

# Perfiles sísmicos en el Margen Insular de Tenerife: Proyecto Teide. Resultados preliminares

*Seismic profiles in Tenerife Insular Margin: Teide Project. Preliminary results*

J.Acosta (\*), P.Herranz (\*), A.Muñoz (\*), C.Palomo (\*), J.L.Sanz (\*) y E.Uchupi (\*\*)

(\*) Instituto Español de Oceanografía. C. de María 8 28002 Madrid

(\*\*) Woods Hole Oceanographic Institution. Woods Hole Mass.02543 USA

## ABSTRACT

Continuous seismic reflection profiles from north and south slopes of Tenerife, Canary Islands, indicate that the slopes of this island are dominated by gravitational structures including slumps, catastrophic avalanches, debris flows and turbidites. On the north slope the proximal ends of the two massive avalanches display a ridge-valley morphology and the distal ends by overlapping fans. Included with the fans is a extensive field of exotic blocks. The ridge and valley morphology is the results of longitudinal shears created by differential movements. The south slope is made up of two terrains, a north one whose morphology is due to a massive avalanche modified by volcanic processes, and a south terrain whose morphology is the result of massive slumping of a thick sequence of structurally weak volcanic ash and pyroclastic rocks. Both of these terrains are modified on their distal ends by reworking by southerly flowing Atlantic Deep water

**Key words:** Canary Islands, seismic profiling, volcanic apron, debris avalanches

Geogaceta, 20(2) (1996), 335-338

ISSN: 0213683X

## Introducción

Si tenemos en cuenta que las partes sumergidas de los edificios volcánicos oceánicos representan decenas de veces la superficie emergida, corresponden a las fases iniciales de crecimiento de las mismas y pueden localizar algunos de los mayores riesgos volcánicos, es evidente que la hasta este momento poco estudiada estructura volcánica sumergida debe ser reconocida al menos al mismo nivel que la emergida para conseguir como objetivo final la predicción / aminoración de riesgos volcánicos potenciales.

La campaña TEIDE-95, forma parte del programa integrado de la UE "Volcanes Laboratorio Europeos", dentro del cual se han estudiado diferentes aspectos relacionados con el Teide encuadrados en 18 proyectos diferentes.

El proyecto nº 8, realizado por el I.E.O, tiene por objetivo el estudio geofísico del margen insular sumergido de la isla de Tenerife. Los objetivos concretos del estudio sísmico son la caracterización y cuantificación de las series depositadas en los márgenes insulares sobre el zócalo o escudo originario de la isla, y el reconocimiento tectónico y estructural del margen insular.

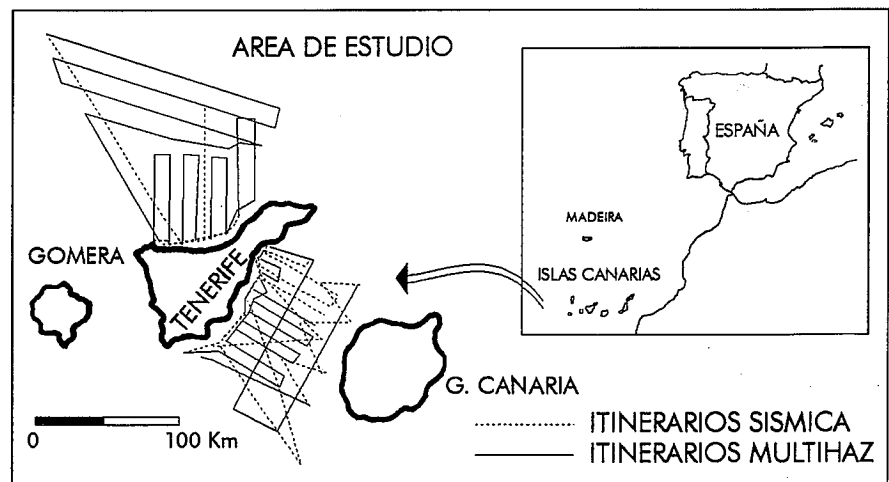


Fig.1.- Situación de la zona estudiada y líneas geofísicas realizadas

Fig. 1.- Location Map of surveyed area. Track lines of geophysical profiles

## Material y Métodos

La metodología utilizada para la consecución de estos objetivos ha sido: magnetometría, gravimetría, ecosonda multihaz y sísmica continua por reflexión. El posicionamiento del B/O Hespérides se estableció mediante dos sistemas Gps-d con

dos receptores Trimble, consiguiendo las correcciones diferenciales por dos sistemas diferentes; uno a través de la red Skyfix-Imarsat y el segundo mediante estación diferencial en tierra posicionada con  $\pm 3$  metros de precisión por el I.G.N. (centro regional de Tenerife).

