

REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

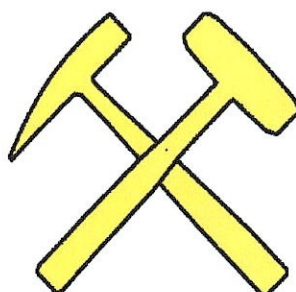
DIRECCIÓN GENERAL DE GEOLOGÍA

**ESTUDIOS DE RIESGOS VOLCÁNICOS E
HIDROTERMALISMO EN EL SUR DEL PERÚ
VOLCANES TUTUPACA, YUCAMANE,
COROPUNA Y SARA SARA**

**ESTUDIO DEL RIESGO GEOLOGICO DEL
VOLCAN SARA SARA**

POR:

**WOLFGANG MORCHE
SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ**



DIRECCIÓN DE GEOTÉCNIA

**JULIO 1997
LIMA - PERÚ**

REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

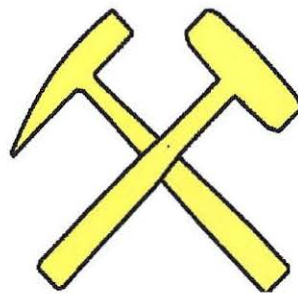
DIRECCIÓN GENERAL DE GEOLOGÍA

**ESTUDIOS DE RIESGOS VOLCÁNICOS E
HIDROTHERMALISMO EN EL SUR DEL PERÚ
VOLCANES TUTUPACA, YUCAMANE,
COROPUNA Y SARA SARA**

**ESTUDIO DEL RIESGO GEOLOGICO DEL
VOLCAN SARA SARA**

POR:

**WOLFGANG MORCHE
SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ**



DIRECCIÓN DE GEOTÉCNIA

**JULIO 1997
LIMA - PERÚ**

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

ALBERTO PANDOLFI ARBULU
Ministro de Energía y Minas

JUAN MENDOZA MARSANO
Vice - Ministro de Minas

y
Presidente del Consejo Directivo de INGEMMET

WALTER CASQUINO REY - ROBERTO PLENGE CANNOCK
LINDBERG MEZA CARDENAS - NICANOR VILCHEZ ORTIZ
GERARDO PEREZ DEL AGUILA
Consejo Directivo

HUGO RIVERA MANTILLA
Director Técnico

FUNCIONARIOS TECNICOS RESPONSABLES DE LA EDICION

OSCAR PALACIOS MONCAYO
Director General de Geología

ANTONIO GUZMAN MARTINEZ
Director de Geotecnia

FRANCISCO HERRERA ROMERO
Director de Información y Promoción

Primera Edición, INGEMMET, 1997
Coordinación y Edición
Dirección de Información y Promoción de INGEMMET
Lima - Perú

Impreso por: INGEMMET
Av. Canadá 1470 - San Borja.

CONTENIDO

- RESUMEN
- INTRODUCCION
 - Ubicación
 - Objetivos
 - Acceso
 - Base Topográfica
 - Método de Trabajo
 - Clima
- GEOMORFOLOGIA
 - Zona de Glaciales
 - Altiplanicie
 - Mesetas Disectadas
 - Valle Interandino
- MARCO GEOLOGICO - TECTONICO
- EVOLUCION GEOLOGICA
 - Secuencia Estratigráfica del Sector Oeste
 - Secuencia Estratigráfica del Sector Norte
 - Secuencia Estratigráfica del Sector Este
- PETROGRAFIA Y GEOQUIMICA
- RIESGOS GEOLOGICOS
 - Caídas de Piroclastos
 - Flujo Piroclástico
 - Oleadas (Ondas Basales)
 - Derrames Lávicos
 - Lahares
- ANALISIS E INTERPRETACION
- CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFIA
- ANEXOS
 - Tabla de Análisis Químico
 - Figuras
 - Cuadros Estadísticos.
 - Gráficos.
 - Fotografías.
 - Mapas.
 - a. Mapa Geológico Simplificado del Volcán Sara Sara
 - b. Mapa preliminar de Amenazas en caso de una futura erupción del Volcán Sara Sara.

RESUMEN

El volcán Sara Sara se ubica entre las Provincias de Paucar del Sara Sara y Parinacochas, departamento de Ayacucho, su cumbre tiene una altitud de 5505 msnm. elevándose 2000 m. de la Laguna Parinacochas, encontrándose cubierta parcialmente por nieve.

En el área de estudio se presentan cuatro unidades geomorfológicas: zona de glaciares, altiplanicie, mesetas disectadas y valle interandino.

Geológicamente el volcán Sara Sara se considera como "dormido", por presentar características que evidencian que aun no se encuentra extinto.

Los depósitos antiguos del Sara Sara (Volcánico Barroso Inferior) son derrames lávicos de tipo andesítico.

Los derrames lávicos (Volcánico Lampa), sobreyacentes a los anteriores, son de naturaleza andesítica a traquiandesítica; en cambio los productos de las erupciones Cuaternarias del Sara Sara son de naturaleza dacítica.

En el volcán Sara Sara se han producido erupciones violentas, por colapsos de un conjunto centrico de domos, (Cuaternario Reciente), que han dado origen a depósitos de flujos piroclásticos, caídas de piroclásticos, ondas basales, caídas de cenizas, etc. Estas secuencias que afloran en mayor proporción en los sectores Oeste y Este, dan la forma de un abanico, que en algunos casos llegan a tener un radio de hasta 25 km. Después viene una fase efusiva que ha dado origen a derrames lávicos de tipo dacítico, que se encuentran cubriendo en parte a los depósitos piroclásticos, estos últimos afloran en mayor proporción en el sector Este, teniendo una extensión de más de 14 km.

Se han identificado fenómenos de geodinámica externa de origen volcánico, como los lahars.

En caso de una reactivación del magma, lo más probable es que se den erupciones plinianas produciendo depósitos de pómez y cenizas, flujos piroclásticos y después erupciones efusivas con derrames lávicos de tipo andesítico.

Se producirían también lahares, por el contacto del hielo de su cumbre con el material de la explosión, ó por el desplazamiento de los flujos piroclásticos a través de las quebradas que en la actualidad tienen agua.

INTRODUCCION

Continuando con estos estudios se ha realizado el presente trabajo de investigación de Riesgos Geológicos, en base a trabajos de gabinete complementados con dos salidas al campo, en los alrededores del volcán del Sara Sara.

En este estudio, se analiza la historia geológica del volcán Sara Sara, en base a la determinación de los eventos producidos en el pasado, con el objetivo de predecir el tipo de erupción que se podría dar en un futuro. Por ello se ha tratado de desarrollar un modelo geológico característico y realizar una zonación de sus fases de actividad pasada que permitan establecer los posibles desastres que causarían en erupciones futuras.

El trabajo que se presenta contribuye a identificar las áreas con alto riesgo a ser afectadas por una posible erupción volcánica, en caso de reactivarse el volcán Sara Sara.

El distrito de mayor densidad poblacional del área de influencia del volcán Sara Sara es Pausa, que se ubica en la margen oriental y aproximadamente a 12 Km. en línea recta de la cumbre de dicho volcán. Dentro del perímetro inmediato del Sara Sara se encuentran los pueblos de Incuyo, Pararca, Quilcata, Mirmaca, y numerosos caseríos. Los valles de la zona presentan un área de agricultura intensa. La población en los alrededores del volcán se estima en 8,000 personas como mínimo. Hacia el Oeste se encuentra la Laguna Parinacochas, una fuente principal de abastecimiento de agua de la región.

No hay evidencias seguras de actividad eruptiva en tiempos recientes, sin embargo la presencia de lavas y piroclastos frescos y no alterados, sin influencia de la última glaciación, indican una posible actividad, en los últimos siglos o milenios. Manantiales de aguas termales afloran a lo largo del valle de Quilcata, con dos centros de manantiales en la zona aguas arriba de Mirmaca, al NO del pueblo de Quilcata mismo, y cerca del pueblo de Chacaraya al NNO del Sara Sara, indicando la presencia de una cámara magmática todavía caliente con cercanía relativa, a la superficie. En la zona cumbre se observa una estructura circular que corresponde a un cono de piroclásticos del Holoceno, razones por las cuales le asignamos la categoría de "durmiente".

Ubicación

El área estudiada (Figura N°1), se ubica en la Cordillera Occidental de los Andes del Perú, 250 Km. al Noroeste de la Ciudad de Arequipa, políticamente comprendida en el departamento de Ayacucho, entre las provincias de Paucar del Sara Sara y Parinacochas. La cumbre del Sara Sara se ubica geográficamente en las siguientes coordenadas:

Latitud : 15°18' Sur
Longitud : 73°27' Oeste

La máxima altitud que tiene el volcán Sara Sara, es 5505 msnm. La altura relativa del volcán es de 2000 m., tomando como base la Laguna Parinacochas.

Acceso

El acceso al área de estudio desde Lima se efectúa por la Carretera Panamericana Sur en el tramo Lima - Atico, de donde se sigue por una carretera afirmada hasta Pausa. Una segunda vía es siguiendo la Panamericana Sur hasta el desvío a Chaparra y continua de este lugar hasta Pausa (carretera afirmada).

Objetivos

El estudio realizado tiene como finalidades primordiales examinar el tipo de vulcanismo reciente registrado en el Volcán Sara Sara, y el peligro que implicaría su reactivación

Base Topográfica.

Las bases topográficas empleadas, son las hojas fotogramétricas elaboradas en el año 1967 por el Instituto Geográfico Militar a escala 1:100000, estas hojas fueron reimprimidas y actualizadas en el año 1990 y las fotografías aéreas del año 1955.

Estudios Anteriores

Los estudios se han apoyado en el cartografiado geológico realizado por Víctor Pecho Gutiérrez (1979 - Cuadrángulo de Pausa) y Enrique Olchanski Lomparte (1983 - Cuadrángulo de Cora Cora) ambos boletines Serie "A" N° 37 y 34 respectivamente de la Carta Geológica Nacional; y el Album de Mapas de Riesgos Volcánicos de las Principales Ciudades del Suroeste del Perú, realizado por Lionel Fidel, Wolfgang Morche y Segundo Núñez. (Boletines N° 15 y 16 Serie "C", respectivamente).

Método de Trabajo

El método de trabajo empleado se ajustó a los procedimientos usuales para la ejecución de estudios de Riesgo Volcánico, con etapas de gabinete y campo, empezando con la recopilación de la información bibliográfica, el análisis de la misma y la preparación de la cartografía básica con el auxilio de los trabajos de fotointerpretación, en base a Imágenes Satélites (Escala 1:100,000) y fotografías aéreas (Escala 1:60,000 aproximadamente).

La primera etapa de campo se realizó en el mes de setiembre del año 1996 con la inspección geológica al volcán Sara Sara y sus alrededores.

En una segunda etapa de campo realizada entre los meses de Abril - Mayo de 1997, se ha efectuado un estudio más detallado del volcán y sus alrededores.

En los trabajos de campo se marcaron los rasgos geológicos importantes vinculados a este tipo de estudio. Se usaron planos topográficos (escala 1:100000), planos geológicos (escala 1:100000), fotografías aéreas (escala 1:60000 Aproximadamente).

Se recolectaron muestras de rocas para su estudio petrográfico y geoquímico respectivo en los laboratorios de INGEMMET.

Clima

El área de estudio se caracteriza por tener un clima templado a frío, con una época lluviosa (Diciembre a Abril) y otra seca (Mayo - Noviembre).

En el valle interandino, donde se encuentran los poblados de Pausa y Lampa, se presentan temperaturas entre 6° a 20°C. La vegetación que presenta la zona principalmente es arborea (molle), se siembra alfalfa, y maíz.

