



**INGEMISA**

INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS Y MINERAS, S. A.

El Nogal 23 - Teléf. 27 46 54 - CORDOBA - 6

INFORME MONOGRAFICO DE NEOTECTONICA  
EN EL MIOCENO SUPERIOR-PLIOCENO-CUA  
TERNARIO DE LA DEPRESION DE GRANADA.

Diciembre, 1985

## I N D I C E

	<u>Pags.</u>
1.- <u>INTRODUCCION</u> .....	1
2.- <u>SITUACION AL FINAL DEL MIOCENO INFERIOR Y-</u> <u>EN EL MIOCENO MEDIO</u> .....	5
3.- <u>RASGOS SEDIMENTARIOS DEL MIOCENO SUPERIOR-</u> <u>DE LA DEPRESION DE GRANADA EN RELACION CON</u> <u>LA NEOTECTONICA</u> .....	8
4.- <u>RASGOS SEDIMENTARIOS DEL PLIOCENO-CUATERNARIO</u> <u>DE LA DEPRESION DE GRANADA EN RELACION-</u> <u>CON LA NEOTECTONICA</u> .....	15
5.- <u>RASGOS TECTONICOS</u> .....	20
5.1. LOS PLIEGUES Y LOS CANTOS ESTRIADOS...	22
6.- <u>LA RED DE FRACTURAS EXISTENTES</u> .....	30
6.1. LAS FRACTURAS Y ACCIDENTES PRESENTES -	
EN EL AREA DE ESTUDIO .....	34
6.1.1. Las Fracturas N70E a E-W .....	34
6.1.2. Las Fracturas de dirección NW--	
SE.....	39

	<u>Pags.</u>
7.- <u>DATOS SISMICOS</u> .....	45
8.- <u>INTERPRETACIONES Y CONCLUSIONES</u> .....	54
8.1. RELACION ENTRE LA TECTONICA Y LA SEDIMENTACION .....	55
8.2. MOVIMIENTOS DE LAS FRACTURAS .....	56
8.3. LOS ESFUERZOS Y SU CRONOLOGIA.....	57
8.4. SITUACION ACTUAL.....	59
9.- <u>BIBLIOGRAFIA CITADA</u> .....	61

ANEXO: Relacion de sismos registrados en la Depresión de Granada.

1.- INTRODUCCION

## 1.- INTRODUCCION.

El concepto de Neotectónica no es preciso en tanto que son numerosas las interpretaciones que del mismo existen. Las divergencias parten esencialmente del lapso de tiempo que se ha de considerar para que un rasgo se considere neotectónico o no. Las interpretaciones más rígidas y precisas consideran neotectónicos a los fenómenos tectónicos, o relacionados con la Tectónica de alguna manera, que se están produciendo en la actualidad. Esta interpretación se amplía en general a los últimos 30.000 o pocos más años y esto se hace en función de que existen fracturas actualmente quietas sin actividad sísmica, que se han movido en los últimos 30.000 años y desde el punto de vista geológico deben ser consideradas capaces de volverse a mover.

En las Cordilleras Béticas los investigadores que han tratado el tema aceptan que "sensu lato" puede considerarse del dominio de la Neotectónica el lapso de tiempo transcurrido a partir del Mioceno superior (con el Tortonien se incluído casi por completo). De esta forma se distingue un periodo típicamente alpino de la estructuración de las C. Béticas (a veces se utiliza el término paleotectónica) y un periodo posterior de Neotectónica, en el cual algunas de las directrices de las C. Béticas comienzan a ser modificadas.

El conocimiento cada vez más profundo de la Tectónica de las C. Béticas muestra la dificultad creciente que existe para separar ambos grupos de eventos paleo y neotectónicos. Años atrás era clara la idea de materiales pre, sin y postorogénicos. Hoy día todo se ve como una sucesión concatenada de hechos y así por ejemplo materiales del Pleistoceno (si no posteriores) localmente se encuentran fuertemente distorsionados tanto en procesos localmente distensivos como compresivos. Queda en buena parte borrado el concepto de postorogénico puesto que las Cordilleras Béticas y todo el ámbito del Mediterráneo occidental son aún geodinámicamente muy activos. Todo esto se encuentra ligado a la aproximación de África y Europa, a la formación de corteza oceánica en algunos sectores del Mediterráneo y en último término al verdadero motor, la continuada apertura del Atlántico, que produce movimientos hacia el E combinados (según la mayor o menor velocidad de África hacia el N o NE y a su rotación) con esfuerzos casi N-S.

Las Cordilleras Béticas se pueden considerar-

estructuradas en sus rasgos esenciales a partir del momento en que las zonas Internas avanzan hacia el W (o Iberia hacia el E) y expulsan buena parte de los materiales de las Zonas Externas hacia el NW, W y SW y quedan encajadas, saturadas, con las zonas Externas. Este proceso parece haber tenido lugar a lo largo del Oligoceno Terminal-Mioceno Inferior y quedaría terminado hacia el Burdigaliense o Langhien se.

2.- SITUACION AL FINAL DEL MIOCENO INFERIOR  
Y EN EL MIOCENO MEDIO.

2.- SITUACION AL FINAL DEL MIOCENO INFERIOR Y EN EL MIOCENO MEDIO.

Tras producirse el deslizamiento y colisión de las Zonas Internas y Externas por un movimiento transpresivo que trajo aquellas hacia el W, en poco tiempo se debió de suturar su contacto casi por completo. No significa esto que no se hayan producido en este contacto otros movimientos posteriores, en general dextrorosos, o cabalgamientos incluso retrovergentes algunos de ellos, sino que éstos ya no han sido de gran importancia. El movimiento se trasladó a otras grandes fracturas, accidentes, situados tanto al N como al S que pudieron crearse en ese momento. Sin embargo es posible que preexistieran grandes accidentes durante el depósito de los materiales mesozoicos de posible origen tardihercíniano, en especial en el basamento de las zonas externas, y que hipoté

ticamente se reactivarán.

Durante el Mioceno medio se citan deformaciones y discordancias .En el Langhiense se producen retrocabalgamientos hacia el S y E con materiales que pueden alcanzar - posiciones muy internas de la Zona Bética "sensu stricto" - sobre el Maláguide o Alpujárride. Incluso parecen haber alcanzado algunos puntos del mar de Alborán (Martinez del Olmo, 1985).

A finales del Serravalliense o más bien en la base del Tortoniense se produce una etapa importante de deformación (Montenat, 1973; Bourgois, 1978; Rodriguez Fernández, 1982; Sanz de Galdeano et al, 1985,etc) en la que se producen hechos tales como movimientos de desgarre dextrorosos en el accidente del corredor de las Alpujarras y parte de los cabalgamientos del Subbético sobre el Prebético, etc. - Tras esta etapa se inicia la Neotectónica "sensu lato" en las Cordilleras Béticas, pero es un límite artificial y poco neto, pues la situación geodinámica general no parece haber cambiado esencialmente.

(A partir de este momento la descripción ya - se hace menos general y se ciñe más al sector ahora estudiado).

3.- RASGOS SEDIMENTARIOS DEL MIOCENO SUPERIOR DE LA DEPRESSION DE GRANADA EN RELACION CON LA NEOTECTONICA.

3.- RASGOS SEDIMENTARIOS DEL MIOCENO SUPERIOR DE LA DEPRESION DE GRANADA EN RELACION CON LA NEOTECTONICA.

El depósito de los materiales tortonienses comienza a hacerse posiblemente en un relieve muy poco acusado de manera que no se puede hablar de cuenca o Depresión - de Granada, aún cuando al menos en algunos puntos de ella - se hayan depositado previamente materiales del Miocene Inferior y Medio (Gonzalez Donoso, 1967 y Rodriguez Fernández, 1982). De esta manera el depósito de los conglomerados de - base y de las calcarenitas bioclásticas parece haberse hecho por toda la depresión y por áreas que actualmente no lo son, sobre todo al S de la misma pero también al N, así en el sector de Montefrío entre otros.

Sin embargo desde el principio ya se observan

rasgos de inestabilidad. Así en la hoja 1026 (Padul) (véase la figura 1) en la salida occidental de Agrón existen encima de los niveles de conglomerados de base unos grandes bloques de dolomías alpujárrides. Su tamaño puede superar 2 m de diámetro y en algunos puntos en razón de su gran acumulación es posible equivocarse e interpretar el afloramiento como perteneciente realmente a las dolomías triásicas alpujárrides. La interpretación que ya Gonzalez Donoso 1967 y Sanz de Galdeano (1978) dan es la de la existencia de movimientos diferenciales que en algunos momentos fueron bruscos, dando escarpes, los cuales suministraron los bloques citados.

Durante el depósito de estos conglomerados y calcarenitas tortonienses de la base, existen deformaciones sintectónicas en otros puntos. Así se interpretan los pliegues del sector de Beas de Granada (hojas 1010, Lapeza y 1027 Guejar Sierra) que ya mencionan Gonzalez Donoso (1967) - Sanz de Galdeano (1978), Estevez et al (1982 y 1983), Rodriguez Fernandez (1982), etc. El último autor citado describe que los materiales del Tortoniense del llamado Fraile de Beas (es un promontorio rocoso) se plegaron según la dirección aproximada N60E a la vez que se producía el depósito, lo que ocasiona una neta discordancia angular.

Es a lo largo del Tortoniense cuando empieza a individualizarse de una forma neta la Depresión de Granada. Sectores tales como los de Sierra Nevada sufren una marcada surrección ayudados sin duda por movimientos a lo largo de los sistemas de fracturas que más adelante se describen. Esto hace que los sectores situados en el entorno de -

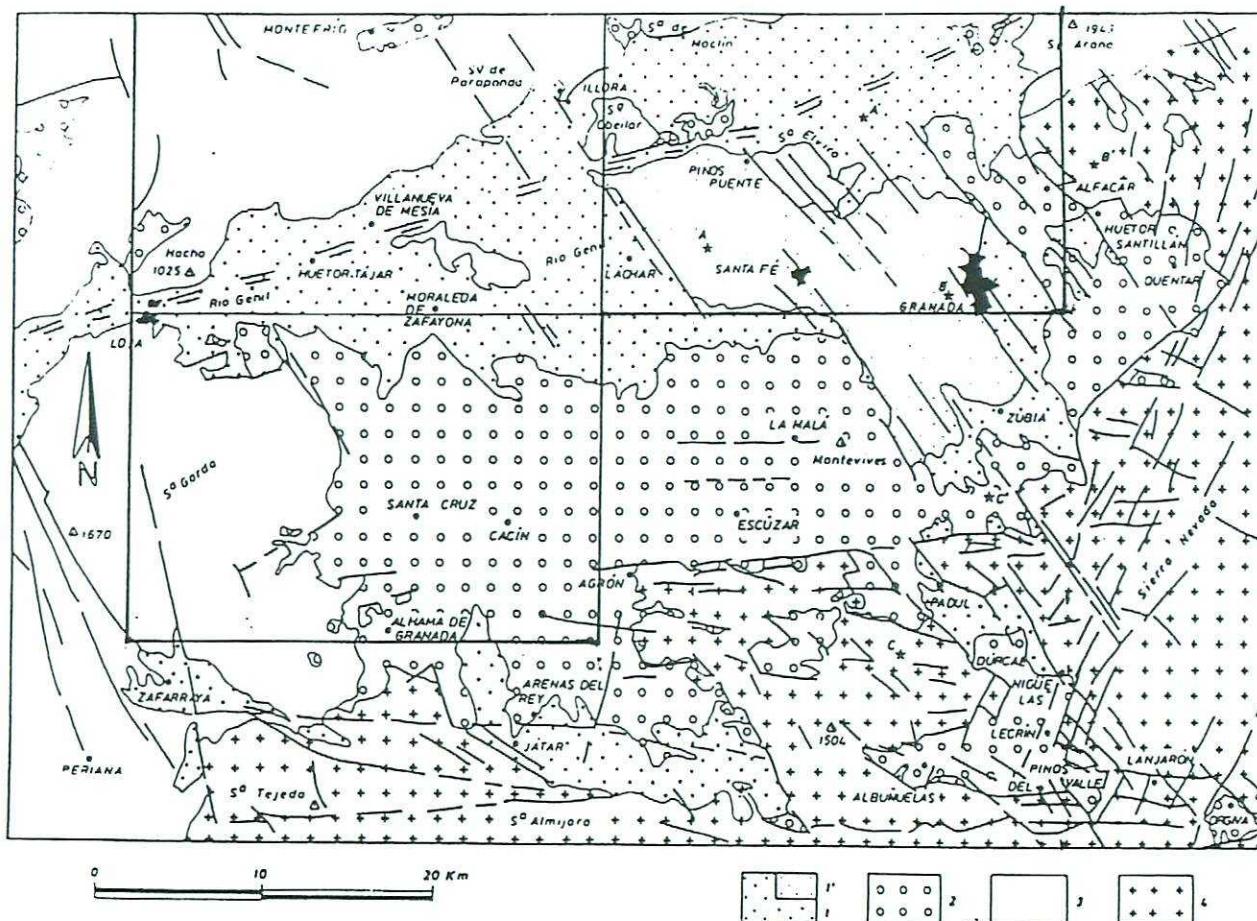


Fig.1.- Esquema geológico simplificado de la Depresión de Granada.  
 1.-Plioceno y Cuaternario. 1'.-Holoceno. 2.-Mioceno. 3.-Zonas Externas, Dorsal y Complejo de Colmenar-Periana. 4.-Zonas internas. Se señala la posición de las hojas estudiadas y los cortes de la fig.7.  
 (Tomado de Vidal et al., 1984)

Sierra Nevada reciban importantes aportes detríticos. Los de mayor tamaño se depositan próximos: sectores de Quéntar-Monachil, Dúrcal, etc, por citar solo algunos de los de la depresión de Granada pues al S de Sierra Nevada, incluso en la provincia de Almería, también existen de estos materiales. Constituyeron importantes cuerpos de materiales conglomeráticos, a veces de gran volumen, con intercalaciones de arenas y limos y se dió el nombre de "Block-Formation" al conjunto más voluminoso de los mismos (Von Drasche, 1879), nombre que aproximadamente corresponde al de Formación Pinos Genil (Gonzalez-Donoso, 1967), y al de Formación Dudar, definida por Rodriguez Fernandez (1982). En las hojas en estudio solo aparecen materiales correlacionables con la Formación Dudar en el sector SE de la hoja de Granada y al Sur de Alhama de Granada en la hoja de Loja. En la primera se encuentran materiales cuya procedencia es la proto-Sierra Nevada y otros de apariencia maláguide, posiblemente heredados de antiguos materiales que cubrían las Sierras de Cogolllos, Alfacar y Nívar. De hecho en todo el borde occidental de estas sierras (borde E de la hoja de Granada) se observan sedimentos con claras herencias tanto de antiguas unidades malágides como alpujárrides, con la apariencia de haberse formado al pie de relieves.

La edad de la Formación Dudar y la de numerosos otros materiales conglomeráticos es Tortoniense. En particular la Block-Formation parece corresponder al Tortoniense super.-Turoliense inferior (Dábrio y Ruiz Bustos, 1979).

