

INFORME SOBRE LA GEOLOGÍA DE SUBSUELO DE LAS CUENCAS DE TOTANA Y MAR MENOR

JOSÉ RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ

INSTITUTO ANDALUZ DE CIENCIAS DE LA TIERRA (CSIC-UNIVERSIDAD DE GRANADA)

JESUS YESARES GARCÍA

(DEPARTAMENTO DE GEODINÁMICA, UNIVERSIDAD DE GRANADA)

VICENTE PÉREZ PEÑA

(DEPARTAMENTO DE GEODINÁMICA, UNIVERSIDAD DE GRANADA)

GRANADA – NOVIEMBRE - 2004

Índice

1. INTRODUCCIÓN	3
2. METODOLOGÍA	3
3. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	5
4. FACIES SÍSMICAS	7
5. ANÁLISIS DE LA SUBSIDENCIA Y TASAS DE ACUMULACIÓN DE SEDIMENTOS	8
6. ARQUITECTURA ESTRATIGRÁFICA DE LAS CUENCAS	10
6.1. CUENCA DE TOTANA	10
6.2. CUENCA DE FUENTE ÁLAMO	12
7. CONCLUSIONES E INSERCIÓN REGIONAL DE LOS DATOS	14
8. BIBLIOGRAFÍA	15
9. ANEXOS	16

1. INTRODUCCIÓN

Para el presente trabajo se ha procedido a estudiar y reinterpretar los datos de geología y geofísica de subsuelo de antiguas investigaciones de hidrocarburos llevadas a cabo por compañías petrolíferas durante los años sesenta, setenta y ochenta. Los recursos de hidrocarburos fueron desechados, sin embargo la información geológica de estas investigaciones es bastante interesante y constituye un complemento óptimo para la geología de superficie en el proyecto: “Estudio Geológico de las hojas a E. 1:50.000 números 934, 953, 954, 955, 956, 976, 977, 978 y 997 bis”, dentro del convenio que tiene el IGME con la Consejería de Turismo y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Murcia. Este informe ha sido realizado con fondos procedentes del propio Proyecto.

Los datos analizados se corresponden aproximadamente con las hojas del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 de Totana y Torre Pacheco.

2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada ha sido la clásica en este tipo de investigación, primero se ha procedido a estudiar el sondeo Murcia 10-1, ubicado sobre la línea sísmica S86-67. Como los datos de dicho sondeo no se correspondían bien con los de la geología regional se ha procedido al reestudio de los informes originales del mismo, prestando especial atención al contenido paleontológico de las muestras obtenidas del sondeo. Esto ha permitido reasignar otras edades diferentes que concuerdan perfectamente con la geología regional y de superficie.

A partir del perfil calado por el sondeo (S86-67) se ha procedido a interpretar los perfiles sísmicos, diferenciando las secuencias deposicionales e identificando los límites de las citadas secuencias con sucesivos cruces de los diferentes perfiles con las técnicas habituales en la interpretación sísmica.

En este informe se utiliza el término “*secuencia deposicional*” en el sentido de Mitchum, Vail y Thomson, (1977) como *unidad estratigráfica compuesta por una sucesión de estratos relativamente conformes y genéticamente ligados, limitados a techo y a muro por discordancias o por sus correlativas conformidades*.

Posteriormente se ha procedido a confeccionar una base de datos con las coordenadas de los puntos de disparo de los perfiles y sus respectivos valores de

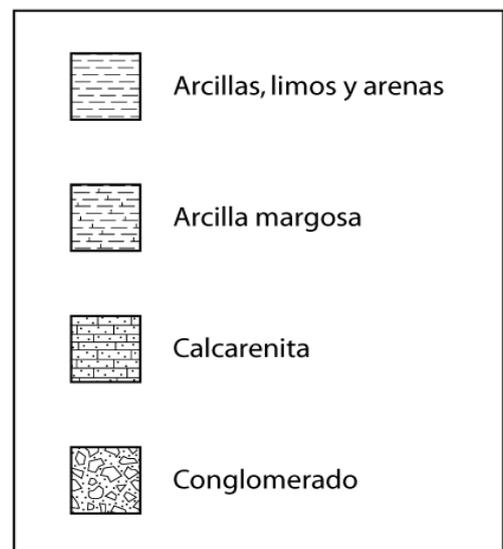
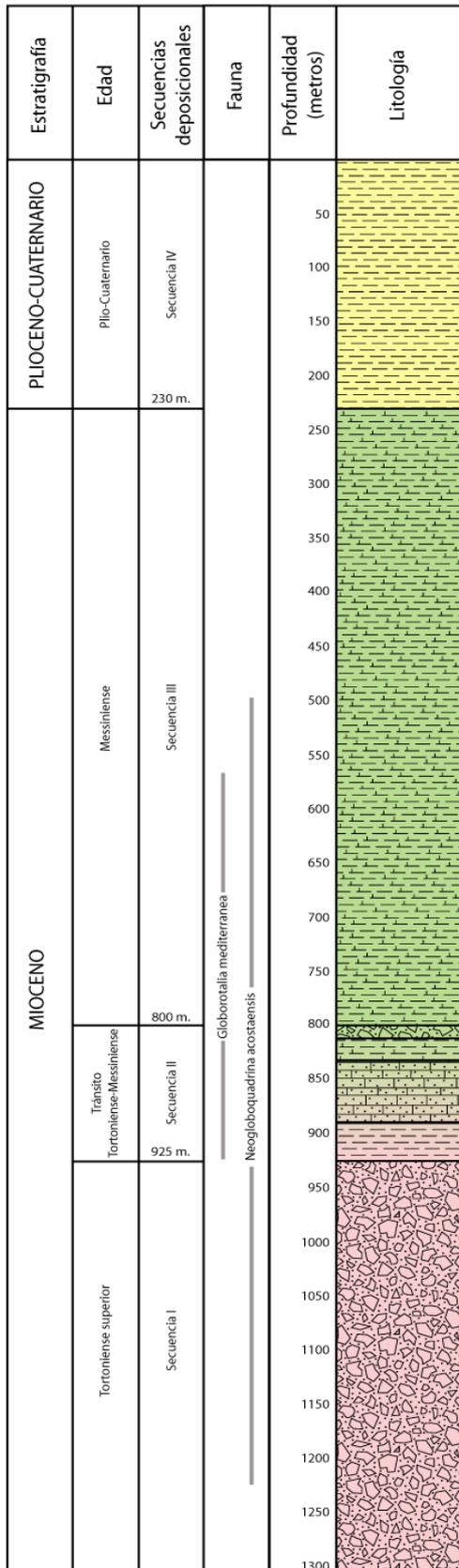
profundidad (transformada de tiempos sísmicos a distancias), para cada uno de los reflectores diferenciados y para el basamento. Para la transformación de los tiempos sísmicos en profundidades se ha tomado como valor medio de velocidad 2.100 m/seg.

Una vez compilada la correspondiente base de datos se han tratado con programas de representación en dos y tres dimensiones y se han elaborado los mapas de contornos del basamento y de isopacas de las secuencias deposicionales diferenciadas. Finalmente se han obtenido las secciones más representativas para poder tener un complemento adecuado en la visualización rápida de la arquitectura de la cuenca y su basamento.

Para el análisis de las tasas de subsidencia y acumulación de sedimentos, a partir de los datos del sondeo se han decompactado los sedimentos a sus espesores originales. Para ello se ha utilizado el programa de *backstripping* de Allen y Allen, (1990). Los datos de porosidad y coeficiente de porosidad se han tomado de los valores estándar de las tablas de Sclater y Christie (1980). El programa utilizado asume una isostasia "tipo Airy" y el cálculo de la subsidencia tectónica se hace eliminando el efecto del agua y los sedimentos. Se han obtenido las curvas de subsidencia tectónica y subsidencia total, posteriormente se ha obtenido la curva de subsidencia total, es decir del basamento, corregida por los valores paleobatimétricos y paleoeustáticos deducidos de los contenidos de foraminíferos planctónicos y bentónicos que figuran en el informe original del sondeo, para los primeros y los valores de las curvas de Hardenbol et al., (1998), para los segundos.

3. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA

Sondeo MURCIA 10-1



(Fig. 1)

El sondeo estudiado, Murcia 10-1, corta de muro a techo los siguientes sedimentos:

De la base, 1303 m, hasta los 925m una brecha polimíctica constituida fundamentalmente por clastos metamórficos de colores variados y con abundante matriz limo-arcillosa procedentes del Complejo Alpujarride. La datación del informe original le atribuye una edad Serravalliense. Sin embargo un espesor así para sedimentos de esta naturaleza y edad no es conocido en la región. La presencia de *Neogloboquadrina acostaensis*, a partir de los 1.240 metros, permite asignar estos sedimentos al Mioceno superior y concretamente al Tortoniense. Los sedimentos descritos se corresponden perfectamente con los que afloran en el borde suroccidental de la hoja de Totana y conocidos regionalmente con "Brecha del Hinojar". Dada la ausencia en la región de Tortoniense inferior en facies marinas, lo más lógico es asignarles una edad Tortoniense superior a estas brechas. Regionalmente estas brechas son bien conocidas y de modo general reciben el nombre de "Megabrechas", (Montenat, 1990). Su disposición en los perfiles y sus facies sísmicas coinciden con una generación de abanicos submarinos de facies clásticas groseras que rellenaron largos y profundos surcos implantados sobre suturas de carácter tectónico. Formaciones idénticas están presentes en todas las cuencas neógenas de la parte oriental de la Cordillera Bética.

De los 925 a los 815 metros una alternancia de niveles calcareníticos con intercalaciones de margas arenosas. En el informe original están datados como Serravalliense superior-Tortoniense inferior. La presencia en los mismos de *Globorotalia mediterranea* justifica su asignación al Messiniense, ya que este foraminífero es el marcador zonal para este piso en todo el ámbito mediterráneo. Desde el punto de vista de la geología de superficie y regional coinciden perfectamente con las denominadas "Calizas de algas" típicas del tránsito Tortoniense- Messiniense, y que afloran ampliamente en la Hoja de Totana, (Montenat, 1990) e igual que sucedía con la anterior formación se encuentran bien representadas en todas las cuencas de la Bética Oriental.

En la sísmica su poco espesor coincide con el marcado reflector de alta amplitud que separa las secuencias 1 y 2 de las diferenciadas en este informe.

De los 815 a los 530 metros arcillas margosas con niveles arenosos y algunos conglomeráticos. En los datos originales datados como Tortoniense- Messiniense sin embargo la presencia de *Globorotalia mediterranea* atestigua una edad Messiniense franco para esta unidad.

Por último desde los 530 metros a la embocadura del sondeo se cortaron arenas, areniscas y arcillas atribuidas por su posición al Plioceno y Pleistoceno ya que no fueron muestreadas.

4. FACIES SÍSMICAS

La primera secuencia diferenciada, Secuencia I, de edad Tortoniense superior muestra reflectores de gran amplitud y diferente continuidad lateral según que presenten morfologías parabólicas con la convexidad hacia arriba, resultado de cortar los conos submarinos transversalmente a su dirección de progradación, o bien con morfologías sigmoidales, al cortar los conos en sentido longitudinal, resultado del carácter progradante de los sedimentos que reflejan. En ocasiones muestran reflectores de morfología caótica o transparente debido a la pobre o nula estratificación de los sedimentos. La secuencia es discordante sobre el basamento con terminaciones de reflectores en onlap sobre los altos del basamento y downlap distales. En ocasiones se aprecian cambios de facies laminadas a caóticas coincidiendo con las partes más profundas del canal que rellenan.

