



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

LAS AVALANCHAS DE ESCOMBROS (COLAPSOS DE FLANCOS VOLCÁNICOS)

Jorge Bustillos A., M.Sc. 2GT.

Facultad de Geología, Minas Petróleos y Ambiental, Universidad Central del Ecuador

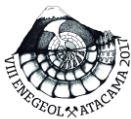
Copiapó, 09 de noviembre de 2017



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

CONTENIDO

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. DEFINICIÓN**
- 3. TIPOS DE AVALANCHAS DE ESCOMBROS**
- 4. TERMINOLOGÍA y FACIES**
- 5. MORFOLOGÍA DE LOS DEPÓSITOS**
- 6. MECANISMOS DE GENERACIÓN**
- 7. RELACIÓN CON OTROS DEPÓSITOS VOLCANOCLÁSICOS**



1. INTRODUCCIÓN

- Desde la ocurrencia del colapso del volcán Bandai (1888, Japón), del volcán Bezimianny (Rusia, 1956) y del Mount St. Helens (USA, 1980), la inestabilidad estructural de los edificios volcánicos se considera como un fenómeno presente en la evolución de los volcanes alrededor del mundo.
- Estos eventos fueron primeramente clasificados como erupciones ultra-vulcanianas antes que su naturaleza sea entendida; además, antes de la erupción del St. Helens la mayoría de los depósitos de avalancha fueron interpretados como depósitos de lahar, depósitos de flujos piroclásticos, flujos de lava o morrenas, debido a las similitudes en su textura, estructura interna o superficie morfológica (*Ui et al., 2000*).



2. DEFINICIÓN

- Términos como “avalancha de rocas” y “avalancha de escombros”, “movimiento de rocas”
- **Una avalancha de escombros** es el producto de un colapso a gran escala de un edificio volcánico controlado gravitacionalmente bajo condiciones de sub-saturamiento de agua (*Ui et al., 2000*). Según *Leyrit & Meteneat (2000)*, es un flujo seco, denso y rápido, compuesto de clastos volcánicos debido a un súbito deslizamiento del cono del volcán asociado a una erupción freática o magmática.

Monte Sta. Helena (EEUU, 1980, USGS)





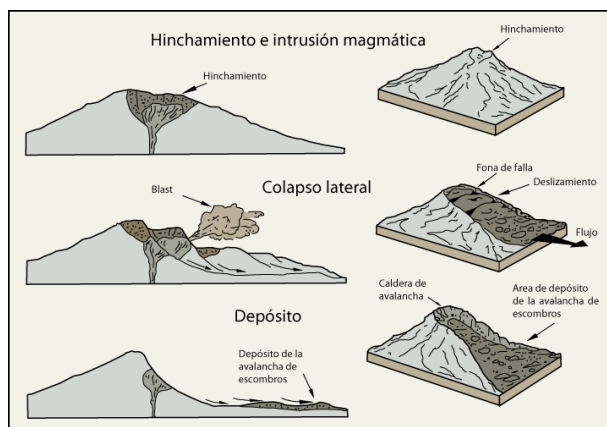
3. TIPOS DE AVALANCHAS ESCOMBROS

El tipo Bezymianny (Rusia, 1956) corresponde a la desestabilización del flanco inducida por una intrusión magmática; la fase eruptiva puede contener explosiones de alta energía dirigidas lateralmente (blast) y flujos piroclásticos, esto es frecuentemente seguido por la formación de un domo de lava o cono piroclástico en el nuevo cráter. En el depósito de la avalancha puede existir clastos del material juvenil involucrado en el proceso de desestabilización (inyección de un criptodomo). Este tipo de colapso es el más frecuente ya que representa la mitad de los casos registrados alrededor del mundo (Leyrit & Meteneat, 2000; Siebert, 1984).



3. TIPOS DE AVALANCHAS ESCOMBROS

El tipo Bezymianny (Rusia, 1956)



Modificado de Leyrit & Meteneat (2000).



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

3. TIPOS DE AVALANCHAS ESCOMBROS

El tipo Bandai-San (Japón, 1888) está caracterizado por erupciones freáticas causadas por la descompresión hidrotermal que originan el deslizamiento de una parte del flanco del volcán. El material asociado a este evento está compuesto únicamente por material no-juvenil. Este tipo de evento representa la tercera parte de lo casos registrados (*Leyrit & Meteneat, 2000; Siebert, 1984*).

