 7 y 46 con espesores que varían de métricos (cortes 32 y 46) hasta decimétricos (corte 7) al pie del volcán.

ET-6: La presencia de ceniza pisolítica (depósito de caída de ceniza co-ignimbrítica) intercalada con las capas de lapilli indicaría fases de la erupción de carácter freatomagmatico con formación de flujos piroclásticos proximales.

ET-7: En el corte 34 ha sido identificado un depósito de nube ardiente o lahar (?) de 30 cm asociado al nivel de caída.

ET-8M, 8B, 9A, 9B y 9: Para esas erupciones valen las mismas anotaciones del nivel ET-6.

Los depósitos de flujo que se reconocen en las faldas bajas del aparato tienden a desaparecer rápidamente, alejándose del pie del volcán. La zona de escorrentía preferencial de estos flujos está limitada a los valles que cortan los flancos del Arenal.

Todo esto indica que las nubes ardientes emitidas por el Arenal son de reducido tamaño y de limitada energía, siendo la componente gravitatoria muy importante.

3.4. Lahares

Zapata y Soto (1990) identifican numerosos depósitos de lahares y flujos de escombros secundarios en las faldas del Arenal y en sus alrededores, asociados con la erupción del 1968, a la actividad 1968-1992, a los ciclos eruptivos antiguos.

Las zonas de salida preferencial de los lahares son los valles más empinados del Arenal como el Río Agua Caliente y sus afluentes, Qda. Guillermina, Qda. Calle de Arena, Qda. Chato, Qda. Platanillo, Qda. al Sur de Laguna Cedeño, Qda. del Río Tabacón etc, en los cuales los lahares se han encanzado repetidamente.

Además la actividad eruptiva actual del Arenal ha acentuado el régimen erosivo de las cuencas altas y medias del volcán (edificio viejo) provocando la inestabilidad de las laderas empinadas formadas por lavas y piroclastos. Con fuertes lluvias, dichos depósitos pueden movilizarse formando súbitamente lahares secundarios que bajan hasta las áreas de poca pendiente.

Los flujos de escombros antiguos cubren una extensa área de las facies distales del Arenal, interstratificados con tefras y frentes de lavas.