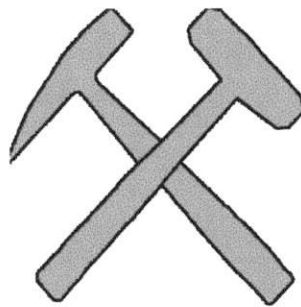


**REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR DE ENERGÍA Y MINAS**

**INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
INGEMMET**

INFORME DEL CURSO VULCANOLOGÍA



INGEMMET

**PRESENTADO POR:
MICHAEL VALENCIA MUÑOZ**

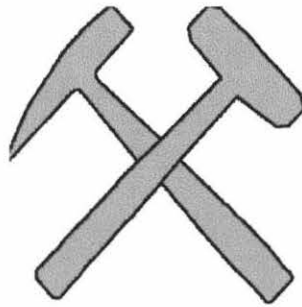
DIRECCIÓN GENERAL DE GEOLOGÍA

**AGOSTO 1998
LIMA - PERÚ**

**REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR DE ENERGÍA Y MINAS**

**INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
INGEMMET**

INFORME DEL CURSO VULCANOLOGÍA



INGEMMET

**PRESENTADO POR:
MICHAEL VALENCIA MUÑOZ**

DIRECCIÓN GENERAL DE GEOLOGÍA

**AGOSTO 1998
LIMA - PERÚ**

INFORME

CURSO:

VULCANOLOGIA

SEDES:

1) Estado de Washington: Seattle - Tacoma- Randle - Castle Rock

2) British Columbia: Vancouver - Clearwater - Lillooet - Whistler

ANTECEDENTES:

Por una gentil invitación del Servicio Geológico del Canadá y a través del Proyecto Multinacional Andino (MAP), participé del curso corto de "Vulcanología" del 09 al 22 de Agosto (14 días) en la British Columbia del Canadá y en el estado de Washington de los Estados Unidos.

El Curso fue organizado por el mismo Servicio Geológico del Canadá y contó con el asesoramiento de los geólogos: Dr. Catherine J. Hickson, Dr. Murray Journeay y Dr. Kelly Russell, por parte del Canadá y el Dr. Patrick Pringle por los Estados Unidos.

Contó con la participación de geólogos integrantes del MAP: tres geólogos de Argentina, uno de Chile y uno en representación del Perú.

Los objetivos perseguidos por el siguiente curso fueron desarrollados en un tiempo relativamente corto y se pueden mencionar.

OBJETIVOS:

1. Reconocimiento y caracterización en el campo de depósitos de contacto de coladas volcánicas y hielo (glaciares y calotas) como lahares, aluviones y deslizamientos.
2. Reconocimiento en el campo y caracterización de flujos piroclásticos y coladas basálticas, su origen y la mecánica de emplazamiento.
3. Conocer las relaciones entre los flujos y estructuras volcánicas con la geomorfología.
4. Conocer el riesgo volcánico y tectónico así como evaluar sus medidas preventivas.
5. Conocer las relaciones entre el volcanismo y la tectónica con la geología regional.

MARCO TEORICO:

La volcanología es una de las más interesantes disciplinas de las ciencias geológicas, tanto por la espectacularidad de sus estructuras y modo de ocurrencia como por su enorme potencial de peligro natural que ejerce sobre la población.

A continuación se tienen algunos de los principales conceptos a tener en cuenta:

Lahar: Corrientes de lodo y depósitos que resultan de aguaceros torrenciales, de masas fundidas de hielo y nieve por acción de erupciones volcánicas o de la ruptura de un lago de cráter, que actúan sobre el material piroclástico de grano fino y suelto (ceniza) en los flancos de un cono volcánico.

Piroclasto: Material sólido arrojado por una chimenea y conducto volcánico.

Till: Todos los depósitos glaciares y fluvioglaciares abandonados después del retroceso de los glaciares y mantos de hielo. El till es el sedimento ; mientras la tillita es el sedimento consolidado.

Morrenas: Acumulación del material que ha sido transportado y depositado por el hielo. La morrena es la Geoformas, mientras el till es el material.

Tefra: Término que se utiliza para designar todos los productos volcánicos que se expulsan por la chimenea como: la ceniza, lapilli, escoria, pómez, etc.

JUSTIFICACION:

Hasta el presente hay poca conciencia del riesgo volcánico en el país, sin embargo la actividad volcánica regularmente muy discontinua en el tiempo puede alterarse súbitamente, tornándose ocasionalmente muy peligrosa.

La región Andina de América del Sur constituye una de las áreas de mayor actividad volcánica y sísmica del planeta. Si bien los desastres por erupciones volcánicas en comparación con otros desastres son limitados, episodios recientes han provocado cuantiosas víctimas e ingentes pérdidas económicas.

