

# Historia de la subsidencia y levantamiento en el margen norte de la cuenca intramontañosa de Guadix (Cordillera Bética central)

*Subsidence and uplift history in the northern margin of the Guadix intramontane basin (central Betic Cordillera)*

J.M. Soria

Dpto. de Ciencias de la Tierra. Universidad de Alicante. Apdo. Correos 99, Alicante.

## ABSTRACT

Results of quantitative analysis of subsidence and uplift from three stratigraphic sections located in the northern margin of the Guadix basin are presented. Data obtained allows for correlating main tectonic events recorded in the basin with significant changes in the subsidence and uplift history. At the beginning of Tortonian a strong subsidence stage takes place, which ends with the development of a marine basin of 800 metres of palaeobathymetry. Intratoronian and finitortonian tectonic events are characterized by uplift and shallowing stages of the basin. After continentalization, a process that occurs at the end of Tortonian, the basin continues with an uplift period that finishes during the Upper Pleistocene. At this time takes place the fulfilling of the basin at 1000 metres of palaeoelevation.

**Key words:** subsidence, uplift, geohistory diagrams, Guadix Basin, Betic Cordillera.

Geogaceta, 20 (2) (1996), 464-467  
ISSN: 0213683X

## Introducción

La Cuenca de Guadix presenta un potente relleno de depósitos, tanto marinos como continentales, que abarcan sin lagunas apreciables desde el Mioceno superior hasta el Cuaternario. Las importantes variaciones de paleobatemetría y paleoelevación registradas en su relleno hacen de esta cuenca un marco apropiado para la cuantificación de los movimientos de subsidencia y levantamiento. Para tal objetivo se ha elegido el margen norte de la Cuenca de Guadix, por a dos razones fundamentales: (1) por presentar las sucesiones estratigráficas más completas, y (2) por haber sido objeto de los estudios estratigráfico-sedimentológicos más recientes. El presente trabajo pretende, además de aportar los primeros datos cuantificados de movimientos verticales en la Cuenca de Guadix, utilizar tal información para valorar el papel relativo de los diferentes eventos que han controlado la historia geodinámica de la cuenca.

## Contexto geológico

La Cuenca de Guadix se sitúa en el sector central de la Cordillera Bética (fig. 1), sellando el contacto entre las Zonas Internas (al sur) y las Zonas Externas (al norte). Es una cuenca

intramontañosa individualizada en el Mioceno superior tras la desarticulación del Estrecho Norbético (ancestral comunicación entre los dominios marinos del Atlántico y Mediterráneo al norte de la cordillera) y colmatada en el Pleistoceno superior, momento en el que termina su etapa de relleno endorreico. A partir de entonces toda el área ocupada por la cuenca es capturada por la red de drenaje de Río Guadalquivir, transformándose en un dominio erosivo y evacuándose gran parte de su relleno.

## Síntesis tectosedimentaria

En el margen norte de la Cuenca de Guadix se han separado cinco unidades estratigráficas limitadas por discontinuidades de rango cuencal (Soria, 1994), definidas como secuencias deposicionales (*sensu* Mitchum *et al.*, 1977). Los límites entre tales secuencias representan, en la mayoría de los casos, eventos tectónicos relacionados con diferentes fases de fracturación y de plegamiento. Dentro de las secuencias deposicionales se diferencian unidades litoestratigráficas formales, adoptando las establecidas por Vera (1970) y Soria (1993). En la Figura 2 se muestran las diferentes unidades estratigráficas y la naturaleza de los eventos que caracterizan sus límites. A continuación se describen las características de las unidades.

*Secuencia deposicional - I (SD-I):* Está representada por la Formación Coto Cherrín, de edad Tortonense inferior y superior parte baja. Consta de dos miembros que se suceden gradualmente en la vertical. A la base se sitúa el *Miembro calizo (SD-I a)*, dispuesto discordantemente sobre el basamento subbético y constituido por 10 m de calcarenitas bioclásticas depositadas en la parte más interna de una plataforma marina somera. Sobre éste se encuentra el *Miembro margo-arenoso (SD-I b)*, representado por 290 m de turbiditas características de un talud submarino.