Un marcado reflector de gran amplitud coincide con las calcarenitas del tránsito Tortoniense- Messiniense, que constituyen la secuencia II.

La secuencia III, de edad Messiniense tiene un carácter sísmico muy variado según los puntos. Generalmente muestra reflectores de media a alta amplitud y bastante continuidad lateral. Dentro de la secuencia se diferencian varios reflectores más marcados que dibujan suaves discordancias en las partes centrales de la cuenca y más notorias en los bordes. Los reflectores internos de cada una de las subsecuencias pueden ser desde finamente laminados a caóticos, caso de los edificios arrecifales del perfil S86-63, pasando por morfologías sigmoidales que reflejan pequeños sistemas de abanicos deltaicos, caso del perfil S86-88.

Toda esta variedad morfológica es consecuencia de la variedad de sistemas deposicionales y litologías que presentan los sedimentos messinienses bien conocidos en superficie en toda la región.

La secuencia en general en su base muestra terminaciones de los reflectores que dibujan claros onlap sobre la secuencia anterior.

La cuarta y última, secuencia IV, presenta reflectores de media-alta amplitud y buena continuidad lateral en algunos puntos. Los reflectores de su base dibujan el los puntos más bajos claros ejemplos de downlap distales.

5. ANÁLISIS DE LA SUBSIDENCIA Y TASAS DE ACUMULACIÓN DE SEDIMENTOS

El procedimiento seguido ha quedado descrito en el apartado de metodología, los resultados pueden verse en las figuras adjuntas. La curva de subsidencia tectónica representa la evolución del basamento en cuanto a la profundidad alcanzada a lo largo del tiempo, descontando el efecto de la carga de los sedimentos y el agua. La pendiente del segmento es función de la velocidad del proceso subsidente, suponiendo un modelo de compensación isostática “tipo Airy”. Se observa como la subsidencia fue máxima durante el Tortoniano, disminuyó en el Messiniense y lo hizo más en el Plioceno-Cuaternario (Fig. 2).

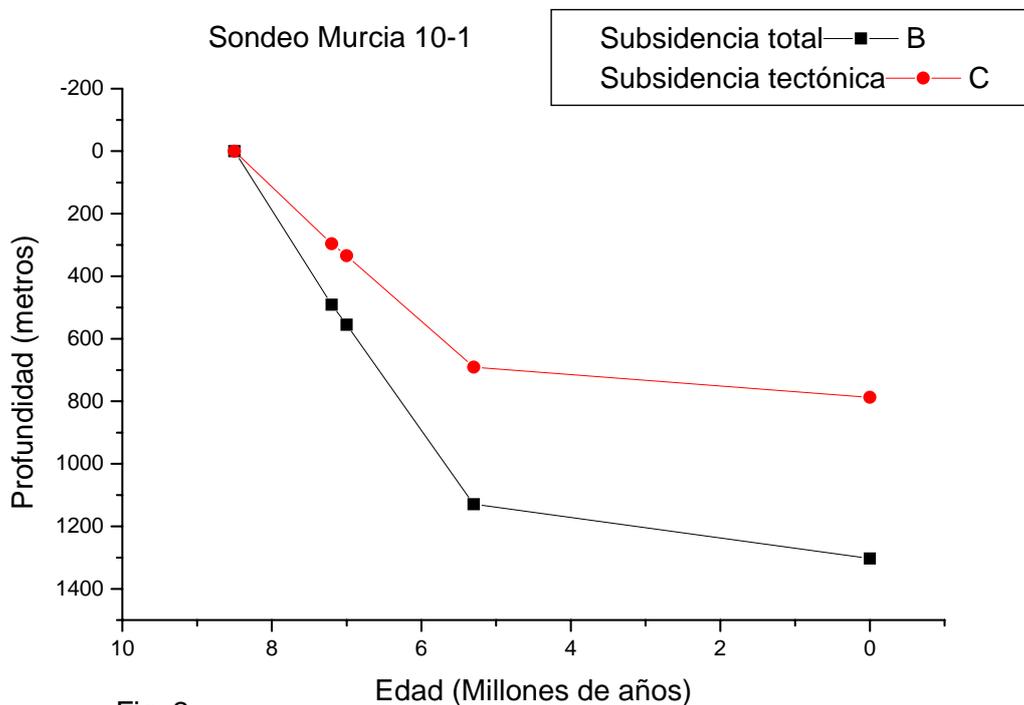


Fig. 2

La curva de subsidencia total representa la evolución del basamento con el efecto añadido del agua y los sedimentos.

La figura 3, representa la subsidencia total teniendo en cuenta las variaciones eustáticas y la profundidad a la que se depositaron los sedimentos

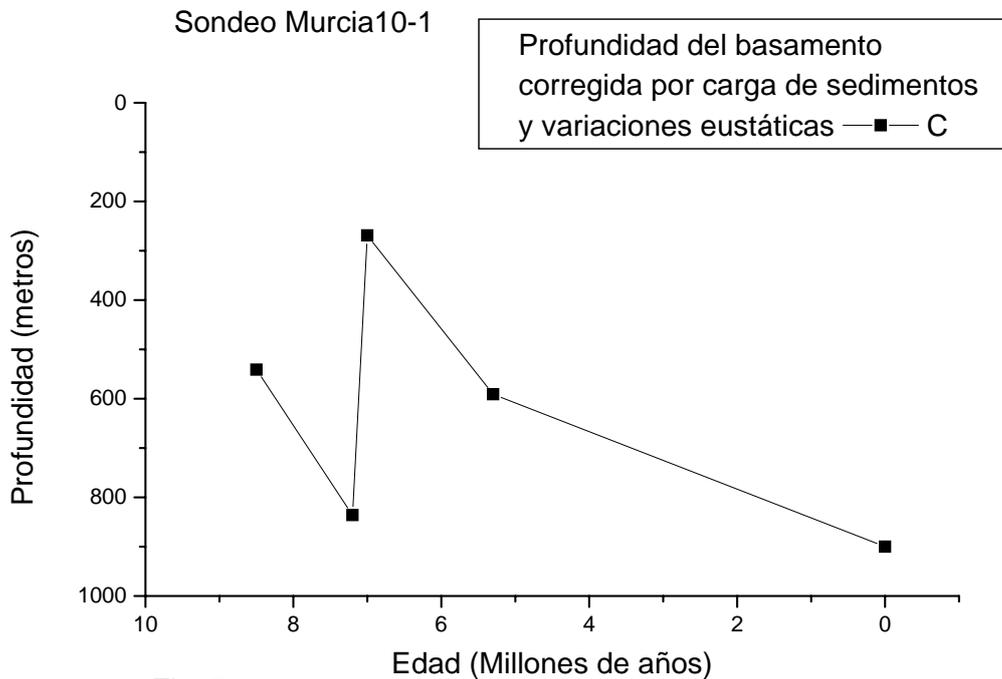


Fig. 3

El salto de la curva en 7.2 millones de años representa la somerización que la cuenca experimenta al cambiar la sedimentación del relleno de un canal submarino profundo a la instauración de una plataforma somera representada por las calcarenitas de la secuencia II que caracterizan el tránsito Tortoniense-Messiniense.

Una vez obtenidos los espesores decompactados y dividiéndolos por el tiempo, en millones de años, que tardaron en acumularse, obtenemos las tasas de acumulación de sedimentos para cada una de las etapas diferenciadas en el análisis geohistórico realizado. La tasa de acumulación para la secuencia tortoniense resulta ser de 377,6 metros por millón de años, para la secuencia segunda, tránsito Tortoniense-Messiniense 355 metros por millón de años. Para la tercera unidad, Messiniense, es de 374,7 metros por cada millón de años y finalmente para la última, Plio-Cuaternario de 49 metros por millón de años.

Si hacemos el mismo tratamiento con los datos de subsidencia obtenemos las tasas de subsidencia para cada secuencia diferenciada, de este modo se obtiene una tasa de 377,6 metros por millón de años para la tortoniense, 320 para la caliza de algas, 337,6 para la messiniense y finalmente 37 metros por millón de años para la plioceno-pleistocena. Si se observan los valores puede verse

como las tasas de acumulación de sedimentos siguen una tendencia paralela a la de la subsidencia, es decir fueron máximas en el Tortonense y disminuyeron paulatinamente a lo largo del tiempo hasta el Cuaternario. En ningún momento la tasa de la de acumulación supero la de subsidencia por lo que la cuenca siempre tuvo capacidad receptora lejos de la colmatación. Esto argumenta la continuidad del proceso tectónico a lo largo del Mioceno superior, Plioceno y Pleistoceno con diferente intensidad y disminuyendo paulatinamente a lo largo del tiempo.

6. ARQUITECTURA ESTRATIGRÁFICA DE LAS CUENCAS

6.1. Cuenca de Totana

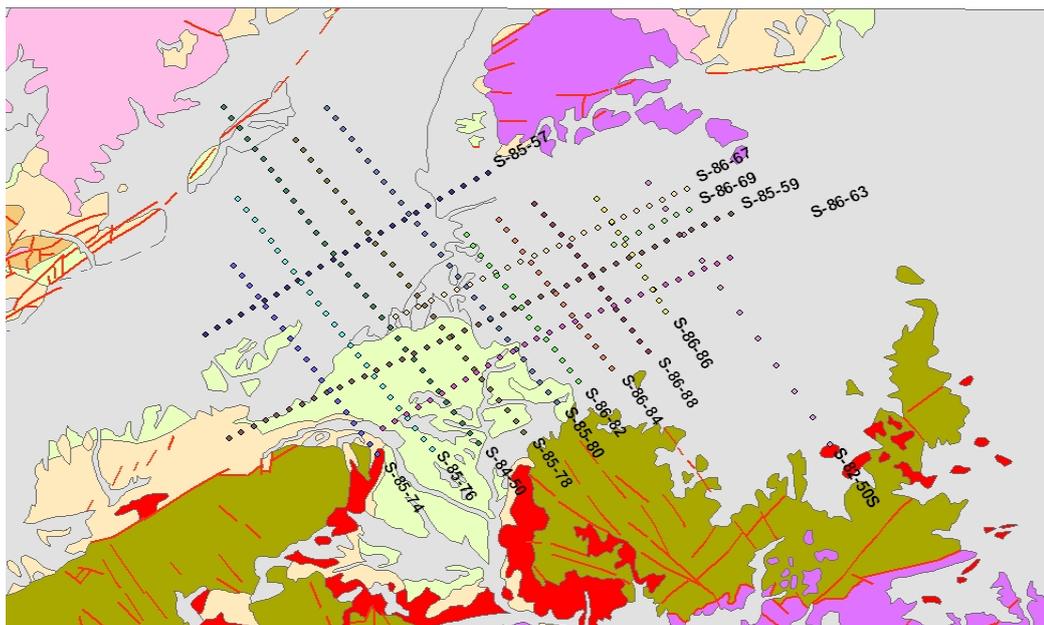


Fig. 4

En la cuenca de Totana se han interpretado todos los perfiles que se muestran en la Fig. 4. Además se ha reinterpretado el sondeo Murcia 10-1, situado sobre el perfil S86-67



Fig. 5

A partir de los mapas de contornos del basamento e isopacas de las distintas secuencias deposicionales, puede ser analizada la arquitectura de la cuenca de Totana así como de su relleno sedimentario (ver mapas en los anexos).