En sectores más alejados de los bordes de lo-

que hoy dia es Sierra Nevada y Sierra Arana (este término - quiere englobar a las sierras de Cogollos, Alfacar, etc) el aporte de material detrítico grueso es menor. No parecen haber existido relieves importantes en sus proximidades. Sin embargo existen claros rasgos que denuncian la inestabilidad del medio. Así los conglomerados del Turoliense supe---rior localizados al E. de Cerro Lorenzo, (hoja de Loja), y - los yesos continentales suprayacentes, que a juicio de Dá--brio et al (1982) corresponden a la removilización parcial- de los más antiguos, parece suponer una cierta inestabili--dad en buena parte, si no en toda, de la Depresión .:

Más importante es la inestabilidad que se ob--serva en los niveles más altos del Mioceno Superior, del Tu--roliense. Así por ejemplo en el S de la Depresión, sector de Arenas del Rey, Jatar, Fornes, se localiza una importante --subsidiencia que produce acúmulos notables. Este fenómeno se continúa hasta prácticamente la actualidad (Sanz de Galdeano, 1985), y se considera ligado a la presencia de un gran--accidente casi E-W situado al N de Sierra Tejeda y que ha - producido importantes movimientos horizontales y verticales.

Los niveles de calizas y margocalizas turolien--ses presentan, sobre todo en la hoja de Loja, gran cantidad de brechas . También se observan diques neptúnicos y plie--gues que más bien parecen adaptación a movimientos de fallas. Este último fenómeno parece posterior. El volumen de las --brechas es muy variable. Hay niveles calizos parcialmente - brechificados, niveles brechoídes de calizas dentro de las--mismas calizas y paquetes de brechas dentro o incluso fuera de los propios afloramientos de calizas. Existen también --

rasgos que indican la posible existencia de deslizamientos-  
importantes, en general difíciles de separar de los fenóme-  
nos actuales de deslizamientos que se presentan en muchos -  
puntos. El sentido de movimiento que parecen indicar estos-  
fenómenos del Turoliense es de S-N.

4.- RASGOS SEDIMENTARIOS DEL PLIOCENO-CUATERNARIO DE LA DEPRE-  
DION DE GRANADA EN RELACION CON LA NEOTECTONICA.

4.- RASGOS SEDIMENTARIOS DEL PLIOCENO-CUATERNARIO DE LA DEPRESIÓN DE GRANADA EN RELACION CON LA NEOTECTONICA.

Son cuatro los sectores de la Depresión de Granada que presentan afloramientos muy importantes de edad pliocena y cuaternaria. Corresponden al sector de Granada, al de Padul, al del S de la Depresión de Granada y a la banda N de la propia Depresión.

Ni el sector de Padul ni el del S de la Depresión (sector de Jayena-Jatar) se encuentran en las hojas ahora tratadas, pero se describen brevemente para dar una idea de conjunto. En Padul los materiales del Plioceno-Pleistoceno (Domingo Et al, 1983) se encuentran encajados en una fosa tectónica de dirección NW-SE aún subsidente. Tanto estos materiales de la fosa (cuyos espesores varian grandemen-

te de un punto a otro y que muestran mayor subsidencia en - el borde oriental) como los conos de deyección que aparecen en dicho borde permiten establecer una cronología relativa de procesos de levantamiento y hundimiento. La edad de estos procesos se puede saber aproximadamente gracias a dataciones de  $C^{14}$  y a algunos hallazgos paleontológicos. Lo esencial en este caso es mostrar la subsidencia continua a lo largo del Pleistoceno en esta fosa y el levantamiento paralelo del borde oriental (Sierra del Manar o Silleta), con un salto vertical del orden de 700 m o más en algunos puntos .

En el sector de Játar-Jayena ya se ha señalado su inestabilidad. Allí el material del Plioceno y del Cuaternario tiene espesores superiores a 200 m y este engrosamiento se produce al N de Sierra Tejeda a lo largo de un eje casi E-W de unos 20 km de longitud. Hoy dia los glaciares cuaternarios, afectados por este eje buzan en algunos puntos hacia el S, al contrario de su pendiente original, - lo que demuestra la continuación del fenómeno.

En el sector de Granada (Ciudad) aparece el conglomerado Alhambra datado mediante polen en el presente-Proyecto como tránsito Plioceno-Cuaternario y el Cuaternario de la Vega, Pleistoceno y Holoceno. Más al S en el borde de Sierra Nevada aparecen conos de deyección entre los que destaca - el de la Zubia cuya edad parece ser Pleistoceno medio (Echallier, com. pers.). El conglomerado Alhambra responde a una rápida erosión del núcleo de Sierra Nevada y Sierras de Cogollos Alfacar y Nivar . Esto posiblemente pueda tener una- causa climática pero también parece estar relacionado con -

momentos de elevación más acusada de los bordes de Sierra - Nevada . Cuando comienza a formarse el cono de deyección de la Zubia, el tipo de aportes cambia radicalmente: casi sólo son del Alpujárride y sobre todo de calizo-dolomías más o - menos marmóreas. Esto se interpreta como debido al funcionamiento de fallas de borde de Sierra Nevada que levantan sectores, los cuales pasan de inmediato a ser atacados por la erosión: el tipo de aportes cambia pues en estos sectores - aún se conservan los materiales alpujárrides cabalgantes sobre el Nevado-Filábride.

El Cuaternario de la Vega de Granada a su vez muestra un claro control tectónico en su depósito . Se halla limitado esencialmente entre fracturas de dirección NW- SE muchas de las cuales presentan claras evidencias de haberse movido en momentos muy recientes. El máximo espesor-- parece encontrarse en la parte N de la Vega de Granada que- es una zona con clara tendencia a anegarse.

Es en el N de la Depresión de Granada donde - existe mayor extensión de afloramientos del Plioceno y Cuaternario. Se extienden por todo el borde N. Hacia el W pasan a algunas formaciones del sector de Rio Frio y hacia el E - se extienden por el N de Sierra Arana y casi conectan con - los depósitos equivalentes de la Depresión de Guadix. Ade- más de los depositos de la Vega de Granada penetran profun- damente en la banda N de la Depresión. El rasgo fundamental a destacar (Sanz de Galdeano,1980) es el hecho de que exis- te un sector medio de carácter lagunar más o menos intermi- tente, alargado aproximadamente según la dirección N70E y - que corresponde al sector más subsidente y más deprimido --

del área durante este tiempo y al parecer donde mayor cantidad de aportes se recibe, tanto del N como del S, sobre todo del S. El sector septentrional recibe aportes del Subbético y el meridional lo hace de Sierra Nevada, del Alpujárride del sur de la depresión de Granada: sectores de Sierra Almijara y Tejeda y también de la propia cuenca miocena, de manera que cantos calizos del Turoliense se encuentran dentro de estos materiales. Esto traduce un claro levantamiento diferencial de un sector que poco hacia era lugar de depósito .

A este esquema de una zona media más deprimida y alargada N70E, con fuertes subsidencias en Cubillas, en el Sector Brácana y Huétor Tajar, entre otros sectores, hay que sumar el hundimiento transversal de la Vega de Granada según fallas NW-SE que distorsiona con claridad la antigua directriz.

5.- RASGOS TECTONICOS

#### 5.- RASGOS TECTONICOS

En la región en estudio existe una densa red de fracturas de diverso tipo y dirección y también existen pliegues y cantes estriados. Aquellas son las responsables - en buena parte del tipo y de la repartición de los sedimentos y además nos suministran datos sobre la edad de las deformaciones. Los pliegues y los cantes estriados son aquí - de menor importancia pero contribuyen también a aclarar la evolución tectónica, neotectónica en este caso, de la región. Por último algunos rasgos morfológicos constituyen hitos -- que nos informan también sobre los mismos aspectos. Estos-- rasgos serán tratados cuando se trate de las fracturas .

### 5.1. LOS PLIEGUES Y LOS CANTOS ESTRIADOS.

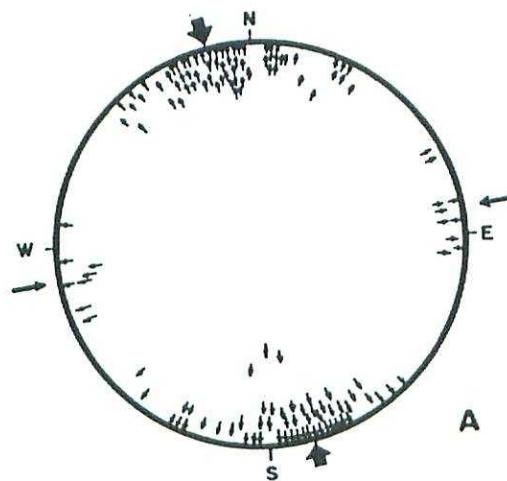
Se han observado pliegues en el sector de Quentar a Beas de Granada, en los limos con yeso de la parte central de la Depresión, en los niveles calizos turolenses y algunos otros dispersos. Estos y los de las calizas turolenses parecen más fenómenos de acomodación de fallas que propiamente pliegues.

Los pliegues del sector de Quentar-Beas de Granada ya se han citado al hablar del cerro del Fraile de Beas. Son anticlinales y sinclinales cuya dirección oscila entre N50 y N75E, con una envergadura de hectométrica a kilométrica (Estevez et al 1982). El plegamiento que afecta a las calcarenitas y conglomerados del Tortoniano no lo hace a la "Formación Dudar" situada encima. Es claramente una deformación intratortoniana. También en Montefrío y Zagra existe una marcada discordancia entre materiales tortonianos. Más al W en Cuevas de San Marcos, en el borde S del embalse de Iznájar, Vera y Gonzalez Donoso (1964) describen el mismo fenómeno. Este lugar aparece en la hoja de Rute en la continuación de una línea aproximadamente N70E con respecto al afloramiento de Montefrío .

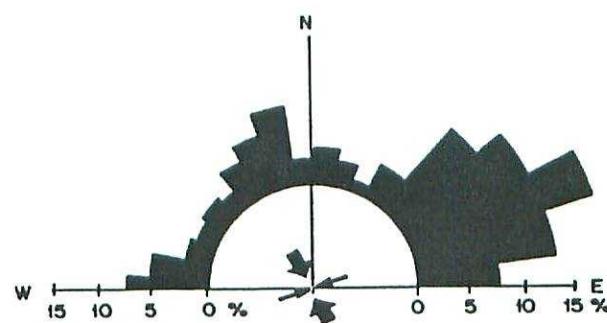
En los yesos laminados con limos y carbonatos del Turolense superior del centro de la Depresión los pliegues que aparecen visibles son mucho más pequeños. Han sido descritos con anterioridad por Sanz de Galdeano (1978). En buena parte estos pliegues pueden haberse formado por simple hidratación de paso de anhidrita a yeso pues estos hechos se dan ciertamente, pero su apariencia en algunos casos --

de pliegues "KinK" de varios metros de envergadura y su distribución en lotes bien definidos sirven para mostrar que este fenómeno se ha realizado bajo un sistema de esfuerzos, pues de otra forma la distribución estadística de la dirección de pliegues sería isótropa. Y las medidas se han hecho en numerosos puntos. Muchos de ellos en la hoja de Padul, así en las canteras de Gabia Grande, y en la carretera de la Málá a Otura, pero los mejores afloramientos hasta ahora encontrados están en la carretera cortada de Ochichar a Cacín (hoja de Loja). En la figura 2 se muestra una representación de 461 medidas (más de 200 de ellas tomadas en la hoja de Loja) donde se observan dos direcciones predominantes N65E- y N10W, ésta menos marcada. Estas direcciones de plegamiento suponen la existencia de compresiones en la dirección --aproximada N20-30W y en la dirección N75-85E, si bien ésta menos marcada. Con estos pliegues no se puede, a diferencia de los de Beas-Quéntar, precisar la edad de la deformación - pues puede ser desde el Turolense superior a la actualidad. Es un lapso de tiempo bastante amplio .

En la misma carretera cortada de Ochíchar a Cácín y entre Ochíchar y Tajarja existen pliegues que afectan a las calizas turolenses. Muchos de estos pliegues son de dirección N70-80W con tamaño en general deca a hectómetrico algunos más grandes, y son poco curvados en su bóveda mientras que los flancos caen con fuerte buzamiento. Más parecen acomodaciones a fracturas del zócalo que verdaderos pliegues .En otros sectores de la Depresión aparecen otros rasgos parecidos. Así al SE del pueblo de Chimeneas (hoja - de Padul) donde se interpretan de igual forma.



116 medidas



461 ejes de pliegues

Figura nº 2.- Dirección general de  $\sigma_1$  deducida a partir de microfallas y pliegues. Las Flechas negras fuera del círculo corresponden a posiciones de  $\sigma_1$ . Las más grandes indican compresiones más marcadas o que al menos han provocado mayor número de estructuras compresivas A. Direcciones de  $\sigma_1$  deducidas a partir de 116 Fallas inversas o descargas medidas fundamentalmente en el borde W y NW de Sierra Arana. -- B -- Direcciones de pliegues medidas en el Mioceno Superior de la Depresión de Granada. Se agrupan con intervalos de  $10^\circ$ . Tomado de Estevez y Sanz de Galdeano, 1983.

El estudio de los cantos estriados se señala por primera vez en la publicación de Estévez et al(1978) -- aunque previamente se había llevado a 3º Reunión Annuelle des Sciences de la Terre (1975) por los mismos autores. La metodología de su estudio se precisa en Sanz de Galdeano y - Estevez (1981). En esencia son estriaciones y/o penetraciones de cantos generalmente silíceos sobre otros carbonáticos cuya dirección media medida en numerosos cantos nos da estadísticamente la dirección de compresión maxima  $\sigma_1$ , para un determinados sector (figuras 3 y 4). Son útiles para regiones de este tipo donde en materiales modernos la deformación en muchos puntos no es muy marcada dado que ésta se concentra sobre todo a lo largo de líneas de fractura. - Los sectores donde aparecen estos cantos estriados son preferentemente aquellos en los que hay mezclas de materiales heredados de las Zonas Internas y Externas, en general del Plioceno-Pleistoceno:borde Norte y occidental de Sierra Araña, en parte oriental de la Depresión de Granada, en el sector medio de la banda N de la Depresión de Granada y en algunos puntos del SW de la misma depresión. Localmente también se han encontrado y medido en Turolense superior, como es el caso del afloramiento conglomerático del E. de Cerro Lorenzo (hoja de Loja).