*Secuencia deposicional - II (SD-II):* La integran dos formaciones que cambian lateralmente de facies, de edad Tortonense superior parte alta. En las partes marginales de la cuenca se depositó la *Formación Negratín (SD-II a)*, compuesta por 50 m de calcarenitas bioclásticas típicas de una plataforma marina interna. En las partes centrales de la cuenca lo hizo la *Formación Dehesas de Guadix (SD-II b)*, donde se presentan 200 m de margas ricas en organismos planctónicos, representativas de la zona profunda de la cuenca dominada por sedimentación pelágica.

*Secuencia deposicional - III (SD-III):* Está representada por la *Formación Forrucho*, de edad Tortonense terminal. Su potencia media es 15 m y su litología muy variada. En las partes

marginales se depositaron conglomerados organizados en clinoforras progradantes interpretadas como *elforeset* y *bottomset* de un delta tipo Gilbert. En el centro de la cuenca el depósito fue de calcarenitas bioclásticas con bioconstrucciones arrecifales de corales, facies propias de unas condiciones marinas extremadamente someras.

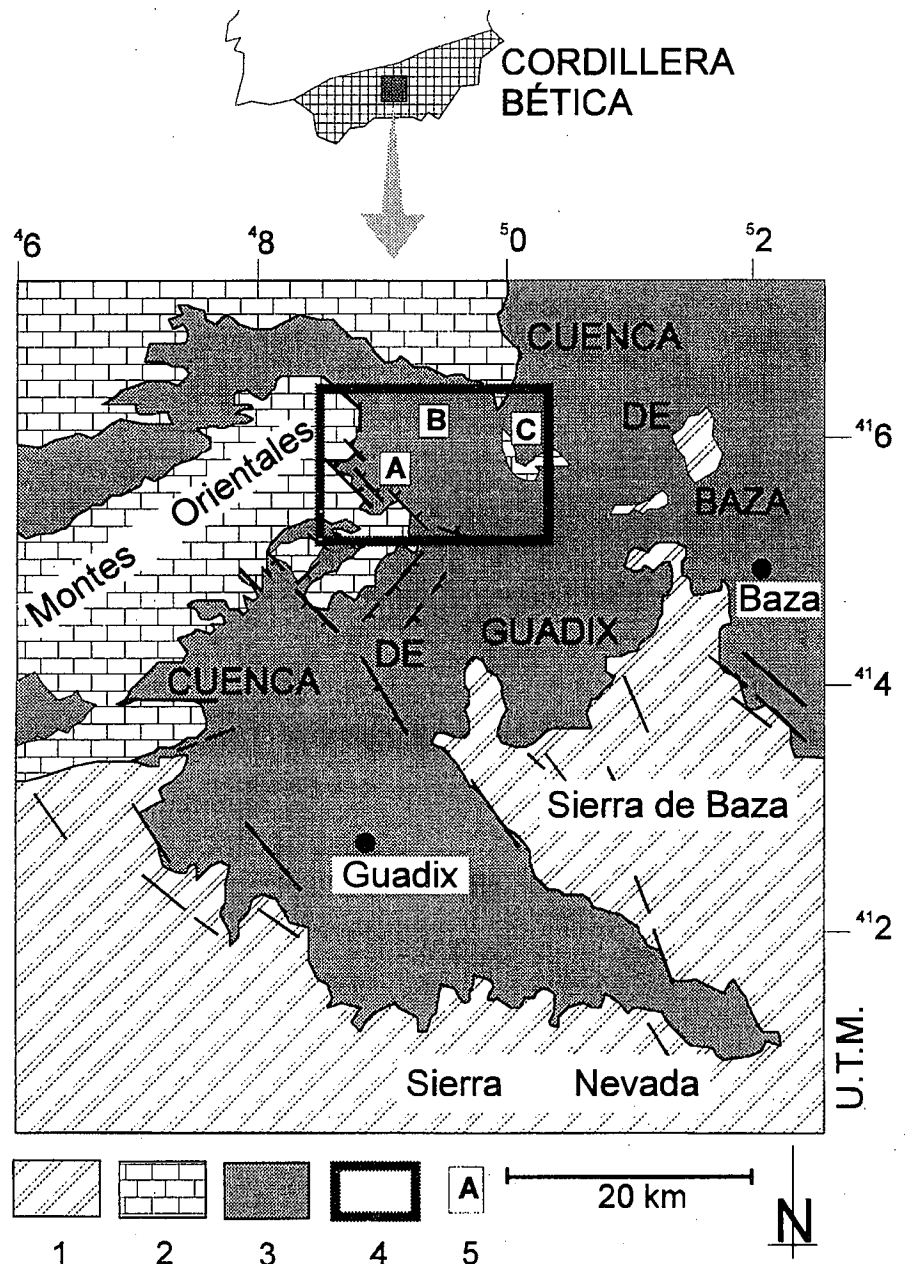
**Secuencia deposicional -IV (SD-VI):** Está representada por la *Formación Tamojares*, de edad Turoliense superior y Ventiense. Consta de dos miembros que cambian lateralmente de facies. En las partes marginales se depositó el *Miembro conglomerático (SD-IV a)*, compuesto por 70 de conglomerados y arenas con asociaciones de facies típicas de un abanico aluvial. En el centro de la cuenca se depositó el *Miembro lutítico (SD-IV b)*, representado por 100 m de arcillas edafizadas con eventuales intercalaciones de calizas con fauna de agua dulce, facies indicativas de una llanura lutítica con locales lagos efímeros.