Por tal motivo se hace indispensable programas de vigilancia e investigación de la faja volcánica, uno de cuyos primeros pasos es el cartografiado geológico en detalle.

Otro aspecto es de la importancia económica que tienen estas estructuras: los principales yacimientos minerales del sur del Perú, se emplazan en rocas de origen volcánico, por lo que comprender su génesis nos da una idea de mayor amplitud sobre la metalogenia de la región.

DESARROLLO DEL CURSO:

El curso consistió de salidas de campo, complementadas con charlas, muestras, descripciones de campo, los cuales se desarrollaron en diferentes afloramientos a lo largo de los estados de Washington y la British Columbia.

El cronograma de actividades realizadas por el curso es:

Agosto 9 :- Llegada del participante a Vancouver.

Agosto 10: - Vuelo a Seattle a Washington: vuelo número 2119 partiendo de Vancouver a las 8:40 a.m. y arribando a Seattle a las 9:29 a.m. Reconocimiento de depósitos de lahar del lado norte del Mt. Rainer. Asesoramiento del Dr. Patrick T. Pringle. Partiendo de Tacoma nos dirigimos al White River con dirección SE hasta el Mt. Rainer National Park. Se efectuaron las siguientes actividades:

Se distinguieron tres de sus depósitos lahares : el Osceola, Round Pass and Electron Mudflows, caracterizándose sus diferencias con los depósitos glaciares y fluvioglaciares, los clastos de aquellos depósitos se presentan siempre mucho más angulosos y con mayor arcilla que los últimos. Se aplicaron los métodos de correlación cronológica: la correlación estratigráfica y el análisis de anillos de vida de los troncos. Se recolectaron y diferenciaron muestras de tefritas del Mt. Rainer y el Mt. St. Helens. Alojamiento en el Paradise Inn de Mt. Rainer. (Fig 1).

Agosto 11: - Mt. Rainer: Contacto de depósitos de origen volcánico con hielo.

Diferenciación y caracterización de los depósitos de tefra de diferentes episodios volcánicos del Mt. Rainer y el Mt. St. Helens por su textura, color y minerales pesados; tales episodios se denominaron por letras (Mt. Rainer: R, A, L, D, N, S, F, H, B, C, X, del más antiguo al más reciente; Mt. St. Helens: O, Yn, P, Wn, definiéndolos como depósitos de tefra exóticos). La presencia del suelo arcilloso sobre estos depósitos y de flujos meteorizado. La aparición de un nuevo lahar (Paradise) no correlacionable con los