Entre los 3000 a 4000 msnm. se tiene un clima templado a frío, como en el caso de Quilcata e Incuyo.

Sobre los 4000 msnm. el clima es frío y seco con temperaturas entre los 0° y 6°C, en esta zona existe solo vegetación natural del tipo ichu y quiñual.

A altitudes mayores de 5200 msnm. las temperaturas son bajo cero, y se presentan precipitaciones en forma de granizo o nieve.

GEOMORFOLOGIA

En el área estudiada se han reconocido cuatro unidades geomorfológicas.

- **Zona de Glaciares**

Con esta denominación se ha individualizado a las geoformas de la parte más alta, del volcán Sara Sara (de los 5000 a los 5505 msnm.), las que han sido moledadas por la glaciación Pleistocénica. En las partes bajas esta unidad presenta un relieve moderado y maduro, mientras que en las partes altas se observa pendientes muy escarpadas, dando lugar a la formación de farallones.

Se reconocen circos glaciares alrededor del volcán Sara Sara, en sus flancos Oeste y Este, las cabeceras son variables entre los 100 a 200 m., vistos en planta tienen un diseño semicircular.

- **Altiplanicie**

Se localiza a más de los 3200 msnm., se caracteriza por tener una superficie que varía de suave a abrupta. Se desarrolla sobre depósitos piroclásticos, y derrames lávicos.

Encontramos en esta zona la Laguna Parinacochas que tiene una altitud de 3272 msnm.

- **Mesetas Disectadas**

Se localizan a más de 2500 msnm., ampliamente distribuidas en el flanco Este del volcán Sara Sara. Sobre este flanco, se encuentran los poblados de Pausa, Lampa y sus anexos.

Esta unidad se caracteriza por tener un relieve suave, de poca pendiente, que se ha desarrollado sobre los depósitos piroclásticos.

- **Valle Interandino**

El valle interandino del río Huanca Huanca, Marán y sus tributarios, han sido labrados en mesetas disectadas.

En las partes inferiores, los valles son más profundos y encañonados, llegando hasta los 1800 msnm.

MARCO GEOLOGICO - TECTONICO

El Volcán Sara Sara (Figura N°2), es el más septentrional de la actual Zona Volcánica Central (CVZ, p.ej. De Silva y Francis 1991) de los Andes. Representa la parte más elevada de una cadena de volcanes plio-pleistocénicos asignados al Grupo Barroso (Pecho 1983), alineados con rumbo N10°O a lo largo de más de 30 km; desde Cerro Grande, Yarihuato, Puca Ccasa, Sara Sara, Pucapuca, hasta Cerro Queñuapunco, obviamente controlada por un sistema de fallas, que se prolonga hacia el NNO en las formaciones más antiguas (Olchauski 1980). Manantiales termales cerca de Chacaraya en el NNO del Sara Sara, se encuentran en la prolongación de dicho franja.

El basamento está constituido por gruesas series precámbricas y paleozoicas (Pecho 1983), sobreyacidas por secuencias volcánicas y sedimentarias del Mesozoico (Formaciones Chocolate, Socosani, el Grupo Yura, las formaciones Murco y Arcurquina). Les sobreyace el Cenozoico con las formaciones volcánicas del Mio - Plioceno (Formaciones. Tacaza, Huaylillas, Alpacabamba, Sencca, y Barroso).

El macizo consiste de un complejo de estrato-volcanes antiguos, parcialmente destruidos y erosionados (Paleo - Sara Sara) y un conjunto céntrico de domos y domos-lavas jóvenes que constituyen el actual Nevado Sara Sara. Los centros dómicos muestran huellas de múltiples colapsos, con depósitos de varias fases muy explosivas por colapsos de domos (flujos piroclásticos de tipo nubes ardientes) de alto potencial de amenaza volcánica (Fidel et al. 1997a, b).

El edificio del Sara Sara se eleva en forma discordante encima de una secuencia basal, asignadas a la Formación Tacaza (Pecho 1983) constituidas por lavas, brechas volcánicas y series piroclásticas alteradas, verduscas - violáceas, debido a su alto grado de alteración hidrotermal y fallamiento. Los remanentes indican un estrato-volcán con mayor extensión en el Noroeste, con coladas de lava buzando $\geq 30^\circ$ hacia el Sur. En la parte Nororiental las coladas de lava del Sara Sara se encuentra sobreyaciendo a restos de gruesas ignimbritas riódacíticas de la Formación. Alpacabamba.

Encima de un horizonte guía de piroclásticos freatomagmáticos, que aflora a lo largo de la Q. Mirmaca, se encuentra las primeras manifestaciones del **Paleo - Sara Sara** (Cerros Pucapuca, Poccoycha, Sulkaymarca). Son efusiones de lavas traquiandesítica hasta dacíticas de bajo ángulo de reposo, con disyunción columnar. Los derrames tienen espesores de 10 - 50 m y longitudes de varios kilómetros. Kaneoka y Guevara (1984) reportan una edad radiométrica (K/Ar) de 1.62 m.a. para una andesita cerca de Quilcata.

Volcánico Lampa. En el Noreste del Sara Sara aflora una secuencia de derrames de lavas traquiandesíticas (latíticas) oscuras en posición subhorizontal y concordantes con un espesor de más de 300 m, rellenando el paleovalle del actual Río Huanca Huanca. Los últimos centros de erupción constituyen los conos de lavas y escorias como Porvenir, Atunorcco, Uccho, obviamente controlados por el lineamiento de la Quebrada Huanca Huanca.

Estas lavas terminan hacia el Sur en la altura de la Quebrada Ushpamarca, en discordancia encima de las series del Grupo Yura, y están sobreyacidas por los flujos piroclásticos y derrames lávicos del actual Sara Sara. Las lavas en Oscollo Pampa más hacia el Sur pertenecen de igual manera a este último centro eruptivo, anteriormente asignadas al volcanismo Lampa (Pecho 1983).

La zona cumbre del **actual Volcán Sara Sara** presenta una forma curvilínea de elongación SSE - NNO, con varios centros de erupción alineados (Mapa N°1), constituidos por domos o apilamientos de derrames de lavas viscosas y colgantes. En alturas arriba de 4000 msnm. se nota varios domos adventicios con derrames lávicos y depósitos piroclásticos asociados. Amplios y gruesos depósitos de flujos piroclásticos ("block and ash flow"), de derrames lávicos gruesos muy viscosos ("block lava") de varios miles de m³ de volumen en total, reflejan la extrusión de domos y sus colapsos sucesivos y repetitivos así como la erupción de lavas dacíticas.

EVOLUCION GEOLOGICA

Uno de los primeros episodios volcánicos recientes, en el área de estudio, son los depósitos del volcánico Lampa (Pecho 1983). Este volcanismo se caracteriza por ser de tipo efusivo, dando como resultado derrames lávicos de tipo andesítico, escoriáceo. Lo que quiere decir que la cámara magmática era de tipo ácida a intermedia.

El volcanismo Lampa esta bien representado a lo largo de la quebrada Huanca Huanca, incluso ha llegado a represar parte del río, dando lugar a que este varíe su curso, su espesor promedio es de 200 m.

Después se produce un cambio en el magma, de naturaleza dacítica a riodacítica, este cambio brusco de magma, da lugar a un **nuevo episodio volcánico**, siendo éste predominantemente explosivo.

Las erupciones iniciales, del episodio anteriormente mencionado, son típicamente erupciones freatomagmáticas y plinianas, seguidas por el emplazamiento de potentes flujos piroclásticos de tipo nubes ardientes, terminando con la extrusión de derrames lávicos y finalmente de domo lavas. Este proceso se repite varias veces, con centros en la parte alta del Sara Sara (Mapa N° 1). Los principales depósitos piroclásticos se encuentran en los lados occidental (Cayara) y oriental (Pausa) del Sara Sara.

En base a las evidencias encontradas en el campo se puede decir que los flujos piroclásticos son los que van a rellenar los valles y depresiones topográficas; en cambio las ondas basales se han depositado en una forma homogénea (Foto N° 2, 4, 5). Ambas formas mencionadas, se depositaron en un tiempo muy corto, pudiendo ser en días, ó semanas , llegando a tener varios metros, como se observa en algunas secuencias encontradas.

En el último episodio de erupciones se han distinguido los siguientes secuencias:

a. Secuencia Estratigráfica del Sector Oeste: Cayara - Ullacha Grande (Figura N°3).

Zona principal de las erupciones hacía el Oeste con la siguiente secuencia:

- El basamento está constituido por ignimbritas riodacíticas soldadas, asignadas a la Formación Sencca, sobreyacidas en forma discordante por las lavas del Paleo Sara Sara (andesitas - dacitas).
- El primer evento de las fases explosivas del Sara Sara es un flujo piroclástico, constituido de cenizas y lapilli (compuesto por líticos y pómez), con un espesor variable de 5 a 10 m., de coloración amarillo rojizo (Foto N° 02 y 03).

Los fragmentos líticos tienen diferente naturaleza volcánica, son andesíticos, dacíticos y riodacíticos.

Los fragmentos de pómez llegan a medir 5 cm. de diámetro, y los fragmentos líticos hasta 4 cm. de diámetro. Se aprecia que hay una mayor cantidad de pómez que líticos.

El mayor afloramiento de este flujo de encuentra en la quebrada Putaca.

En la quebrada Añazo, esta secuencia presenta conductos fumarolicos ("fumarolic pipes"), distribuidos en un tramo de 15 m., llegando a medir hasta 5 m. de altura, su diámetro es variable (Foto N°4). Estos se forman por el entrapamiento de los gases del flujo al momento de su depositación, y son productos de la alta temperatura (500 °C aproximadamente).

- En discordancia erosiva sigue un depósito de caída de piroclastos (pómez y líticos), de composición dacítica, de color gris rojizo, tiene un espesor de hasta 5 m., (más pómez que líticos), los clastos llegan a tener hasta 20 cm. de diámetro, con un promedio de 5 cm., este horizonte en el flanco sur tiene un amplio desarrollo llegando a medir varios metros, como se observa en Cerro Blanco. A 25 km. de distancia al Sur del Sara Sara el tamaño de los lapillis de pómez tienen un diámetro de hasta 3 cm, el depósito tiene un espesor mayor a un metro, reflejando la más importante erupción pliniana. Se pueden diferenciar varias fases subsecuentes de intensidades variadas. Este horizonte guía se reconoce en amplia distribución predominantemente hacia el Sur, debido al régimen atmosférico durante la erupción (Cerro Blanco, Series Superiores de Pecho, 1983).

Inmediatamente en la base de los pómez plinianos, se encuentra unas secuencias de ondas basales ("base surges") y flujos de cenizas ("ash flows"), mejor desarrolladas hacia el Sur (Cerro. Blanco, al sur del Cerro Sulkeymarca), donde alcanzan varios metros de espesor.

- Después del depósito de "caída de piroclastos", se encuentra un depósito de ondas basales, y flujos de cenizas en forma discordante; estos como precursor de un flujo piroclástico. El flujo es de color gris amarillento, de composición dacítica. Está compuesto de líticos y pómez, siendo los primeros los que están en mayor proporción. Los fragmentos de pómez llegan a medir hasta 10 cm. de diámetro, con un promedio de 5 cm. Toda la secuencia llega a medir hasta 5 m.

Esta secuencia se caracteriza por tener una seudoestratificación formado por los fragmentos líticos. (Foto N° 03 y 05).