En la Figura 1 se representan las lí-

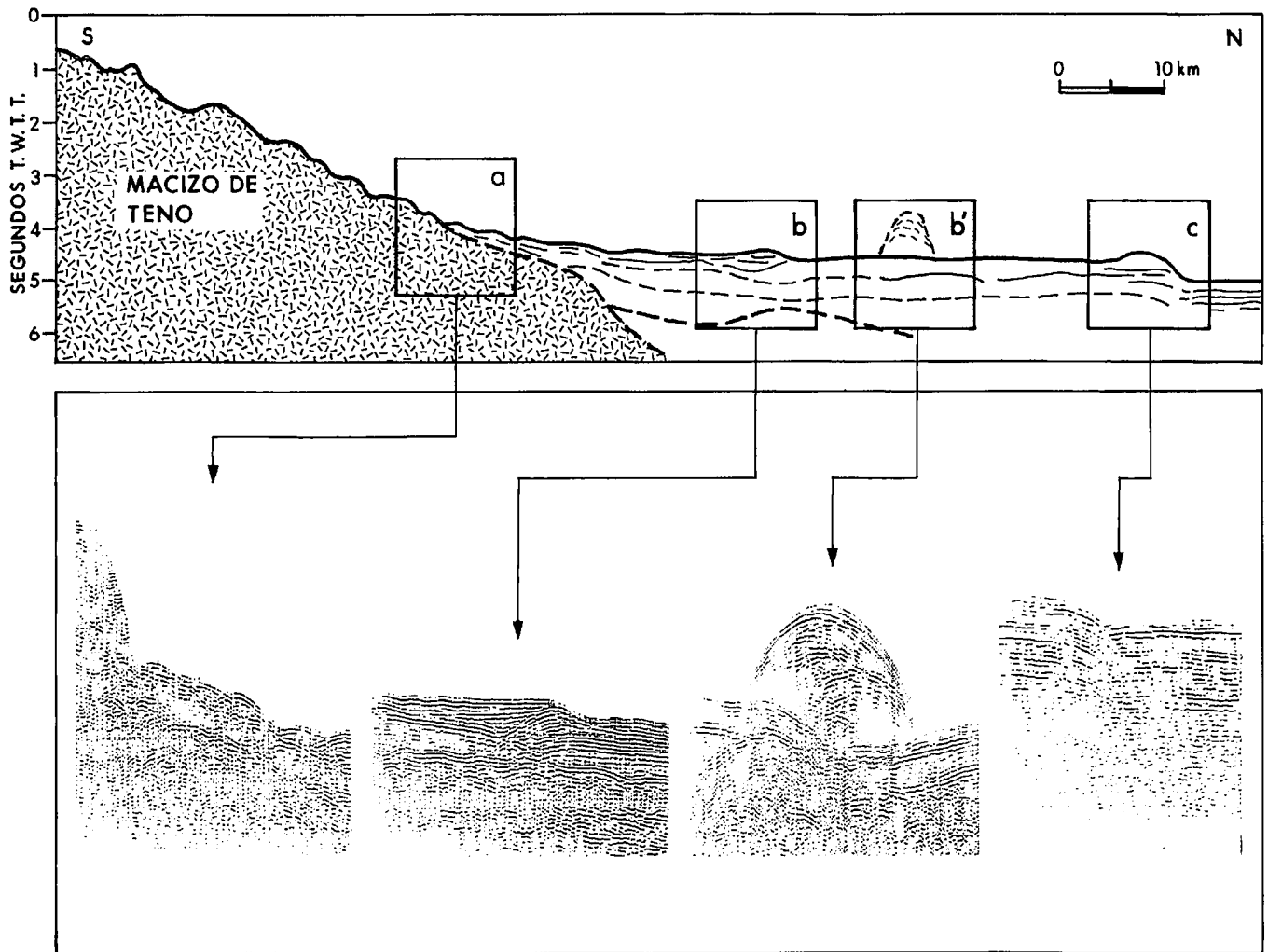


Fig.2.- Perfil-tipo del margen insular norte de Tenerife. 2a: aspecto de la prolongación submarina del macizo de Teno y punto de inicio de las secuencias de sedimentos deslizados. 2b:- : Aspecto de apllamiento de secuencias con discordancias erosivas internas. 2b': Eco lateral correspondiente a un megabloque de la zona central del area estudiada. 2c: Terminación de depósito de avalancha en el extremo distal de la zona. Se aprecia la sobre-elevación por compresión del pié de la avalancha, y el contacto con sedimentos pelágicos mediante un escarpe de 150 m.

Fig.2.- Profile - type of the north insular margin of Tenerife. 2a: aspect of the submarine prolongation of Teno massif and contact point of beginning of the upper sedimentary sequences. 2b: Aspect of sequences with internal unconformities. 2b': lateral echo belonging to a megablock of the central zone of the studied area. 2c: End of avalanche deposits in the extreme-distal zone. It is appreciated the morphological elevation by compression of the toe of the avalanche, and the contact with pelagic sediments through a scarp of 150 m.

neas recorridas, siendo las correspondientes a perfiles sísmicos las marcadas en discontinuo, representando un total de 2856 Km. de perfiles magnéticos, gravimétricos, de ecosonda monohaz, y ecosonda multihaz, del total corresponden 896 Km. a los 22 perfiles sísmicos.