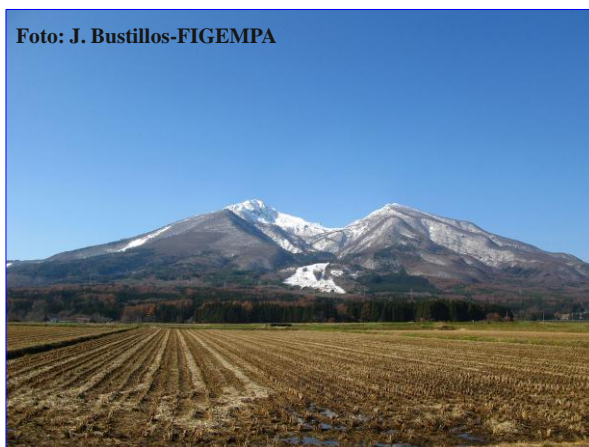


UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

3. TIPOS DE AVALANCHAS ESCOMBROS

El tipo Bandai-San (Japón, 1888)

Foto: J. Bustillos-FIGEMPA





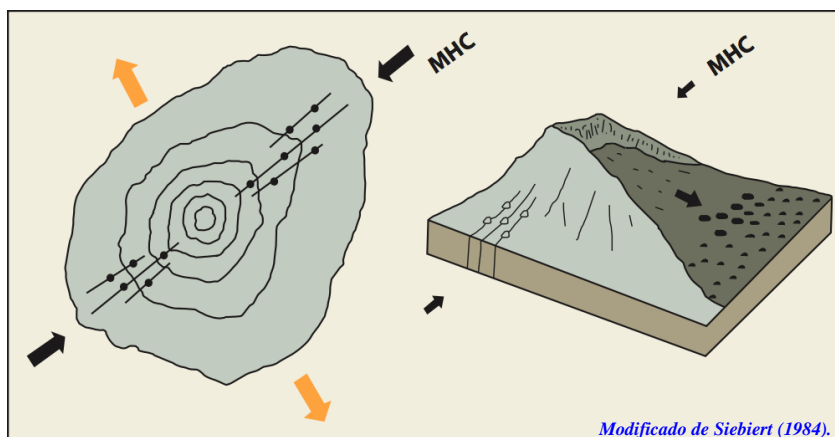
3. TIPOS DE AVALANCHAS ESCOMBROS

El tipo Unzen u Ontake (Japón-1984) corresponde a una avalancha de escombros sin actividad eruptiva contemporánea. El mecanismo de disparo de la ruptura podría ser un sismo por ejemplo. Este tipo de evento es muy raro y representa la sexta parte de los casos registrados, pero esto es probablemente porque los eventos menores de este tipo no han sido registrados (Leyrit & Meteneat, 2000; Siebert, 1984).



3. TIPOS DE AVALANCHAS ESCOMBROS

El tipo Unzen u Ontake (Japón-1984)





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

3. TIPOS DE AVALANCHAS ESCOMBROS

Las calderas de avalancha: evidencia del fenómeno de colapso sectorial

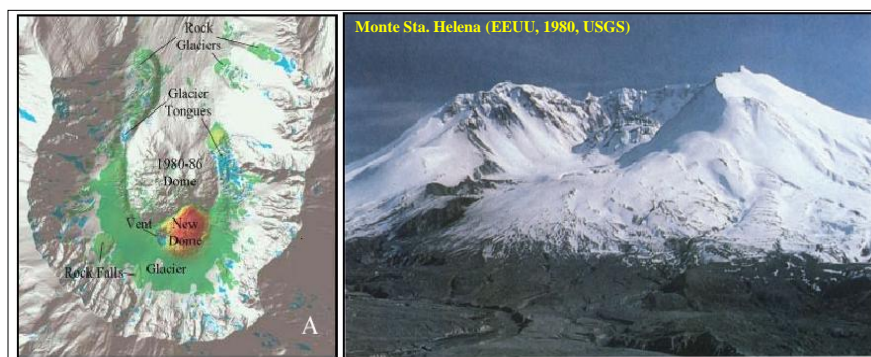
- Describe las depresiones que difieren en morfología y origen a las calderas formadas por colapso, erosión, o explosión (*Siebert, 1983*).
- El término “colapso sectorial” implica más bien movimientos horizontales, mientras que los términos “colapso” o “explosión” implican movimientos verticales. Así, el término “caldera de explosión”, asociado a un “**colapso sectorial**” implica formación de una depresión por eyección explosiva de material viejo del cono **volcánico** (*Siebert, 1984*).



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

3. TIPOS DE AVALANCHAS ESCOMBROS

Las calderas de avalancha: evidencia del fenómeno de colapso sectorial





3. TIPOS DE AVALANCHAS ESCOMBROS

Las calderas de avalancha: evidencia del fenómeno de colapso sectorial

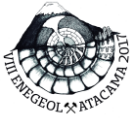
- El tamaño está comprendido entre 1 Km^3 - 10 Km^3 , pero la mayoría de las calderas de avalancha están entre 1 y 3 Km^3 de promedio (*Siebert, 1984; 1996*).
- El ángulo de apertura del anfiteatro está entre 20° y 120° (*Francis and Wells, 1988*).
- Cuando la zona de ruptura es antigua, esa cicatriz no siempre está bien preservada; en otros casos, cuando existe un acomodamiento (construcción) de varios edificios volcánicos, esta cicatriz puede ser distinguida por una marcada diferencia de edad de cada uno de los volcanes, así como también por la amplia variación en la composición química de los magmas ante y post-avalancha (*Robin et al., 1990*).