Si se observa el mapa de contornos del basamento de la cuenca, se muestra su buena correspondencia con el mapa de anomalías de Bouguer, Fig. 5, lo que resulta un buen control para la metodología seguida en su elaboración. Lo primero que destaca es una zona de mayor profundidad del basamento de forma arqueada con la parte cóncava hacia el sur. También la presencia de una zona oval situada en la parte oriental donde el basamento es más profundo.

Los máximos espesores de sedimentos del Tortonense se observan coincidiendo con la zona arqueada antes descrita, es decir estos abanicos submarinos rellenaron un surco estructural situado entre la sierra de Carrascoy y las sierras del sur, Almenara y Algarrobo.

En los perfiles sísmicos pueden observarse los lóbulos de los abanicos que rellenaban dicho canal, en secciones perpendiculares, y las progradaciones del sistema en sentido longitudinal a lo largo de citada sutura (ver en los anexos el mapa de rasgos sedimentarios).

En el mapa de isopacas de los sedimentos de edad Messiniense se observa el gran depocentro situado en la parte oriental de la cuenca coincidiendo con la parte más profunda de la misma, donde los sedimentos de esta edad alcanzan espesores próximos a los 1000 metros.

Por el contrario en el mapa correspondiente a los sedimentos Plio-cuaternarios lo más evidente es el cambio en la posición del principal depocentro respecto de la secuencia anterior, ocupando la parte noroccidental de la cuenca, coincidiendo con la ubicación de la llanura del Guadalentín. La mudanza de los de-

pocentros del Messiniense al Plio-cuaternario se interpretan debidos a la reactivación de antiguos sistemas de fallas de dirección general NE-SW ligadas al sistema de fallas de salto en dirección de las cuales la más conocida es la de Alhama de Murcia.

6.2. Cuenca de Fuente Álamo

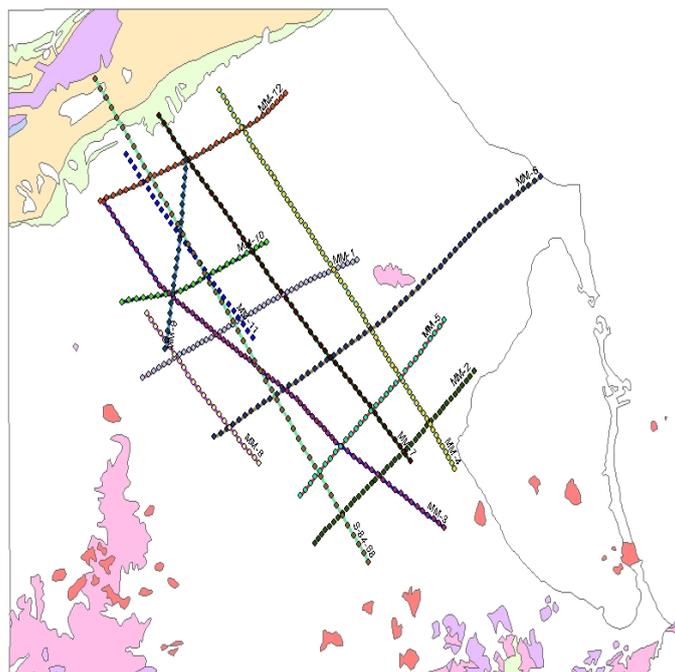
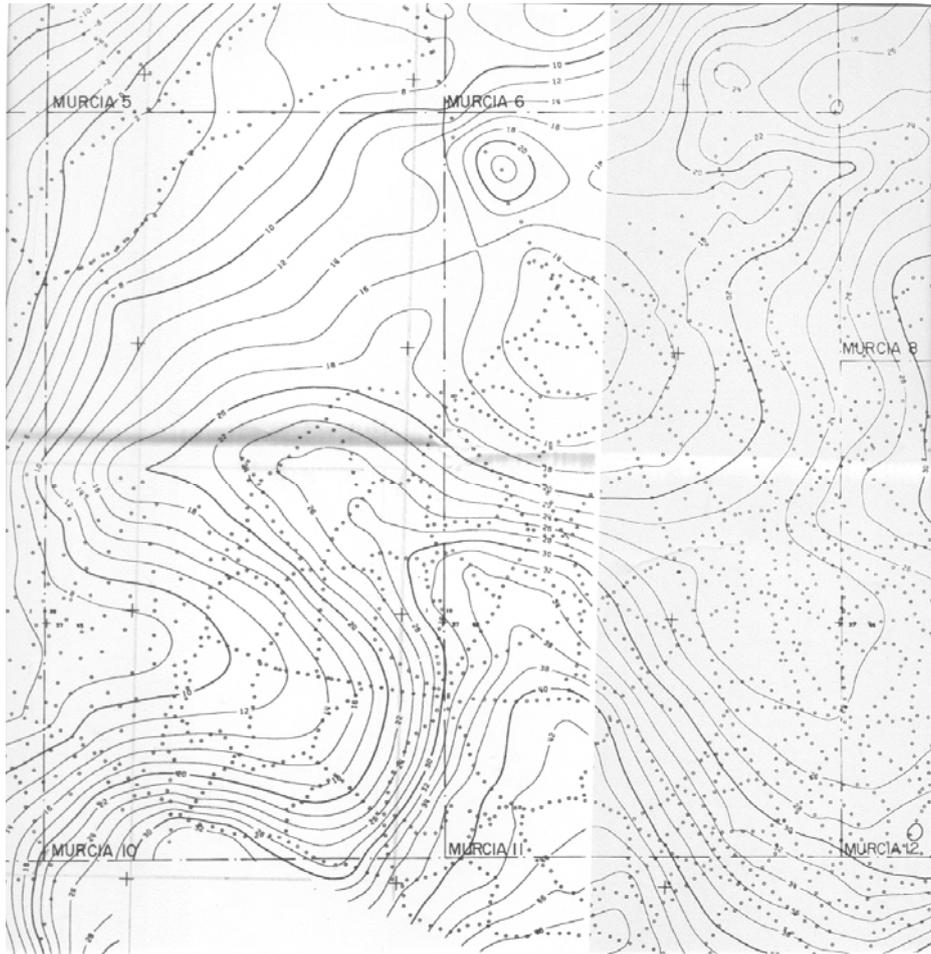


Fig 6

Sobre la cuenca de Fuente Álamo (Fig. 6) existe una malla irregular de líneas sísmicas antiguas con poco calado y un postproceso no adecuado para el tipo de investigación que se ha llevado a cabo en la vecina cuenca de Totana. Por lo tanto ha sido imposible emplear las mismas técnicas, al mismo tiempo no se ha dispuesto de ningún sondeo que llegue a cortar todo el relleno sedimentario de la cuenca.

Los datos utilizados en este sentido son los que suministra el mapa de anomalía gravimétrica de Bouguer (Fig. 7) y los de múltiples sondeos de aguas cuyos datos se conocen por anteriores publicaciones. La cuenca de Fuente Álamo tiene una forma oval elongada en dirección NW-SE y limitada en su parte oriental por ascensos subflorantes del basamento Bético, llegando a aparecer en algunos lugares como el Cabezo Gordo.



(Fig.7)

De techo a muro presenta un relleno de sedimentos detríticos rojos de Edad Plio-Cuaternario cuyo espesor oscila entre 3 y 50 metros y que se corresponde con la denominada Formación Sucina. Un conjunto detrítico calcáreo de carácter continental denominado regionalmente como Plioceno II, de edad Plioceno superior. Le sigue sedimentos margoso-calcáreos de edad Plioceno inferior, no basal, conocido en la región como Plioceno I. Por último un conjunto calcáreo y evaporítico que no supera los 100 metros de edad Messiniense. En las partes más profundas de la cuenca, discordante sobre el basamento bético, aparecen de forma irregular sedimentos de edad posiblemente Tortoniense y algunos enclaves de rocas volcánicas. Ejemplos de perfiles parcialmente interpretados pueden verse en el de anexo 6 .

7. CONCLUSIONES E INSERCIÓN REGIONAL DE LOS DATOS

Las cuencas de Totana y Fuente Álamo, constituyen dos ejemplos de cuencas neógenas desarrolladas sobre la Zona Interna Bética a partir del Mioceno superior, sus principales características son:

- Tener un basamento constituido por las unidades de la Zona Interna Bética, Nevado Filábride, Alpujárride y Maláguide.

- Tener un registro sedimentario en facies clásticas groseras de carácter continental para el Tortoniense inferior y marinas para el superior, y marinas para el Plioceno superior no terminal y una definitiva continentalización en el Plioceno superior-Pleistoceno

- Presentar un plegamiento solidario con el basamento a finales del Tortoniense.

- Presentar un potente relleno sedimentario de edad Messiniense con varias discontinuidades menores dentro de estos depósitos, poco o nada deformados, caracterizado por depósitos de evaporitas y carbonatos arrecifales, además de terrígenos de granulometría variada.

- Presentar una secuencia de sedimentos marinos y continentales de edad Plioceno-Pleistoceno que según donde se encuentren, pueden estar intensamente deformados por el rejuego de fallas antiguas que han funcionado como fallas de desgarre desde el plioceno a la actualidad, como la falla de Alhama de Murcia.

El condicionante estructural de la ubicación de las cuencas es claro, pues se sitúan sobre antiguas suturas generalmente debidas a fallas extensionales que fueron activas durante el Mioceno medio y hasta el superior especialmente en el límite Mioceno medio-superior.

8. BIBLIOGRAFÍA

Allen, P. and Allen, J.R. 1990. Basins Analysis Principles and Applications. BlackwellScientific Publications, Oxford, 451 pp.

Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M.B., Jacquin, T., Graciansky, P.C., and Vail, P. (1998) Mesozoic and Cenozoic Sequence Chronostratigraphic Chart. In: *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins* (Ed. by P. C. Graciansky J, Hardenbol, T.Jacquin, and P. Vail) 60, *SEMP Special Publication*.

Mitchum, R.M., Vail, P.R. and Thomson, S. 1977. Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level, Part 2: The Depositional Sequences as a Basic Unit for Stratigraphic Analysis. In: *Seismic Stratigraphy - application to hydrocarbon exploration* (Ed C.E. Payton), Memoir 26. American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma, USA.

Montenat, C. 1990. Les bassins neogenes du domaine Betique Oriental (Espagne).Tectonique et sedimentation dans un couloir de decrochement Premiere partie:Etude Regionale. Documents et travaux Institut Geologique Albert de Lapparent, 12-13. Institut Geologique Albert de Lapparent, Paris, 392 pp.

Sclater, J.G., and Christie, P.A.F. (1980) Continental stretching and explanation of the post-mid-cretaceous subsidence of the North Sea basin. *Journal Geophysical Research*, 85, 3711-3739.

9. ANEXOS

Anexo 1-Mapa de posición de las líneas sísmicas utilizadas

Anexo 2- Mapa de contornos del basamento en dos y tres dimensiones.

Anexo 3-Mapa de estructuras del basamento

Anexo 4-Secciones de las secuencias deposicionales diferenciadas.