- La secuencia pliniana anteriormente descrita está sobreyacida y en parte erosionada por una gruesa secuencia de sedimentos glaciofluviales, caracterizada por texturas fluviales y la alternancia de clastos heterogéneos y retrabajados y material blanco lutítico hasta limolítico. Estos depósitos están interpretados como efecto de una desglaciación de la zona cumbre., causando la generación de grandes volúmenes de aguas. Esta secuencia tiene un espesor aproximado de 5 a 10 m.

Cabe mencionar que esta secuencia muchas veces ha llegado a erosionar hasta el primera secuencia piroclástica descrita anteriormente (Foto N° 2).

- Después de un hiato ocurre en forma discordante otro evento volcánico, en su base presenta un estrato de ondas basales, color amarillo rojizo, con un espesor aproximado de 70 cm., mostrando estratificación cruzada. Estas ondas basales son precursoras de un flujo piroclástico de color gris blanquecino, que tiene hasta 50 m. de espesor (Foto N° 04) como se aprecia en la quebrada Putaca (al Norte del poblado de Cayara). Este flujo piroclástico esta compuesto por pómez y fragmentos líticos, estos últimos son de naturaleza dacítica y están en menor proporción que los pómez. Los pómez llegan a medir hasta 20 cm. de diámetro, y en promedio 5 cm.
- Cortando a la secuencia anteriormente descrita, se encuentra un flujo de piroclastos de naturaleza dacítica, de color gris blanquecino, con un espesor aproximado de 10 m. Los bloques llegan a medir hasta 2 m. de diámetro, con un promedio de 0.60 m. (Foto N° 06). En la base de este evento encontramos ondas basales, con un espesor promedio de 60 cm., las cuales presentan estratificación cruzada.

En este flujo de piroclasto se tiene dos estratos bien definidas, el inferior conformado por bloques dacíticos porfiríticos compactos y densos; y el superior constituido por bloques dacíticos caracterizados por tener pómez en su composición, por lo que son más livianos. (Foto N° 06).

- La secuencia anteriormente descrita se encuentra suprayacida, en forma discordante, por otro flujo piroclástico. Este estrato tiene un espesor de 6 m., y es de color gris blanquecino. Los pómez tienen un diámetro máximo de 10 cm, y en promedio 6 cm. (Foto N° 08).
- En algunos sectores, como en la zona de Incuyo, esta secuencia está cubierta por sedimentos lacustrinos, quizás de la laguna Parinacochas (Foto N° 09), que se caracterizan por tener intercalaciones de materia orgánica (turbas), siendo muy probable que el espejo de agua de la laguna Parinacochas halla llegado hasta estos niveles.
- El último gran evento es un flujo de pómez y líticos, de más de 6 m. de espesor. Encima afloran lahares pequeños y un estrato de pómez ("air fall"), probablemente correlacionable con las erupciones en el flanco Norte del Sara Sara (Quilcata).

Se observó una brecha hidrotermal, la cual afecta a la secuencia piroclástica del flanco oeste, probablemente como resultado de una erupción freática de un sistema geotermal. (Foto N° 10), sellado por la intensa silicificación. Toda la zona de Huacachipa se encuentra afectada por una alteración hidrotermal.

b. Secuencia Estratigráfica del Sector Norte

La base en este sector esta conformada por secuencias volcánicas del Grupo Tacaza. En forma discordante se encuentran los depósitos recientes del Sara Sara.

Al producirse las fases explosivas del volcán Sara Sara, estos depósitos van a estar adosados a las paredes del cauce de la quebrada (rocas del Grupo Tacaza).

La quebrada Mirmaca fue rellenada por los productos de estas explosiones, en varias etapas, entre cada etapa hubo un período de quietud, donde el agua que discurría por la quebrada fue erosionando a estos materiales. Actualmente el agua sigue erosionando a dichos depósitos.

Se reconocieron hasta tres eventos principales, cada uno de potente espesor y de gran extensión. Estos han provenido como consecuencia del colapso de los domos de Acoquipa y Quilcata.

El primer evento se caracteriza por ser un flujo piroclástico, de color rojizo. Tiene un espesor aproximado de 15 m.

Un segundo evento, se trata de otro flujo piroclástico que está cortando en parte a la primera secuencia. Este presenta un color gris oscuro.

Por lo observado en el campo es muy probable que en los dos primeros eventos se hallan depositado secuencias de ondas basales, las que fueron erosionadas por las corrientes de agua que corrían por la quebrada.

El último evento, es un flujo piroclástico de coloración gris blanquecina, que alterna con depósitos de ondas basales, estas últimas de un espesor de 30 m. (aproximadamente).

Las ondas basales se caracterizan por presentar estratificación cruzada, muy común en ellas, y presentan pequeños lentes de material piroclástico de color gris. (Foto N° 11).

En el tope de la secuencia, en forma discordante, se tiene un lahar, el cual ha retrabajado los materiales de las erupciones anteriores. (Figura N°4)

Entre los eventos de flujos piroclásticos, se han observado pequeños lahares, en forma ocasional, lo que nos indica que durante y después de la depositación de éstos en la quebrada descurría agua.

c. Secuencia Estratigráfica del Sector Este: Meseta de Pausa y Mollebamba.

El basamento rocoso esta conformado por secuencias sedimentarias del Grupo Yura, seguidas por derrames andesíticos - dacíticos (Paleo Sara Sara) del Grupo Barroso.

En la fase explosiva se formó la Pampa de Pausa, constituida por las facies dístales de los flujos piroclásticos (bloques, cenizas, y flujos de cenizas) que bajaron principalmente por la Quebrada Ushpumarca. El perfil acumulado comprende por lo menos cinco eventos principales sumando un espesor de más de 300 m. en la Quebrada del Río Huanca Huanca.

En este sector las fases del Sara Sara, empiezan con una fase efusiva (derrames lávicos) seguidos de una fase explosiva (flujos piroclásticos).

Las lavas dacíticas inferiores a los flujos no corresponden al vulcanismo Lampa (andesítico), posiblemente representan un derrame temprano del centro Yana Ranra.

Seguidamente ocurre un conjunto de flujos de bloques y cenizas, que tienen un espesor de hasta 300 m. y a continuación depositos múltiples derrames de lavas dacíticas de gran volumen. Este último evento se debe al emplazamiento del domo Yana Ranra (centro de emisión); probablemente se trata de repetidas extrusiones de domos o domo-lava de composición dacítica y su destrucción por colapso, subsecuente en el flanco Este del Sara Sara, afectando los dos centros volcánicos situados en este lado. (Figura N°5).

Los múltiples derrames dacíticos construyeron sus propios surcos por el enfriamiento y rigidez hacia las zonas marginales, y muestran estructuras superficiales curvilineares - convexas de "ogives", que son características para estas lavas viscosas, producidos por el movimiento laminar de las lavas en conjunto con el régimen compresional y enfriamiento relativo.

Por otro lado en la Quebrada Ushpumarca, se puede distinguir varios ciclos de erupción, separados por un horizonte guía de piroclásticos alterados de color amarillento - naranja. Probablemente reflejan estos fragmentos la erupción explosiva después de un hiato prolongado, que ha dado lugar a la alteración hidrotermal posterior al primer ciclo de extrusión y colapso de domos. Durante este primer ciclo probablemente se ha producido la efusión de las lavas inferiores en la Pampa de Mollebamba.

Flujos de bloques y cenizas (*block and ash flows*): Representan un volumen muchas veces mayor de los derrames dacíticos. Están constituidos por bloques dacíticos vitrofíricos, dacitas porfíricas, xenólitos (andesitas, dacitas, volcánicos alterados por actividad hidrotermal), dentro de una matriz de cenizas. Aparecen con textura heterogénea y caótica, presencia de conductos fumarólicos ("fumarolic pipes") y bloques de costra de pan ("bread crust" = bloques con superficie expandida y agrietada, fracturas radiales, debido a la expansión térmica de los bloques calientes durante el flujo), indicando el emplazamiento caliente de los flujos.

Los fragmentos vitrofíricos representan partes de derrames dacíticos tipo obsidiana, probablemente como extrusiones en forma de domos o domo-lavas. En los bloques derivados de estos derrames se observa frecuentemente autobrechas y texturas fluidales.

Básicamente son erupciones direccionadas (<180°, "lateral blasts"), producidos por descompresión de un cuerpo magmático somero y el sistema hidrotermal correspondiente, ocasionado por el deslizamiento sectorial abrupto del edificio por inestabilidad gravitacional, es decir los depósitos tienen un gran porcentaje de rocas heterogéneas (basamento, alteraciones).

Son productos de erupciones de gases de un domo creciente, las acumulaciones de productos netamente juveniles. Los bloques en general tienen tamaños muy variados entre ≤ 0.10 m. y ≥ 1 m. Tamaños extremos de más de 6 m se puede observar en la parte central de los flujos mas jóvenes

(Pampa de Mollebamba). El peso de estos bloques se estima en mas de 300 T.M., depositados en mas de 12 Km. distancia al centro de emisión.

Como testigos de un ciclo eruptivo inicial muy explosivo quedan como remanentes hacia el Sur del Cerro Sulkeymarca, una secuencia de ondas basales y gruesos estratos de pómez de erupciones plinianas adosadas al Cerro Blanco (Serie superior Pecho 1983). La falta de piroclásticos correspondientes en el Norte se puede explicar por la subsecuente erupción del centro Yana Ranra y la erosión de estos piroclásticos. Esta erupción pliniana con precursores de ondas basales probablemente ha abierto el camino para la subsecuente erupción de una potente serie de derrames de lavas dacíticas, que llegaron hasta el Río Huanca Huanca, represando y desviándolo (Occhollopampa).

El siguiente evento es la erupción de potentes flujos piroclásticos de bloques y cenizas dacíticas (Cerros Mollebamba y Salviapata. La discordancia entre derrames y flujos piroclásticos deja asumir un prolongado hiato entre los dos eventos.

En la base de la meseta de Pausa, encontramos derrames dacíticos, de color gris oscuro, con un espesor aproximado de 30 m. (Pecho, los considera como derrames andesíticos del volcánico Lampa), quizá este depósito de lavas sea un derrame temprano del flanco este del Sara Sara.

PETROGRAFIA Y GEOQUIMICA

Los derrames lávicos del **Paleo - Sara Sara** en el Norte del edificio son únicas en su composición, andesitas, de dos piróxenos, con plagioclasa, clino- y ortopiroxeno, \pm biotita. Miembros más evolucionados de composición dacítica contienen plagioclasa, hornblenda, \pm cuarzo y biotita.

Los volcánicos **Lampa** son traquiandesíticos gris oscuros, afaníticos hasta microcristalinos con escasos fenos de plagioclasa y hornblenda. La matriz está constituida por microcristales de plagioclasa en matriz vítrea. Frecuentemente se observa texturas fluídales y vesiculares (Volcán Uccho). Texturas y composiciones modales son únicas en la zona y muy parecidas a las lavas del volcanismo Andahua.

Geoquímicamente representan composiciones traquiandesíticas (ca. 60 % SiO_2) con altos contenidos de Ba (>1600 ppm), y Sr (>950 ppm), composiciones que confirman la coincidencia con las lavas del volcanismo de Andahua.

Lavas y piroclásticos del **Sara Sara** son de naturaleza dacíticas hasta ríodacitas con la clara predominancia de dacitas porfirítica grises hasta blanquecinas. Las variaciones petrográficas van desde dacitas (plagioclasa, hornblenda, biotita, vidrio, \pm esfena, magnetita) hasta ríodacitas (vidrio, plagioclasa, biotita, \pm cuarzo). Lapilli y cenizas de las erupciones iniciales plinianas, cubriendo al Cerro. Blanco son de composiciones ríodacíticas con plagioclasa y biotita.