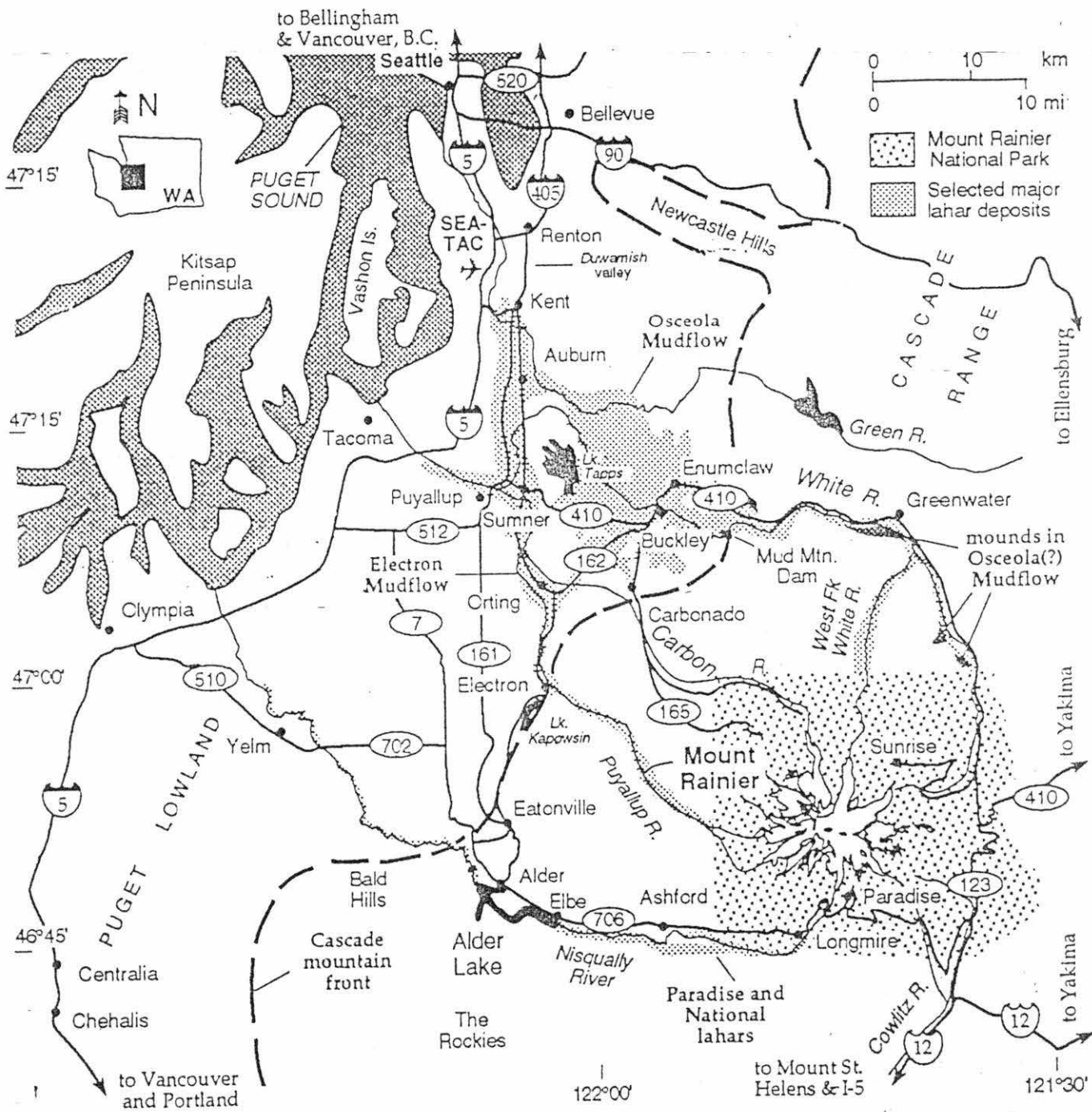


FIGURE 1. Location map of the Mount Rainier area showing the areal extents of surficial deposits for several large Holocene lahars (volcanic debris flows).

depósitos de tefra exóticos) . La presencia del suelo arcilloso sobre estos depósitos y de flujos meteorizado. La aparición de un nuevo lahar (Paradise) no correlacionable con los demás. Presencia de estructuras identificables del contacto con el hielo: como la estructura radial de las lavas, y la presencia de pequeños vidrios. Se diferenciaron algunas geoformas glaciares como las morrenas, rizaduras y rimayas en los glaciares. Análisis de avalanchas y flujos de detritos en Cowlitz River y sus secuelas sobre la flora, en especial los bosques; sus interdigitaciones con las tefritas. Alojamiento en Randle.(Tabla 1).

Agosto 12: - Mt. St. Helens: - Depósitos de lahar del lado Este.

De Randle en dirección S al Mt. St. Helens National Volcanic Monument. Se procedió con el muestreo y caracterización de pómez (tefra), diferenciándolas según la edad. La erupción freatomagmática del Mt St. Helens de 1980 y su secuela de destrucción. Algunos características de las secuelas de los flujos piroclásticos: el control topográfico y su fuerza de choque. Relaciones entre la sismología y el volcanismo: un sismo probable causa de erupción del St. Helens. El flujo piroclástico causa de estructuras de flujo violento: antidunas. Antiguas estructuras volcánicas: ignimbritas, placolitos (sill) y antiguos depósitos de lahar. Evidencias de antigua glaciación. Impacto de las erupciones catastróficas sobre la población. Alojamiento en Castle Rock.

Agosto 13: - Mt. St. Helens: - Lado Oeste: alud de escombros y depósitos de lahar. Origen de estos depósitos.

La avalancha del St. Helens de 1980 sobre el Toutle River, características; sus depósitos. Evidencias de la presencia de hielo (hoyos de deshielo). Caracterización de cada uno de los flujos: Flujo de detritos, flujo de barro, avalancha, lahar, flujo piroclástico. Caracterización de algunos piroclastos: bloques diaclasados, bombas volcánicas, bloques de kriptodomo. Flujos de lahar piroclásticos. Retorno a Vancouver. (Fig 2, Fig 3, Fig 4)

Agosto 14: - Area del parque Wells Gray: Reconocimiento geológico de sus principales aparatos volcánicos. Asesoramiento de el Dr. Murray Journeay y el Dr. Kelly Russell.

Layer	Age (yr B.P.)	Predominant Materials	Volume
X	+150	Pumice	1
C	2,300	Pumice, scoria, lithic fragments	300
B	>4,000	Scoria, lithic frag- ments	5
H	>5,000	Pumice, lithic fragments	1
F	5,000	Lithic fragments, pumice, crystals, clay	25
S	5,200	Lithic fragments	20
N	5,500	Lithic fragments, pumice	2
D	6,000	Scoria, lithic frag- ments	75
L	6,400	Pumice	50
A	6,500	Pumice, lithic fragments	5
R	>8,750	Pumice, lithic fragments	25

**EXOTIC TEPHRA UNITS FOUND AT
MOUNT RAINIER**

Layer	Age	Volcano
Wn	A.D. 1479	Mount St. Helens
P	2,500	Mount St. Helens
Yn	3,500	Mount St. Helens
O	6,845	Mount Mazama

TABLE 1. Tephra layers at Mount Rainier, after Mullineaux (1974). Ages of X and Wn determined from tree rings; all others in radiocarbon years. Volume in millions of cubic meters. Precise calendric age of Wn is from Yamaguchi (1983, 1985) and Fiacco and others (1993); ages of P and Yn from Mullineaux (1986); age of O from Bacon (1983).