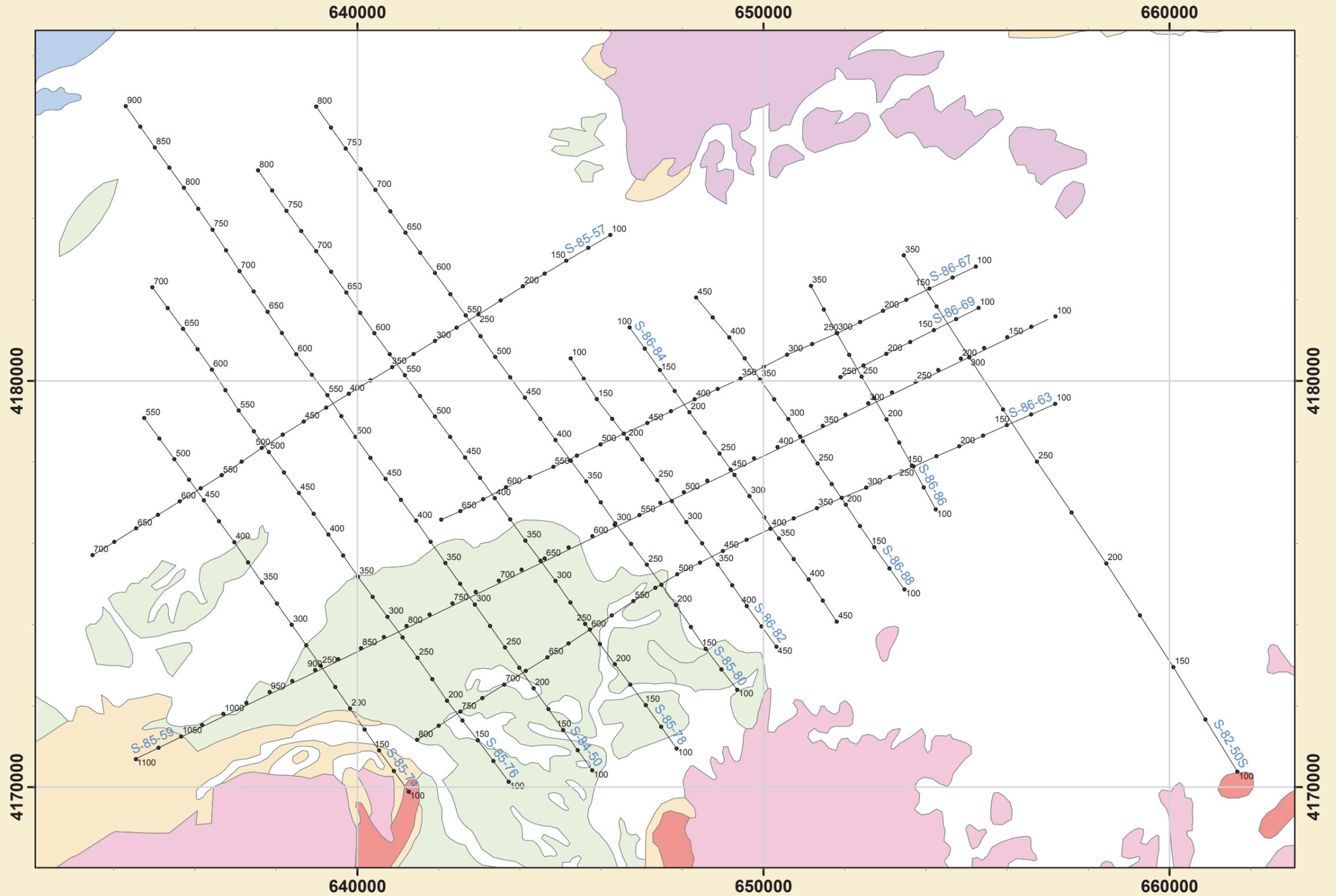
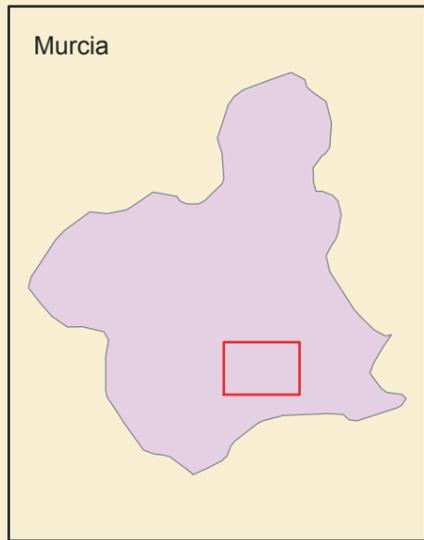
Anexo 5- Mapas de isopacas de las secuencias deposicionales diferenciadas: -

-Tortonense

-Messiniense

-Pliocuaternario.

Anexo 6- Ejemplos de perfiles sísmicos interpretados.



Leyenda litológica

- Plio-cuaternario
- Messiniense
- Rocas volcánicas
- Tortonense
- Maláguide
- Alpujárride
- Nevado-Filábride

**DATUM European 1950
Zona 30N**

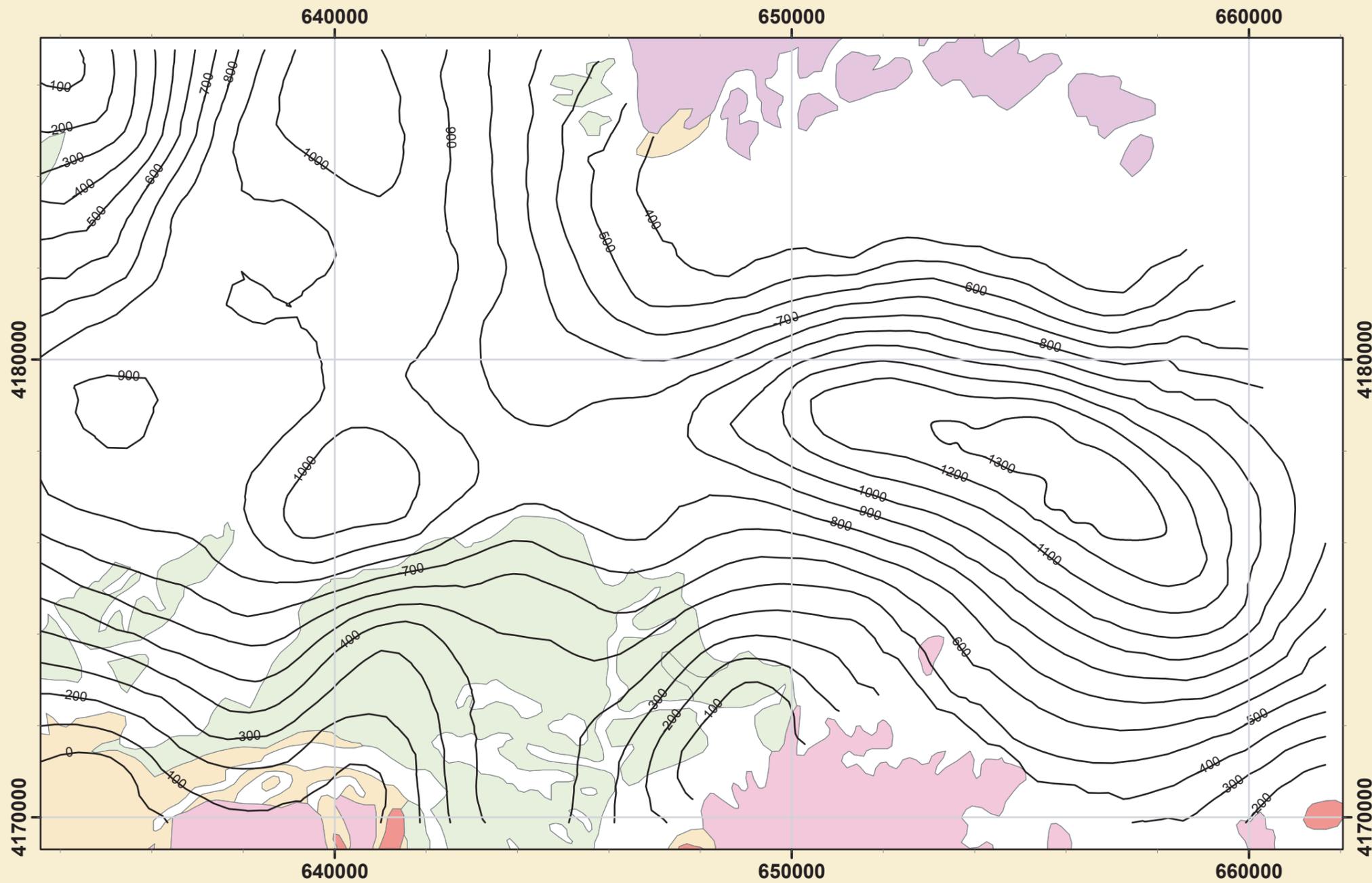
Proyección: Transverse Mercator
 False Easting: 500000,0000
 False Northing: 0,0000
 Meridiano Central: -3,0000
 Factor de escala: 0,9996
 Latitud de origen: 0,0000

Mapa de posicionamiento de las líneas sísmicas utilizadas

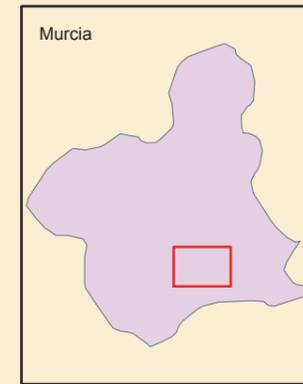
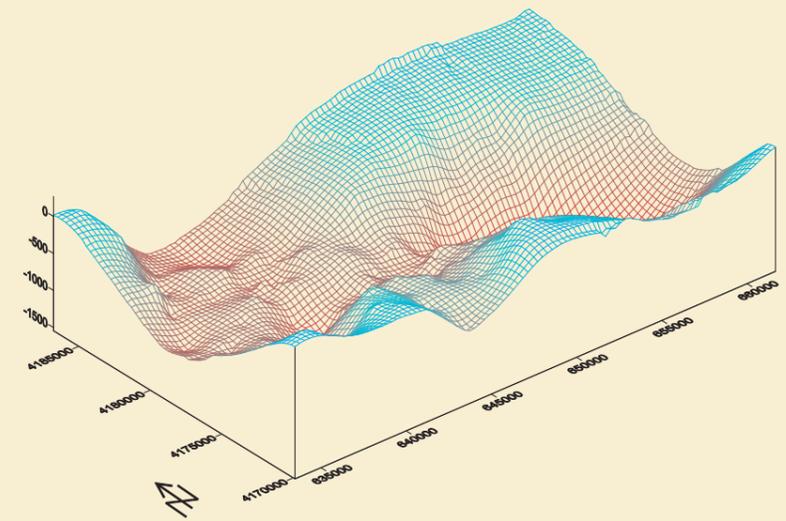


Informe realizado por
 la Universidad de Granada
 y el C.S.I.C. para el IGME
 Octubre 2004





Bloque 3D de la morfología del basamento



Leyenda litológica

- Plio-cuaternario
- Messiniense
- Rocas volcánicas
- Tortonense
- Maláguide
- Alpujárride
- Nevado-Filábride

**DATUM European 1950
Zona 30N**

Proyección: Transverse Mercator
 False Easting: 500000,0000
 False Northing: 0,0000
 Meridiano Central: -3,0000
 Factor de escala: 0,9996
 Latitud de origen: 0,0000

Mapa de contornos de profundidad del basamento

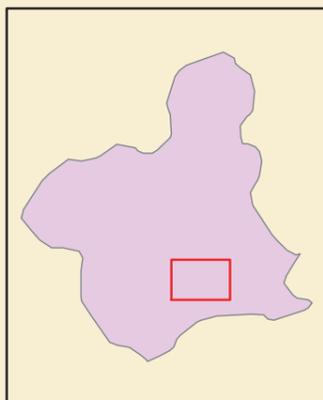


Informe realizado por
 la Universidad de Granada
 y el C.S.I.C. para el IGME
 Octubre 2004