Las composiciones geoquímicas son semejantes a los demás volcánicos de la Zona Volcánica Central (CVZ), y muestran una pronunciada tendencia de dacitas - riolitas calco-alkalinas ricos en potasio (traquidacitas). Presentan un magma dacítico altamente diferenciado sin evidencia ninguna de andesitas con la excepción de los pómez bandeados (mezcla de magmas). Los contenidos de SiO_2 varían desde 63 hasta 72 %, correlacionados con el aumento de Na_2O y K_2O , y con estrecha relación negativa de Fe_2O_3 , TiO_2 , MgO , y CaO . Al_2O_3 se comporta ligeramente negativo.

Considerando los volcánicos **Lampa** son de composición traquiandesíticos como precursores de las últimas erupciones del Sara Sara, existe evidencia de una actividad bimodal, que indica la probable presencia de dos magmas independientes. En los piroclásticos de la meseta de Pausa se encuentran clastos de pómez bandeados, es decir la mezcla de componentes magmáticos de composición andesíticas/dacíticas y ríodacíticas, que estarían comprobando esta deducción.

RIESGOS GEOLOGICOS

Según L. Fidel, W. Morche, y S. Núñez (1997), el volcán Sara Sara se considera de categoría "dormido".

En las áreas de los centros poblados de Pausa, Lampa, Quilcata, Incuyo, y otros anexos se han observado fenómenos de geodinámica externa causados por vulcanismo como lahares, que han ocurrido cuando el volcán Sara Sara estaba en actividad.

En un radio de 30 km. alrededor del volcán Sara Sara, existe una población aproximada de 11,000 personas, repartidas en poblados y caseríos. También existen obras viales (carreteras afirmadas) que son las principales vías de comunicación en la zona (Pausa - Incuyo - Caravelí). Estos y otros elementos de orden socioeconómico están, por lo tanto, sujetos no sólo a la amenaza volcánica sino también a otras amenazas (sísmicas, deslizamientos, huaycos y lahares).

En la actualidad el volcán Sara Sara presenta en su parte cumbre un casquete de hielo a partir de los 5200 msnm. hasta su cima (Abril 97).

Hay afloramientos de aguas calientes, con poco contenido de azufre en: la quebrada Mirmaca (Puca Pausa), y río Pararca (Chacaraya), las cuales se encuentran distribuidas en los sectores Norte y Este del volcán Sara Sara. Estas aguas termales nos estarían indicando que aun existe, una débil actividad volcánica.

Cabe mencionar, que en caso de una reactivación de la cámara magmática se producirían erupciones explosivas y efusivas, dando origen a los siguientes depósitos:

- **Caídas de Piroclásticos**

Producida la erupción explosiva, los fragmentos de roca serían lanzados al aire por varios kilómetros, estos por efecto de la gravedad caerían en una forma gradacional, los elementos más livianos (Cenizas y Lapillis), son transportados por el viento, también lo hacen en forma seleccionada (los más gruesos cercanos al cráter del volcán y los más finos alejados de este). Se han identificado varios eventos de este tipo, en nuestra área de estudio, habiendo un evento que probablemente halla tenido un desplazamiento de hasta 25 km.

- **Flujos Piroclásticos**

De producirse una erupción pliniana, un tipo de corriente destructiva que formaría esta erupción serían los flujos piroclásticos. Caracterizados por transportar grandes volúmenes de material, con altas temperaturas (de 300°

a 800 °C), y a grandes velocidades (hasta 100 m/s). Estos se desplazarían por las laderas y canalizan por las quebradas, hasta llegar a una planicie distribuyéndose en forma lateral y homogénea (Ej. la meseta de Pausa).

Por su alta temperatura, gran movilidad y su volumen, serían muy destructores, produciendo enterramiento, quemaduras, asfixia, impactos por abrasión, etc.

- **Oleadas (Ondas Basales)**

Se producirían por explosiones muy violentas del volcán, con características de tipo freatomagmáticas, generalmente confinadas a los flujos piroclásticos con desplazamientos de grandes velocidades, hasta una distancia de 15 Km. de su centro eruptivo, llegan a tener más de 100 °C de temperatura. Los depósitos que generarían estarían compuestos por ceniza, lapilli y vapor de agua. El desplazamiento está poco confinado a la topografía (Foto N° 3, 5, 6 y 7).

Los daños que causan son enterramientos, asfixia, intoxicación por gases, etc. Estos tipos de depósitos se observaron cerca a los pueblos de Cayara, Huacachipa, etc.

Los flujos piroclásticos, ondas basales y caída de piroclastos son imposibles de controlar y evadir, lo único sería una evacuación previa.

- **Derrames Lávicos**

Los derrames lávicos a producirse, serían de tipo dacítico (por tener posiblemente un magma viscoso), con desplazamiento muy lento, a través de las pendientes de los cerros y de las quebradas cubriendo grandes extensiones, a altas temperaturas hasta 900 °C. Este tipo de erupción se daría después de las erupciones explosivas. Ej. el Volcánico Mollebamba, el cual está cubriendo a los depósitos de piroclásticos y ondas basales.

- **Lahares**

Representado por torrentes o flujos de barro o lodo volcánico, compuestos por un material muy heterogéneo y agua, que a menudo contienen una gran proporción de bloques.

Los lahares son controlados por la gravedad y canalizados por los valles, donde pueden alcanzar velocidades extraordinarias. Estos tienden a aumentar su volumen, arrasando e incorporando sedimentos y aguas en su trayecto.

Básicamente los lahares provocan los mismos tipos de daños que los aluviones y huaycos, lo que significa que este tipo de remoción de masas se desplaza por las quebradas arrasando con todo a su paso, por abrasión y/o enterramiento, provocando una destrucción total.

Varias quebradas que nacen en las cumbres del volcán Sara Sara, han sido afectadas por este tipo de fenómeno. En el caso de las quebradas Ushpamarca y Mirmaca, estos fenómenos han tenido un recorrido hasta más de 15 Km. (aproximadamente), en la actualidad éstos han sido conservados, llegando a tener mucho mayor trayecto a lo largo del valle del río Huanca Huanca.

Quizás estos lahares muchas veces se han formado, al momento que bajó el flujo piroclástico por la quebrada, donde encontraron el agua y se mezclaron con los materiales sueltos que encontraba en ella, bajando en forma muy rápida, arrasando con todo lo que encuentra a su paso.

Otro origen sería, que el volcán en su parte superior halla tenido un casquete de hielo (como ahora) antes de la erupción, y por el contacto con los productos de las erupciones que se encontraban a altas temperaturas, se produjo el deshielo del glaciar, que al mezclarse con el material de la erupción reciente, bajó violentamente por la quebrada, arrasando a su paso todo el material que se encontraba en el lecho de la quebrada. Tal vez este origen de lahar se ha dado en algunas quebradas del sector Oeste.

Otros fenómenos de geodinámica externa observados en el área son:

- **Desprendimiento de Rocas:**

El sismo de gran magnitud de diciembre de 1914 (Silgado, E; 1974), causó daños personales y materiales en los poblados de Pausa, Pararca, Colta, Oyolo, y Quilcata. Por versiones de los pobladores se menciona que este sismo trajo como consecuencia un desprendimiento de rocas en la zona de Mirmaca. Igualmente otro desprendimiento, más antiguo, se produjo en el sector de Quilcata (versiones de los mismos pobladores).

- **Huaycos:**

Son flujos de aguas turbulentas descargadas en muchos casos, periódicamente y en otros excepcionalmente. Cuando el material suelto en el cauce y laderas de las quebradas es abundante y se presentan fuertes precipitaciones pluviales, estos van a ser removidos por el agua, ocasionando su remoción, y traslado, formando así el huayco.

En el área estos fenómenos son muy semejantes a los lahares.

Se han producido en algunas quebradas pequeñas, producto de las intensas precipitaciones pluviales, afectando en cortos tramos las carreteras.

INTERPRETACION

El volcán Sara Sara se considera de categoría "dormido", porque en el reciente período geológico se han producido erupciones violentas y efusivas. La presencia de afloramientos de aguas termales, nos indican una débil actividad volcánica.

En un principio el magmatismo del volcán Sara Sara fue de tipo andesítico, cambiando bruscamente a un magma dacítico.

Con la presencia del magma dacítico se da erupciones violentas, que originan los flujos piroclásticos, caídas de piroclásticos, cenizas y ondas basales. Estas erupciones son de tipo freatomagmáticas (contacto con el agua).

Después viene un período de efusión de lavas, siendo estas de tipo dacitas, las cuales tuvieron un desplazamiento muy lento, originando estructuras superficiales curvilineares-convexas, como "ogives" en algunos sectores.

No hay una evidencia marcada de una actividad hidrotermal. La actividad fumarólica en la actualidad es nula.

En el caso de una reactivación de la cámara magmatica, lo más probable sería que se den erupciones de tipo violento, como flujos piroclásticos (bloques y cenizas y/o avalanchas de escombros).

Las erupciones plinianas (caídas) darían lugar a depósitos de cenizas y pómez, que cubrirían extensiones de hasta un radio de 25 km.

En caso de una posible erupción del Sara Sara, se producirían lahares, por la presencia de nieve en su cumbre. Como también podrían originarse flujos piroclásticos, al desplazarse por la quebrada y encontrar agua y nieve.

Los depósitos de derrames lávicos que quizás se producirían después de las erupciones violentas, serían de tipo viscosas, deslazándose en forma muy lenta por las quebradas o las laderas de los cerros.

MARCO SOCIO-ECONOMICO

Se ha tratado de hacer un resumen de los aspectos socioeconómicos de las provincias de Paucar del Sara Sara y Parinacochas, con el fin de determinar la incidencia Socio -Económica de las posibles amenazas del volcán Sara Sara.

Los datos empleados son los proporcionados por el último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática el año 1993.

Al Este del Volcán Sara Sara se ubica la provincia de Paucar del Sara Sara con una población de 10,549 habitantes (al año 1,993), al Oeste el poblado de Incuyo (anexo perteneciente al distrito de Cora Cora, provincia de Parinacochas), con una población aproximada de 3,000 habitantes (dato estimado).

La población de la provincia de Paucar del Sara Sara está dividida de la siguiente manera:

a. Existe un ligero incremento en la población urbana, 5424 habitantes, sobre la población rural 5,125 habitantes (Cuadro N°2). La gran mayoría de la población se dedica a labores relacionados con la agricultura y ganadería.

b. Un total de 2,402 habitantes (22.76%), no saben leer ni escribir.

c. La población económicamente activa (más de 15 años de edad), esta compuesta por 2,874 habitantes que representan el 27.24 %.

En esta provincia el número de viviendas es de 4,730.

En la provincia de Parinacochas existe una población de 23,756 habitantes distribuidos de la siguiente manera:

a. Población rural de 13,182 habitantes, y una urbana con 10,574 habitantes (Cuadro N°3). La gran mayoría de la población en general se dedica a labores como agricultura y ganadería.

b. Existe un total de 6,035 personas analfabetas, las cuales representan el 25.04 % de la población de la provincia.

c. La población económicamente activa (más de 15 años de edad), suma 7,003 habitantes, representando el 29.48 % de la población de la provincia.

El número de viviendas en la provincia de Parinacochas es de 8,365.