4. TERMINOLOGÍA y FACIES

La “**textura**” de los depósitos volcánicos comúnmente se refiere a la distribución del tamaño de grano del **material** (*Crandell, 1971; Murai, 1961*).

Una “**partícula**” es generalmente considerada como una pieza o una unidad distinta en una **roca** (*Bates & Jackson, 1980*). La palabra “estructura” está aplicada para rasgos visibles dentro de una escala de exposición. *Glicken (1991)*, dice que la distinción entre textura y estructura es algo arbitraria debido a su escala de exposición y al arreglo o patrón de disposición de las partículas.



4. TERMINOLOGÍA y FACIES

Dos diferentes tipos de partículas sirven para definir un depósito de avalancha de escombros.

Un “**clasto**” está definido como una roca de cualquier tamaño desde micrones a metros de diámetro. Cada clasto puede ser considerado como una partícula (*Glicken, 1991*).

Un “**bloque de avalancha de escombros**” (derivado de bloque de escombros; *Wait et al., 1989*) está definida como una pieza o pedazo del volcán, coherente, no consolidada o pobremente consolidada que fue transportada y emplazada de forma relativamente intacta. *Glicken (1991)*, describe la desintegración del material, como el fracturamiento de los clastos individuales.



4. TERMINOLOGÍA y FACIES

El fracturamiento penetrante de los clastos es llamado “**rompimiento**”

Cuando el material se expande desde su densidad original en la montaña se dice “**dilatación**” y

Cuando el clasto se rompe en fragmentos más pequeños se denomina “**disgregación**”.



4. TERMINOLOGÍA y FACIES

La facies de bloques:

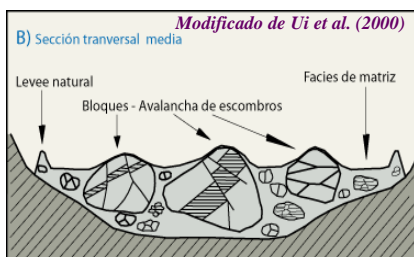
Corresponde a bloques de la avalancha de escombros ($\emptyset > 6.4$ cm), los cuales pueden tener tres orígenes (*Glicken, 1991*): **1**) lava masiva o brechada, **2**) volcanoclásticos estratificados y **3**) incorporación del substrato.

Son fragmentos derivados del volcán, estos bloques están fracturados y deformados, pero conservan mucho de las texturas y estructuras primarias (*Ui et al., 2000*). Una particularidad de este tipo de facies es la presencia de grandes bloques que superan un tamaño métrico llamados “**megabloques**” (*Glicken, 1991*).

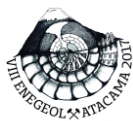


4. TERMINOLOGÍA y FACIES

La facies de bloques:



Modificado de Bustillos (2008)



4. TERMINOLOGÍA y FACIES

La facies de bloques:

Fracturas llamadas “**jigsaw cracks**” o fracturas en “rompecabezas”, estas son fracturas típicamente regulares como las juntas de enfriamiento de una roca ígnea masiva.

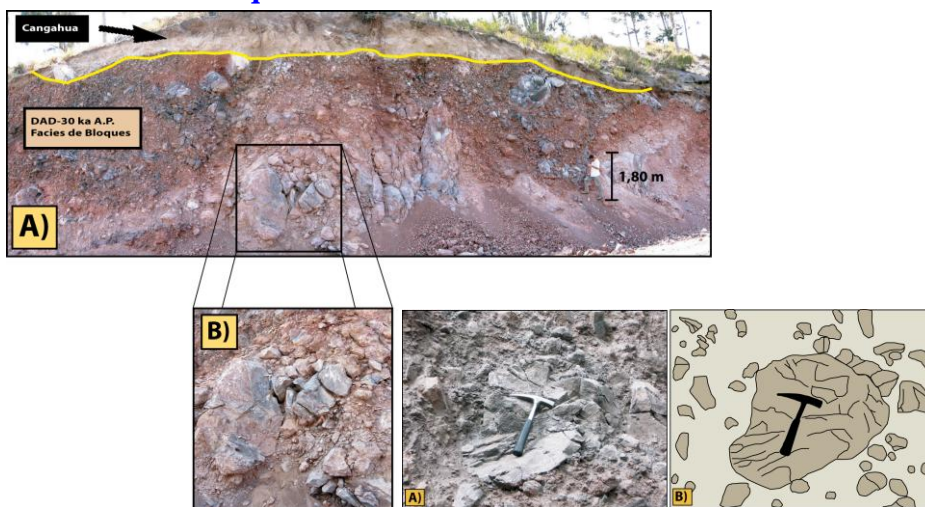
Estos planos de juntas generalmente permanecen cerrados, pero algunos de estos están ampliamente abiertos (**Jigsaw fit**), debido a la deformación de estos durante el transporte mismo de la avalancha de escombros.