Mapas de estructuras del basamento

Informe realizado por la
Universidad de Granada
y el C.S.I.C. para el IGME
Octubre 2004



Leyenda litológica

- Plio-cuaternario
- Messiniense
- Rocas volcánicas
- Tortonense
- Maláguide
- Alpujárride
- Nevado-Filábride

DATUM European 1950
Zona 30N

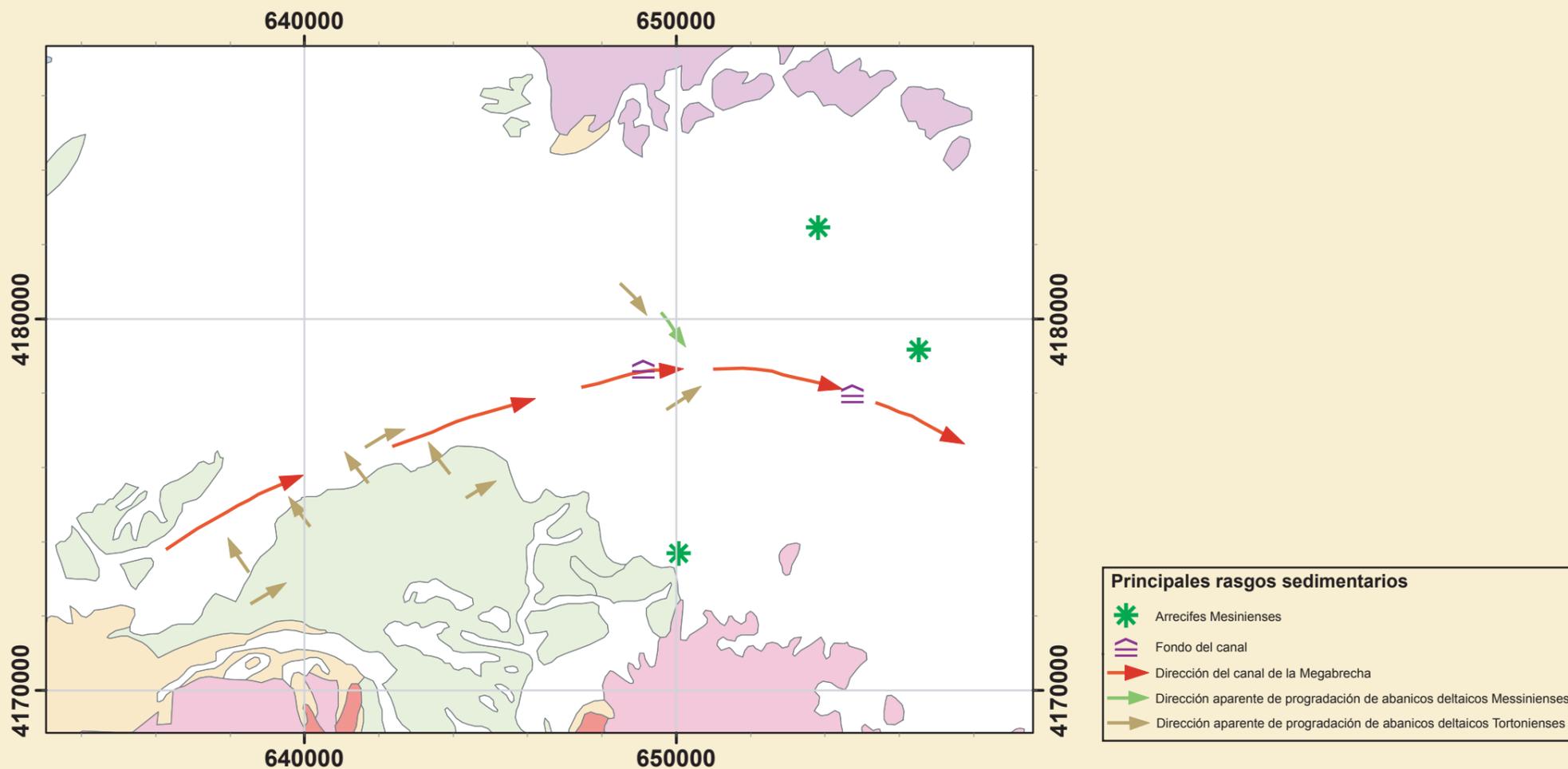
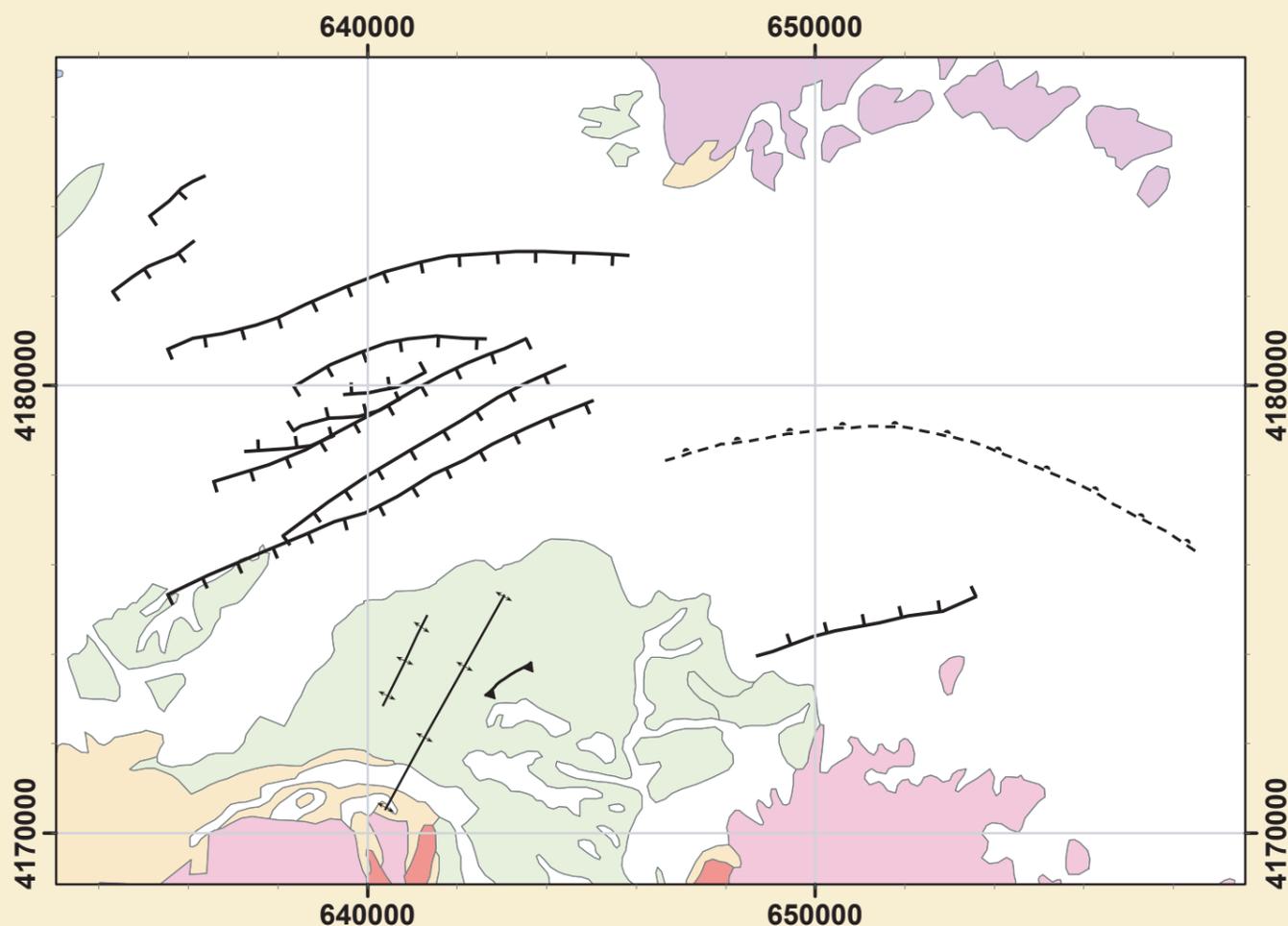
Proyección: Transverse Mercator
False Easting: 500000,0000
False Northing: 0,0000
Meridiano Central: -3,0000
Factor de escala: 0,9996
Latitud de origen: 0,0000



0 5.000
m

Principales estructuras

- Falla normal
- Falla inversa
- Pliegue
- Megasutura



Principales rasgos sedimentarios

- Arrecifes Mesinienses
- Fondo del canal
- Dirección del canal de la Megabreacha
- Dirección aparente de progradación de abanicos deltaicos Messinienses
- Dirección aparente de progradación de abanicos deltaicos Tortonienses