CONCLUSIONES

- El volcán Sara Sara, es un estrato volcán, ubicado en la Zona de los Andes Centrales correspondiente al extremo Norte, de una cadena de volcanes, clasificado geológicamente como dormido, en el Cuaternario presenta una significativa actividad volcánica explosiva y efusiva.
- Por las pequeñas emanaciones de aguas calientes encontradas en los alrededores del volcán Sara Sara y al no existir actividad fumarólica; entonces se deduce primero, que hay una leve actividad hidrotermal y segundo, no hay manifestación significativa que indique un peligro de su reactivación volcánica.
- En el caso de una reactivación de la cámara magmática del Sara Sara, lo más probable es que este magma sea de tipo dacítico, por las última manifestación del volcán que han sido de tipo pliniano; por lo tanto, se darían erupciones de este tipo (caídas de piroclastos, flujos piroclásticos y ondas básales), y efusivas (derrames lávicos de tipo dacítico) y formación de lahares, por la presencia de nieve en la cumbre del volcán.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

De Silva, S. y Francis, P., 1991. VOLCANOES OF THE CENTRAL ANDES. SPRINGER, BERLIN, 216 pp.

Fidel S., L., Morche, W., Nuñez J., S., 1997a. INVENTARIO DE LOS VOLCANES DEL PERÚ. - BOLETÍN NO. 15, SERIE C, INGEMMET, LIMA, PERU.

Fidel S., L., Morche, W., Nuñez J., S., 1997b. ALBUM DEL RIESGO VOLCANICO EN EL SUR DEL PERÚ. - BOLETÍN NO. 16, SERIE C, INGEMMET, LIMA, PERU.

Kaneoka, I., Guevara, C., 1984. K-AR AGE DETERMINATIONS OF LATE TERTIARY AND QUATERNARY ANDEAN VOLCANIC ROCKS, SOUTHERN PERU. - GEOCHEMICAL JOURNAL, 233-239.

Olchanski, E., 1980. GEOLOGÍA DE LOS CUADRÁNGULOS DE CHALA, JAQUÍ, CHÁPARRA Y CORA CORA. - BOLETÍN NO. 34, SERIE A, INGEMMET, LIMA, PERU.

Pecho, V., 1983. GEOLOGÍA DE LOS CUADRÁNGULOS PAUSA Y CARAVELÍ. - BOLETÍN NO. 37, SERIE A, INGEMMET, LIMA, PERU.

Venturelli, M., Frangipane, M., Weibel, M., Antiga, D., 1978. TRACE ELEMENT DISTRIBUTION IN THE CENOZOIC LAVAS OF THE NEVADO COROPUNA AND ANDAGUA VALLEY, CENTRAL ANDES OF SOUTHERN PERU. - BULL. VOLCANOL. 41, 213-228.

ANEXOS

- TABLA DE ANALISIS QUIMICO
- FIGURAS
- CUADROS ESTADISTICOS
- FOTOGRAFIAS
- MAPAS
 1. MAPA GEOLOGICO SIMPLIFICADO DEL VOLCAN SARA SARA
 2. MAPA PRELIMINAR DE AMENAZAS EN CASO DE UNA FUTURA ERUPCION DEL VOLCAN SARA SARA.

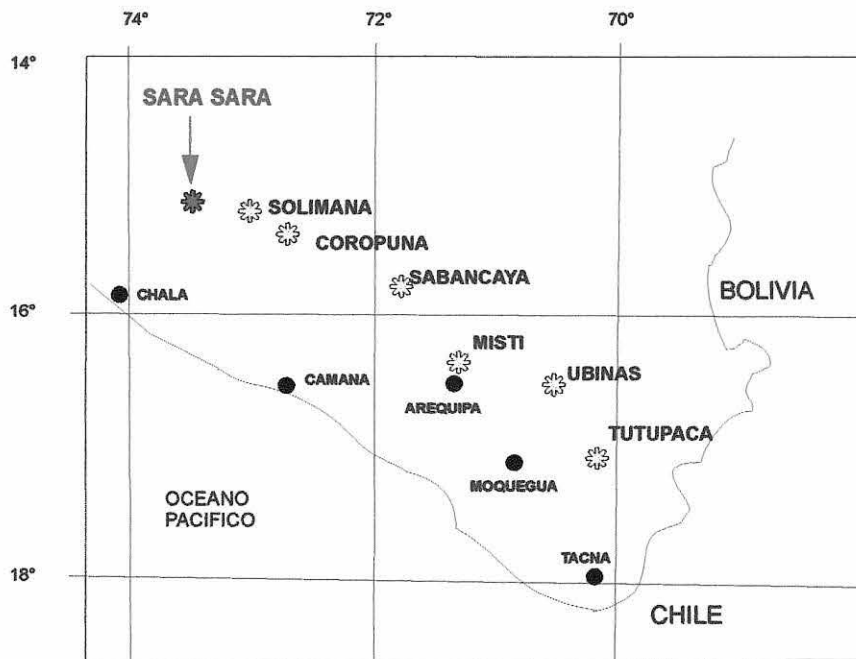
TABLA DE ANALISIS QUIMICO

TABLA N° 1
ANALISIS QUIMICO DE ROCAS

CODIGO	MUESTRA	UBICACION		ANALISIS POR ROCA TOTAL										ANALISIS POR Ba, Rb Y Sr		
		LAT.	LONG.	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	PXC	Ba ppm.	Rb ppm	Sr ppm
RV-72	01	15°14.64'	73°21.26'	64.7	16.1	0.62	3.32	0.053	1.04	2.97	4.80	3.61	1.72	1167	85	713
RV-73	02	15°13.58'	73°20.35'	61.8	17.0	0.78	5.00	0.071	2.07	3.93	4.97	3.16	0.27	6016	155	962
RV-76	03	15°17.92'	73°21.08'	57.2	17.5	1.05	7.51	0.095	2.96	5.16	4.47	2.26	1.10	1195	48	876
RV-77	04	15°17.94'	73°21.20'	61.0	17.4	0.80	5.36	0.073	2.18	3.59	4.30	2.63	1.73	843	69	849
RV-82	05	15°18.99'	73°19.82'	63.9	16.2	0.65	4.02	0.058	1.35	3.06	5.05	3.39	1.13	1269	66	886
RV-83	06	15°19.72'	73°22.35'	65.3	15.5	0.30	2.50	0.050	0.73	2.71	4.30	3.99	3.47	1081	64	761
RV-87	07	15°17.75'	73°19.24'	66.7	15.4	0.30	2.50	0.052	0.93	2.45	4.47	3.69	2.07	766	91	573
RV-88	08	15°17.75'	73°29.24'	66.8	15.5	0.51	2.68	0.052	0.83	2.19	4.55	3.84	2.10	939	96	609
RV-97b	09	15°15.68'	73°25.68'	59.2	16.6	0.88	5.99	0.145	2.80	4.98	3.54	2.48	2.47	1195	72	807
RV-98	10	15°15.72'	73°25.76'	68.8	16.0	0.50	2.68	0.053	0.83	1.16	4.89	3.69	0.63	803	105	631
RV-102a	11	15°15.51'	73°26.36'	67.8	15.4	0.46	2.41	0.050	0.62	2.10	4.72	3.76	1.23	980	98	520
RV-102b	12	15°15.51'	73°26.36'	66.5	15.7	0.56	3.48	0.065	0.93	2.54	5.05	3.54	0.88	1397	113	755
RV-104b	13	15°14.66'	73°26.85'	56.5	16.6	1.13	7.24	0.124	3.73	5.25	3.71	2.94	2.21	742	164	675
RV-109a	14	15°14.36'	73°28.49'	57.3	17.2	0.95	6.97	0.161	2.38	4.72	4.89	3.46	1.56	703	169	608
RV-105b	15	15°14.36'	73°28.49'	57.9	16.7	0.93	6.43	0.076	3.00	4.72	4.30	3.31	1.81	1068	169	692
RV-117	16	15°16.45'	73°32.73'	57.7	17.6	0.88	6.70	0.094	3.11	5.42	4.04	2.71	1.15	785	117	821
RV-124	17	15°16.56'	73°33'98'	63.0	16.3	0.82	4.20	0.045	1.45	3.85	4.89	2.86	1.77	871	<10	972
RV-127	18	15°21.24'	73°28'76'	69.0	14.5	0.31	2.31	0.050	0.62	2.01	4.63	3.84	2.05	1031	<10	609
RV-133	19	15°25.17'	73°32.09'	67.3	16.0	0.40	2.95	0.053	0.82	2.45	4.89	3.76	0.59	880	97	684
RV-139	20	15°23.17'	73°33.08'	68.2	15.4	0.30	2.50	0.050	0.62	2.01	4.63	3.76	2.16	2934	126	602
RV-142	142	15°26.17'	73°20.32'	59.6	16.8	1.04	6.42	0.076	2.38	4.55	4.97	3.09	0.62	1475	80	1159
RV-143	143	15°26.20'	73°20.28'	56.0	17.0	1.43	7.95	0.092	3.52	6.12	5.05	2.11	0.72	1231	25	1362
RV-146	146	15°29.07'	73°21.27'	57.8	16.8	1.25	6.70	0.084	2.69	5.25	5.48	2.86	0.67	1448	41	1387
RV-148	148	15°30.45'	73°20.10'	57.2	17.1	0.81	7.15	0.090	3.11	5.25	5.31	2.71	0.43	1640	46	1276

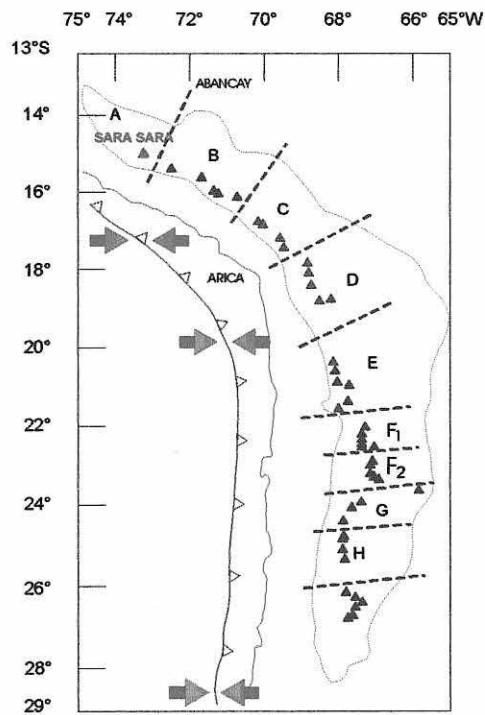
NOTA : De la muestra N° 01 a la N° 20 pertenecen a los alrededores del Volcán Sara Sara y de la muestra N° 142 a la N°148 pertenecen a los volcánicos Andahua.

FIGURAS



MAPA DE UBICACION

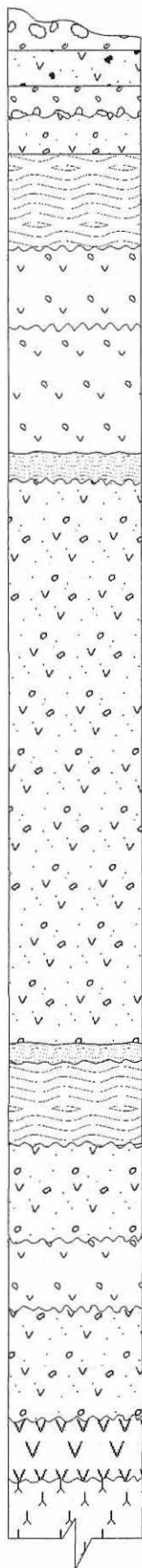
FIGURA N°1



SEGMENTOS EN LA ZONA VOLCANICA CENTRAL DE LOS ANDES

FIGURA N°2

Secuencia Estratigráfica del Sector Oeste



Lahar

Caídas de pómez y Cenizas

Lahar

Flujos Piroclásticos (pómez y líticos)

Depósitos lacustrinos, con algunos niveles de materia orgánica (turbas), de coloración gris oscura. Espesor aproximado de 10 m.