**Secuencia deposicional -V (SD-V):** Coincide con la *Formación Guadix*, de edad Plioceno y Pleistoceno. Presenta una potencia de 200 m y una litología dominante de lutitas rojas y grises, dentro de las que se presentan bancos canalizados de arenas y gravas con secuencias de canales sinuosos. Su depósito corresponde a un sistema fluvial meandriforme. Esta formación está jalónada a techo por una superficie encostrada que representa el nivel de colmatación de la cuenca.

**Análisis cuantitativo de la subsidencia y levantamiento**

**Metodología:** Los movimientos de subsidencia y levantamiento han sido cuantificados aplicando el programa informático *Backstripping* (Allen y Allen, 1990), basado en los algoritmos propuestos por Sclater y Christie (1980) y Bond y Kominz (1984). Dicho programa calcula la subsidencia total o subsidencia del basamento mediante la descompactación de las unidades estratigráficas, y la subsidencia tectónica eliminando los efectos de la carga sedimentaria y de la columna de agua. Para esto último adopta un modelo de compensación isostática local -tipo Airy-. El programa permite introducir correcciones paleobatimétricas y eustáticas, obteniéndose así unos valores de subsidencia total y tectónica referidos a un *datum* fijo (nivel del mar actual). Estos datos son representados gráficamente en diagramas geohistóricos, siguiendo el modelo descrito por Van Hinte (1978).

El programa *Backstripping* se aplica a sucesiones estratigráficas individuales separadas en unidades litológicamente homogéneas. Por métodos estratigráficos convencionales se calcula el espesor actual de cada unidad, y se establece la edad, paleobatimetría y posición eustática para la base y techo de cada una de ellas. Otros datos necesarios para aplicar el programa son la densidad, porosidad original y coeficiente de porosi-



**Fig.1.- Localización de la Cuenca de Guadix en la Cordillera Bética. 1: Zonas Internas, 2: Zonas Externas, 3: Neógeno y Cuaternario, 4: área estudiada, 5: secciones estratigráficas analizadas.**

**Fig. 1.- Location of the Guadix Basin into the Betic Cordillera. 1: Internal Zones, 2: External Zones, 3: Neogene and Quaternary, 4: study area, 5: analysed stratigraphic sections.**

dad - profundidad de cada unidad estratigráfica. Para estos últimos se han adoptado los valores estándar calculados por Gallagher y Lambeck (1989).