Secciones longitudinal y transversales

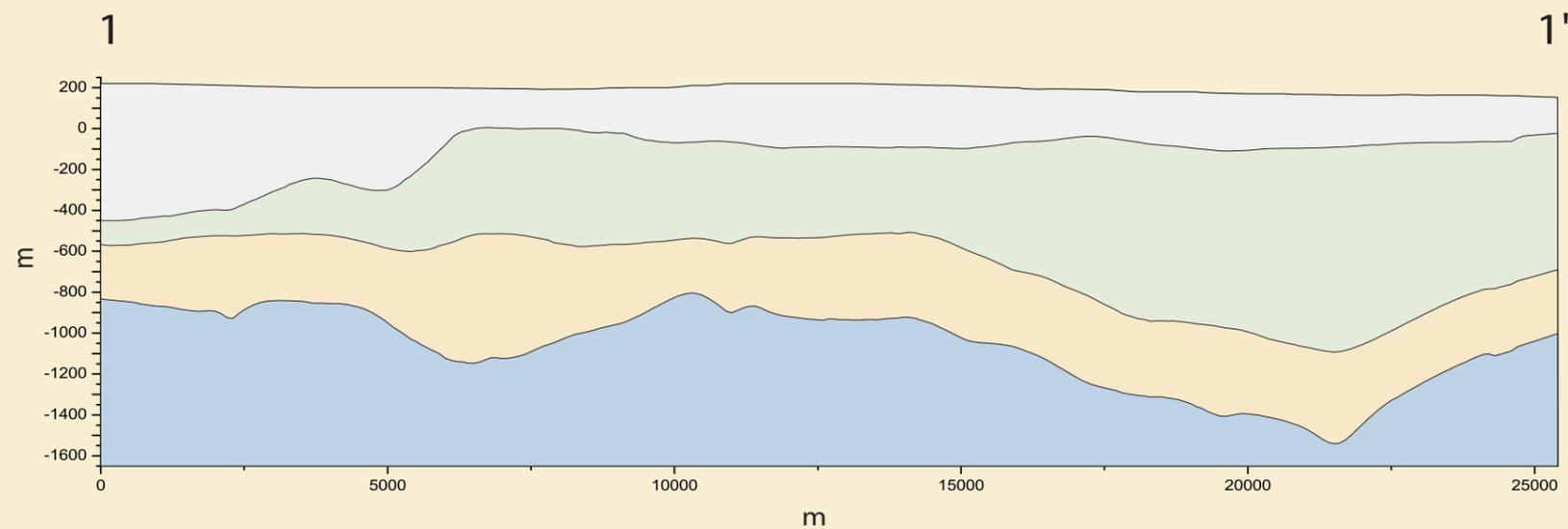
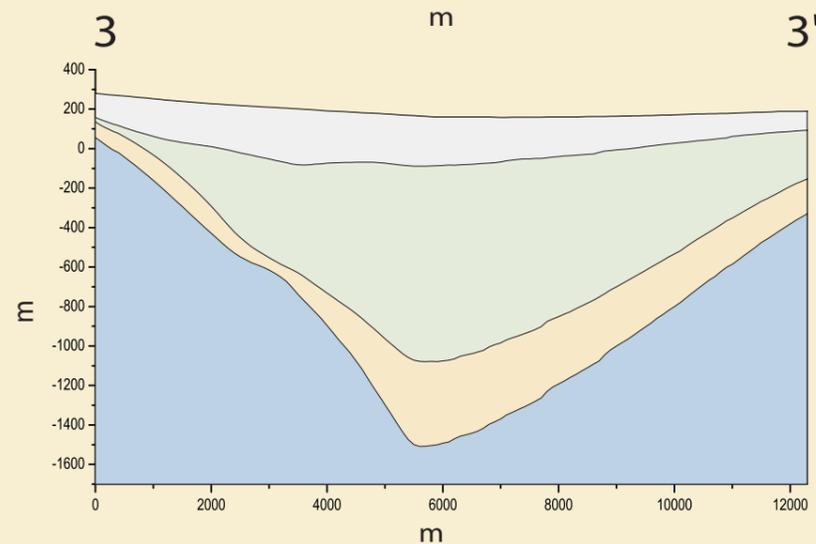
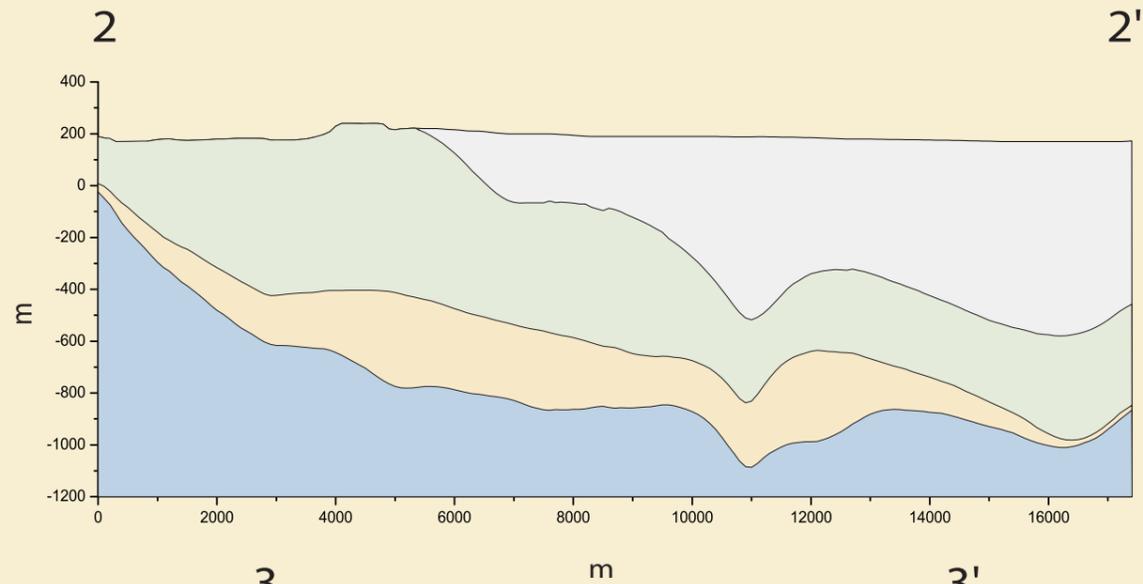
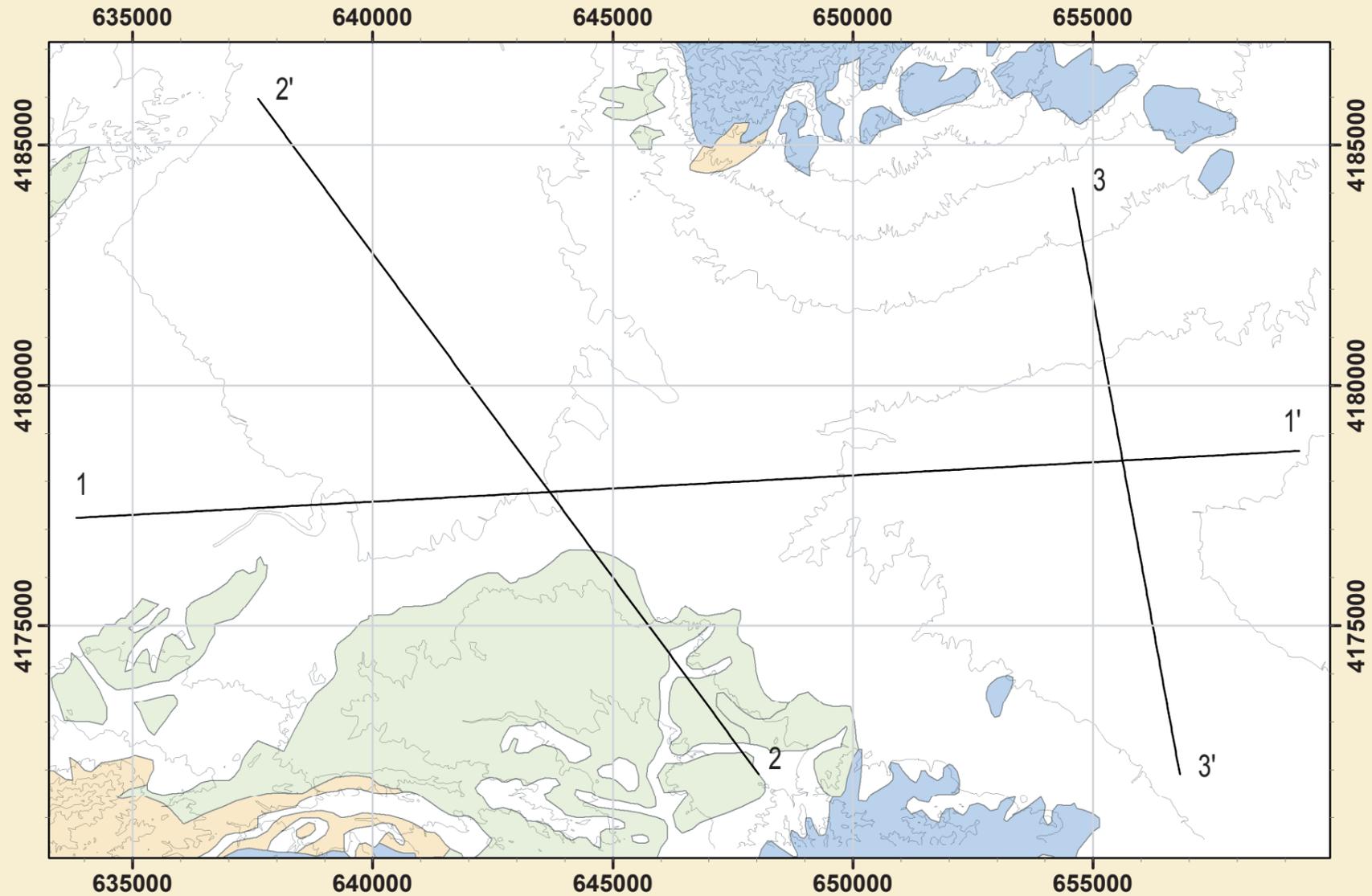
**DATUM European 1950
Zona 30N**
 Proyección: Transverse Mercator
 False Easting: 500000,0000
 False Northing: 0,0000
 Meridiano Central: -3,0000
 Factor de escala: 0,9996
 Latitud de origen: 0,0000

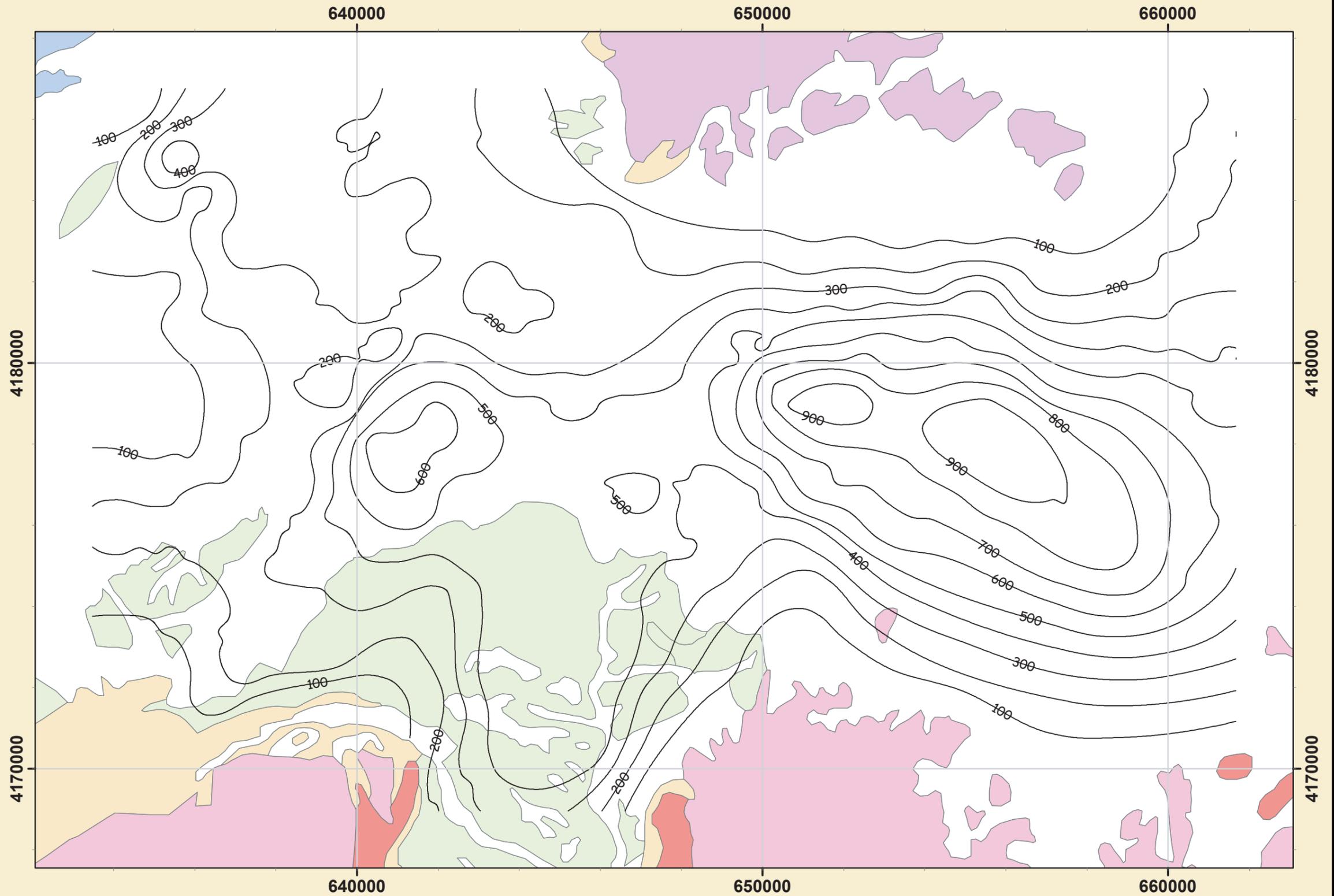
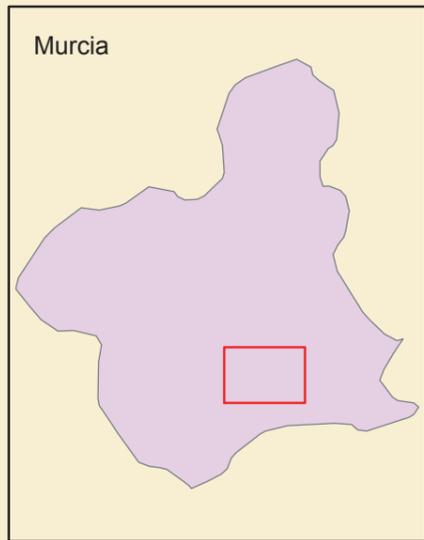
Informe realizado por
 la Universidad de Granada
 y el C.S.I.C. para el IGME
 Octubre 2004