Flujos de Piroclásticos, de color gris blanquesino. Contiene pómez llegan hasta un diámetro máximo de 10 cm. Espesor aproximado de 6 m.

Piroclásticos de naturaleza dacítica, de color gris blanquesino. Se distinguen dos estratos de caídas de piroclastos. En el primero, sus fragmentos son más pesados que los segundos, por la presencia de pómez dentro de su matriz. El espesor aproximado es de 10 m.

Oleadas (ondas basales), de color amarillo rojizo, espesor aproximado de 60 cm.

Flujo Piroclástico, color gris blanquesino. Compuesto de pómez y fragmentos líticos de naturaleza dacítica. Los pómez están en mayor proporción que los fragmentos líticos. El espesor aproximado es más de 50 m.

Oleadas (ondas basales), de color amarillo rojizo, espesor aproximado de 70 cm.

Sedimentos glaciofluviales, color gris oscuro, material muy heterógeno, presenta algunos niveles de turbas.

Flujo piroclástico de líticos y pómez, color gris amarillento de composición dacítica, presenta una seudostratificación, espesor aproximado de 5 m.

Caída de piroclastos (pómez y líticos) de composición dacítica, color gris rojizo. Los fragmentos de pómez están en mayor proporción (80%). Espesor aproximado de 5 m.

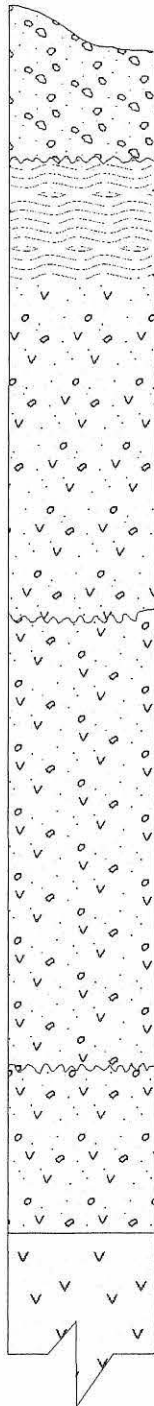
Flujo piroclástico, color rojizo, constituido de pómez y líticos, son de diferente naturaleza volcánica. Espesor aproximado de 10 m.

Derrames lávicos andesíticos - dacíticos (Paleo Sara Sara).

Basamento: Ignimbritas de la Formación Sencca (Pre Barroso).

Figura N° 3

Secuencia Estratigrafica del Sector Noreste (Quebrada Mirmaca)



Lahares

Secuencia volcánica. En el tope se aprecia capas de ondas basales, color gris amarillento, presentan estratificación cruzada y "slumping". En la base encontramos un flujo piroclástico, color gris blanquecino, compuesto por fragmentos líticos (roca volcánica de diferente naturaleza).

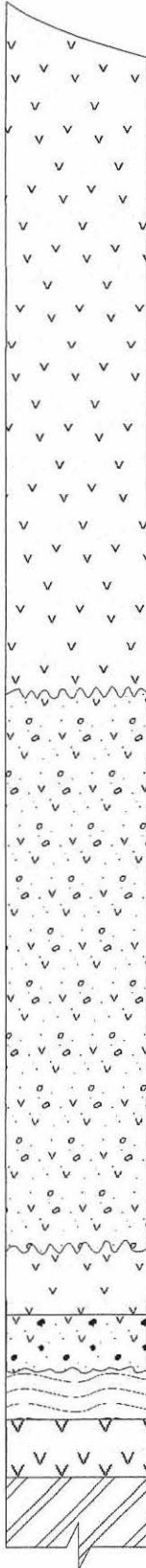
Flujo piroclástico de color gris oscuro, con un espesor aproximado de 30 m.

Flujo piroclástico de color gris rojizo, con un espesor aproximado de 15 m.

Derrames andesíticos y dacíticos (Paleo Sara Sara - Grupo Barroso)

Figura N° 4

Secuencia Estratigráfica del Sector Este



Lavas dacíticas, de color gris oscuro, en ciertos derrames presenta una estructura de "ogives". Tiene un espesor aproximado de 200 m.

Flujos piroclásticos de bloques y cenizas se distinguen hasta cinco eventos, uno de estos eventos tiene sus fragmentos líticos alterados de color amarillento, el espesor aproximado es de 300 m.

Derrames dacíticos de color gris oscuro, con un espesor aproximado de 30 m.

Caídas de cenizas y pómez

Oleadas (ondas basales)

Derrames andesíticos - dacíticos (paleo Sara Sara)

Basamento : Grupo Yura

Figura N° 5

CUADROS ESTADISTICOS

ALGUNOS DATOS ESTADISTICOS DE LA PROVINCIAS DE PAUCAR DEL SARA SARA Y DE PARINACOCHAS

A. PROVINCIA DE PAUCAR DEL SARA

CUADRO N ° 1

	NUMERO DE PERSONAS	
	Absoluto	Porcentaje
Población Total	10549	100.00
Población Rural	5125	48.58
Población Urbana	5424	51.42
Población Analfabeta	2402	22.76
Población Económicamente Activa	2874	27.24

CUADRO N ° 2

	NUMERO DE VIVIENDAS
Prov. Paucar del Sara Sara	4730

B. PROVINCIA DE PARINACOCHAS

CUADRO N ° 3

	NUMERO DE PERSONAS	
	Absoluto	Porcentaje
Población Total	23756	100.00
Población Rural	13182	55.49
Población Urbana	10574	44.51
Población Analfabeta	6035	25.04
Población Económicamente Activa	7003	29.48

CUADRO N ° 4

	NUMERO DE VIVIENDAS
Prov. Parinacochas	8365

GRAFICOS

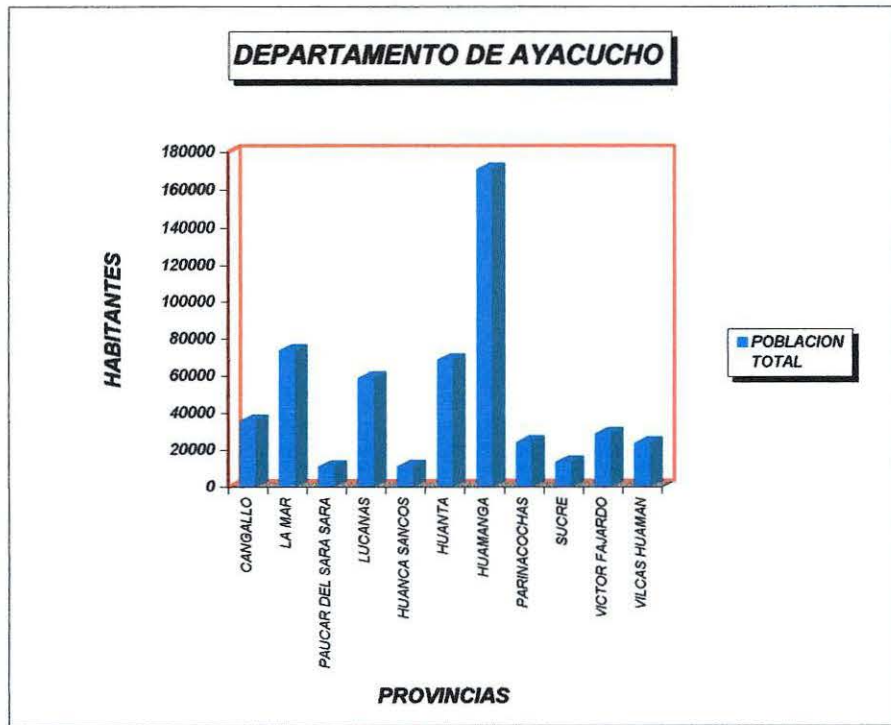


GRAFICO N° 1

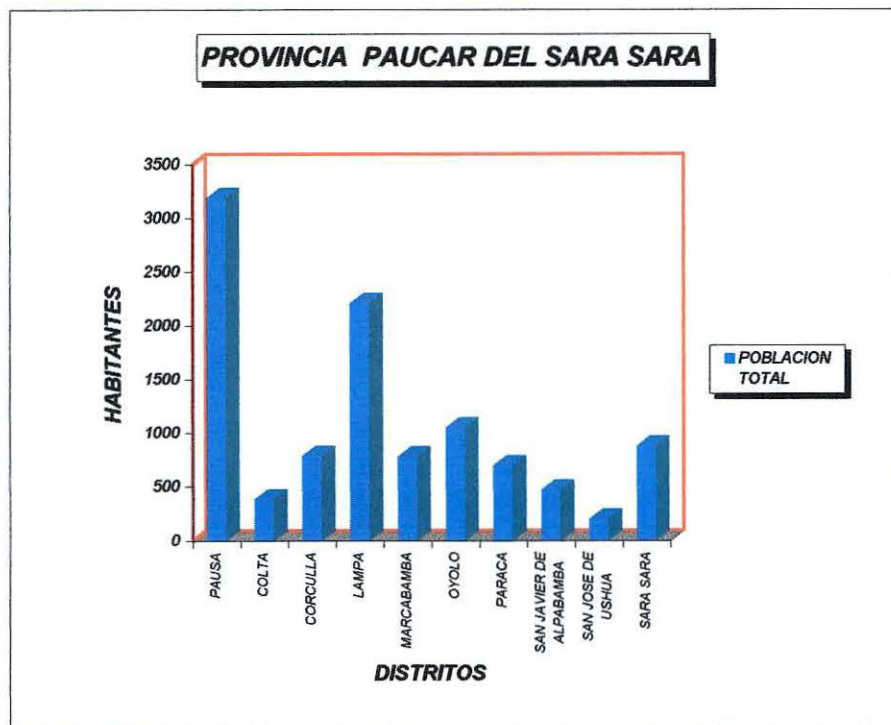


GRAFICO N° 2

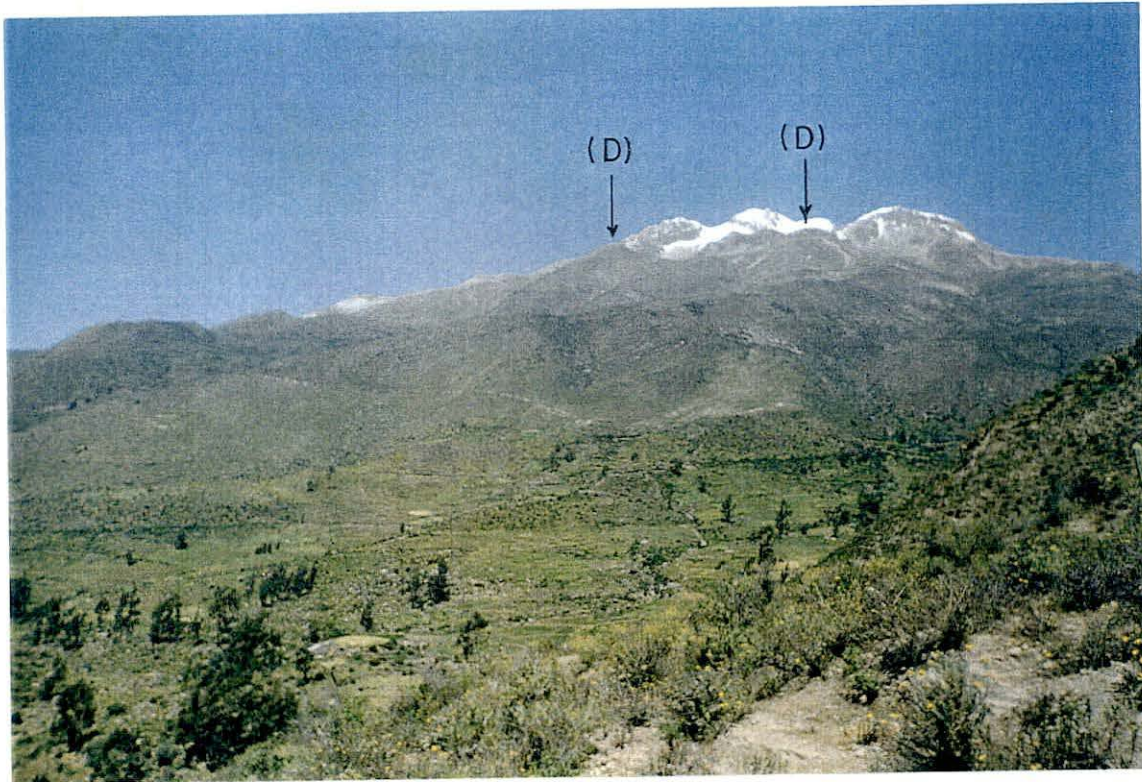


FOTO N° 01 : Vista del volcán Sara Sara, desde el poblado de Quilcata, se aprecia los domos dacíticos (D) en la cumbre, encima del antiguo estrato-volcán.