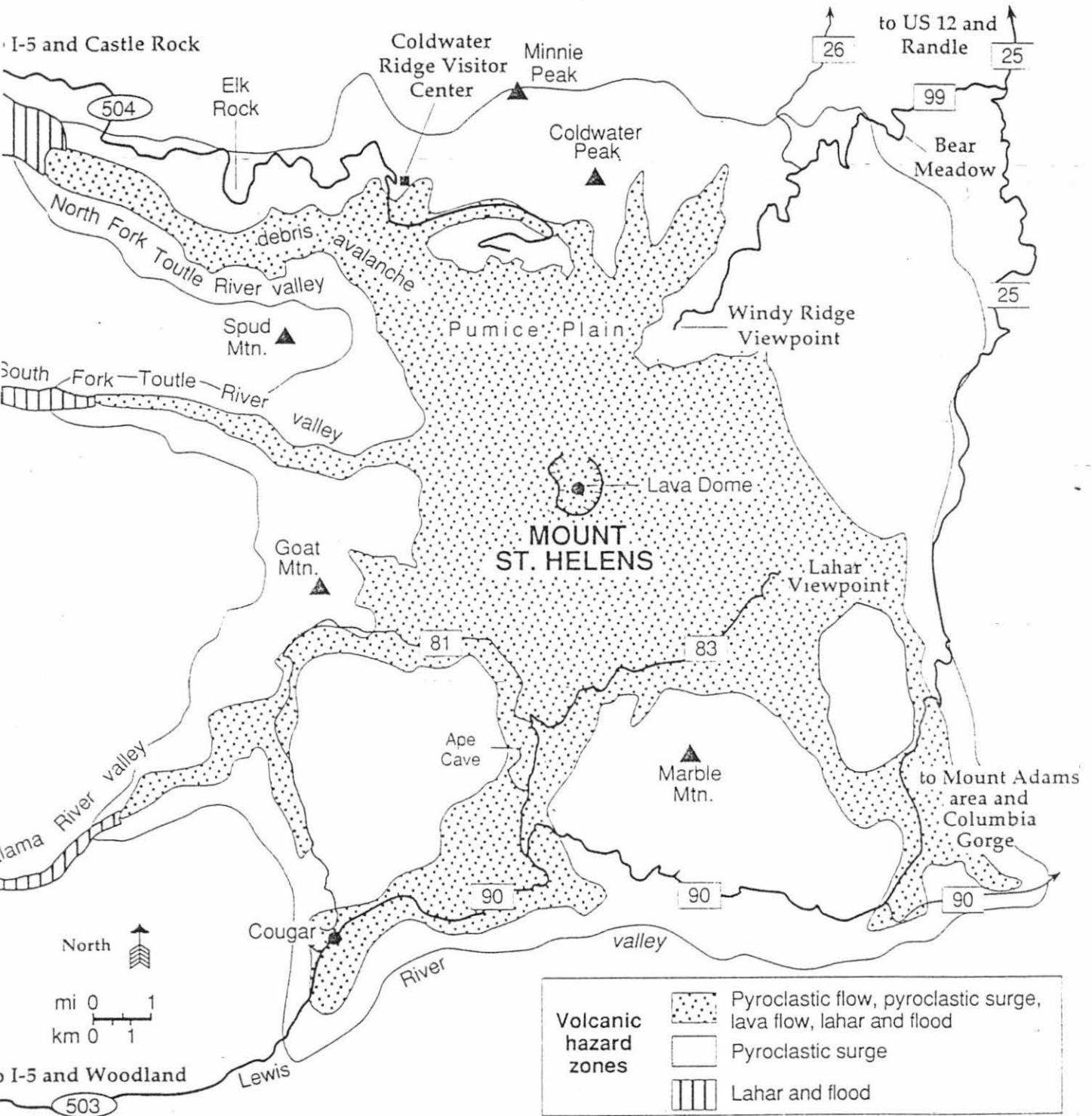


Figure 3. This preliminary volcanic hazards map, redrawn from one prepared by the U.S. Geological Survey (U.S. Forest Service, 1992), shows hazard zones close to the volcano that could be at great risk in the event of a major eruption. These areas would be evacuated and closed to the public. Such eruptive activity is typically preceded by a systematic increase in seismic activity that would give adequate warning.