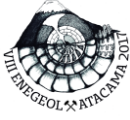


4. TERMINOLOGÍA y FACIES

La facies de bloques:

Jigsaw Cracks, modificado de Bustillos (2008)

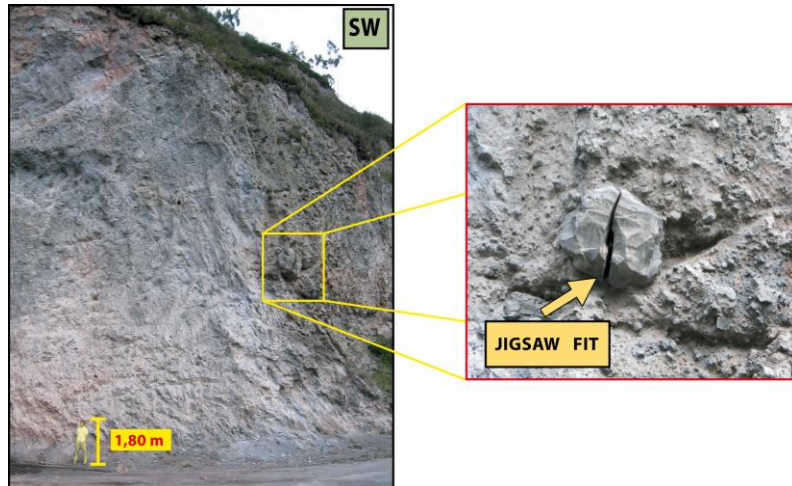




4. TERMINOLOGÍA y FACIES

La facies de bloques:

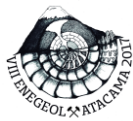
Jigsaw Fit, modificado de Bustillos (2008)



4. TERMINOLOGÍA y FACIES

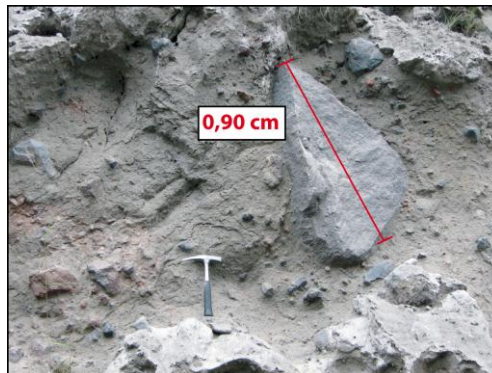
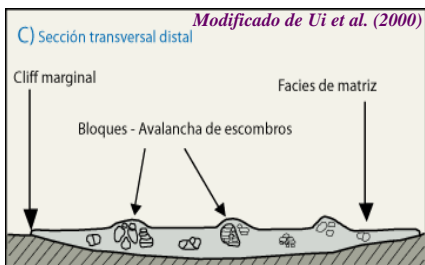
La facies de mezcla:

- Consiste de una mezcla de pequeños fragmentos volcánicos derivados de varias partes del volcán (*Ui et al., 2000*).
- Esta facies es de una extrema heterogeneidad y contiene una gran parte de elementos incorporados (*Bernard, 2005*).
- El tamaño de grano de esta facies es esencialmente de arenoso a arcilloso y compuestos principalmente de una matriz intraclástica (matriz limosa). Los fragmentos están comprendidos entre 32 mm y 0.063 mm.
- en la facies de mezcla no se desarrollan los jigsaw cracks, y que la orientación de los clastos en la matriz es al azar (*Glicken, 1991; Ui et al., 2000*)



4. TERMINOLOGÍA y FACIES

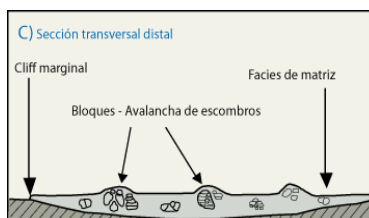
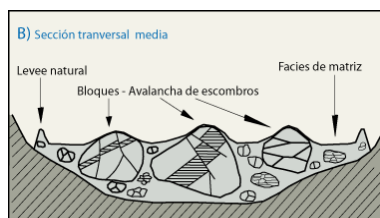
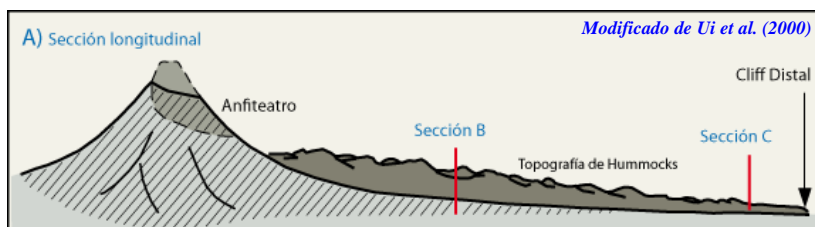
La facies de mezcla:

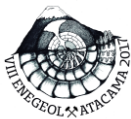


Modificado de Bustillos (2008)



4. TERMINOLOGÍA y FACIES





4. TERMINOLOGÍA y FACIES

Un depósito de una avalancha de escombros está caracterizado como una brecha heterométrica (desde 8 a -8ϕ) (*Bernard, 2005*).