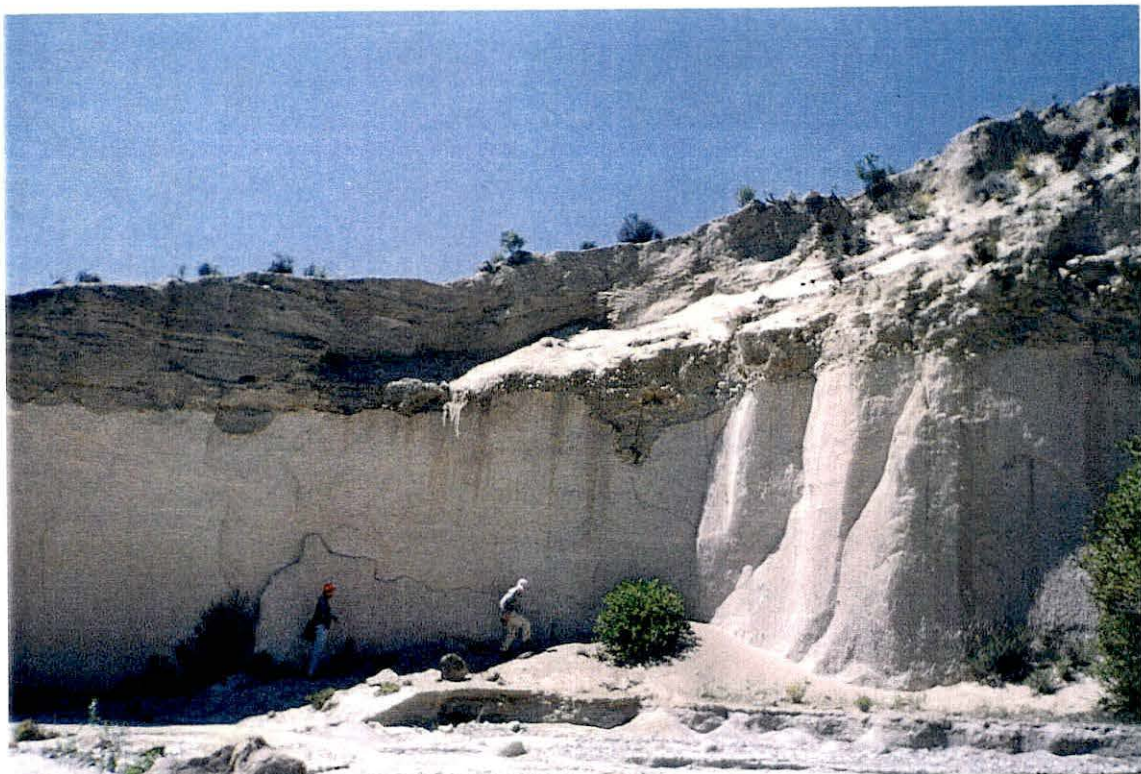


FOTO N° 02 : Flujo Piroclástico, constituido por cenizas y lapilli (líticos y pómez), con un espesor variable de 5 a 10 m., de color amarillo rojizo (primer evento del flanco Oeste); en el tope se encuentra una secuencia lagunar, con intercalación de turbas.

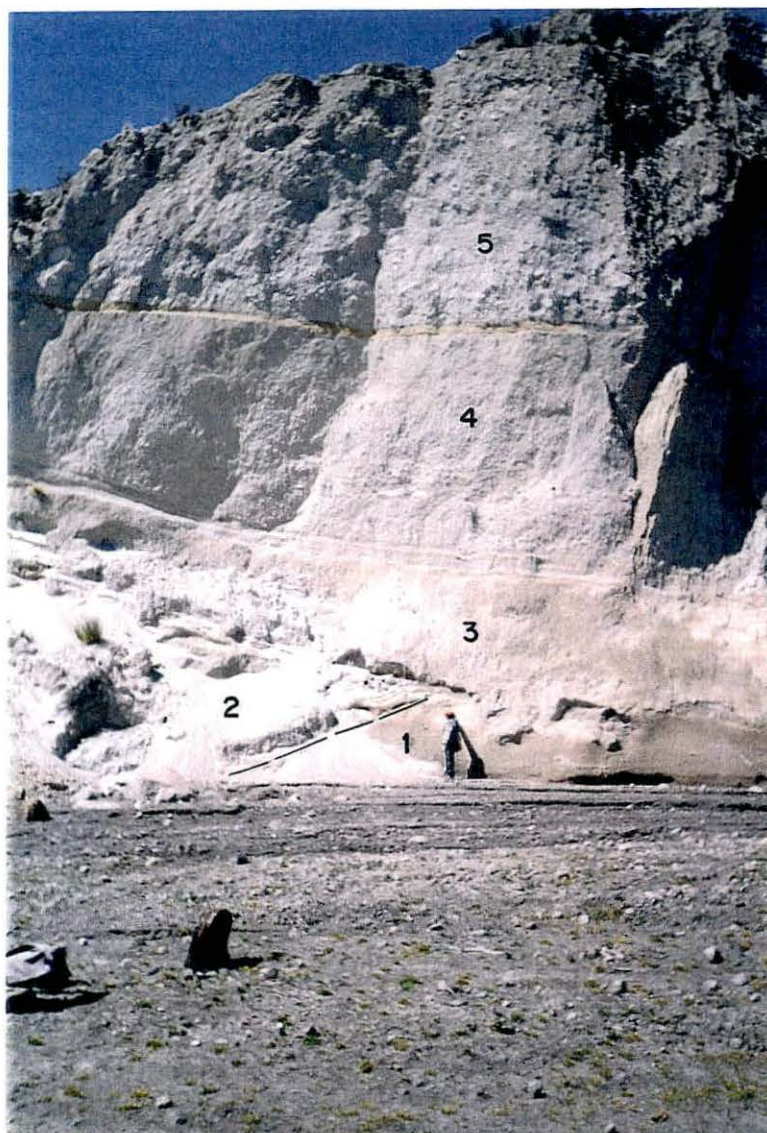


FOTO N° 03 : Secuencia estratigráfica observada en la quebrada Putaca, se aprecia los primeros eventos volcánicos del flanco Oeste del volcán Sara Sara 1 y 2, los eventos 3, 4 y 5 están separados por oleadas (ondas basales).



FOTO N° 04 : "Conductos fumarólicos", encontrados en algunos sectores de primer flujo piroclástico (primer evento del flanco Oeste).

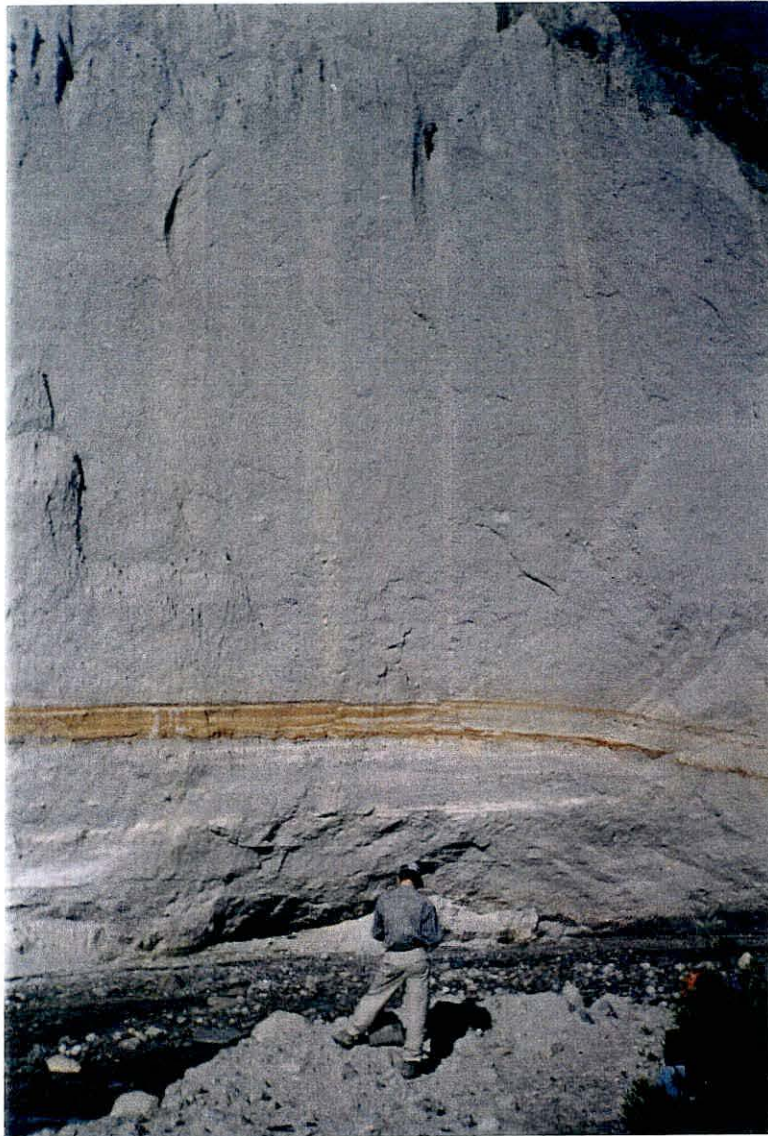


FOTO N° 05 : Dos eventos diferentes separados por una capa de oleadas (ondas basales). El superior es un flujo piroclástico de ceniza, pómez y líticos, con mayor cantidad de pómez, de color gris blanquecino con un espesor aproximado de 50 m. El inferior es un flujo piroclástico de ceniza, líticos y pómez, con mayor cantidad de líticos los cuales están seudoestratificados.



FOTO N° 06 : Se aprecia en el tope un flujo de pirocláostos (bloques y cenizas), de naturaleza dacítica, con bloques de 2 m. de diámetro. Este estrato suprayace a una secuencia de ondas basales (donde se aprecia el martillo).