Los resultados obtenidos se muestran en las figuras 4 y 5 y esencialmente indican dos direcciones de -- compresión . Una proxima a la N-S, en general algo hacia el W, con ciertos cabeceos, sin duda la más marcada salvo en - las proximidades de Tocón y al N de Pinos Puente, y otra -- próxima a la E-W, aunque también con variaciones. Esto mues tra que la región, con seguridad para los afloramientos de

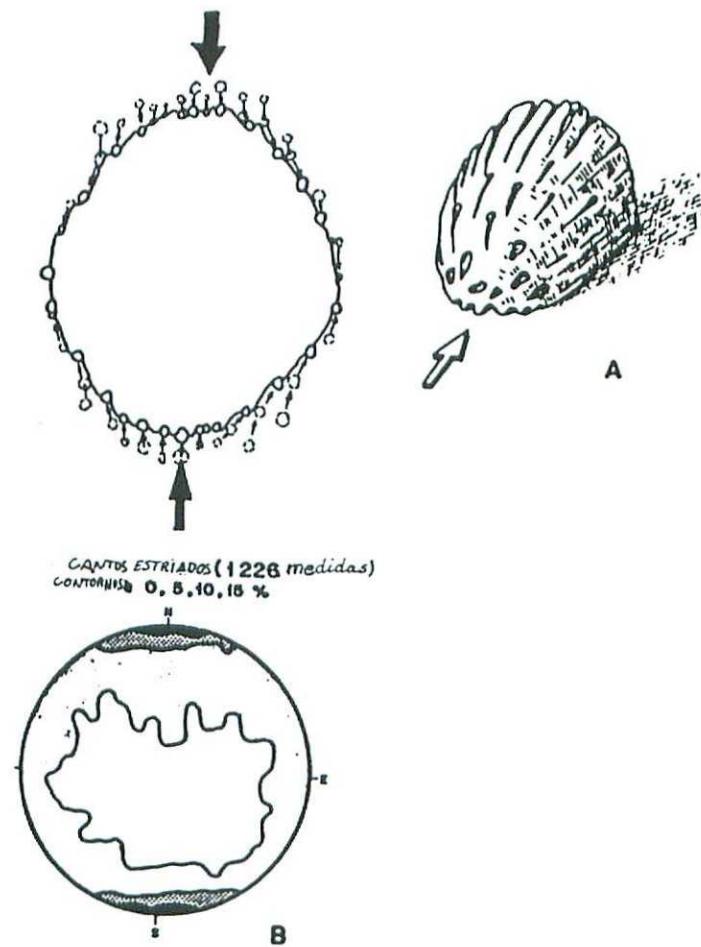


Figura nº 3.- Esquema que muestra la posición de  $\sigma_1$  en relación con los cantes estriados. A. las flechas grandes indican la dirección de  $\sigma_1$ . B. Curvas de Frecuencia de dirección de estrias a partir de 1226 medidas, tomadas sobre todo en el borde W y NW de Sierra Arana. Tomado de Sanz de Galdeano y Estevez, 1981 y-- y Estevez y Sanz de Galdeano 1983.

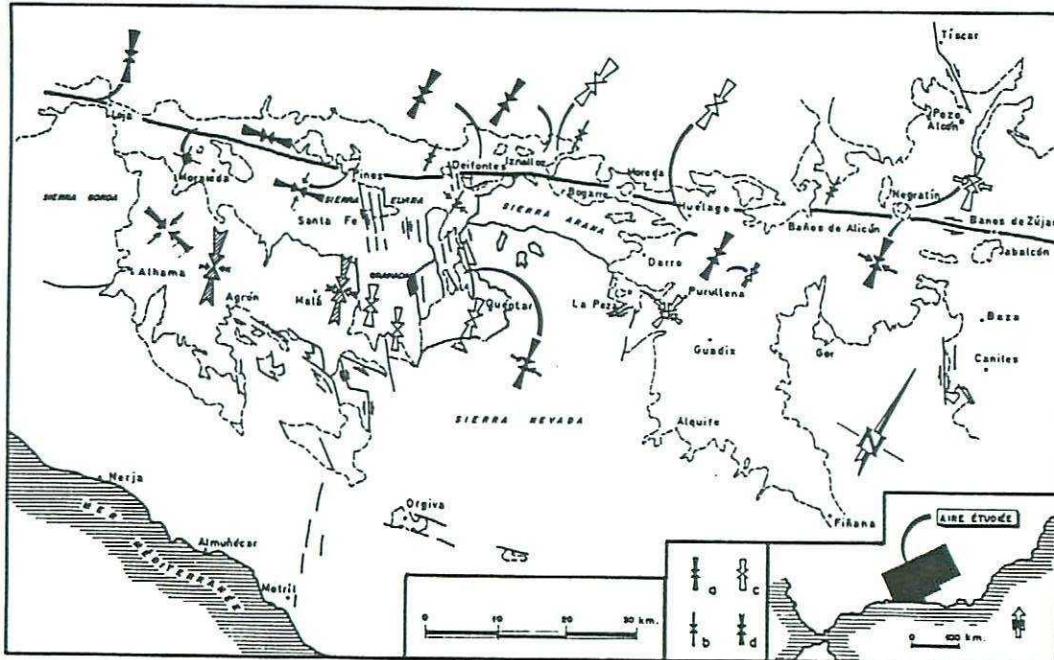


Figura nº 4.- Puntos donde se han obtenido medidas de compresiones modernas. A: Dirección de  $\sigma_1$  deducida a partir de cantes estriados. B: id. con menos de medidas que en A. C: Dirección de  $\sigma_1$  obtenido a partir de Fallas inversas y desgarrés. D: id. a partir de pliegues situados en materiales del Mioceno superior. Para C y D las Flechas más pequeñas indican direcciones de compresión menos marcadas. Tomado de Estevez et al (1983). Se incluyen las medidas de estrias en cantes proximos a Santa Cruz del Comercio.

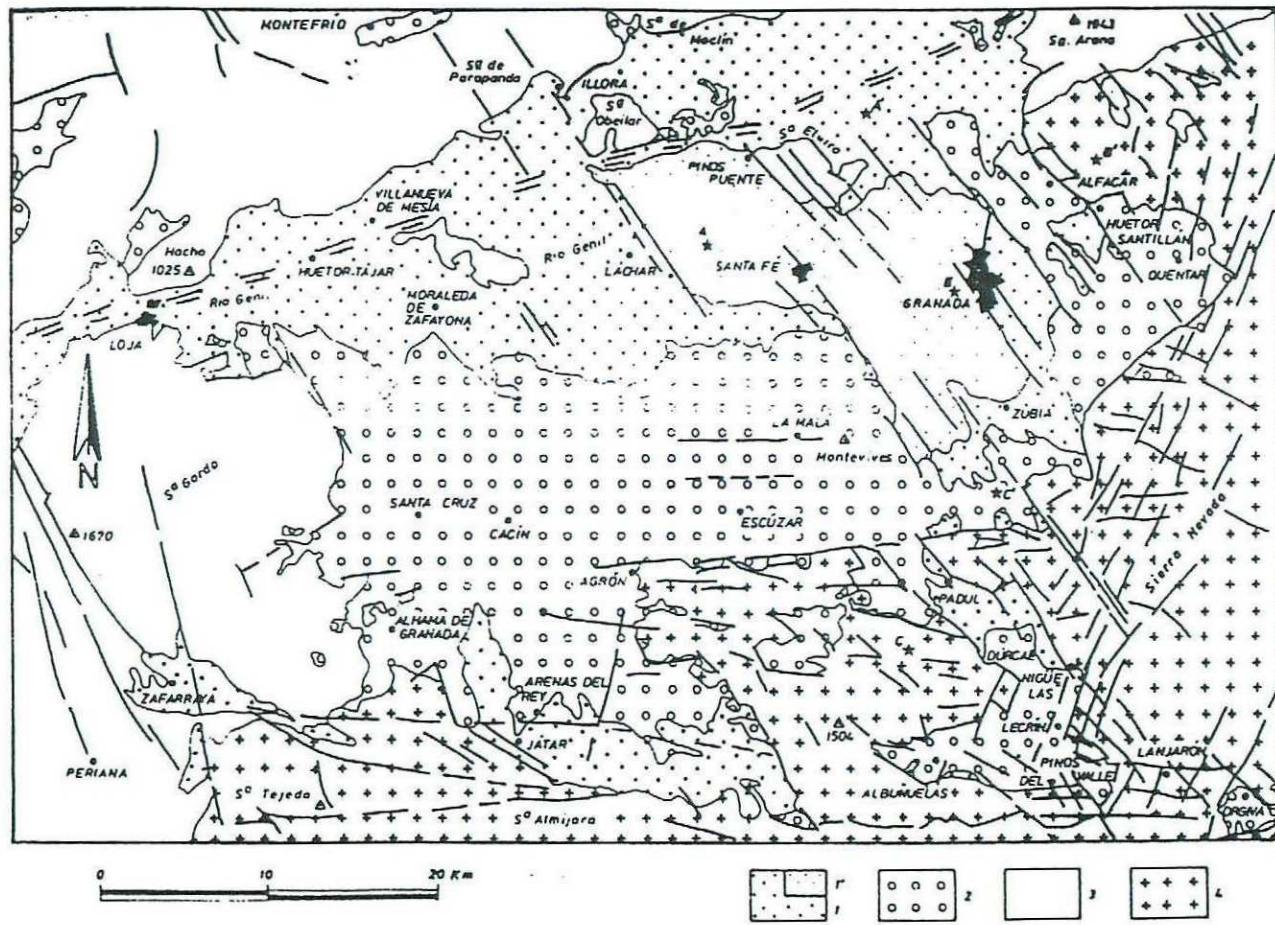


Figura nº 5

edad Plioceno-Pleistoceno, ha sido afectada por compresiones casi N-S, mejor NNW-SSE, y otra casi E-W. Parte al menos de esta compresión es muy joven pues se han visto cantos estriados en conglomerados, arenas y limos con restos de industrias líticas. A la vez y aunque a primera vista resulta chocante se han observado estriaciones verticales que muestran movimientos de aspecto distensivo.

Las medidas en materiales miocenos, que también se incluyen en las figuras 4 y 5, no permiten establecer con seguridad el lapso de tiempo en que se han producido. Las de Montefrío parecen ligadas a las deformaciones que más -- adelante se describen.

Puede observarse ya que a partir de los pliegues y de los cantos estriados se puede deducir una dirección de compresión NNW-SSE y otra próxima a la E-W.

6.- LA RED DE FRACTURAS EXISTENTE.

#### 6.- LA RED DE FRACTURAS EXISTENTE.

Considerados de forma general son tres los sistemas de fracturas que predominan en las Cordilleras Béticas, cuyas direcciones aproximadas son N70E a E-W, NW-SE, - y NE-SW, esta última desdoblada en NNE-SSW y NE-SW (Sanz de Galdeano, 1983, y Benavente y Sanz de Galdeano, en prensa). Un esquema sobre la distribución de las redes de fractura - puede verse en la figura 6.

Son los accidentes y fracturas de dirección - aproximada N70E a E-W los más largos y sin duda los más -- importantes de toda la Cordillera y sus movimientos son en - general de desgarre dextrorso aunque en algún caso se han - observado movimientos en sentido contrario y por supuesto - saltos, a veces importantes, en la vertical. El accidente -

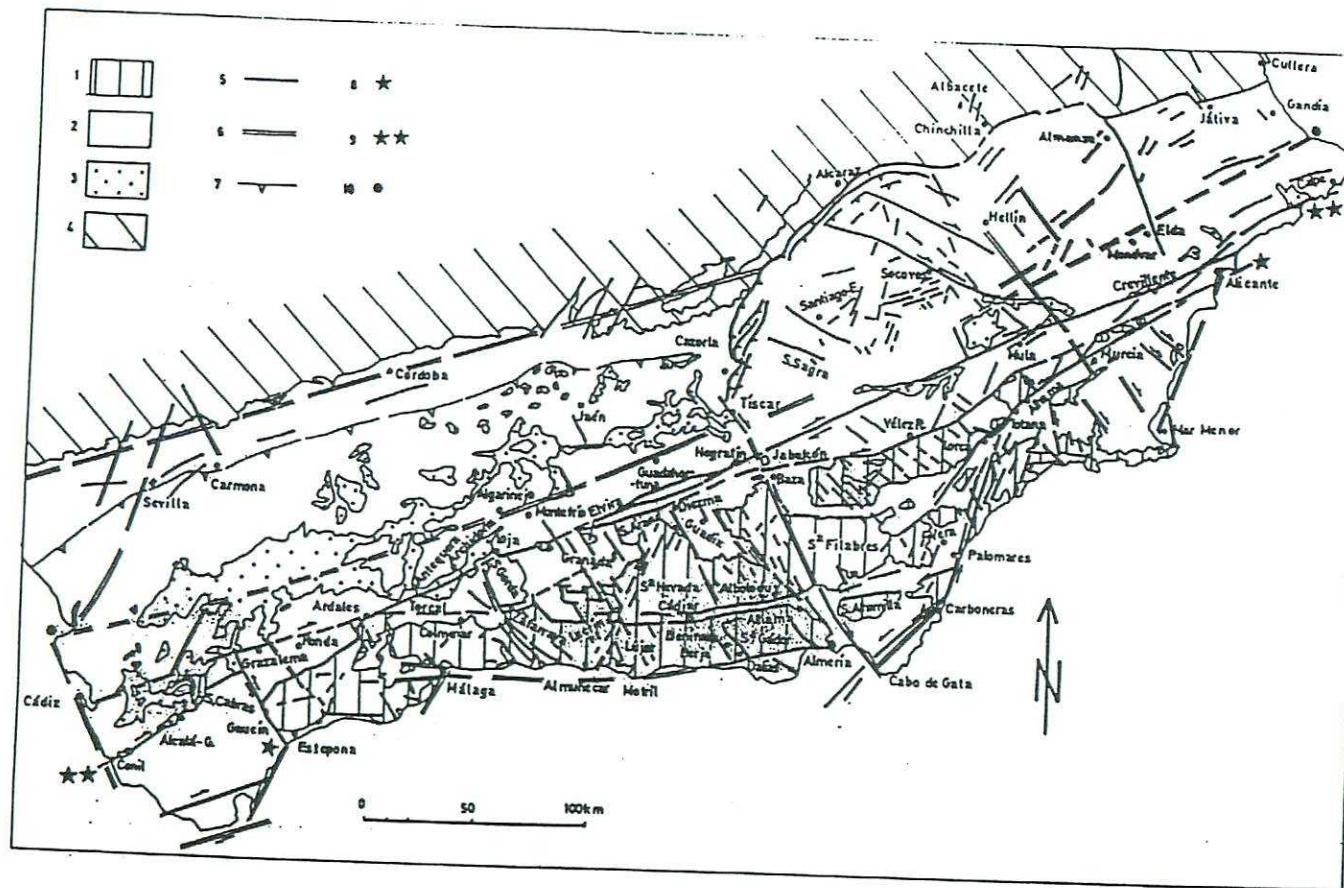


Figura nº 6.- Esquema simplicado de los principales accidentes de Las Cordilleras Béticas. 1: Zonas Internas y materiales de las depresiones. 2: Zonas Externas y materiales de las depresiones. 3: Trias Germano-Andaluz del Subbético y Trias deslizado hacia la depresión del Guadalquivir . El E corresponde en parte al Prebético, pero ligado a los accidentes .4:Materiales de la Meseta y de la Cordillera Iberica .5:Fallas,con picos negros son cábalgamientos 6:Posicion probable de Fracturas o Fracturas probables .7:Límite de los deslizamientos gravitatorios en la depresión del Guadalquivir.8:Extremos de la línea de contacto entre las zonas Internas y Externas.9:Extremos del accidente Cadiz-Alicante.10:Extremos del posible accidente del N. del de Cádiz-Alicante .Tomado de Sanz de Galdeano,1.983.

más importantes es sin duda el del contacto entre las Zonas Internas y Externas de las Cordilleras Béticas, que supone la unión de dos dominios originalmente muy separados. Es un accidente transpresivo con una traslación al menos de 300 - km. En él se han producido numerosas deformaciones posteriores a la traslación principal y actualmente se encuentra -- prácticamente suturado.