Estas líneas se realizaron con dos sistemas sísmicos diferentes con el fin de optimizar las prestaciones de penetración y resolución de los mismos. Se utilizó un sistema Sparker 8.000 julios para los perfiles en los que se precisaba alta resolución, y un sistema de cañon de aire con volúmenes de cámaras de 55 a 500 pulgadas disparando cada 4-8 segundos a 140

bars para obtener las mayores penetraciones. El hidrófono utilizado fué un SIG de 8 secciones activas registrándose analógica y digitalmente y procesando en tiempo real y play-back con un sistema Delph-2

### Resultados

**Margen Norte:** Los datos sísmicos de la zona permiten establecer el perfil-tipo representado en la Figura 2 que discurre desde la plataforma insular hasta profundidades cercanas a 4000 m más allá de la base del talud insular.

La ausencia de paquetes sedimenta-

rios apreciables en la plataforma insular, con fondos abruptos y de alta reflectividad, es general a lo largo de la zona estudiada, y coincide con los estudios de las áreas litorales realizados por el MOPTMA dentro del plan de protección y regeneración de costas (MOPTMA DIR. GEN. PUERTOS y COSTAS, 1990), en los que no se localizan zonas importantes de sedimentos no consolidados en las zonas litorales. Las características más relevantes de este margen se pueden sintetizar en las siguientes:

Plataforma e inicio del talud insular; Fondos abruptos, en una plataforma poco extensa, ausencia casi general de depósitos no consolidados apreciables y pron-