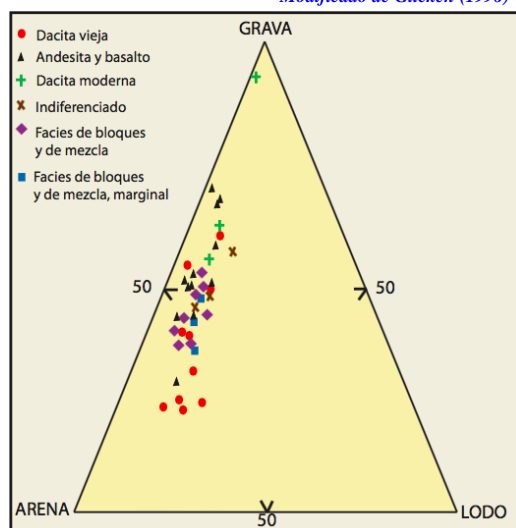
El tamaño de grano es extremadamente variable, el cual figura desde un tamaño de arcilla a enormes bloques (10 m) con un tamaño tipo arena como promedio.

Los valores de la distribución del tamaño de grano es aproximadamente 45-55% de grava ($>-1\phi$, >2 mm), un 30-40% de arena (desde -1 a 4ϕ ; desde 2 a 0.064 mm), y un 1-15% de arcilla ($<4\phi$, <0.0064 mm) (*Glicken, 1996*).



4. TERMINOLOGÍA y FACIES

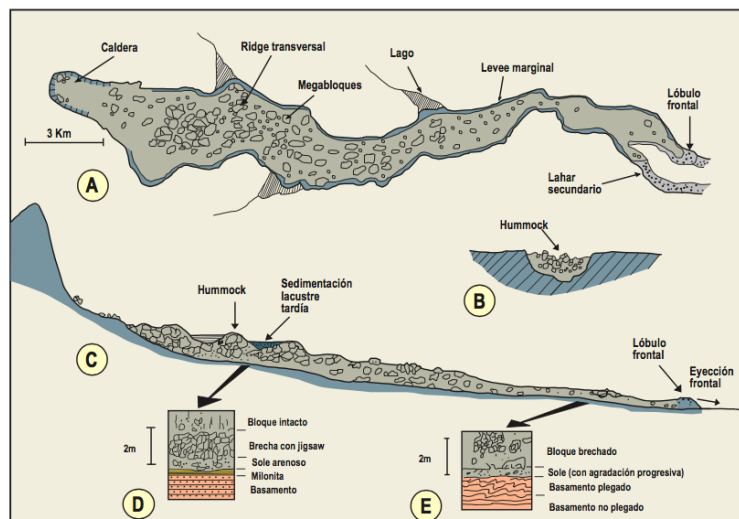
Modificado de Glicken (1996)





5. MORFOLOGÍA DE LOS DEPÓSITOS

Modificado de Glicken (1996)

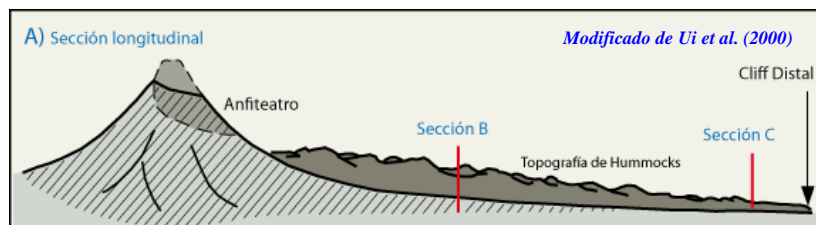


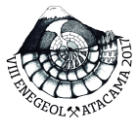
5. MORFOLOGÍA DE LOS DEPÓSITOS

Los hummocks

colinas cónicas y oblongas distribuidas en una superficie plana (Ui, 1983; Siebert, 1984).