Al N del contacto entre las zonas Internas y Externas se encuentra el accidente de Crevillente (Foucault, 1971) o del Negratín (Estevez et al, 1978) o de Cádiz-Alicante (Sanz de Galdeano, 1983) y otro posible accidente situado algo al N del de Cádiz-Alicante (de Montefrío). Sus movimientos son esencialmente dextrorsos. Hay sectores en los que -- los accidentes se siguen muy bien, dado que se cortan estructuras o existen deformaciones claras y cambios de relieve, - a la vez que en otros quedan notablemente desdibujados. Aparecen como una serie de fracturas no muy importantes que siguen la traza general de los accidentes. Entre ambos accidentes (Cádiz-Alicante y Montefrío) existen en el área aquí estudiada fracturas intermedias lo que hace pensar en profundos accidentes del basamento que en la cobertura se traducen por líneas de fractura de distinta continuidad y salto. Al modo de "Flower Structures".

Las fracturas NW-SE son también de carácter - dextrorso debido a haberse movido en muchos casos bajo una dirección de esfuerzo maximo  $\sigma_1$  casi N-S. Presentan también fuertes componentes verticales. Las NE-SW son de iguales características a las anteriores pero se han movido esencialmente como sinistrorsas .

## 6.1. LAS FRACTURAS Y ACCIDENTES PRESENTES EN EL AREA DE ESTUDIO.

### 6.1.1. Las Fracturas N70E a E-W.

El contacto entre las Zonas Internas y Externas de las Cordilleras Béticas aparece en la parte oriental de la hoja de Granada y a partir de ahí y hacia el W queda oculto por los materiales neógenos y cuaternarios de la depresión de Granada hasta el sector de Alhama de Granada-Ventas de Zafarraya, sobre todo en la hoja de Zafarraya (1040). Al N de Alhama de Granada (en la hoja de Loja) el contacto puede precisarse con bastante certeza aunque queda oculto por los materiales citados. Según Rodriguez Fernandez (com. pers.) los perfiles sísmicos de este sector de Alhama de Granada muestran una serie de escamas vergentes al S fosilizadas por el Mioceno Superior. En estas escamas podrían estar implicados además de los materiales del zócalo otros posibles del Mioceno Inferior y Medio.

En el borde occidental de Sierra Arana este - contacto es cabalgante y aparece muy deformado por sucesivas etapas tectónicas. En profundidad el verdadero contacto entre las zonas Internas y Externas puede estar algo más al S. Este contacto no parece haberse movido grandemente durante el Mioceno Superior, ni posteriormente.

El accidente Cádiz-Alicante atraviesa las hojas de Granada y Montefrío y toca un poco la de Loja. El de Montefrío, situado más al N, solo aparece en la hoja de Montefrío y precisamente deja sentir con claridad sus efectos-

en las cercanías de la propia ciudad de Montefrío.

El accidente de Cádiz-Alicante ha sido situado por Sanz de Galdeano (1980) por el sector del N de Sierra Arana, embalse del Cubillas, N de Sierra Elvira, S de la -- Sierra de Obeilar, zona media del Plioceno-Pleistoceno del N de la depresión de Granada, Huétor Tájar-Loja entre el Hacho y Sierra Gorda y sigue hacia el W de Río Frio. No se manifiesta por hechos espectaculares sino por pequeñas deformaciones. Así unos 2 Km al N de Pinos Puente, en la carretera a Córdoba cerca del cruce a Illora, el Plioceno-Pleistoceno se encuentra replegado y en muchos puntos es fuertemente buzante al S. Cerca aparecen silicificaciones en materiales mesozoicos que quizás se deban a actividad hidrotermal-reciente. Más al W en la parte S de la Sierra de Obeilar el relieve se corta bruscamente y según muestra el estudio geomorfológico efectuado, los arroyos están ligeramente desplazados en su cauce a lo largo de la línea de cambio de relieve. El desplazamiento es dextrorso. Más al W, Estevez, Delgado y Lopez-Garrido (en Pernia et al) marcan en el sector de Loja-Río Frío deformaciones muy modernas que se localizan esencialmente en la continuación de la Línea de Cádiz--Alicante.

Hay que resaltar además que los datos geofísicos señalan (Martínez del Olmo, 1985) que el Plioceno-Pleistoceno del N de la Depresión de Granada alcanza espesores - de 2-3 Km según los puntos. Esto supone una notable migración hacia el N de los depocentros. El propio autor citado habla de que los materiales del Mioceno Medio alcanzan en el sur de la depresión de Granada, sector de Granada a Quén

tar, del orden de 2 Km de espesor. Para el Plioceno-Pleistoceno el depocentro ha cambiado y ya se situa en la parte N- de la Depresión de Granada. Y lo hace esencialmente sobre - la línea de Cádiz-Alicante. No es de extrañar que con esa - enorme tasa de subsidencia la parte central fuera predominantemente lagunar más o menos continua. Además según los - datos de Pernia et al (1983) justo en la línea del accidente de Cádiz-Alicante hay una discontinuidad gravimétrica.

El accidente citado además de producir desgarras a lo largo del tiempo se comporta como una línea de debilidad que localmente ha provocado fuertes subsidencias.

Hay que señalar que mas al S según aparece en Pernia et al (1983) el contacto entre las Zonas Internas y Externas se continua por una línea de discontinuidad gravimétrica que atraviesa hacia el ESE la hoja de Granada y pasa a la de Padul. De corresponder esta discontinuidad a dicho contacto este se encontraría muy adelantado hacia el N en plena Depresión y a la vez supondría posiblemente la existencia de un accidente transverso (NE-SW) en el mapa de Loja que quizás partiera desde la proximidad oriental de Alhama de Granada. Pero esto - no deja de ser una simple conjetaura.

El accidente de Montefrio se localiza en el área estudiada al ENE de dicha Ciudad y se prolonga hacia el WSW por Fuentes del Cesna fuera ya del área estudiada. -- Se muestra en realidad como una serie de accidentes paralelos de varios km de continuidad, incluso varias decenas de Km.

Estevez et al (1982) y Rodriguez Fernandez --- (1983) señalan que el Tortoniano se encuentra cabalgado -- por el Paleógeno . Señalan la existencia de fallas inversas cabalgantes al S y dentro de los propios materiales tontonenses de fallas inversas al N .En la cartografía de la hoja de Montefrío realizada se muestra que el cabalgamiento - es aún más importante que el indicado por los autores citados. La interpretación dada es la de un movimiento esencialmente dextrorso a la vez que compresivo (transpresivo) que ha producido deslizamiento lateral y cabalgamiento. La edad de este movimiento sería posterior al Tortoniano ¿Superior? .

Hechos similares hay que reseñar en la Sierra del Hacho de Loja y al N de la misma y en la localidad de Zagra mostrados ya por Vera y G- Donoso (1964) lo que muestra la extrema movilidad de esta zona comprendida entre el accidente de Cádiz-Alicante y Montefrío.

Paralelas a esta fractura se observan otras-  
tal como la que atraviesa a la Sierra de Chanzas por su nú  
cleo y la que corta a Sierra de Parapanda y se prolonga ha  
cia el W. En ésta no se han observado por ahora movimien--  
tos horizontales. Sin embargo los verticales son muy cla--  
ros en la pista que conduce a las canteras situadas al SE-  
del repetidor . Allí las formaciones de piedemonte ¿Wurm?-  
están claramente afectadas por esta falla. Las estriás ca-  
si verticales situadas en los materiales carbonáticos del-  
Jurásico también aparecen en las brechas y limos cuaterna-  
rios. Localmente más de medio metro de espesor de estos ma  
teriales cuaternarios se encuentran incorporados a las bre  
chas tectónicas y fuertemente estriados y cementados con -  
posterioridad . Además el propio escarpe de falla está muy  
bien conservado. Todo ello demuestra la extrema juventud de  
los últimos movimientos de la falla.

Hay que señalar además una posible línea de-  
fractura que puede ser importante: se trata de una discon-  
tinuidad gravimétrica que Pernia et al (1983) señalan al S  
de la Sierra de Moclín (hoja de Granada) y que se continúa  
hacia Illora (hoja de Montefrío). En las proximidades de -  
Illora, al E, posiblemente la fractura se continúe, en fun  
ción de que los materiales carbonáticos cabalgantes de la  
Sierra de Madrid (Parapanda) parece que se hincan profunda-  
mente. Esta posible fractura también tendría una dirección  
próxima a la E-W.

Como se ve son numerosas las fracturas de es  
ta dirección que aparecen en el sector estudiado. Otras me  
nos importantes aparecen en el sector de Alhama de Granada

(Sanz de Galdeano, 1985), responsables junto con otras NW-SE de la salida de las fuentes termales del sector.

Como se ha descrito, el accidente de Cádiz-Alicante y el de Montefrío presentan fracturas paralelas-intermedias, una supuesta, otras seguras que hacen que -- existe un "tránsito" de uno a otro. Es decir, parece que la delimitación de ambos accidentes no es clara y terminante y que existe una zona de fractura intermedia. Da la imagen de una amplia zona de fracturas que va de Cádiz a Alicante, con una anchura de 15-20 o más km y que debe de traducir una importante dislocación o dislocaciones del zócalo.

En el sector del N de Moraleda de Zafayona aflora una masa triásica de varios  $\text{Km}^2$  de extensión. Su posición es bastante parecida a la del Trías de Antequera y posiblemente ha sido muy afectada por el accidente de Cádiz-Alicante a lo largo del Mioceno Inferior y Medio. Sin embargo las deformaciones de este Trías desde el Mioceno-terminal a la actualidad no parecen importantes de manera que a sus lados los materiales parecen adaptarse y en algún caso deformarse ligeramente. Quizás el efecto más importante sea de elevación .

#### 6.1.2. Las fracturas de Dirección NW-SE.

Dentro del área estudiada es sin duda la hoja de Granada la que muestra con más espectacularidad estas fracturas. Esta fractura ya ha sido descrita por Santa

nach et al (1980), Estevez y Sanz de Galdeano (1983 a y b), Pernia et al (1983), Sanz de Galdeano (1983) etc.

Desde Sierra Arana hacia el W hay una serie - de fracturas de esta dirección que hacen descender en cascada los materiales hacia la Vega de Granada (ver figuras 1- y 6 ) . Así el salto vertical sumado que se produce en materiales del Plioceno-Pleistoceno es de al menos 600 m, sin contar desnivelaciones en el interior de Sierra Arana y otras fallas ya en la propia Vega de Granada y que pudieran estar ocultas por el material holoceno.

Estas fracturas afectan a la propia ciudad de Granada y así el barrio del Albaicín se eleva sobre el resto de Granada (al igual que la Alhambra) gracias a fracturas de esta misma dirección (ver figura 1). El salto aquí - es del orden de 350 m. Fracturas de esta misma dirección son las que determinan la forma de la Vega de Granada y el horst complejo de Sierra Elvira. En Sierra Elvira las fracturas - NW-SE son muy claras y sus saltos son asimismo muy importantes, del orden de 500 m o algo más (figura 7). Es en particular espectacular el plano de falla del Tajo Colorado. Otra falla es seguida por la carretera a Córdoba a lo largo de - unos 3 km antes de llegar a Pinos Puente. Estas fracturas - parecen seguirse hacia el S bajo el Cuaternario a juzgar -- por los datos de una campaña de gravimetría no publicada que hizo la Universidad de Leiden.

El borde oriental de la Vega de Granada también está controlado por estas fracturas. Así en la hoja de Pardul, en el sector de Gabia Grande y Chica se ve bien el --

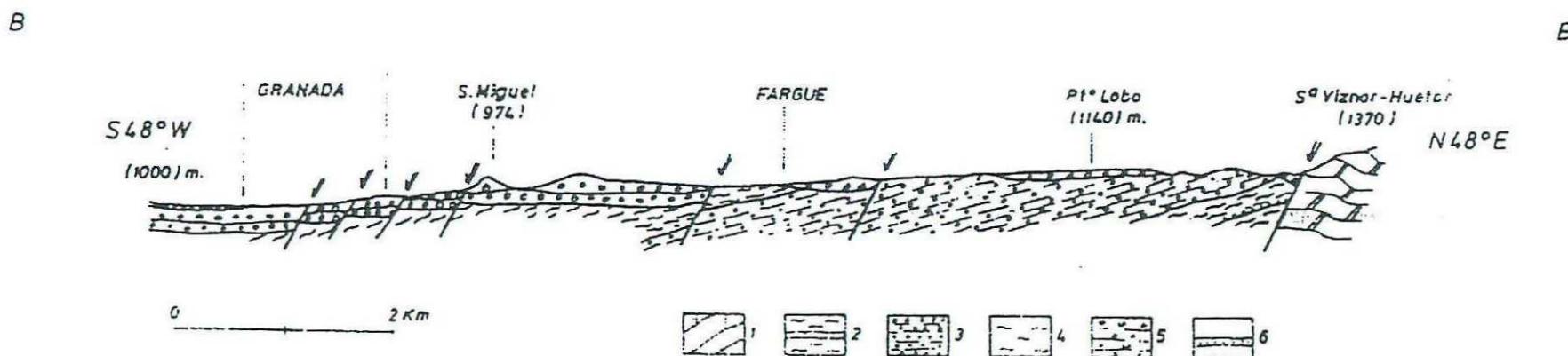
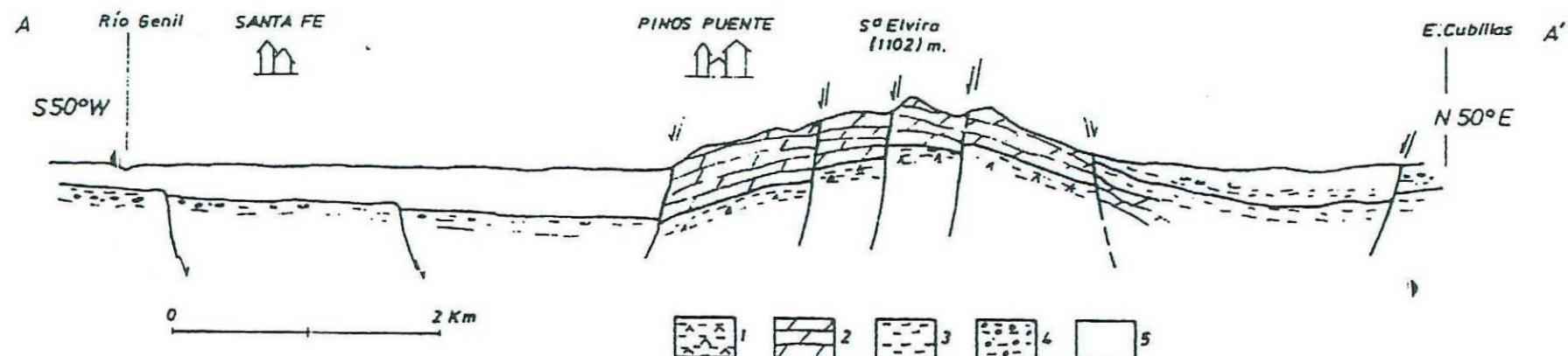


Figura nº 7.- Cortes de Sierra Elvira y de Granada-Sierra Viznar para mostrar saltos verticales en materiales neógenos y cuaternarios. AA': 1: Arcillas, limos y areniscas con yesos del Triásico. 2:Dolomias y calizas del Lias inferior. 3:Mioceno Limos y Arcillas. 4: Plioceno-Cuaternario. 5: Pleistoceno?-Holoceno. Arenas, limos, arcillas y conglomerados. BB': 1.- Alpujarride; 2,Tortoniense (limos y conglomerados); 3, Block-formation (Tortoniense-Turoliense);4, Limos, arenas -- y conglomerados turolienses; 5, ¿Plioceno? y Cuaternario antiguo (Arcillas, limos, arenas y conglomerados); 6, Holocene. Tomado de Vidal et al (1984) y Santanach et al 1980. La posición de los cortes se muestra en la figura nº 1.

cambio de relieve. Esta falla se continúa hacia Santa Fé en la hoja de Granada. Más al W existe un tenue cambio de relieve en el sector de Láchar-Escóznar que puede representar otra fractura probable. En el sector de la estación de Illora-Cijuela parece existir otra marcada por un ligero y progresivo cambio de nivel.