**Sucesiones analizadas:** Para ilustrar la historia de la subsidencia y levantamiento del área estudiada se han seleccionado tres sucesiones estratigráficas (localizadas en la Fig. 1) que registran una diferente evolución en la vertical de contextos sedimentarios (Fig. 3). Las sucesiones de Villanueva de las Torres (A) y de la Lancha-Negratín (C) caracterizan sectores marginales de la cuenca durante su etapa de sedimentación marina; la sucesión de Coto Cherrín - Dehesas de

Guadix (B) es característica del sector más profundo de la cuenca. Para cada una de ellas se ha aplicado el procedimiento esbozado en el apartado anterior. Interesa señalar que los resultados del análisis cuantitativo dependen en gran medida de las estimaciones de la paleobatimetría. Esta se ha calculado a partir de las asociaciones de biofacies, siguiendo los criterios utilizados por Heckel (1972), Berggren y Haq (1976) y Gradstein y Srivastava (1980). La fijación del nivel del mar actual como *datum* para los cálculos de la subsidencia ha obligado a establecer unas posiciones eustáticas, determinadas a partir de la curva publicada por Haq *et al.*, (1988).

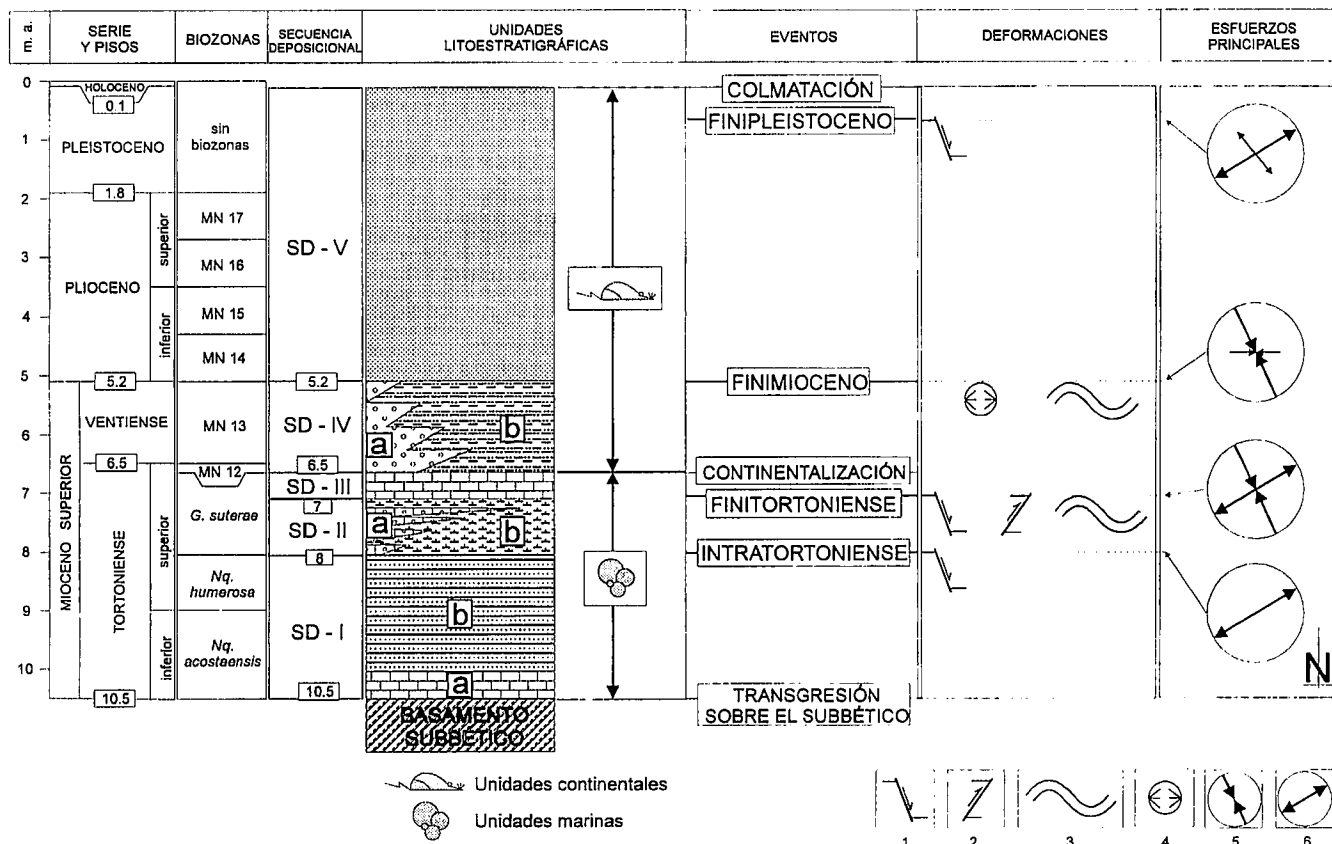


Fig. 2.- Síntesis estratigráfica y tectónica de la Cuenca de Guadix (margen norte). 1: falla normal, 2: falla inversa, 3: pliegue, 4: canto estriado, 5: compresión, 6: distensión. Para las unidades litoestratigráficas ver explicación en el texto.

Fig. 2.- Stratigraphic and tectonic synthesis of the Guadix Basin (northern margin). 1: normal fault, 2: reverse fault, 3: fold, 4: striated clast, 5: compression, 6: distension. For the lithostratigraphic units see explanation in the text.

*Discusión de los resultados:* La expresión de los resultados del análisis cuantitativo de la subsidencia se ha realizado mediante diagramas geohistóricos (Fig. 4). De las tres curvas representadas (fondo de la cuenca, subsidencia tectónica y subsidencia total) se utilizarán las de subsidencia tectónica y total para describir la evolución de los movimientos verticales a lo largo del tiempo.