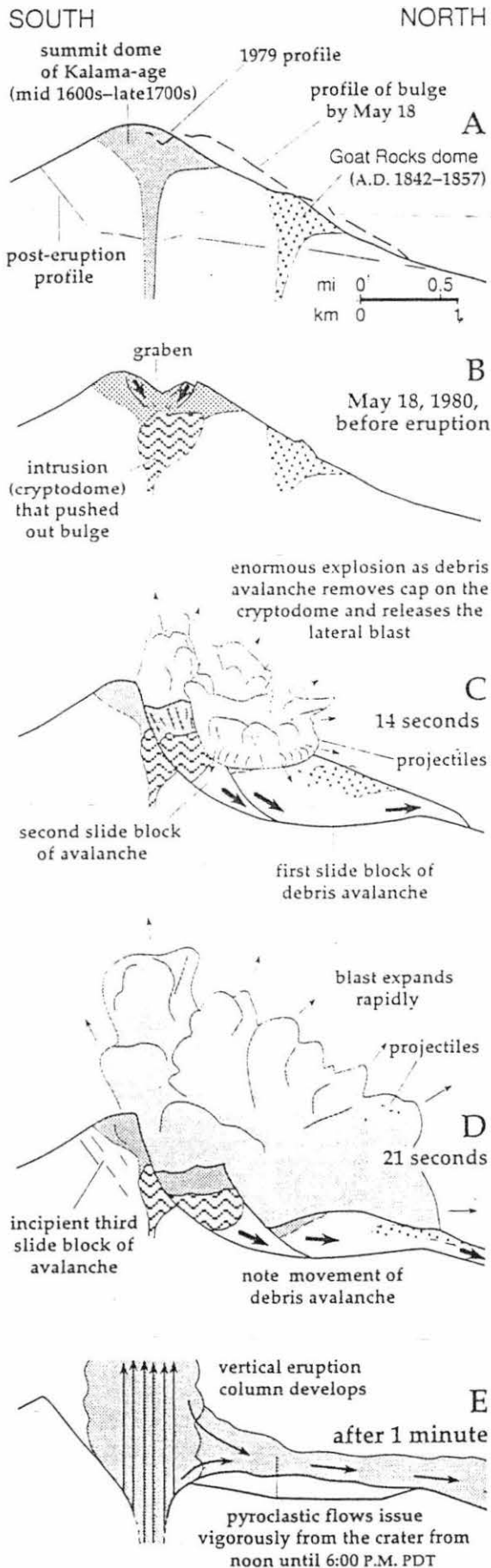


Figure 4 Diagram showing the intrusion of new magma into Mount St. Helens. The intrusion led to the formation of the bulge and disruption of the north flank of the mountain prior to the cataclysmic eruption of May 18. The failure of the individual slide blocks is discussed in the text. A, the configuration of the mountain before the 1980 eruptive events compared with the profile of the bulge on May 18; B, the volcano on May 18 just before the eruption; C, D, and E show the movement of the debris avalanche and the onset of the blast and vertical eruption column within the first minute after the collapse as confining pressure on the cryptodome is released. Compare C and D with Figure 17. Redrawn from Lipman and Mullineaux (1981).

Reconocimiento geológico de la Coast Mountains; corte en la dirección este a noreste, ruta Hope - Merrit - Kamloops: areniscas y conglomerados del Jurásico, y rocas volcánicas neógenas: el volcanismo calco alcalino. Erosión glaciár: el período del Wisconsin. Terrenos Metamórficos del límite entre Coast Mountains y la Interior Plateaus (Meseta Interior). Aspectos geomorfológicos de la glaciación: las terrazas. Alojamiento en Wells Gray Ranch. (Fig 5).

Agosto 15: - Wells Gray - Contacto de flujos volcánicos con Hielo: Procesos subacuosos.

Los ciclos glaciares: evidencias de hasta tres de estos ciclos. Los conos de ceniza y su interacción con los glaciares. El modelado del agua. Geoformas de los basaltos superpuestos. Las almohadillas, caracterizaciones. Los hialoclastos. Los tubos de lava: su génesis. Flujos de lava basáltica, sus direcciones y niveles de enfriamiento. Contactos entre basaltos y depósitos recientes. Algunas excepciones entre estos depósitos: flujos de till. Geoformas particulares: las tuyas, definición y características. Diferenciaciones entre morrenas, depósitos fluvioglaciares y aluviales. Alojamiento en Wells Gray Ranch. (Fig 6).

Agosto 16:- Wells Gray - Contacto de las coladas volcánicas con hielo y sus procesos subacuosos en las inmediaciones de Lilloet (parte oeste del parque).

Las tuyas: tipos, el "sinder cono" y el "cono hidroclástico". Flujos piroclásticos y algunas particularidades de su estructura. Rastros y calcos de troncos dentro de estos flujos. Geoformas de las coladas basálticas en penillanuras. Algunas consideraciones geoquímicas: el método del circón para determinar la edad del basamento granítico. Caracterizaciones de las terrazas fluvioglaciares, depósitos fluvioglaciares, depósitos fluviales y el till. Alojamiento en Lilloet.