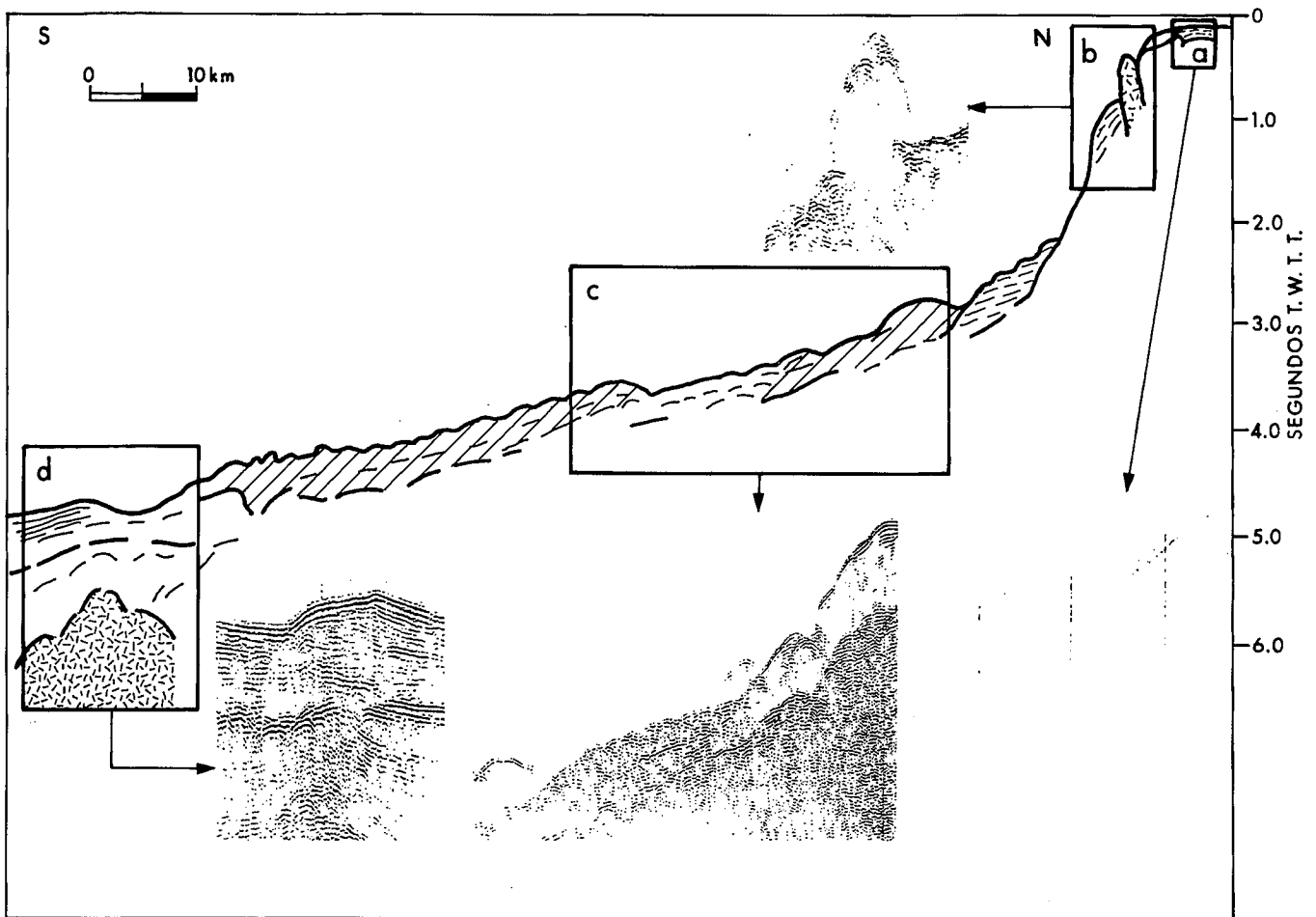


Fig. 3.- Perfil-Tipo del margen Insular Sur de Tenerife. 3a: Aspecto del recubrimiento de la plataforma interna por piroclastos, posible prolongación de las Bandas del Sur. 3b: Talud del sub-sector Norte, en el que se aprecia una intrusión volcánica y un depósito no consolidado adosado. 3c: base de talud, se aprecian depósitos potentes de sedimentos deslizados, separados por zonas reflectivas, posible fondo de canales. 3d: Zona distal (SW) del área estudiada. corresponde al sondeo 956 VICAP-ODP. Secuencias sedimentarias de más de 1 segundo TWTT, con posible basamento acústico intrusivo.