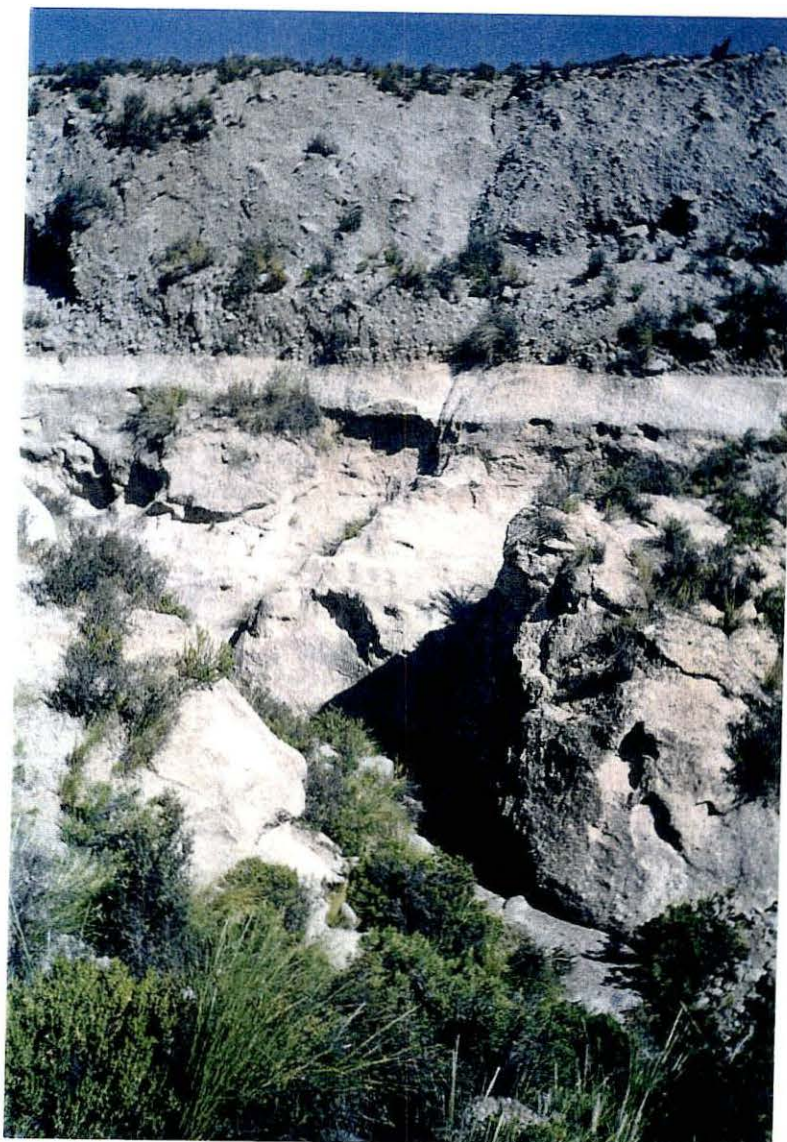


FOTO N° 07 : Se observa en la base un flujo piroclástico (primer evento) en forma discordante se deposita la caída de pómez (segundo evento), infrayaciéndole se encuentra un flujo de piroclastos de bloques y cenizas (sexto evento) todos estos eventos pertenecen al sector Oeste.



FOTO N° 08 : Se aprecia un flujo piroclástico (pómez, con algo de líticos y cenizas). De color gris blanquecino. Los pómez presentan un diámetro máximo de 10 cm y un diámetro promedio de 6 cm. Sobreyacen, a secuencias lagunares con intercalaciones de turbas.



FOTO N° 09 : Depósitos lacustrinos, intercalados con materia orgánica (turbas) de color negro. Probablemente depositados por los antiguos niveles de la laguna Parinacochas.



FOTO N° 10 : Se observa una brecha Hidrotermal, que afecta a la secuencia piroclástica del Flanco Oeste del volcán Sara Sara. Se ubica al SE de Incuyo.



FOTO N° 11 : Se observa un flujo de piroclastos, compuesto de bloques dacíticos y cenizas. También presenta los conocidos bloques de "costra de pan" (donde se encuentra el martillo), los cuales son un indicativo del emplazamiento caliente de los flujos.

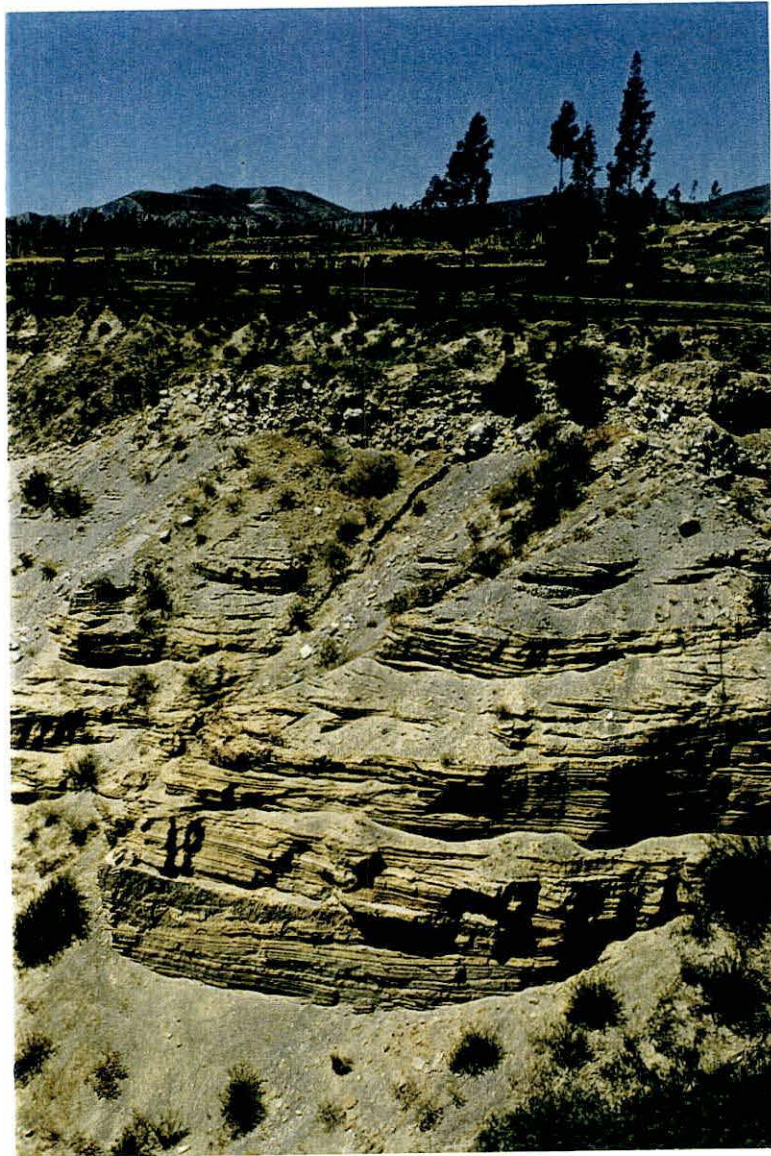
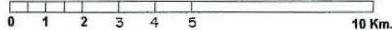
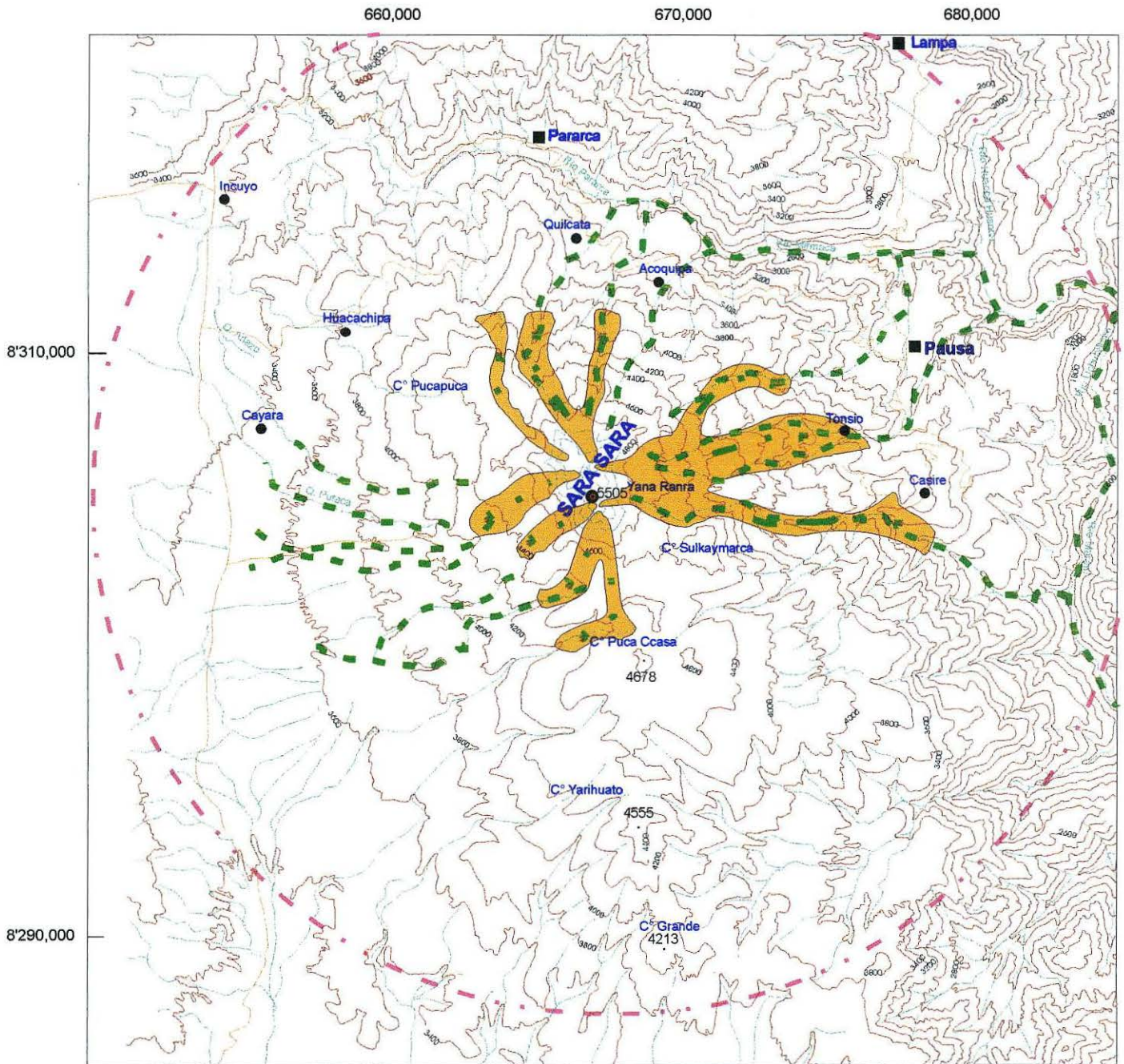


FOTO N° 12 : Se aprecia en la parte inferior una secuencia de ondas basales, con estratificación cruzada; en la parte superior otra secuencia de material reabajado por las aguas del río, (antiguo lahar) . Foto tomada en la parte inferior de la quebrada Mirmaca.

PLANOS

MAPA PRELIMINAR DE AMENAZAS EN CASO DE UNA FUTURA ERUPCIÓN DEL VOLCAN SARA SARA



ESCALA

REPUBLICA DEL PERU
SECTOR ENERGIA Y MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
INGEMMET
DIRECCION DE GEOTECNIA



SIMBOLOGIA

- Capital de Distrito
- Poblados

LEYENDA

- Dirección de posibles flujos de lava dacítica
- Quebradas potencialmente llenadas por flujos piroclásticos y/o lahares.
- Area potencialmente afectada por caídas de piroclásticos.