La sucesión estratigráfica más completa (Coto Cherrín - Dehesas de Guadix) muestra una etapa discontinua de fuerte subsidencia durante la SD-I, que da lugar al desarrollo de una cuenca profunda en el sector considerado. A partir del límite entre las SD-I y SD-II (evento tectónico intratortoniense) las curvas cambian su tendencia, pasando a ser de levantamiento durante toda la SD-II; esta etapa de levantamiento es la responsable de la progresiva somerización de la cuenca registrada en dicha secuencia. El límite entre las SD-II y SD-III (evento tectónico finitortoniense) está caracterizado por un brusco episodio de levantamiento, que da lugar a la implantación de unas condiciones de plataforma marina muy somera en todo el ámbito de la cuenca. Durante la SD-III no existe subsidencia

tectónica, la ligera subsidencia total que se observa es únicamente resultado de los efectos de la carga sedimentaria. El límite entre las SD-III y SD-IV (continentalización) coincide con el inicio de una etapa de levantamiento, que se va a mantener sin alteraciones significativas hasta el techo de la SD-V (colmatación de la cuenca). Interesa señalar que el límite entre las SD-IV y SD-V (evento tectónico finimioceno) sólo se manifiesta por un leve cambio de pendiente en la curva de subsidencia total, manteniéndose continua la curva de subsidencia tectónica.

Las sucesiones de Villanueva de las Torres y de La Lancha - Negratín muestran, como rasgo más significativo, un brusco episodio de levantamiento en el límite entre las SD-I y SD-II (evento tectónico intratortoniense). Este fue responsable de la completa erosión de la SD-I en los sectores considerados, posiblemente tras una fase de emersión de los mismos. Durante la SD-II se detecta una etapa de ligera subsidencia que hace que se mantengan las condiciones de plataforma marina somera durante todo el Tortoniense superior. El límite entre las SD-II y SD-III (evento tectónico finitortoniense) sólo está registrado en el sector de La Lancha - Negratín; éste viene mar-

cado por una disminución de la pendiente de las curvas de subsidencia, hecho que indica una muy baja o nula subsidencia durante la SD-III. A partir del comienzo de la SD-IV (continentalización) se inicia una etapa de levantamiento de similares características que las señaladas en el sector de Coto Cherrín - Dehesas de Guadix.