Fig. 3.- Profile - Type of the insular margin South of Tenerife. 3a: Aspect of the sedimentary cover of the internal platform (pyroclasts?), possible prolongation of the «Bandas del sur» series. 3b: Sub-sector North slope, is appreciated a volcanic intrusion and a perched unconsolidated deposit. 3c: Base of slope, are appreciated thick deposits of slumped sediments, separated by reflective zones, possible channels. 3d: Zone distal (SW) of the studied area. Correspond to the 956 VICAP-ODP drill site. Sedimentary sequences of more than 1 second TWTT, with a probable intrusive acoustic basement.

gación de los macizos de Teno y Anaga mar afuera, caracterizados por su morfología positiva (Muñoz *et al.*, 1996 este volumen) y el carácter de alta reflectividad y aspecto masivo e impenetrable de los perfiles sísmicos realizados en los mismos. En la Figura 2a se aprecia el aspecto de la prolongación submarina del macizo de Teno. Este macizo se presenta en su prolongación submarina aflorando hasta 44 Km de la actual línea de costa, punto en el que se puede observar su inmersión en profundidad bajo series no consolidadas posteriores, de probable origen de avalancha (Fig. 2a). La importante prolongación submarina de los macizos antiguos de Teno y Anaga, elementos iniciales en la Proto-isla de Tenerife es relevante al

menos en el caso de Teno dada su cercanía a La Gomera en el sentido que pudiera estar enlazado con estructuras submarinas de esta isla.

**Talud insular:** Caracterizado por morfologías irregulares, fondos abruptos y rugosos, y con una alternancia morfológica general de valle-dorsal, enmarcadas entre las prolongaciones submarinas de los macizos de Anaga y Teno (Muñoz *et al.*, 1996. este volumen), estas dorsales / divisorias, se formaron por esfuerzos a lo largo de los límites entre las diferentes avalanchas dentro de la masa general deslizada. Estructuras de presión similares han sido descritas por Prior *et al.*, (1982). Siguiendo

el perfil-tipo, hasta una profundidad de 2500 a 3000 m se reconocen fondos altamente reflectivos con poca o nula penetración (Fig. 2a).

A partir de esta profundidad se aprecian una serie de secuencias sedimentarias, al menos cinco en el borde occidental, que se encuentran limitadas por superficies de erosión y discontinuidades y que pueden atribuirse a depósitos sucesivos producidos por avalanchas. El apilamiento de estas unidades, con morfologías "cut and fill" características (Fig. 2b), parece corresponder a diferentes eventos de flujos sedimentarios que podrían seguir la secuencia; Slumps-Debris flows-corrientes de turbidez desde su inicio en las zonas litorales hasta llegar a fondos abisales.

En la zona central del área estudiada y dentro de este tramo morfo-batimétrico se aprecian en los perfiles sísmicos, ecos laterales que corresponden a megabloques desplazados por las enormes avalanchas en masa de materiales provenientes del edificio emergido que son transportados mar afuera por deslizamiento sobre la superficie de los depósitos de avalancha, actuando como lubricante la alta presión de agua intersticial y el posible contenido en gases. En la Figura 2b' están representadas dos de estas reflexiones laterales en las que se observa una cierta estratificación interna. Se aprecia asimismo, que este megabloque descansa al borde de un escarpe morfológico. Este escarpe de más de 100 m es atribuible a corrientes de fondo asociadas a los megabloques o puede corresponder al borde externo de uno de los depósitos de avalancha (toe), responsable del transporte de estos enormes fragmentos volcánicos desplazados, que son idénticos a las diferentes "debris avalanches" descritas en escenarios volcánicos similares (Holcomb, y Searle, (1991). Moore, *et al.*, (1989).

#### Base del talud - zona profunda:

Está limitada entre 3500 a 4000 m de profundidad y marca el límite morfológico de las diferentes avalanchas. El contacto con las secuencias no perturbadas correspondientes a zonas profundas correspondientes a sedimentos hemipelágicos de reflectores paralelos, continuos, alternantes de alta-baja reflectividad, está marcado a veces por un escarpe morfológico superior a los 100 m ( Fig.2c)

En planta y considerando en su conjunto este dominio morfológico, se presenta como una serie de depósitos en abanico, imbricados entre sí, que corresponden a la expansión lateral de los flujos sedimentarios canalizados por los valles submarinos definidos en la cartografía realizada Muñoz *et al.*, 1996 (este volumen).

El tipo de sedimentos correspondería a lahars, dentro de cuyos materiales viajarían enormes fragmentos del edificio volcánico pre-existente.