Agosto 17: - El Mt. Meager - Reconocimiento de la Faja Plutónica de la Costa, caracterizaciones de los depósitos de flujo catrastrófico de origen volcánico.

Figure 5: Simplified physiographic regions of British Columbia based on the work of Holland (1964) and Mathews (1986).



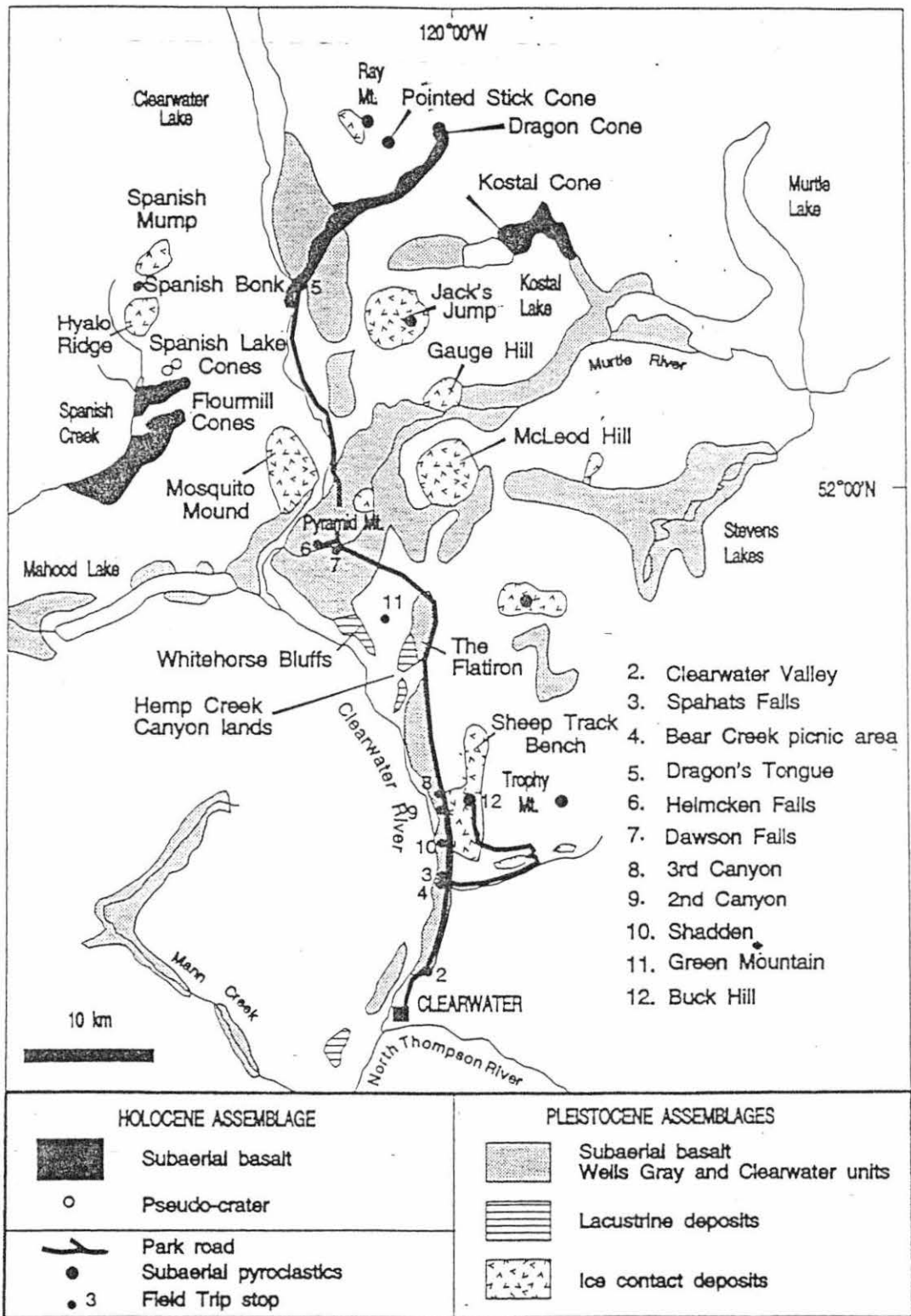


Figure 6: Simplified geology map and field trip guide.

Consideraciones geológicas de las Coast Mountains: un desplazamiento dextral de 100 Km. Algunas consideraciones de las erupciones plinianas: la influencia del viento, la clasificación clástica. Diferenciación e identificación de paleosuelos en contacto de flujos y coladas volcánicas. Diferenciación entre depósitos de detritos y los depósitos de tefra. Alojamiento en el Canadian Pumice camp.