Leyenda litológica

- Plio-cuaternario
- Messiniense
- Tortoniense
- Basamento





Leyenda litológica

- Plio-cuaternario
- Messiniense
- Rocas volcánicas
- Tortonense
- Maláguide
- Alpujárride
- Nevado-Filábride

**DATUM European 1950
Zona 30N**

Proyección: Transverse Mercator
False Easting: 500000,0000
False Northing: 0,0000
Meridiano Central: -3,0000
Factor de escala: 0,9996
Latitud de origen: 0,0000

Mapa de isopacas para los sedimentos de edad Messinienses



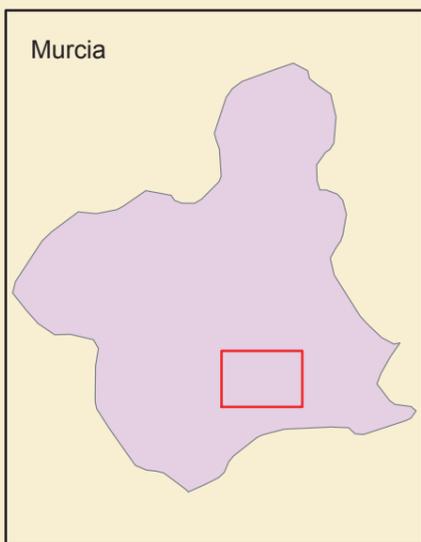
Informe realizado por
la Universidad de Granada
y el C.S.I.C. para el IGME
Octubre 2004



640000

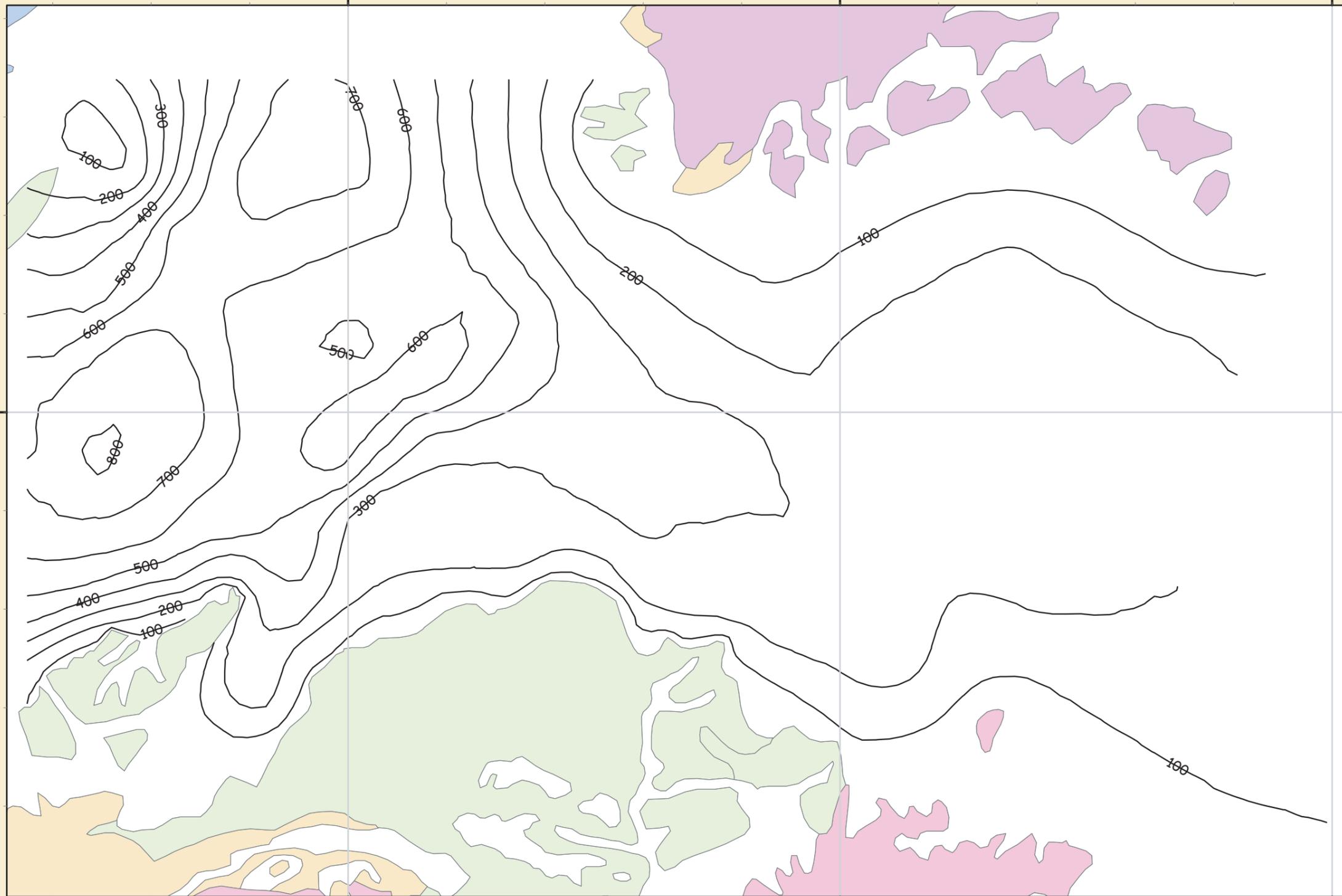
650000

660000



4180000

4180000



640000

650000

660000

Leyenda litológica

-  Plio-cuaternario
-  Messiniense
-  Rocas volcánicas
-  Tortonense
-  Maláguide
-  Alpujárride
-  Nevado-Filábride

DATUM European 1950
Zona 30N

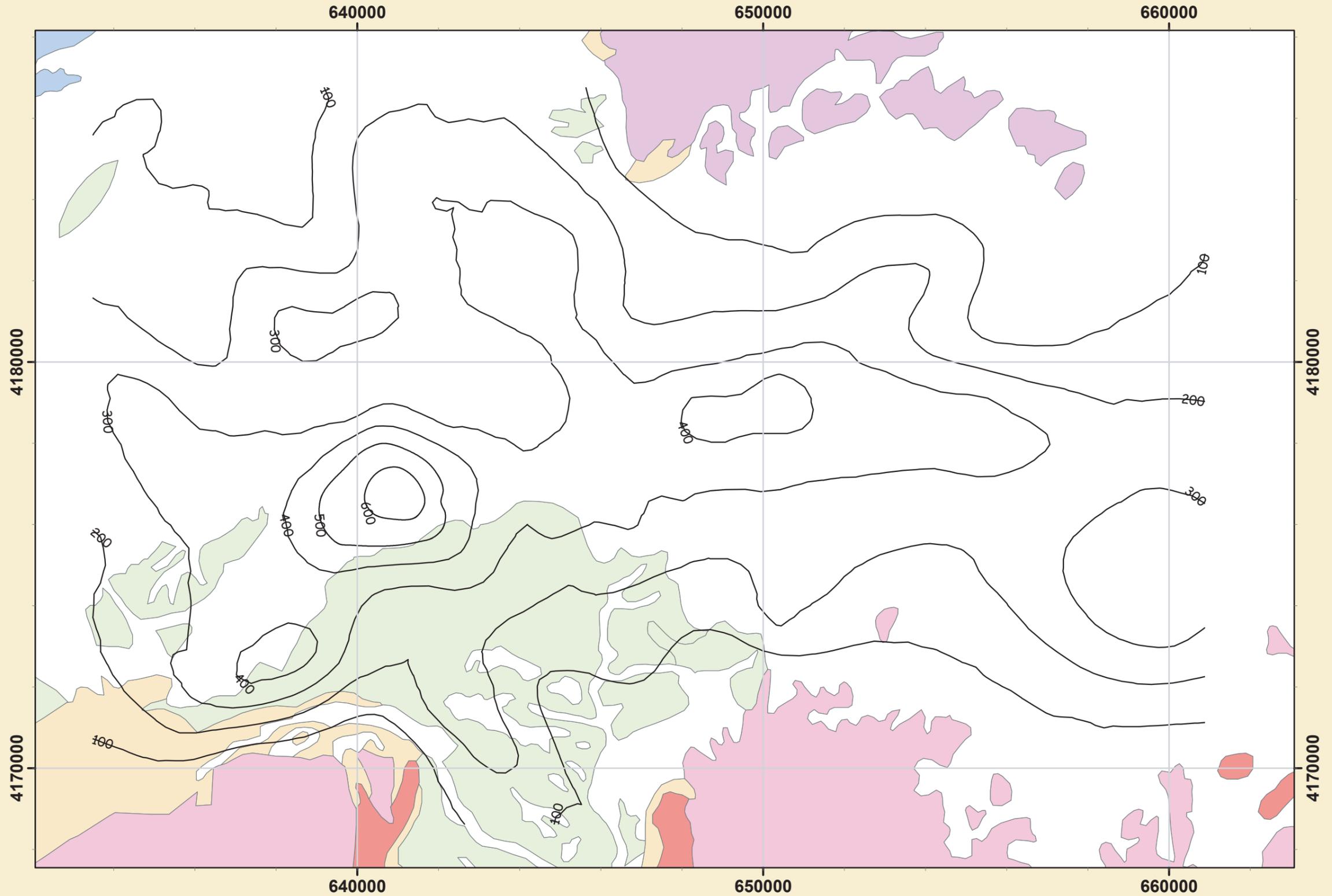
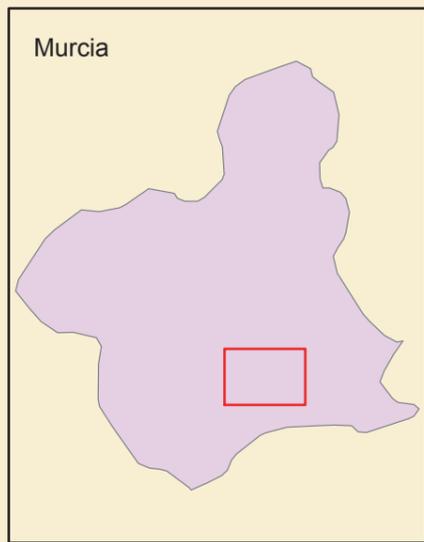
Proyección: Transverse Mercator
False Easting: 500000,0000
False Northing: 0,0000
Meridiano Central: -3,0000
Factor de escala: 0,9996
Latitud de origen: 0,0000