En la Figura 2c se aprecia el límite del

depósito de "debris flow" más distal reconocido en esta campaña, que corresponde al extremo occidental del área de estudio. La morfología cóncava y abombada y el escarpe de 180 m pone en contacto con los depósitos hemipelágicos estratificados de la cuenca profunda del Norte de Tenerife.

**Margen Sur :** Uno de los objetivos planteados dentro de este proyecto, era la valoración y posible cuantificación de los sedimentos piroclásticos que pudieran situarse en el margen sur de la isla, como posible prolongación mar afuera de las denominadas "bandas el sur", que cubren sobre 800 Km<sup>2</sup> al sur de Tenerife, y fueron depositadas por vientos del NW (Booth, 1973; Alonso, 1989, Martí *et al.*, 1994), constituidas por depósitos piroclásticos y que conforman el recubrimiento generalizado de la vertiente sur del edificio Teide.

En el margen insular adyacente al afloramiento de estas bandas blancas se ha dispuesto de un conjunto de datos sísmicos que cubren todo el margen insular desde la línea de costa hasta más de 3000 m. En la zona litoral de la mitad sur, se ha podido utilizar un conjunto de datos de sísmica de alta resolución (Uniboom 300 J.) realizados para un antiguo proyecto de construcción de un astillero en la zona ( IEO-GEOCISA 1974). Estos datos muestran la presencia generalizada en la zona de recubrimientos sedimentarios semi o no consolidados de una serie de espesor variable entre 5 y 30 m que se adapta a relieves pre-existentes y se dispone con espesores mayores mar afuera hasta el borde de plataforma (Fig.3a). Estos depósitos de plataforma parecen corresponder a coladas o flujos piroclásticos ("ash flows"), entrando directamente al mar, recubriendo en flujo laminar relieves volcánicos pre-existentes.

La continuación mar-afuera del perfil-tipo en esta zona nos conduce a un talud con importantes depósitos desplazados, presentando la morfología de slumps, (Fig. 3b, 3c) y que dada su posición bati-morfológica y volumen de material pudieran constituir un riesgo potencial como materiales inestables.

Por último, y en las partes más distales

de la zona estudiada, que corresponden al sondeo 956 del proyecto VICAP - ODP (Volcanic Islands Clastic Apron Project-Ocean Drilling Program), apreciamos una serie de sedimentos estratificados, con abundantes reflectores de gran amplitud, continuos y poco deformados que se agrupan en dos gradaciones limitadas por un reflector de gran amplitud, en conjunto las dos unidades superan el segundo de penetración y se detecta un posible basamento acústico homogéneo y de características intrusivas al final del registro comentado (Fig. 3d).

La parte NE del canal Tenerife-Gran Canaria, presenta un aspecto totalmente diferente; la disminución de anchura de su plataforma da paso a un talud y fondo de canal, jalonado por numerosas colinas sub-circulares cuyo aspecto masivo y alta reflectividad nos hacen suponer, a falta de datos de muestreo directo, que pudieran corresponder a una red de intrusiones o edificios volcánicos submarinos en diferentes fases de desarrollo.

#### Referencias

- Alonso, J.J. (1989). Univ de la laguna *Secr. Publ.* p 356
- Booth, B. (1973). *Proc. Geol. Assoc.*, v.4 p: 353-370
- IEO-Geocisa. ( Noviembre 1974). Estudio Geofísico zona de Granadilla. Sur de Tenerife
- Martí, J., Mitjavilla, J & Araña, V. (1994). *Geological magazine* 131.p:715-727
- MOPTMA. (1990). Dir. General de puertos y Costas. Plan de actuaciones en la costa. *Estudio geofísico de Tenerife.*
- Moore, J.G., Clague, D., Holcomb, R.T., Lipman, W., Normark, P., & Terresan, M.E. (1989). *Jour. Geophys. Res.*, 94, 17465-17484.
- Holcomb, R.T. & Searle, R.C. (1991). *Marine Geotechnology*, 10. 19-32
- Muñoz *et al.*, (1996). *Geogaceta.* (este volumen)
- Prior, D.B., Bornhold, J.M., Coleman, J.M., & Bryant, W.R (1982). *Geology*, V.10 p.588-592