Estas fracturas se continúan por el S en el - Valle de Padul-Durcal-Lecrín, ya mencionado, y por el sector de Dílar. Incluso progresan mucho más al S, prácticamente-- hasta el mar.

El conjunto de estas fracturas determinan en- el sector de Granada una importante y compleja fosa tectóni- ca, aún subsidente y muy activa sísmicamente. Es posible -- que hayan funcionado originalmente como desgarres (dextror- sos posiblemente) pero los movimientos que ahora se ven bien son los saltos en la vertical ya citados. Verdad es que exis- ten aquí y allá estrías horizontales que indican movimientos horizontales, pero son, en la observación al menos, clara- mente meno ritarios con respecto a los verticales de tipo - distensivo. Sus últimos movimientos afectan al Pleistoceno- si no al Holoceno y así en la propia Sierra Elvira el Pleis- toceno se encuentra desnivelado más de 20 m en la vertical. Ya se han citado los saltos de Granada y los conjuntos de - Sierra Arana a la Vega ( y los citados son saltos mínimos). En la misma Granada, en el barrio de la Cartuja existe un - escarpe (cada vez más atacado pues empiezan a construir en- cima y a los lados!) muy fresco en materiales blandos que de ninguna forma podría ser antiguo. No lejos de allí, en Alman- jáyar, existen paleosuelos cortados por fallas de apariencia

normal o inversa, según los puntos, así en la carretera de Murcia poco antes de El Fargue. En Nívar los travertinos - se han deformado conforme se depositaban. En Cogollos Vega el Plio-Pleistoceno se encuentra vertical en algunos puntos. A este respecto conviene señalar que en el cono de de yección pleistoceno de la Zubia aparecen, en las canteras, fallas inversas de dirección N50E aproximadamente y vergen tes al NW. En las proximidades de Otura existen numerosas- fallitas de desgarre en materiales del Plio-Pleistoceno -- (Sanz de Galdeano, 1978), etc. En Gabia Grande el Pleistoce no conglomerático también se halla notablemente elevado -- con respecto al labio hundido (allí la falla parece tener, según datos de gravimetría, varios centenares de metros de salto). Estas fallas además se muestran muy activas sísmicamente, aspecto en el que se insiste más adelante. También existen fuentes y aguas termales. Así la de Sierra Elvira. A la vez fuentes del borde de Sierra Arana han dado importantes depósitos de travertinos.

En conjunto se observa que estamos ante un - proceso ligado a fallas NW-SE con importantes saltos en la vertical, proceso que aún no se ha estabilizado.

Las fracturas que de esta dirección se obser van en las hojas de Montefrío y Loja son ya menos importantes, a excepción de la ya citada de la estación de Illora- que quizás continue hacia el N. En el borde occidental de Sierra Gorda existen algunas muy importantes que se cortan un poco en el extremo SW del mapa de Loja. También en la - propia Sierra Gorda y en la parte oriental existen algunas de estas fracturas menos importantes y quizás el sector de

Salar a Alhama responde a alguna de estas fracturas hay también pruebas de movimientos muy recientes .

Al contrario que con el anterior sistema, del NE-SW no tenemos en este área fracturas importantes, salvo en el sector del Hacho de Loja y el borde oriental de la -- Sierra de Chanzas, aunque cerca, en el borde occidental de Sierra Nevada, sí se encuentran bien desarrolladas y con edades de movimientos que abarcan un tiempo similar al descrito en las NW-SE y con saltos también importantes.

7.- DATOS SISMICOS

#### 7.- DATOS SISMICOS.

En el presente informe solo se intentan dar algunos datos sobre la sismicidad del área, que permiten -- completar los rasgos neotectónicos ya mostrados. No es el lugar para escribir pormenorizadamente sobre ella. Interesan aquí los datos en cuanto que permiten establecer una relación con la Tectónica.

Es bien conocido que las Cordilleras Béticas constituyen un sector de notable sismicidad dentro de la - Peninsula Ibérica. En ellas son los sectores de Murcia y-- de Granada los que mayor riesgo sísmico presentan. Es este de Granada al que corresponde el sector aquí estudiado.

Son numerosos los terremotos de los que se -

tiene registro histórico. Así en 1431 se cita un fuerte terremoto que algunos sitúan cerca de Sierra Elvira y que tuvo una intensidad notable (IX). En 1526 se recuerda un terremoto de fuerte intensidad cuyo epicentro se sitúa muy próximo a Granada. En 1806 se sitúa otro próximo a Granada e igual, ( al S de Sierra Elvira, muy próximo a Santa Fé)-- en 1911. Estos son algunos de los más importantes. De menor importancia, con intensidades IV,V,VI e incluso VII localmente, se han producido en gran número. Estos pueden verse en el catalogo que se da en el anexo facilitado por el Profesor López Casado, en buena parte tomado de Mezcua y Martínez Solares (1983). Algunos de ellos se sitúan en el mapa sismotectónico de Granada (Pernia et al, 1983). A partir de estos datos históricos aparece clara la enorme concentración de terremotos del sector Granada-Sierra Elvira. En menor proporción en el sector de Loja y en otros puntos dispersos de la depresión de Granada y áreas próximas .

Dentro de los terremotos históricos, aunque se sale del sector ahora estudiado hay que citar el del --25-XII-1884 (el terremoto de Andalucía) al que el I.G.N --(1981) dedica una publicación y cuyos destructores efectos se dejaron sentir entre otros muchos sitios en Alhama de Granada (donde además apareció una nueva fuente termal) y en sitios tan lejanos como Guevéjar al N de Granda donde hubo importantes deslizamientos de terreno.

El terremoto de 1806 (y otros próximos en el tiempo producidos en la Vega de Granada) fueron descritos por Ponce de León (1806). (En 1804 un terremoto produce roturas en la Catedral de Granada, pero su epicentro parece-

situarse en las Alpujarras) . El de 1806 afectó sobre todo a los pueblos de Santa Fé y Pinos Puente y a otros como -- Valderrubio (Asquerosa) (I=IX) . Parece ser un sismo superficial a juzgar por sus efectos localizados. Se siente más allí donde el Holoceno de la Vega de Granada es más potente. A este respecto el sector de Sierra Elvira-Pinos Puent-  
te-Valderrubio-Láchar-Santa Fé funciona como una caja de resonancia. Es el sector donde parece más potente el Holoceno, Ponce de León describe hendiduras, salidas de agua y arenas y gases, cambio de niveles y de caudales (incluso en la Malá al ESE de Granada).

El de 1911 es descrito por Navarro y Newmann (1911). Afectó a Santa Fé y a Pinos Puente y sus efectos-- fueron muy parecidos al de 1806.

Un terremoto importante, ya registrado ins-  
trumentalmente, es el de 1956, descrito por Pastor (1956)-  
y Bonelli Carrasco (1958) y que afectó sobre todo a Albo-  
lote y Atarfe. En el Tajo Colorado (Sierra Elvira) se des-  
prendieron grandes bloques de su escarpe . En este caso no  
se produjeron hendiduras ni salidas de agua ni otros hechos  
reseñables geológicamente, aunque se produjeron destrucciones  
de edificios y las desgracias consiguientes. Sí fue acompañado  
de ruido y el movimiento asentido fue fundamentalmente N-S y con  
menor intensidad vertical. Con los datos que suministra Pastor--  
(op.cit.) hay que pensar que se produjo fundamentalmente a lo lar-  
go de las fracturas NW-SE. (I=VIII, M=5).

Otros muchos terremotos se han producido en-  
época instrumental. De hecho son innumerables los corres--

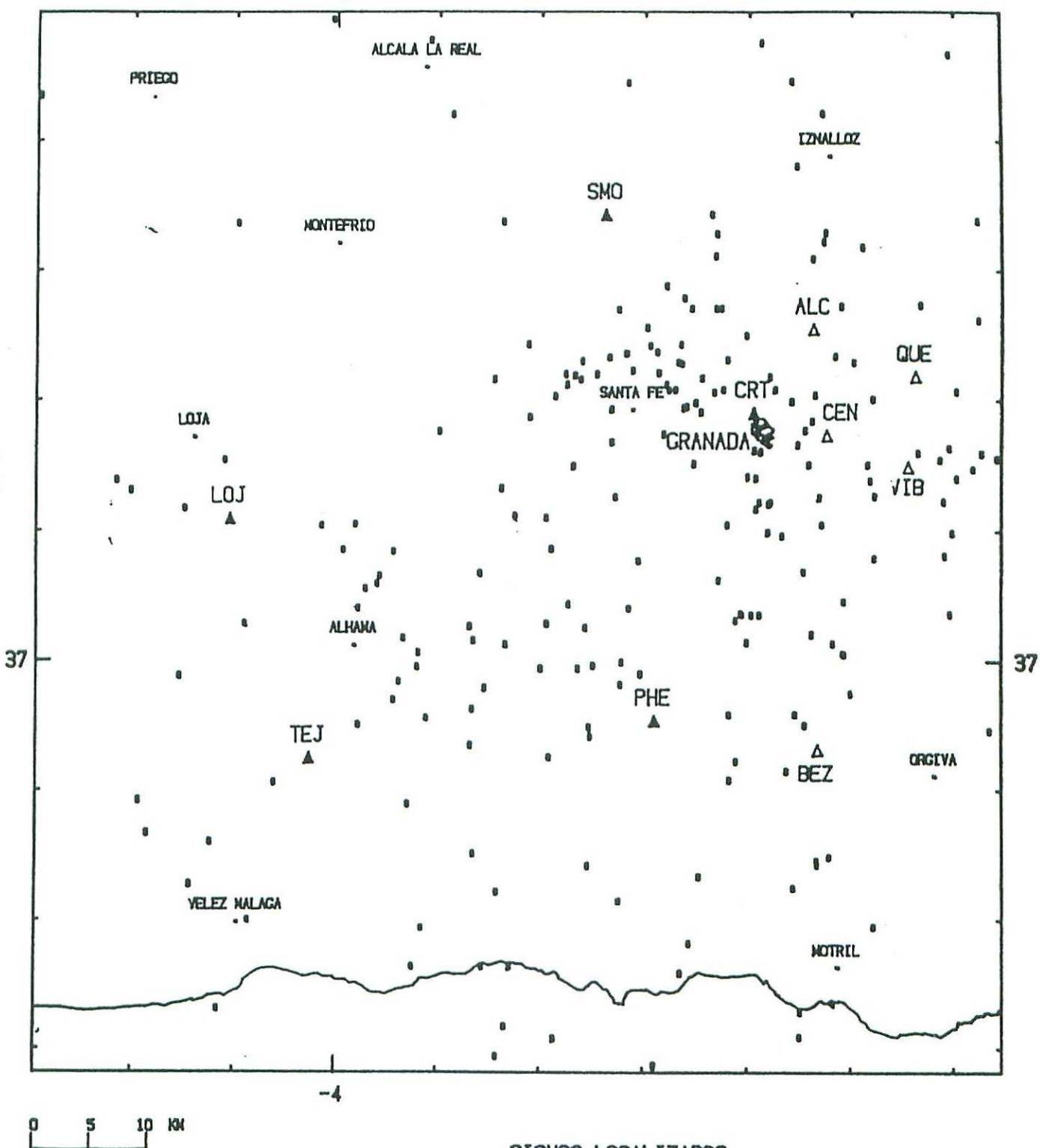
pondientes a la depresión de Granada, y en particular a la zona ahora estudiada, que se registran al año en la red microsísmica del Observatorio de Cartuja y en la estación del I.G.N. Terremotos que se "sientan" por la gente y no sólo por los observatorios se repiten periódicamente. Así en el año 1979 hubo una larga secuencia de terremotos (Vidal et al 1982) en las proximidades de Granada, esencialmente en la Vega y en su prolongación inmediata al S, que tuvieron a la Ciudad y pueblos vecinos en estado de tensión, (véanse los catálogos anexos).

Los datos que el observatorio de Cartuja está obteniendo acerca de los datos de sismos producidos en la Depresión de Granada son también harto elocuentes de la enorme sismicidad del área (Vease figura 8). En ellos y en otros no publicados puede verse en muchos casos la estrecha correlación existente entre las fallas NW-SE de la Vega de Granada y los terremotos superficiales que en ella se producen. No quiere esto decir que no se produzcan en la región terremotos más profundos; así el 20-VI-79 tuvo lugar uno de unos 70 Km (Vidal et al, 1982 b) al NE de Granada, pero estos lógicamente son más difíciles de correlacionar con los datos geológicos de superficie. Además se tienen dos terremotos muy profundos (> 600 Km), al S de Granada, cuyo origen queda aún sin explicar.