Mapa de isopacas para los sedimentos de edad Plioceno-Cuaternarios



Informe realizado por
la Universidad de Granada
y el C.S.I.C. para el IGME
Octubre 2004





Leyenda litológica

-  Plio-cuaternario
-  Messiniense
-  Rocas volcánicas
-  Tortonense
-  Maláguide
-  Alpujárride
-  Nevado-Filábride

**DATUM European 1950
Zona 30N**

Proyección: Transverse Mercator
False Easting: 500000,0000
False Northing: 0,0000
Meridiano Central: -3,0000
Factor de escala: 0,9996
Latitud de origen: 0,0000

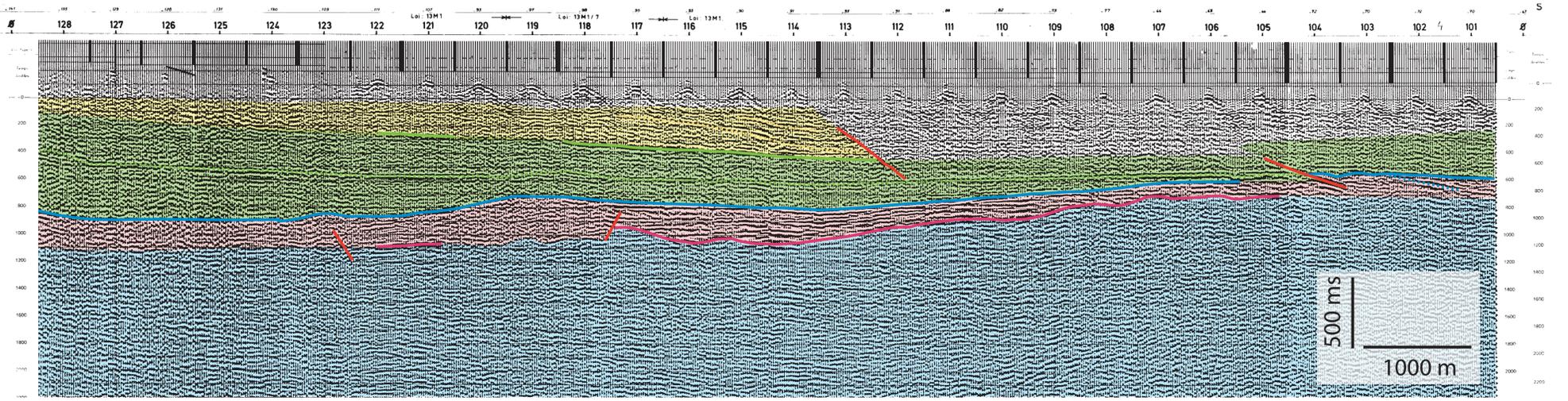
**Mapa de isopacas para los sedimentos
de edad Tortonenses**



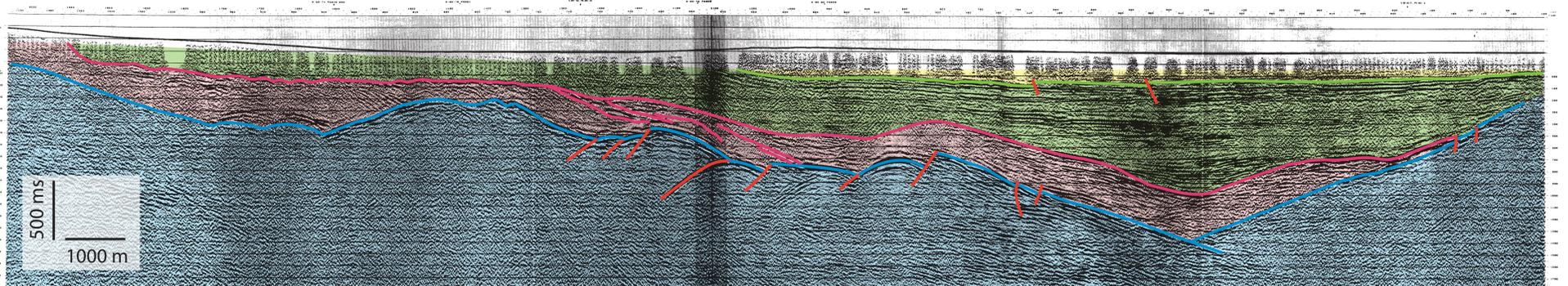
Informe realizado por
la Universidad de Granada
y el C.S.I.C. para el IGME
Octubre 2004



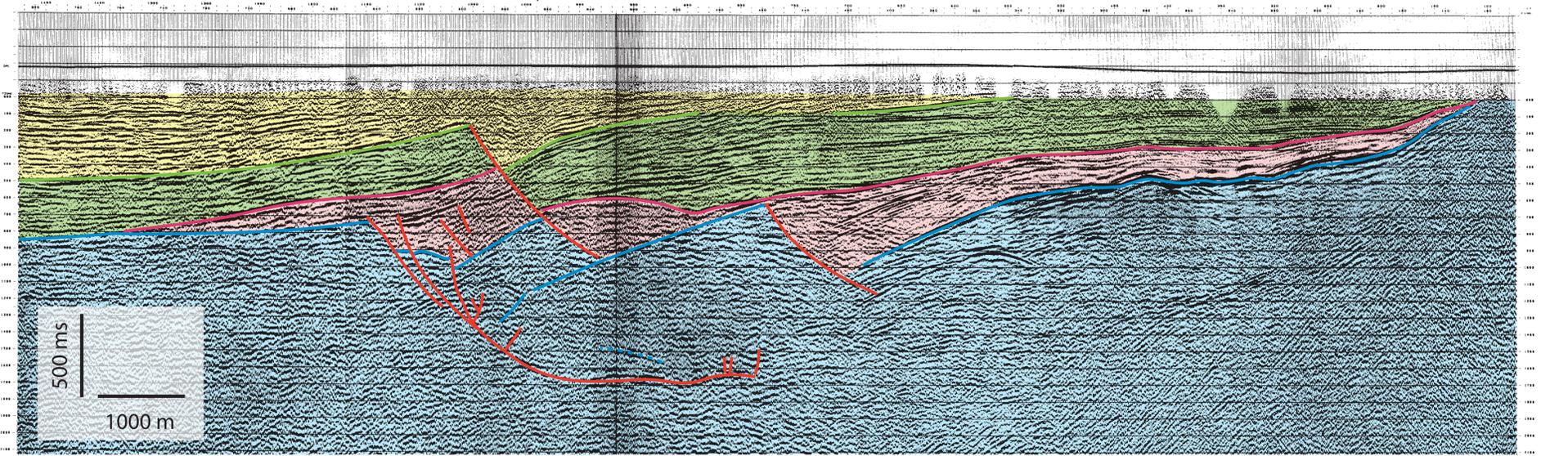
Perfil MM-11



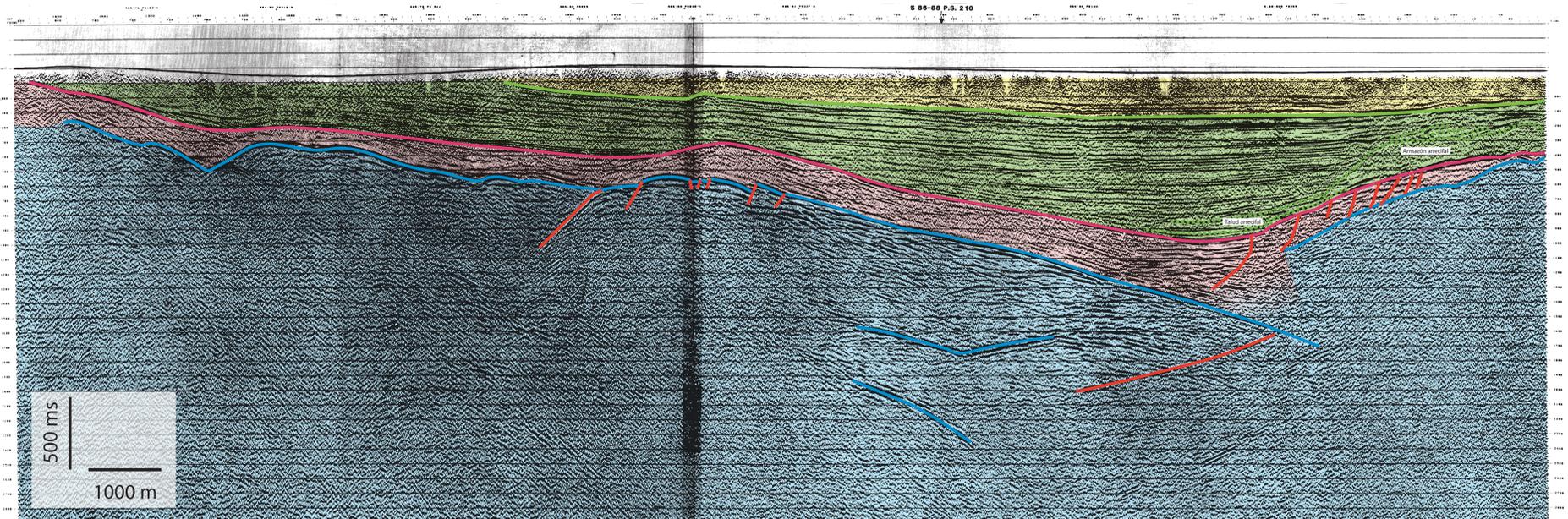
Perfil S-85-59



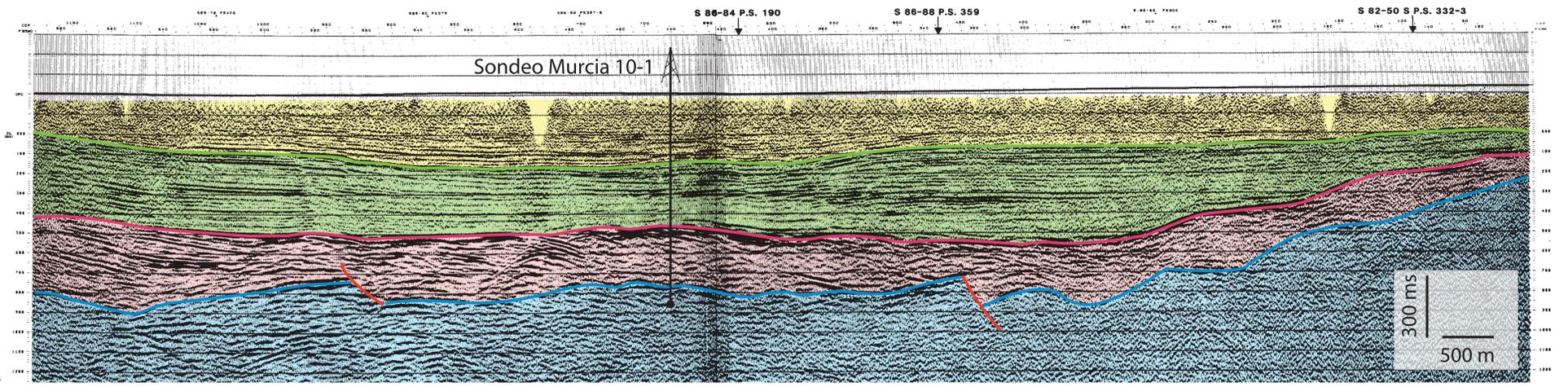
Perfil S-85-78



Perfil S-86-63



Perfil S-86-67



Perfil S-86-88