Agosto 18: - El Mt. Whistler - La Faja Plutónica de la Costa, reconocimiento de depósitos de flujo catastrófico de origen volcánico. Brechas soldadas.

Las ignimbritas y los flujos piroclásticos de bloque y ceniza. Presencia de troncos carbonizados en los flujos piroclásticos. Niveles de enfriamiento en la lava. Características de la erosión fluvial en los flujos piroclásticos. Aplicación industrial de la piedra pómez: como piedra ornamental, limpieza corporal y la industria textil. Datación relativa de aluviones mediante los líquenes. La cinemática del fallamiento, métodos de determinar su dirección: 1) por secciones delgadas, 2) el movimiento rotacional de algunas de sus estructuras y 3) por desplazamiento relativo de algunos de los elementos de su plano de falla.

Agosto 19:- Acceso en helicóptero a la Mt. Cayley : Reconocimiento de sus coladas dacíticas; sobrevuelo de la Faja Volcánica de Garibaldi.

Recolección de muestras de roca y xenolitos, descripciones litológicas, estratigrafía, rasgos de los contactos de coladas volcánicas con el hielo: la tuya. Algunas consideraciones geomorfológicas de los glaciares y reconocimiento de evidencias del tectonismo reciente. Alojamiento en Whistler.

Agosto 20: - Acceso en helicóptero al Mt. Cayley (continuación de la labor del 19 de Agosto). Alojamiento en Whistler.

Agosto 21:- Acceso en helicóptero al Mt. Cayley (continuación de la labor del 19 de Agosto).

Reconocimiento geológico de la Faja Volcánica y Plutónica de las Coast Mountains entre Whistler y Vancouver. La zona imbricada y corrida, tendencia estructural de fallas y pliegues. Consideraciones generales de una falla regional: características estructurales y petrográficas, y el metamorfismo de contacto. Relaciones entre la tectónica y el volcanismo. Retorno a Vancouver.

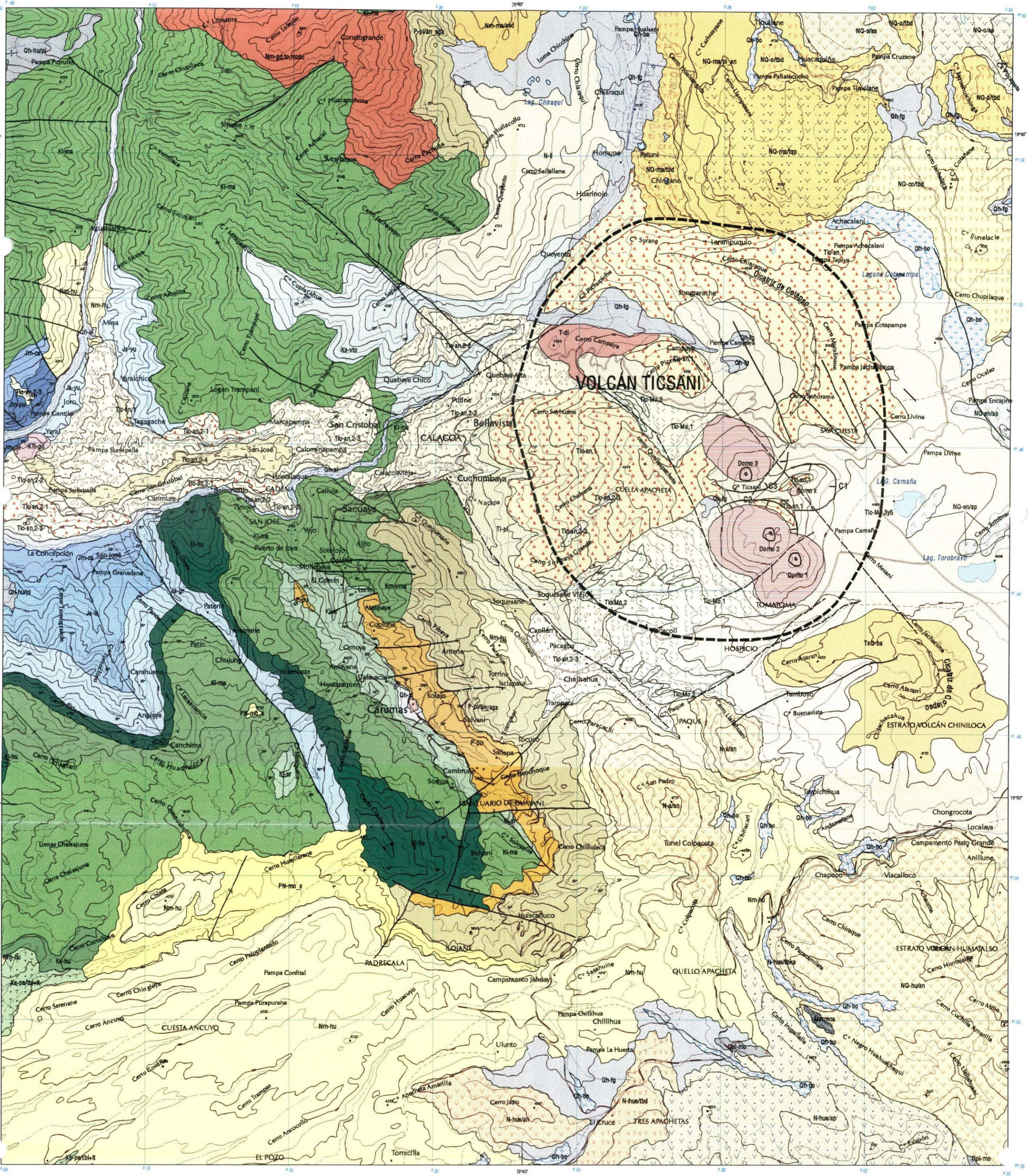
Agosto 22:- Viaje de retorno a Lima.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