**Agradecimientos**

Trabajo financiado por la DGICYT, Proyecto AMB95-1557.

**Referencias**

Allen, P. A. y Allen, J. R. (1990): *Blackwell Sci. Publ.*, 451 pp.  
 Berggren, W. A. y Haq, B. U. (1976): *Palaeogeog. Palaeoclim. Palaeoecol.*, 20, 67-129.  
 Bond, G. y Kominz, M. (1984): *Geol. Soc. Am. Bull.*, 95, 155-173.  
 Gallagher, K. y Lambeck, K. (1989): *Basin Research*, 2, 115-131.  
 Gradstein, F. M. y Srivastava, S. P. (1980): *Palaeogeog. Palaeoclim. Palaeoecol.*, 30, 261-295.  
 Haq, B. U.; Hardenbol, J. y Vail, P. (1988):

S.E.P.M. Spec. Publ., 42, 71-108.  
 Heckel, P. H. (1972): S.E.P.M. Spec. Publ., 16, 226-296.  
 Mitchum, R. M.; Vail, P. R. y Thompson, S. (1977): A.A.P.G. Mem., 26, 53-62  
 Sclater, J. G. y Christie, P. A. F. (1980): J. Geoph. Res., 85, 3711-3739.  
 Soria, J. M. (1993): Tesis Doctoral. Univ. de Granada, 292 pp.  
 Soria, J. M. (1994): Estudios Geológicos, 50 (1-2), 59-69.  
 Van Hinte, J. E. (1978): A.A.P.G. Bull., 62, 201-222.  
 Vera, J. A. (1970): Bol. Geol. Min., LXXXI-V, 429-462.