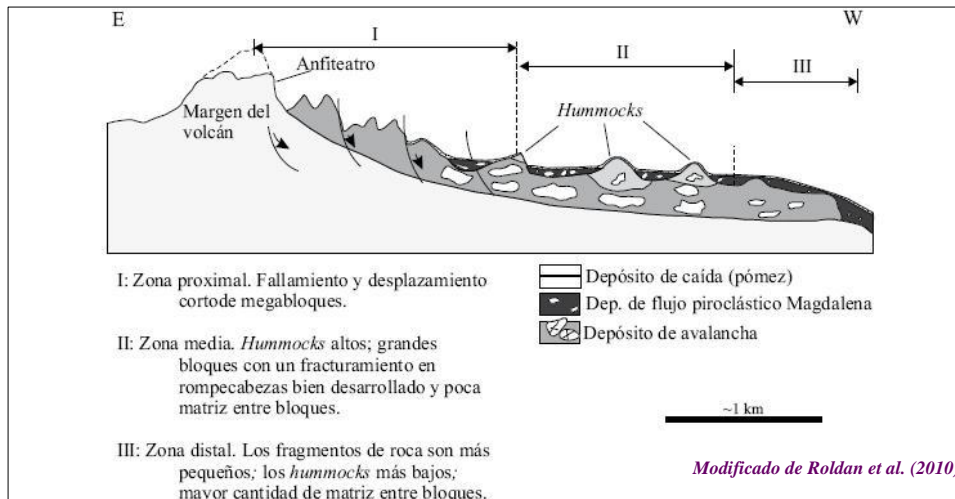
Estas grandes colinas tienden a concentrarse cerca del eje del depósito con un tamaño decreciente hacia los márgenes.





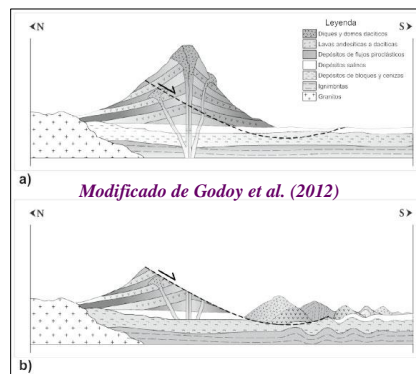
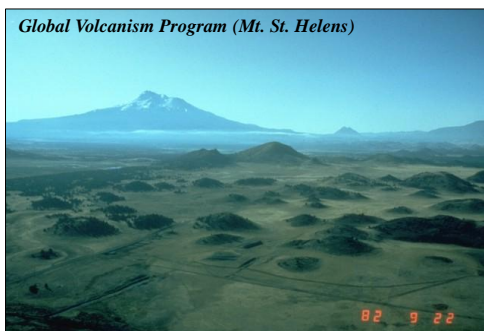
5. MORFOLOGÍA DE LOS DEPÓSITOS

Los hummocks



5. MORFOLOGÍA DE LOS DEPÓSITOS

Los hummocks



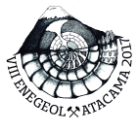


UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

5. MORFOLOGÍA DE LOS DEPÓSITOS

Los hummocks

Modificado de Bustillos (2008)



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

5. MORFOLOGÍA DE LOS DEPÓSITOS

Los ridges

Son montículos que se encuentran en gran cantidad distribuidos en el depósito de avalancha, y pueden alcanzar tamaños de hasta 200 m de altura.

Aunque estos son frecuentemente descritos como cónicos, estos montículos varían ampliamente en morfología y pueden tener forma elíptica u ovalada ubicados paralelos al volcán o en dirección del flujo.

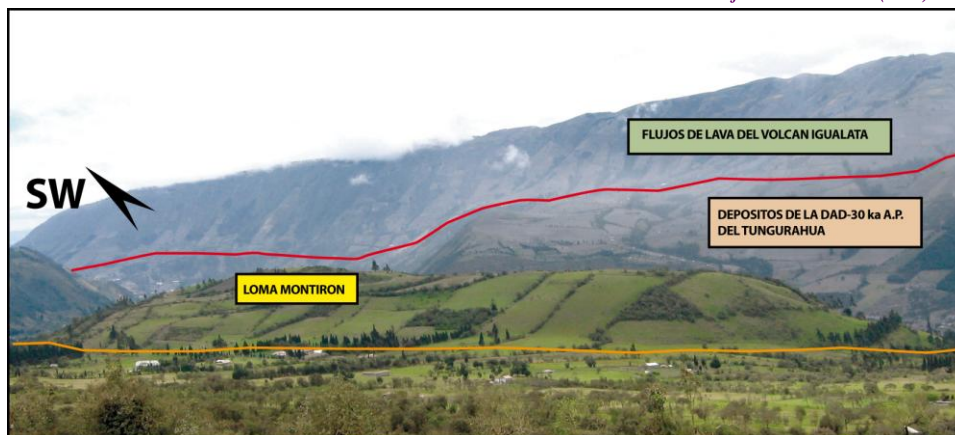
Al igual que los hummocks, estos se concentran cerca del eje del depósito, decreciendo hacia las partes distales del mismo (Siebert, 1984).



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

5. MORFOLOGÍA DE LOS DEPÓSITOS

Modificado de Bustillos (2008)



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

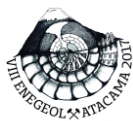
5. MORFOLOGÍA DE LOS DEPÓSITOS

Los levees laterales

Son otro tipo de montículos pequeños, que se encuentran ubicados encima del depósito de la avalancha de escombros, y que pueden alcanzar una altura de hasta 40 m.