La Depresión de Granada parece funcionar esencialmente con intervalos de tranquilidad y otros de inestabilidad. Un terremoto de cierta magnitud parece desencadenar una serie de reajustes y réplicas en la Depresión hasta que se produce el retorno a la quietud y al cabo del --

RED SISMICA DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA

-4



SISMOS LOCALIZADOS  
ENERO-AGOSTO 1983

Figura nº 8.- Epicentros de los microterremotos localizados por la R.S.U.G y que han ocurrido en los primeros ocho meses del año 1.983. Estaciones permanentes de R.S.U.G. Estaciones permanentes y temporales colaboradoras pertenecientes a otros organismos. Tomado de Vidal et al 1984.

tiempo vuelve a producirse otro evento que hace desencadenar de nuevo el proceso (ver figura 9b) . Las series de terremotos muy seguidos (enjambre) se producen con cierta frequencia . Así en 1985 se ha producido un verdadero enjambre de ellos (2000 o más sismos, en general sólo perceptibles-instrumentalmente), aunque alguno de ellos ha mantenido en vilo a la Ciudad de Loja en cuyas proximidades (borde N de - Sierra de Loja; Vidal, com, pers.) se han producido. Sin embargo en el borde S de la depresión de Granada, donde tuvo lugar el terremoto de 1884, se están produciendo sismos-sin réplicas (Vidal, com. pers .) .Prácticamente no existen mecanismos focales de terremotos importantes producidos en el área ahora en estudio, y de hecho son muy pocos-los calculados en todo el Mediterráneo occidental. Sin -- embargo la red sísmica del Observatorio de Cartuja comienza ahora a calcular los que se producen esencialmente en - el interior de la misma. Este incluye a la Depresión de -- Granada. Cuando estos datos sean públicos y se disponga de un buen número de ellos no cabe duda que han de constituir una excelente ayuda para comprender cual es el movimiento-actual de los sistemas de fracturas existentes y por ende-cual es el tensor de esfuerzo ahora presente, pues los datos de Neotectónica tanto nos muestran compresiones casi - N-S, E-W y reajustes verticales importantes, todo ello en los mismos materiales pleistocenos.Los holocenos en general cultivados y poco consolidados no suelen dar datos fiables.

En función de los sismos que se producen y - la red de fracturas se puede hacer un intento de individualización de fuentes sísmicas (López Casado y Sanz de Gal--

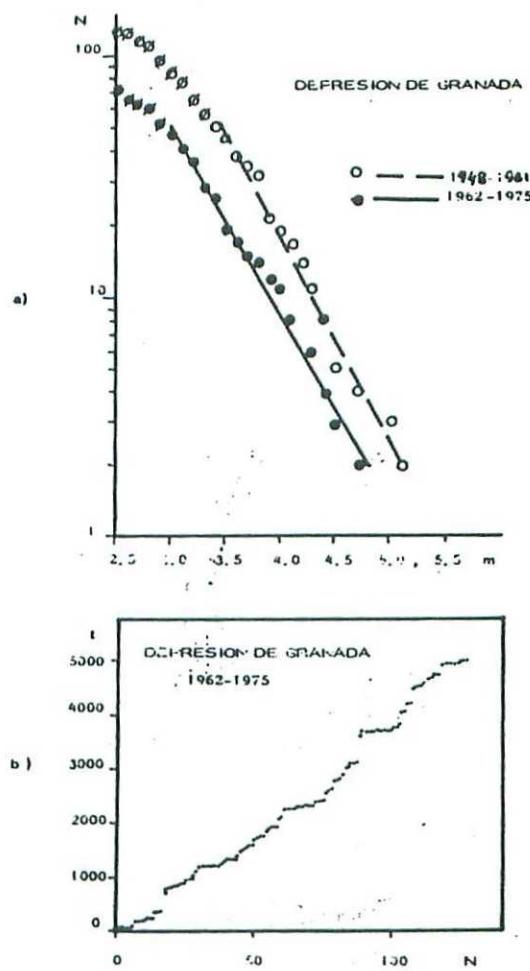


Fig. 9 - (a) Parámetro  $b$ , calculado para los períodos 1948-1975, para el área representada en la Figura 4. Los símbolos cruzados indican que no han sido tenidos en cuenta en el ajuste. El coeficiente de correlación del ajuste es de 0,99. (b) Representación del número acumulativo de terremotos ( $N$ ) en función del tiempo ( $t$ ) en días, ocurridos en la Depresión de Granada para el período 1962-1975 y para sismos con  $m$  igual o mayor que 2,5. Tomado de Vidal et al 1984.

deano, en prensa) . Es claro que las fuentes sísmicas que se señalan dependen de la escala con que se trabaja. Si se hace sobre grandes regiones las propias Cordilleras Béticas constituyen una fuente sísmica o, si se quiere, la propia terminación occidental del Mediterráneo. Si se considera un área tal como la Depresión de Granada hay que distinguir esencialmente el área fuente, constituida por fallas - NW-SE de la zona de la Vega de Granada, ya referida. Incluso hasta su prolongación en la costa. Una segunda fuente sísmica la constituirá el accidente del N de Sierra Tejeda, (S de Alhama de Granada ) que es continuación occidental - de las fracturas del corredor de las Alpujarras. La línea - del accidente de Cádiz-Alicante y sus paralelas hasta Monte frío y quizás más al N, corresponden a otra posible fuente sísmica, aunque no parece demasiado activa sísmicamente hoy dia, salvo en los cruces con fracturas de otra dirección . De todas formas su importancia geológica es grande y nada - asegura que no pueda dar sismos notables. El hecho que se - acaba de señalar sobre la ocurrencia de terremotos en cru - ces de sistemas de fallas se repite con cierta frecuencia. Así es el caso del enjambre de sismos de Loja. También las fuentes termales en algunos casos, no siempre, se sitúan - en tales confluencias.

8.- INTERPRETACIONES Y CONCLUSIONES.

## 8.- INTERPRETACIONES Y CONCLUSIONES.

Con la etapa tectónica finiSerravalliene -- (Tortoniense basal) se puede considerar que comienza la -- evolución Neotectónica de las Cordilleras Béticas. No es - esto, sin embargo, más que un hito artificial pues el cuadro geodinámico que ha existido previamente se mantiene en lo esencial y el motor de todo, la apertura del Atlántico, continúa en su movimiento. De esta forma el término "posto rogénico" ha perdido grandemente sentido en las Cordille--ras Béticas.

### 8.1. RELACION ENTRE LA TECTONICA Y LA SEDIMENTACION.

El depósito del Tortoniense y del Turoliense-

en la Depresión de Granada no se hace en un régimen de tranquilidad . Tanto durante el depósito del Tortoniano como - del Turolense se han producido movimientos de fracturas -- que producen compartimentos en la cuenca, escarpes con desplomes, cambios de potencia, etc. Los desplomes, deslizamientos y brechas son particularmente claros en el Turolense-- y normalmente parecen indicar un sentido de desplazamiento- hacia el N. Esto señala lo que se va a producir durante el Plioceno-Pleistoceno, la enorme subsidencia del eje central (casi E-W) de la parte N de la depresión de Granada.

Al parecer durante el Mioceno medio el borde- de Sierra Nevada fue muy subsidente y esta enorme subsidencia se traslada al N de manera que pasa a coincidir con el accidente de Cádiz-Alicante. A la vez la Depresión de Granada se ha ido configurando como tal. Areas que inicialmente- fueron de depósito del Tortoniano hoy se encuentran muy -- elevadas sobre la Depresión . (Así en el Purche y en la Sillleta, aproximadamente a 1400 m, y en otros numerosos pun- tos fuera de Sierra Nevada). Existe un claro movimiento dif- ferencial vertical con elevación de relieves y hundimiento- del eje ahora en parte ocupado por el Genil, entre Cubillas y Loja.

#### 8.2. MOVIMIENTOS DE LAS FRACTURAS.

El movimiento diferencial ha sido facilitado- grandemente por la red de fracturas existentes. Muchas de- estas fracturas han tenido (en algunas sólo se puede dar como hipótesis ) un claro movimiento de desgarre (sobre todo-

las N70E a E-W), pero muestran importantes saltos en la -- vertical, del orden de varios centenares de metros, quizás más en algunos casos. Las fracturas NW-SE parecen ser las más activas sísmicamente en la actualidad y quizás son las que con más facilidad disipan la energía que pudieran acumular. A la vez son las que mantienen activo el hundimiento de la Vega de Granada con respecto a los relieves circundantes y el de la fosa del Padul y otros puntos. Estas zonas de hundimiento cortan claramente a la línea de subsistencia E-W que coincide con el accidente Cádiz-Alicante.

Las fracturas E-W parecen tener menos facilidad para disipar energía que las NW-SE por lo que a priori pueden ser candidatas para producir sismos de una magnitud superior. El accidente de Cádiz-Alicante y el de Montefrío presentan fracturas paralelas intermedias de manera que pueden responder a un mismo accidente o grupo de accidentes - en el zócalo y que dan varias líneas en superficie.

### 8.3. LOS ESFUERZOS Y SU CRONOLOGIA.

Desde el Tortoniense se pueden recoger rasgos que muestran fenómenos compresivos junto a otros que al menos localmente se deben interpretar como distensivos. Los pliegues del sector de Beas-Quéntar muestran compresiones - intratortonienses. Las deformaciones del sector de Montefrío -Hacho de Loja-Zagra,etc, indican compresiones del Tortoniense terminal o más modernas. Las numerosas fallitas de desgarrre, las inversas, los pliegues de pequeño tamaño y los cantos estriados indican también compresiones. Junto a todo es

to existen y se mezclan aparentemente al mismo tiempo fallas con grandes saltos verticales con estrías casi, o sin casi de buzamiento, algunos cantes estriados verticalmente y numerosas pequeñas fallitas normales.

Las direcciones de comprensión que se deducen son esencialmente NNW-SSE y aproximadamente E-W. En general predomina la dirección NNW-SSE salvo en algunos puntos cercanos al accidente de Cádiz-Alicante, lo que puede traducir una mayor importancia de los movimientos laterales en este sector. También allí se deduce lo mismo de algunos cursos de arroyos desplazados.

La edad de estas compresiones parece escalonarse desde el Tortoniano a la actualidad, con momentos de mayor intensidad aparente dentro del mismo Tortoniano y en el Pleistoceno. A la vez el Tortoniano terminal y Turolien se, junto al Pleistoceno inferior parecen marcar momentos de mayor intensidad de movimientos verticales.

Ninguno de estos fenómenos parecen haber terminado. Hay sectores en hundimiento (Vega de Granada, fosa de Padul, etc). A la vez existen rasgos comprensivos muy recientes, tanto N-S como E-W.

La interpretación de estos fenómenos ya se ha señalado que hay que considerarla en el cuadro de la apertura del Atlántico que además de los movimientos hacia el E - ha causado un movimiento hacia el W de las zonas Internas - (más de 300 km de translación) y otros movimientos convergentes de Africa-Iberia (y quizás divergentes en algún momento).

Es posible que hasta el Mioceno Medio hayan predominado (desde el Mioceno Inferior, quizás algo antes) los movimientos E-W y los esfuerzos en la misma dirección aproximada. Parece ser que en el Tortoniano-Turoliense en el sector predominan, pero no son los únicos, los esfuerzos NNW-SSE.

Cabe incluso la posibilidad de que hayan existido momentos de verdadera distensión regional, pero aunque no se descarta a priori, no aparecen claros, al menos por ahora, los mecanismos que pudieran producirla en un contexto geodinámico que no parece haber creado el espacio necesario para justificarla.

#### 8.4. SITUACION ACTUAL.

No está claro el tipo de esfuerzos que predomina actualmente. Se encuentran rasgos en materiales muy modernos que muestran compresiones en ambas direcciones citadas y distensiones. A la vez parece que toda la región se eleva en conjunto, aunque haya algunos puntos que lo hacen más y quedan algunos otros más subsidentes. Esto parece demostrarlo el gran número de barrancos enormemente encajados y las terrazas encajadas, así en el mismo río Genil. Este movimiento vertical podría ser debido a un reajuste de tipo isostático.

El estudio de los escasos mecanismos focales hecho en el sector de las Cordilleras Béticas y áreas próximas no parece mostrar homogeneidad de resultados, sino que se producen por muy diversos movimientos de las fracturas -

igual que los datos que ofrece la Neotectónica. Quizás con los nuevos datos que van a salir a partir de las redes sísmicas que existen ya en la Depresión de Granada pueda deducirse algo. En tanto esto llega podemos pensar que la región sigue sometida a dos tipos de movimientos: acercamiento N-S de África e Iberia, y desplazamiento conjunto hacia el E. - Todo ello origina las compresiones N-S, quizás ahora las predominantes momentáneamente, y las E-W. Junto a esto y debido al engrosamiento cortical de la región se producen continuados reajustes verticales de tipo posiblemente iisostático. Esta situación produce la mezcla de fenómenos compresivos y distensivos que se observan en materiales pleistoce--nos.

9.- BIBLIOGRAFIA CITADA.

9.- BIBLIOGRAFIA CITADA.

AGUIRRE, E de (1957). Una prueba paleomastológica de la edad de los Conglomerados de la Formación Alhambra (Granada). -- Est. Geol. Madrid, 135-140.

BENAVENTE J. y C. SANZ DE GALDEANO (En prensa). Relación entre las direcciones de Karstificación y el termalismo con la fracturación de las Cordilleras Béticas.

BONELLI J. y L. CARRASCO (1958) El sismo de Albolote-Atarfe de 19 de Abril de 1956. Inst. Geogr. Cat. Madrid. 16 p.

BOURGOIS J. 1978. La transversale de Ronda, Cordillères Bétiques. Espagne. Données Géologiques pour un modèle d'évolution de l'arc de Gibraltar. Tesis. Univ. Besançon. 445 p.

DABRIO C.J., J.M. MARTIN y A. G. MEGIAS (1982) Signification sédimentaire des évaporites de la dépression de Grenade (Espagne). Bull. Soc. Géol. France (7), XXIV, 4, 705-710.

DABRIO C.J. y A. RUIZ BUSTOS (1979). Les conglomérats de la "Block Formation" et leur signification dans l'évolution néogène du bassin de Grenade (Cordillères Bétiques, Espagne). C.R. Somm. Soc. Géol. Fr. 2, 53-55.

DABRIO C.J. , J. FERNANDEZ, J.A. PEÑA, A. RUIZ BUSTOS y C.-SANZ DE GALDEANO (1978). Rasgos sedimentarios de los conglomerados miocénicos del borde noreste de la depresión de Granada. Est. Geol. 34, 89-97.

DIAZ DE FEDERICO A., E. PUGA, J. BURGOS, J.A. GALLEGOS y C. SANZ DE GALDEANO. (1980). Mapa geológico de España. Serie Magna a escala 1:50.000. n, 1027 (Guejar-Sierra). Inst. -- Geol. Min. de Esp. 53 p.

DOMINGO M., R. FERNANDEZ RUBIO, J. LOPEZ GONZALEZ Y C. GONZALEZ GOMEZ. 1983. Aportación al conocimiento de la Neotectónica de la depresión del Padul (Granada). *Tecniterrae*, 53, 6-16.

ESTEVEZ A., A.C. LOPEZ GARRIDO y C. SANZ DE GALDEANO. (1978) Estudio de las deformaciones recientes en el sector del Neogratiñ (Depresión de Guadix-Baza). Reunión sobre la Geodinámica de la Cordillera Bética y mar de Alboran ". Serv. Publ. Univ. de Granada 165-192.

ESTEVEZ A., J. RODRIGUEZ, C. SANZ DE GALDEANO y J.A. VERA - (1982) Evidencia de una fase compresiva de edad Tortonense- en el sector central de las Cordilleras Béticas . Est. Geol. 38, 55-60.