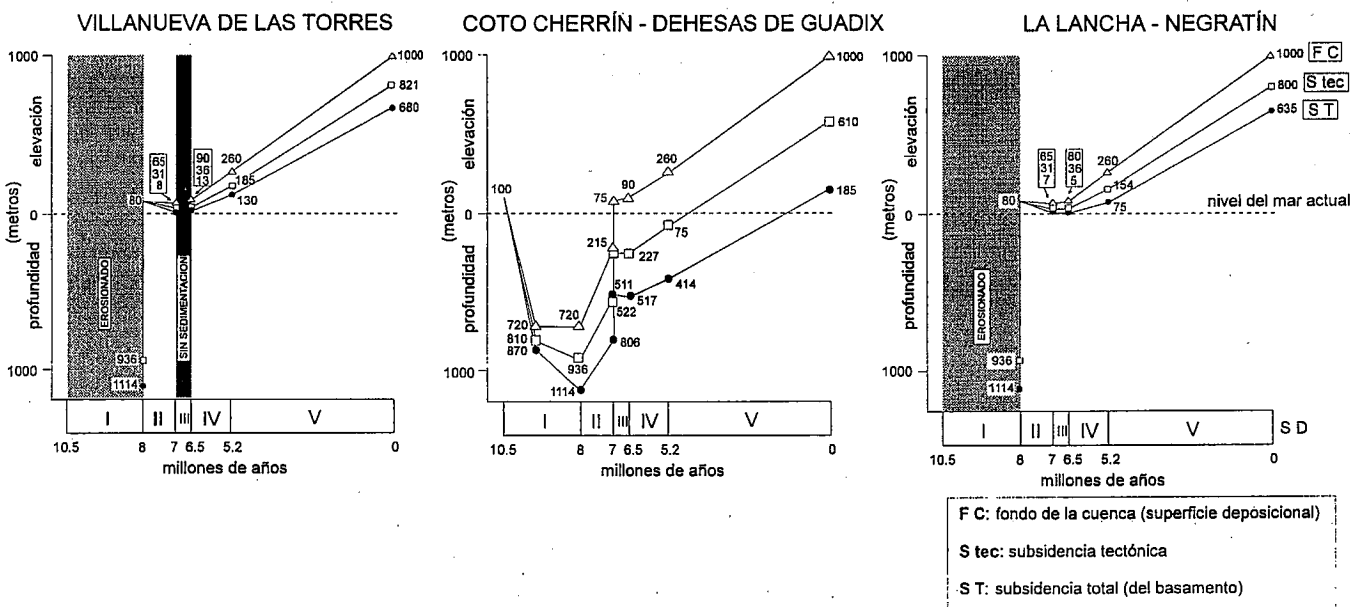
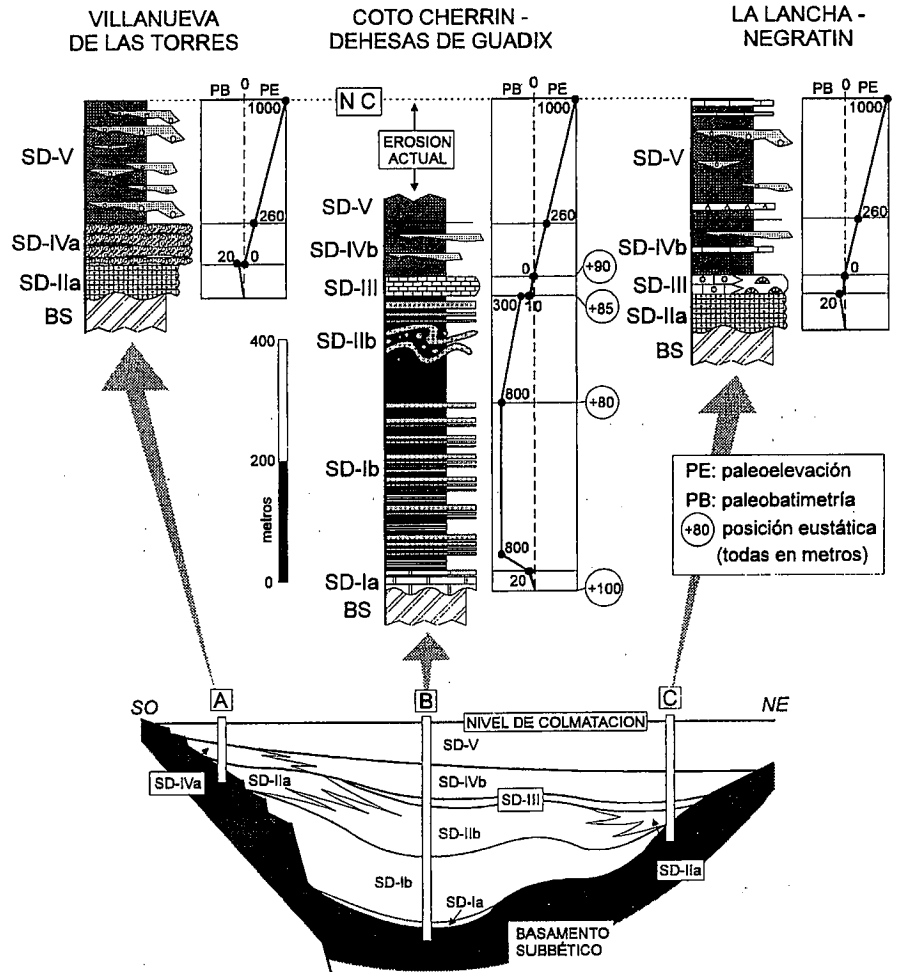


Fig. 4.- Diagramas geohistóricos obtenidos de las sucesiones representadas en la fig. 3.

Fig. 4.- Geohistory diagrams obtained from the succession expressed in fig. 3.