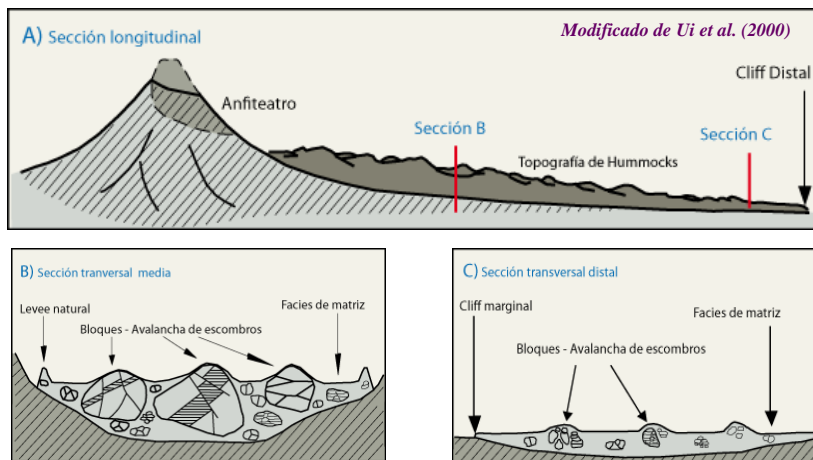
Estos levees se encuentran en la parte lateral de un depósito de avalancha y generalmente se encuentran en la sección media del flujo.

Por otro lado, en las partes laterales de las áreas distales se encuentran los escarpes marginales y distales, siendo estos últimos la morfología final del depósito (*Ui et al., 2000*).



5. MORFOLOGÍA DE LOS DEPÓSITOS

Los levees laterales

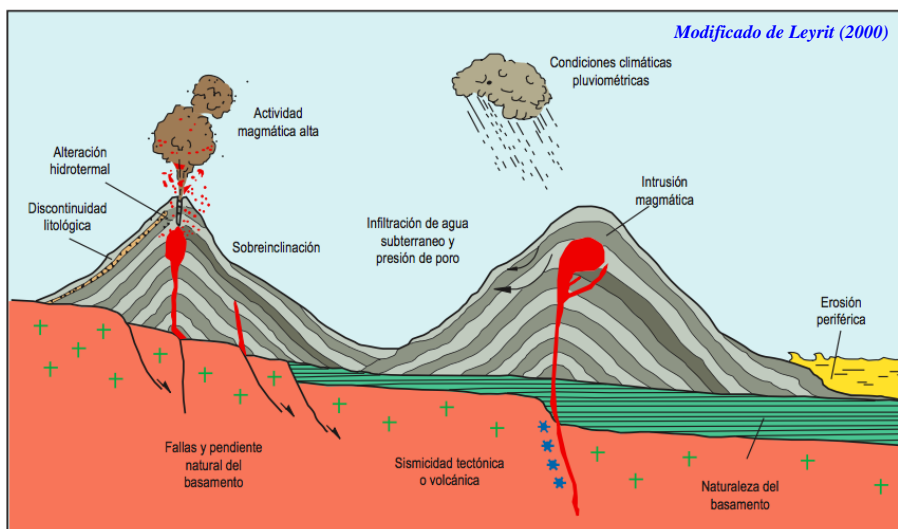


6. MECANISMOS DE GENERACIÓN

- Alteración de los materiales que conforman el edificio como el brechamiento in-situ de capas coherentes (tectonismo) o cambios en las propiedades físicas (hidrotermalismo) (*Voight & Elsworth, 1997, Bachèlery et al., 2003*).
- Crecimiento asimétrico del cono, que resulta en un fallamiento debajo del edificio, o repetidas intrusiones de diques en el flanco del volcán (*McGuire, 1996*).
- Sobre inclinación de las pendientes por erosión o por la acumulación de productos volcánicos soldados (*McGuire, 1996*).



6. MECANISMOS DE GENERACIÓN



6. MECANISMOS DE GENERACIÓN

Con respecto a los mecanismos de disparo de una avalancha de escombros podemos distinguir dos modelos: mecanismos de choque y gravitatorio.

Los mecanismos de choque pueden ser:

- Explosiones fuertes (magmáticas, freáticas o freatomagmáticas) (*Siebert et al., 1987*).
- Sismos (volcánicos o tectónicos) (*Siebert et al., 1987*).