ESTEVEZ A. y C. SANZ DE GALDEANO. (1980) . La Neotectonique des environs de la Sierra Arana (Prov. de Grenade, Espagne) Cuad. Geol. 11, 7-29.

ESTEVEZ A. y C. SANZ DE GALDEANO. (1983). Neotectonique du secteur central des Chaînes Bétiques. (Bassins du Guadix-Baza et de Grenade). Rev. de Geogr. Phys. et Geol. Dyn. 21-1, 23-34.

ESTEVEZ A. y C. SANZ DE GALDEANO .(1984) Neotectónica en la depresión de Granada y áreas proximas. Métodos empleados para el estudio de las deformaciones neotectónicas. Energía - Nuclear. 149-150, 249-257.

FOUCAULT A. (1971). Etude Géologique des environs des sources du Guadalquivir . Tesis. Paris VI.633 p.

GALLEGOS J.A., J.M. GONZALEZ DONOSO, C. SANZ DE GALDEANO y J.M. FONTBOTE. (1980) Mapa geológico de España. Serie Magna Escala 1:50.000, n.1026 (Padul). I.G.M.E.

GARCIA DUEÑAS V., C. SANZ DE GALDEANO, F. de MIGUEL y F. VIDAL. (1984) Neotectónica y sismicidad en las Cordilleras Béticas . Revisión de resultados. Energía Nuclear, 149-150, - 231-237.

GONZALEZ DONOSO J.M. (1967) Estudio Geológico de la Depresión de Granada . Tesis Univ. de Granada (Inédita).

GROUPE DE RECHERCHE NEOTECTONIQUE DE L'ARC DE GIBRALTAR ET DES BORDURES DE LA MER D'ALBORAN (1977). L'histoire tectonique récente (Tortonien à Quaternaire) de l'Arc de Gibraltar et des bordures de la mer d'Alboran. Bull Soc. Geol. France XIX, 3, 575-614.

INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (1981) . El terremoto de Andalucía del 25 de Diciembre de 1984. Madrid 139 p.

INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (1958). Seminario sobre Sismicidad y Riesgo Sísmico . Córdoba 7-11-XI-83. Comunicaciones y Ponencias . 1,271 p.

LHENAFF, R. 1979. Le bassin de Grenade (Andalousie. Espagne): Morphogénèse d'une cuvette intra-montagneuse. *Mediterranee*, 3, 37-44.

LOPEZ CASADO C. y C. SANZ DE GALDEANO. (en prensa). Tectónica, Intensidad máxima y riesgo sísmico en Granada. V. Jornadas de Geodesia y Geofísica. Int. geogr. Nal. Madrid (1983).

MARTINEZ DEL OLMO W. (1985). Naturaleza y origen del mar de Alborán. Conferencia del ciclo "La Peninsula Ibérica y la fisonomía de sus Cordilleras". Univ. Granada.

MONTENAT Ch. (1973) Les formations néogènes et quaternaires du Levant espagnol. (Provinces d'Alicante et du Murcia). Tesis. Orsay-Paris. 1170 p.

MEZCUA J. y MARTINEZ SOLARES J.M. (1983) Sismicidad del área Ibero-Mogrebí. Publ. n. 203. Inst. Geogr. Nal, 301 p.

NAVARRO NEWMANN M.M.S. (1911) . Los recientes terremotos -- granadinos. *Rev. de la Soc. Astronómica de España*. 53-56.

PASTOR M. (1956). Nota acerca de los terremotos granadinos-- del 19 de Abril de 1956. 173-197.

PERNIA J.M., I. GONZALEZ DE VALLEJO, J. SAINT-AUBIN, J.A. - GOMEZ PRIETO, F. ROSALES, A. ESTEVEZ, C. SANZ DE GALDEANO, A. UDIAS, R. CAPOTE y A. GARBO. (1983) Mapa sismotectónico de España. Hoja piloto (Granada) . Escala 1:100.000 I.G.M.E.

PONCE DE LEON J. (1806). Memoria sobre los terremotos. Granada. 36 p.

RODRIGUEZ FERNANDEZ.J. (1982). El Mioceno del Sector Central de las Cordilleras Béticas, Tesis. Univ. Granada Serv. Publ. n. 379, 224 p.

SANTAMACH P.F., C. SANZ DE GALDEANO y J.C. BOUSQUET. (1980) Neotectónica de las regiones mediterráneas de España (Cataluña y Cordilleras Béticas).

SANZ DE GALDEANO C. (1983) Los accidentes y fracturas principales de las Cordilleras Béticas. Est. Geol. 39 157-165.

SANZ DE GALDEANO C. (1985) . La fracturación del borde Sur de la Depresión de Granada (Discusión acerca del escenario del terremoto del 25-XII-84). Est. Geol. 41, 59-68.

SANZ DE GALDEANO C. (1978). Datos sobre las deformaciones - neógenas y Cuaternarias del sector de Padul (Granada). Reunión sobre la Geodinámica de la Cordillera Bética y mar de Alborán . Granada 1976. 197-218.

SANZ DE GALDEANO C. (1980). La neotectónica del Norte de la depresión de Granada. Est. Geol., 36, 255-261.

SANZ DE GALDEANO C. y A. ESTEVEZ. (1981). Estriaciones tectónicas en cantes de conglomerados. Su estudio en las depresiones de Granada y Guadix-Baza. Est. Geol. 37, 227-232.

SANZ DE GALDEANO, C., A. ESTEVEZ, A.C. LOPEZ GARRIDO y J. - RODRIGUEZ FERNANDEZ. (1984) La fracturación tardía al SW de Sierra Nevada (Terminación Occidental del corredor de las - Alpujarras .Zona Bética). Est. Geol. 40, 183-191.

SANZ DE GALDEANO C., J.RODRIGUEZ FERNANDEZ y A.C. LOPEZ GARRIDO (1985) . A. Strike-slip fault Corridor Within the -- Alpujarra Mountains (Betic Cordilleras, Spain). Geologische Rundschau 74.3 y 641-655.

SANZ DE GALDEANO C., J. RODRIGUEZ FERNANDEZ Y A.C. LOPEZ GARRIDO (en prensa). Tectosedimentar y evolution of the Alpujarra Corridor (Betic Cordilleras. Spain) Giornale di Geologie .

SANZ DE GALDEANO C., F. VIDAL y F. DE MIGUEL. (1982). El-- Sistema de fracturas de dirección N10-30E del borde occidental de Sierra Nevada (Cordilleras Béticas). Est. Geol.- 38, 393-398.

VERA J.A. (1966) Estudio Geológico de la zona Subbética en la transversal de Loja y sectores adyacentes. Mem. I.G.M.E. 72, 192 p.

VERA J.A. y J.M. GONZALEZ DONOSO. (1964). Discordancia intravindobonense en Montefrío. (Zona Subbética, prov. de -- Granada). Not. y Com. I.G.M.E. 76, 19-32.

VIDAL F., F. DE MIGUEL, G. ALGUACIL y J.M. GUIRAO. (1982)- a. Características de la secuencia sísmica granadina del - año 1979. IV Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica. Z<sub>a</sub>ragoza, 1, 423-438.

VIDAL F., F. DE MIGUEL y C. SANZ DE GALDEANO. (1982) b. El sismo granadino de 20 de Junio de 1979 . Rev. de Geofísica 38, 57-65.

VIDAL F., F. DE MIGUEL y C. SANZ DE GALDEANO. (1984) Neotectónica y sismicidad de la Depresión de Granada. Energía Nuclear. 149-150, 267-275.

VON DRASCHE R. (1879) Bosquejo geológico de la zona superior de Sierra Nevada. Bol Com. del Mapa Geol. de España - 353-388.

ANEXO

**Relacion de sismos registrados en la Depresión de Granada.**

CLAVE DEL ANEXO

<u>1</u> Agron	<u>2</u> GR	<u>3</u> 1964	<u>4</u> 01	<u>5</u> 12	<u>6</u> 3 500	<u>7</u> 37 01 0	<u>8</u> 4	<u>9</u> 0	<u>10</u> 000	<u>11</u> 09	<u>12</u> 005	<u>13</u> 3.8	<u>14</u> SSIS
-------------------	----------------	------------------	----------------	----------------	-------------------	---------------------	---------------	---------------	------------------	-----------------	------------------	------------------	-------------------

- 1: Nombre del pueblo más cercano al epicentro.  
2: Provincia  
3: Año  
4: Mes  
5: Dia  
6: Longitud, en grado, minutos y décimas de minuto.  
7: Latitud, " " " "  
8: Io, intensidad máxima sentida.  
9: Numero de premonitorios  
10: Rélicas  
11: Numero de estaciones que lo han registrado y utilizadas en el cálculo.  
12: Profundidad focal (en kilometro). 999: no conocida.  
13: Magnitud focal 0.0: no calculada.  
14: Agencia que suministra el dato.

DEST=NLG:SECRET/KA USER=MGR:SECRET/TRA CUCU=ELPT SERVICE=ELP/KA  
SPCE=178 CPRI=192 LPP=66 CPL=133 CCPIES=1 LIPM=23

OPERATOR: 4-DEC-85 18:03:30  
ENCLOSURE: 5-DEC-85 16:27:42  
PRINTING: 5-DEC-85 16:27:42

PAT := %SC:TPFS:TRA:AJCS:GRA,PAI,LLJ,SLN

<sup>10</sup> See, for example, the discussion of the 1992 Constitutional Conference in the section on the "Constitutional Conference and the Constitutional Committee" below.