1. Los depósitos de contacto de coladas volcánicas y hielo (glaciares y calotas) tienen características y geoformas propias como lahares, aluviones, till, diferentes de otros ambientes de depósitos.
2. Flujos piroclásticos y coladas basálticas, no solo se diferencian químicamente sino que también evidencian aparatos volcánicos y geoformas muy diferentes unas de otras.
3. La geomorfología es una buena guía para caracterizar estos flujos piroclásticos y coladas volcánicas, cada una forma de por si estructuras particulares. Su uso en la interpretación y el cartografiado geológico es recomendable en zonas y fajas volcánicas como la que tenemos en el sur del país
4. La actividad volcánica y su inherente actividad tectónica son un constante riesgo que no debe pasar desapercibido, pese al avance de la ciencia en la predicción de sus erupciones. Por lo tanto es recomendable un monitoreo constante de nuestros volcanes, pese a que muchos pueden aparentemente parecer inactivos.

5. La volcanología está íntimamente ligado a la tectónica y geología regional por lo que su estudio nos permitirá conocer mucho más de la geología del territorio peruano, entre cuyos aspectos destacables están el riesgo volcánico, energía geotermal y la metalogenia.

MAPA GEOLÓGICO-VOLCANOLÓGICO DEL VOLCÁN TICSANI Y SUS ALREDEDORES



LEYENDA

ERA	PERIODO	UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICA	CUATERNARIO	Dep. botodal Qh-bo	TI-dl Diorita
		Dep. Aluviales Qh-al	
		Dep. Fluvio-glacial Qh-fg	
		Terciario Medio	
		Ti-Mb-3y6	
		Ti-Mb-2	
		Ti-Mb-1	
		Terciario Inferior	
		Ti-an-4	
		Ti-an-3	
		Ti-an-2-3	
		Ti-an-2-2	
		Ti-an-2-1	
		Ti-an-1	
		Quaternario	
Qh-m-2			
MESOZOICA	CRETACEO	Complejo volcánico Chiniloca	KI-gd Granodiorita
		Complejo volcánico Encajine	
		Complejo volcánico Cotahane	
		Complejo volcánico Marallan	
		Complejo volcánico Oquela	
		Complejo volcánico Humajaló	
		Complejo volcánico Atarani	
		Complejo volcánico Huertilla	
		Fm. Llallahu	
		Grupo Maure	
		Fm. Huayllas	
		Fm. Moquegua	
		Fm. Pichu	
		Fm. Puno	
		Fm. Paralque	
Fm. Toquepala			
Fm. Huaracane			
Fm. Arcuquina			
Fm. Matalaque			
Fm. Huahuaní			
Fm. Gramada			
Fm. Labra			
Fm. Puente			

REPÚBLICA DEL PERÚ
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
MAPA GEOLÓGICO-VOLCANOLÓGICO DEL VOLCÁN TICSANI Y SUS ALREDEDORES
 Escala 1:50,000
 0 1 2 3 4 5 6 7.5 Km.

EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL 50 METROS
 SISTEMA DE CUADRÍCULA UTM ZONA 18 ESFEROIDE INTERNACIONAL
 PROYECCIÓN: TRANSVERSA DE MERCAUTOR
 DATUM HORIZONTAL: SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL DE 1984
 BASE GEOLÓGICA POR: W. GARCÍA M. (1975)
 REALIZADO POR: JERRY MARIÑO, MARCO RIVERA, LOURDES CACYA
 Versión Digital, 2005

SÍMBOLOS
 Contacto geológico
 Contacto geológico inferior
 Rumbo y buzamiento de estratos
 Falla normal
 Falla inversa
 Eje de sinclinal
 Eje de anticlinal
 Lineamiento
 Límite aproximado del volcán Ticsani
 Domo
 Cráter
 Cloaciz de colapso