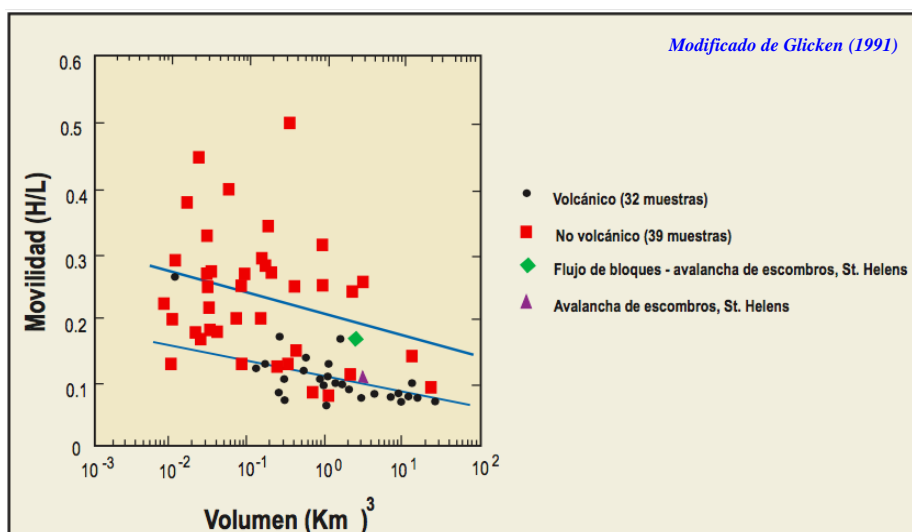
6. MECANISMOS DE GENERACIÓN

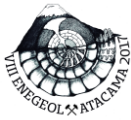
Los mecanismos gravitatorios:

- Sobrecarga en una parte del edificio por la acumulación de productos volcánicos durante una erupción, o acumulación de agua dentro del edificio durante un huracán por ejemplo (*Kerle & van Wyk de Vries, 2001*).
- Deformación del edificio por una intrusión de magma (Mount St. Helens, 1980; *Glicken, 1991*), o reactivación de fallas verticales durante un ajuste tectónico (*Vidal & Merle, 2000*).
- En volcanes submarinos, cambios en las condiciones del agua (salinidad, variaciones eustáticas) pueden inducir grandes deslizamientos debido a la acción de la presión de poro de agua dentro del edificio (*McGuire, 1996*).

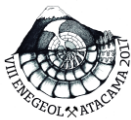
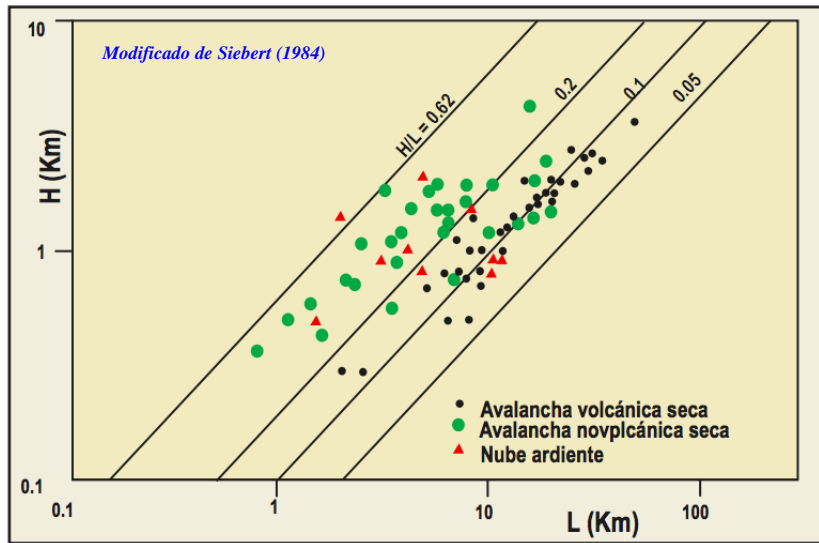


6. RELACIÓN CON OTROS DEPÓSITOS VOLCANOCLÁSTICOS

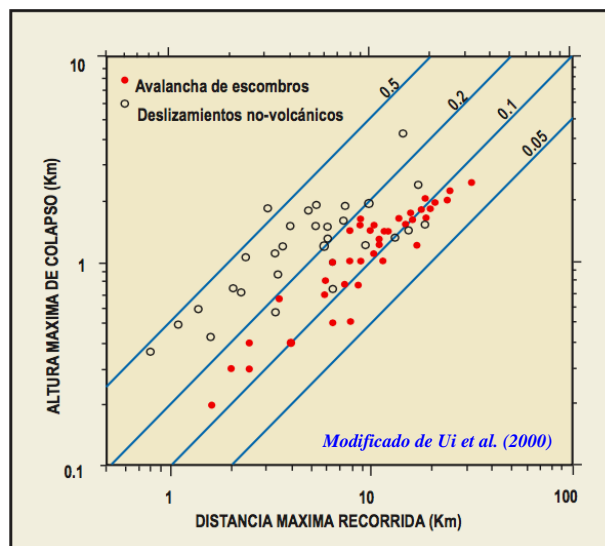




6. RELACIÓN CON OTROS DEPÓSITOS VOLCANOCLÁSTICOS



5. MORFOLOGÍA DE LOS DEPÓSITOS





Gracias

jebustillos@uce.edu.ec



+593999810680



Facebook: [Escuela Geologia - Figempa](#)



Twitter: [@jbustillos13](#)