ACS REV 5.05

ACS PEV CS.CS  
ACS XLT PEV CS.CS

Year	Country	Population		GDP		GDP per capita		GDP growth		GDP per capita growth	
		Millions	Rate	Billions	Rate	Billions	Rate	Billions	Rate	Billions	Rate
1950	Canada	10.0	1.3	10.0	1.3	10.0	1.3	10.0	1.3	10.0	1.3
1951	Canada	10.1	1.2	10.1	1.2	10.1	1.2	10.1	1.2	10.1	1.2
1952	Canada	10.2	1.1	10.2	1.1	10.2	1.1	10.2	1.1	10.2	1.1
1953	Canada	10.3	1.0	10.3	1.0	10.3	1.0	10.3	1.0	10.3	1.0
1954	Canada	10.4	0.9	10.4	0.9	10.4	0.9	10.4	0.9	10.4	0.9
1955	Canada	10.5	0.8	10.5	0.8	10.5	0.8	10.5	0.8	10.5	0.8
1956	Canada	10.6	0.7	10.6	0.7	10.6	0.7	10.6	0.7	10.6	0.7
1957	Canada	10.7	0.6	10.7	0.6	10.7	0.6	10.7	0.6	10.7	0.6
1958	Canada	10.8	0.5	10.8	0.5	10.8	0.5	10.8	0.5	10.8	0.5
1959	Canada	10.9	0.4	10.9	0.4	10.9	0.4	10.9	0.4	10.9	0.4
1960	Canada	11.0	0.3	11.0	0.3	11.0	0.3	11.0	0.3	11.0	0.3
1961	Canada	11.1	0.2	11.1	0.2	11.1	0.2	11.1	0.2	11.1	0.2
1962	Canada	11.2	0.1	11.2	0.1	11.2	0.1	11.2	0.1	11.2	0.1
1963	Canada	11.3	-0.1	11.3	-0.1	11.3	-0.1	11.3	-0.1	11.3	-0.1
1964	Canada	11.4	0.0	11.4	0.0	11.4	0.0	11.4	0.0	11.4	0.0
1965	Canada	11.5	0.1	11.5	0.1	11.5	0.1	11.5	0.1	11.5	0.1
1966	Canada	11.6	0.2	11.6	0.2	11.6	0.2	11.6	0.2	11.6	0.2
1967	Canada	11.7	0.3	11.7	0.3	11.7	0.3	11.7	0.3	11.7	0.3
1968	Canada	11.8	0.4	11.8	0.4	11.8	0.4	11.8	0.4	11.8	0.4
1969	Canada	11.9	0.5	11.9	0.5	11.9	0.5	11.9	0.5	11.9	0.5
1970	Canada	12.0	0.6	12.0	0.6	12.0	0.6	12.0	0.6	12.0	0.6
1971	Canada	12.1	0.7	12.1	0.7	12.1	0.7	12.1	0.7	12.1	0.7
1972	Canada	12.2	0.8	12.2	0.8	12.2	0.8	12.2	0.8	12.2	0.8
1973	Canada	12.3	0.9	12.3	0.9	12.3	0.9	12.3	0.9	12.3	0.9
1974	Canada	12.4	1.0	12.4	1.0	12.4	1.0	12.4	1.0	12.4	1.0
1975	Canada	12.5	1.1	12.5	1.1	12.5	1.1	12.5	1.1	12.5	1.1
1976	Canada	12.6	1.2	12.6	1.2	12.6	1.2	12.6	1.2	12.6	1.2
1977	Canada	12.7	1.3	12.7	1.3	12.7	1.3	12.7	1.3	12.7	1.3
1978	Canada	12.8	1.4	12.8	1.4	12.8	1.4	12.8	1.4	12.8	1.4
1979	Canada	12.9	1.5	12.9	1.5	12.9	1.5	12.9	1.5	12.9	1.5
1980	Canada	13.0	1.6	13.0	1.6	13.0	1.6	13.0	1.6	13.0	1.6
1981	Canada	13.1	1.7	13.1	1.7	13.1	1.7	13.1	1.7	13.1	1.7
1982	Canada	13.2	1.8	13.2	1.8	13.2	1.8	13.2	1.8	13.2	1.8
1983	Canada	13.3	1.9	13.3	1.9	13.3	1.9	13.3	1.9	13.3	1.9
1984	Canada	13.4	2.0	13.4	2.0	13.4	2.0	13.4	2.0	13.4	2.0
1985	Canada	13.5	2.1	13.5	2.1	13.5	2.1	13.5	2.1	13.5	2.1
1986	Canada	13.6	2.2	13.6	2.2	13.6	2.2	13.6	2.2	13.6	2.2
1987	Canada	13.7	2.3	13.7	2.3	13.7	2.3	13.7	2.3	13.7	2.3
1988	Canada	13.8	2.4	13.8	2.4	13.8	2.4	13.8	2.4	13.8	2.4
1989	Canada	13.9	2.5	13.9	2.5	13.9	2.5	13.9	2.5	13.9	2.5
1990	Canada	14.0	2.6	14.0	2.6	14.0	2.6	14.0	2.6	14.0	2.6
1991	Canada	14.1	2.7	14.1	2.7	14.1	2.7	14.1	2.7	14.1	2.7
1992	Canada	14.2	2.8	14.2	2.8	14.2	2.8	14.2	2.8	14.2	2.8
1993	Canada	14.3	2.9	14.3	2.9	14.3	2.9	14.3	2.9	14.3	2.9
1994	Canada	14.4	3.0	14.4	3.0	14.4	3.0	14.4	3.0	14.4	3.0
1995	Canada	14.5	3.1	14.5	3.1	14.5	3.1	14.5	3.1	14.5	3.1
1996	Canada	14.6	3.2	14.6	3.2	14.6	3.2	14.6	3.2	14.6	3.2
1997	Canada	14.7	3.3	14.7	3.3	14.7	3.3	14.7	3.3	14.7	3.3
1998	Canada	14.8	3.4	14.8	3.4	14.8	3.4	14.8	3.4	14.8	3.4
1999	Canada	14.9	3.5	14.9	3.5	14.9	3.5	14.9	3.5	14.9	3.5
2000	Canada	15.0	3.6	15.0	3.6	15.0	3.6	15.0	3.6	15.0	3.6
2001	Canada	15.1	3.7	15.1	3.7	15.1	3.7	15.1	3.7	15.1	3.7
2002	Canada	15.2	3.8	15.2	3.8	15.2	3.8	15.2	3.8	15.2	3.8
2003	Canada	15.3	3.9	15.3	3.9	15.3	3.9	15.3	3.9	15.3	3.9
2004	Canada	15.4	4.0	15.4	4.0	15.4	4.0	15.4	4.0	15.4	4.0
2005	Canada	15.5	4.1	15.5	4.1	15.5	4.1	15.5	4.1	15.5	4.1
2006	Canada	15.6	4.2	15.6	4.2	15.6	4.2	15.6	4.2	15.6	4.2
2007	Canada	15.7	4.3	15.7	4.3	15.7	4.3	15.7	4.3	15.7	4.3
2008	Canada	15.8	4.4	15.8	4.4	15.8	4.4	15.8	4.4	15.8	4.4
2009	Canada	15.9	4.5	15.9	4.5	15.9	4.5	15.9	4.5	15.9	4.5
2010	Canada	16.0	4.6	16.0	4.6	16.0	4.6	16.0	4.6	16.0	4.6
2011	Canada	16.1	4.7	16.1	4.7	16.1	4.7	16.1	4.7	16.1	4.7
2012	Canada	16.2	4.8	16.2	4.8	16.2	4.8	16.2	4.8	16.2	4.8
2013	Canada	16.3	4.9	16.3	4.9	16.3	4.9	16.3	4.9	16.3	4.9
2014	Canada	16.4	5.0	16.4	5.0	16.4	5.0	16.4	5.0	16.4	5.0
2015	Canada	16.5	5.1	16.5	5.1	16.5	5.1	16.5	5.1	16.5	5.1
2016	Canada	16.6	5.2	16.6	5.2	16.6	5.2	16.6	5.2	16.6	5.2
2017	Canada	16.7	5.3	16.7	5.3	16.7	5.3	16.7	5.3	16.7	5.3
2018	Canada	16.8	5.4	16.8	5.4	16.8	5.4	16.8	5.4	16.8	5.4
2019	Canada	16.9	5.5	16.9	5.5	16.9	5.5	16.9	5.5	16.9	5.5
2020	Canada	17.0	5.6	17.0	5.6	17.0	5.6	17.0	5.6	17.0	5.6
2021	Canada	17.1	5.7	17.1	5.7	17.1	5.7	17.1	5.7	17.1	5.7
2022	Canada	17.2	5.8	17.2	5.8	17.2	5.8	17.2	5.8	17.2	5.8
2023	Canada	17.3	5.9	17.3	5.9	17.3	5.9	17.3	5.9	17.3	5.9
2024	Canada	17.4	6.0	17.4	6.0	17.4	6.0	17.4	6.0	17.4	6.0
2025	Canada	17.5	6.1	17.5	6.1	17.5	6.1	17.5	6.1	17.5	6.1
2026	Canada	17.6	6.2	17.6	6.2	17.6	6.2	17.6	6.2	17.6	6.2
2027	Canada	17.7	6.3	17.7	6.3	17.7	6.3	17.7	6.3	17.7	6.3
2028	Canada	17.8	6.4	17.8	6.4	17.8	6.4	17.8	6.4	17.8	6.4
2029	Canada	17.9	6.5	17.9	6.5	17.9	6.5	17.9	6.5	17.9	6.5
2030	Canada	18.0	6.6	18.0	6.6	18.0	6.6	18.0	6.6	18.0	6.6
2031	Canada	18.1	6.7	18.1	6.7	18.1	6.7	18.1	6.7	18.1	6.7
2032	Canada	18.2	6.8	18.2	6.8	18.2	6.8	18.2	6.8	18.2	6.8
2033	Canada	18.3	6.9	18.3	6.9	18.3	6.9	18.3	6.9	18.3	6.9
2034	Canada	18.4	7.0	18.4	7.0	18.4	7.0	18.4	7.0	18.4	7.0
2035	Canada	18.5	7.1	18.5	7.1	18.5	7.1	18.5	7.1	18.5	7.1
2036	Canada	18.6	7.2	18.6	7.2	18.6	7.2	18.6	7.2	18.6	7.2
2037	Canada	18.7	7.3	18.7	7.3	18.7	7.3	18.7	7.3	18.7	7.3
2038	Canada	18.8	7.4	18.8	7.4	18.8	7.4	18.8	7.4	18.8	7.4
2039	Canada	18.9	7.5	18.9	7.5	18.9	7.5	18.9	7.5	18.9	7.5
2040	Canada	19.0	7.6	19.0	7.6	19.0	7.6	19.0	7.6	19.0	7.6
2041	Canada	19.1	7.7	19.1	7.7	19.1	7.7	19.1	7.7	19.1	7.7
2042	Canada	19.2	7.8	19.2	7.8	19.2	7.8	19.2	7.8	19.2	7.8
2043	Canada	19.3	7.9	19.3	7.9	19.3	7.9	19.3	7.9	19.3	7.9
2044	Canada	19.4	8.0	19.4	8.0	19.4	8.0	19.4	8.0	19.4	8.0
2045	Canada	19.5	8.1	19.5	8.1	19.5	8.1	19.5	8.1	19.5	8.1
2046	Canada	19.6	8.2	19.6	8.2	19.6	8.2	19.6	8.2	19.6	8.2
2047	Canada	19.7	8.3	19.7	8.3	19.7	8.3	19.7	8.3	19.7	8.3
2048	Canada	19.8	8.4	19.8	8.4	19.8	8.4	19.8	8.4	19.8	8.4
2049	Canada	19.9	8.5	19.9	8.5	19.9	8.5	19.9	8.5	19.9	8.5
2050	Canada	20.0	8.6	20.0	8.6	20.0	8.6	20.0	8.6	20.0	8.6
2051	Canada	20.1	8.7	20.1	8.7	20.1	8.7	20.1	8.7	20.1	8.7
2052	Canada	20.2	8.8	20.2	8.8	20.2	8.8	20.2	8.8	20.2	8.8
2053	Canada	20.3	8.9	20.3	8.9	20.3	8.9	20.3	8.9	20.3	8.9
2054	Canada	20.4	9.0	20.4	9.0	20.4	9.0	20.4	9.0	20.4	9.0
2055	Canada	20.5	9.1	20.5	9.1	20.5	9.1	20.5	9.1	20.5	9.1
2056	Canada	20.6	9.2	20.6	9.2	20.6	9.2	20.6	9.2	20.6	9.2
2057	Canada	20.7	9.3	20.7	9.3	20.7	9.3	20.7	9.3	20.7	9.3
2058	Canada	20.8	9.4	20.8	9.4	20.8	9.4	20.8	9.4	20.8	9.4
2059	Canada	20.9	9.5	20.9	9.5	20.9	9.5	20.9	9.5	20.9	9.5
2060	Canada	21.0	9.6	21.0	9.6	21.0	9.6	21.0	9.6	21.0	9.6
2061	Canada	21.1	9.7	21.1	9.7	21.1	9.7	21.1	9.7	21.1	9.7
2062	Canada	21.2	9.8	21.2	9.8	21.2	9.8	21.2	9.8	21.2	9.8



GRANADA	GR	1929	6609	3	35.0	37	10.0	3	0	000	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1929	6610	3	36.0	37	10.0	2	0	000	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1930	6505	3	36.5	37	10.1	4	0	001	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1930	1112	3	37.0	37	09.0	5	0	000	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1930	1123	3	36.0	37	10.0	2	0	000	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1930	1201	3	36.0	37	10.0	3	0	000	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1931	0303	3	36.2	37	10.5	4	0	000	02	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1931	0502	3	38.0	37	09.0	4	0	000	03	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1931	0831	3	35.0	37	10.0	5	0	000	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1932	0110	3	36.0	37	10.0	3	0	001	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1937	0611	3	36.1	37	10.2	3	0	000	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1937	0815	3	36.0	37	10.0	3	2	000	02	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1940	1007	3	39.0	37	08.0	3	0	000	02	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1942	0218	3	34.0	37	07.0	4	0	000	05	999	2.7	SS15
GRANADA	GR	1942	1024	3	40.0	37	07.0	3	0	000	00	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1943	0216	3	36.0	37	10.0	3	0	000	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1943	0601	3	40.0	37	11.0	5	0	002	02	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1944	0513	3	40.1	37	11.1	4	0	000	04	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1945	1212	3	37.0	37	08.0	3	0	000	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1946	0210	3	34.0	37	12.0	2	0	000	02	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1946	0604	3	35.7	37	10.0	4	1	000	00	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1947	0412	3	36.0	37	09.0	3	0	000	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1947	0419	3	36.0	37	10.0	2	0	000	04	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1951	0221	3	36.0	37	12.0	3	0	000	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1953	1010	3	36.0	37	06.0	3	0	000	05	999	4.0	SS15
GRANADA	GR	1955	0630	3	36.0	37	10.0	2	0	000	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1955	0704	3	36.0	37	10.0	2	0	000	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1956	0822	3	36.0	37	10.0	3	0	000	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1956	0812	3	35.8	37	11.5	2	0	000	00	999	6.5	SS15
GRANADA	GR	1957	0727	3	36.0	37	11.0	3	0	000	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1958	0507	3	36.2	37	11.3	5	0	000	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1958	0831	3	36.0	37	10.0	2	0	000	02	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1959	0723	3	35.7	37	10.0	2	0	000	03	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1960	1211	3	36.0	37	10.0	3	0	000	02	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1961	0104	3	36.0	37	10.0	2	0	000	02	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1964	0311	3	36.0	37	10.0	2	0	000	01	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1966	0309	3	35.7	37	11.5	3	0	000	01	999	3.7	SS15
GRANADA	GR	1970	0120	3	35.8	37	11.5	3	0	000	02	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1973	0913	3	36.0	37	11.0	3	0	000	02	999	0.0	SS15
GRANADA	GR	1979	0502	3	31.5	37	11.7	3	0	000	09	999	3.2	SS15
GRANADA	GR	1979	0616	3	35.8	37	11.5	3	0	000	06	999	2.6	SS15
GRANADA	GR	1979	0822	3	37.0	37	10.0	2	0	000	06	999	2.5	SS15
GRANADA	GR	1979	0713	3	36.0	37	11.0	3	0	000	01	999	1.8	SS15
GRANADA	GR	1979	1803	3	36.0	37	11.0	3	0	000	01	999	2.3	SS15
GRANADA	GR	1979	0310	3	35.8	37	11.5	3	0	000	06	999	2.0	SS15
GRANADA	GR	1979	0822	3	37.0	37	10.0	2	0	000	01	999	2.4	SS15
GRANADA	GR	1979	0912	3	36.0	37	11.0	3	0	000	01	999	1.7	SS15
GRANADA	GR	1979	0527	3	37.0	37	09.0	3	0	000	01	999	1.5	SS15
GRANADA	GR	1979	1003	3	37.0	37	09.0	3	0	001	03	999	2.3	SS15
GRANADA	GR	1979	1005	3	37.0	37	09.0	4	0	001	04	999	2.8	SS15
GRANADA	GR	1979	1120	3	36.0	37	09.0	3	0	000	02	999	2.9	SS15
GRANADA	GR	1980	0317	3	35.8	37	11.5	3	0	000	02	999	3.0	SS15
GRANADA	GR	1980	0520	3	35.5	37	11.0	3	0	000	02	999	3.2	SS15
GRANADA	GR	1980	1020	3	38.0	37	10.0	3	0	000	01	999	3.1	SS15
GRANADA	GR	1983	1119	3	22.3	37	15.6	6	0	000	02	999	2.8	SS15
JANUARY	GR	1982	0826	3	45.0	37	11.0	3	0	001	01	999	3.0	SS15
JANUARY	GR	1982	1502	3	41.9	37	10.0	3	0	000	02	999	2.3	SS15
JANUARY	GR	1986	0214	4	03.0	37	12.0	6	0	000	02	999	2.0	SS15
JANUARY	GR	1986	0706	4	06.2	37	12.0	6	0	000	03	999	2.0	SS15
JANUARY	GR	1986	0719	4	06.0	37	12.0	6	0	000	03	999	2.0	SS15



VENTAS DE HUELVA GR 1975 75 HUELVA GR 1974 0614 0627 3 49.0 37 C4.C 5.0 CCC 6.0 99.9 C.0 SS15  
 VENTAS DE HUELVA GR 1974 1018 3 48.0 37 C4.C 5.0 CCC 6.0 99.9 C.0 SS15  
 VENTAS DE HUELVA GR 1975 0516 3 49.0 37 C3.C 4.0 CCC 6.0 99.9 C.0 SS15  
 VENTAS DE HUELVA GR 1975 0119 3 49.0 37 C4.C 3.0 CCC 6.0 99.9 C.0 SS15  
 VENTAS DE HUELVA GR 1975 0112 3 49.0 37 C5.C 4.0 CCC 6.0 99.9 C.0 SS15  
 VENTAS DE HUELVA GR 1975 0112 3 49.0 37 C5.C 4.0 CCC 6.0 99.9 C.0 SS15  
 VENTAS DE HUELVA GR 1975 1201 3 32.5 37 15.3 C.0 CCC 6.0 99.9 C.0 SS15  
 VENTAS DE HUELVA GR 1975 0604 3 28.0 37 C3.C 7.0 CCC 6.0 99.9 C.0 SS15  
 ZUBIA GR 1970 1225 3 35.0 37 C7.0 2.0 CCC 6.0 99.9 C.0 SS15  
 ZUBIA GR 1973 0112 3 24.0 37 C5.1 3.0 CCC 6.0 99.9 C.0 SS15  
 ZUBIA GR 1977 0303 3 5.0 37 C6.0 3.0 CCC 6.0 99.9 C.0 SS15  
 ZUBIA GR 1979 0429 3 25.8 37 C6.8 4.0 CCC 6.0 99.9 C.0 SS15  
 ZUBIA GR 1973 0429 3 36.0 37 C7.0 4.0 CCC 6.0 99.9 C.0 SS15  
 ZUBIA GR 1979 0731 3 36.2 37 C7.0 4.0 CCC 6.0 99.9 C.0 SS15  
 ZUBIA GR 1979 0731 3 36.3 37 C5.0 6.0 CCC 6.0 99.9 C.0 SS15

$\mathfrak{P} \wedge G, \xi \models \xi$

PATH=;C:\TPF\;1BAHAI\CS;G3A,BAD,LCJ,HCN

1
---

ANS 224 3.06

ACS REV 05.06  
ACS XLPT REV 05.06