

Abanicos aluviales de la cuenca norte de Madrid. Análisis matemáticos

Alluvial fans in the north basin of Madrid. Mathematical analysis

M. García Vivanco y E. Aracil Ávila

CGS. Corazón de María, 15. 28002-Madrid

ABSTRACT

Alluvial fan deposits in the Tertiary North Basin of Madrid have been studied by geophysical logging in several hidrogeological boreholes. Thus, spectral and statistical analysis are used as tools to confirm the sedimentological model assumed for basins of similar features.

Key words: logs, alluvial fan, statistics, spectral analysis.

Geogaceta, 18 (1995), 52-55
ISSN: 0213683X

Introducción

Los materiales que se estudian en este trabajo pertenecen al denominado "Detrítico de la Facies Madrid", que tapiza, con una potencia de varios miles de metros, el basamento al sur de la Sierra de Guadarrama. De estos materiales del Mioceno se han analizado los correspondientes a los, aproximadamente, 500 m superiores, al ser éstos los atravesados con los diferentes sondeos que se distribuyen por el área de estudio (ver figura 1).

Los abanicos aluviales y ambientes asociados constituyen el medio sedimentario del que forman parte estos materiales. En líneas generales y según el esquema sedimentario que gobierna estos medios, los depósitos de grano más grueso, gravas y arenas, son los predominantes en puntos más cercanos al área fuente (los granitos de la Sierra Norte de Madrid), mientras que los materiales más finos, limos y arcillas, son mayoritarios en sectores más alejados del mismo.

Esta variación horizontal de facies que caracteriza a un abanico aluvial permite dividirlo (Colombo, 1989) en tres sectores: Cabecera, Cuerpo (dividido en interno y externo) y Pie (también dividido en interno y externo). La zona de estudio se enmarca fundamentalmente en el pie (generalmente la zona más extensa de un abanico), aunque los materiales de los sondeos situados en los puntos más próximos

al área fuente, dado su predominio de facies gruesas, se podrían enmarcar más adecuadamente en el cuerpo externo, en su confluencia con el pie interno (ver figura 2, extraída de Colombo, 1989).

Las columnas litológicas que se pueden reconstruir en los puntos de los sondeos a partir de las muestras extraídas y de las diagráfias permiten la situación paleogeográfica dentro de estos sectores si bien la delimita-

ción de estas zonas y subzonas es, cuando menos, complicada.

Los cambios de facies mencionados condicionarán dos características generales: en primer lugar, que las columnas litológicas de los sondeos localizados en puntos más alejados de la sierra presentarán los contenidos arcillosos más altos, frente al mayor contenido en arenas de las columnas más próximas al área fuente. En segundo lugar, el espesor de los

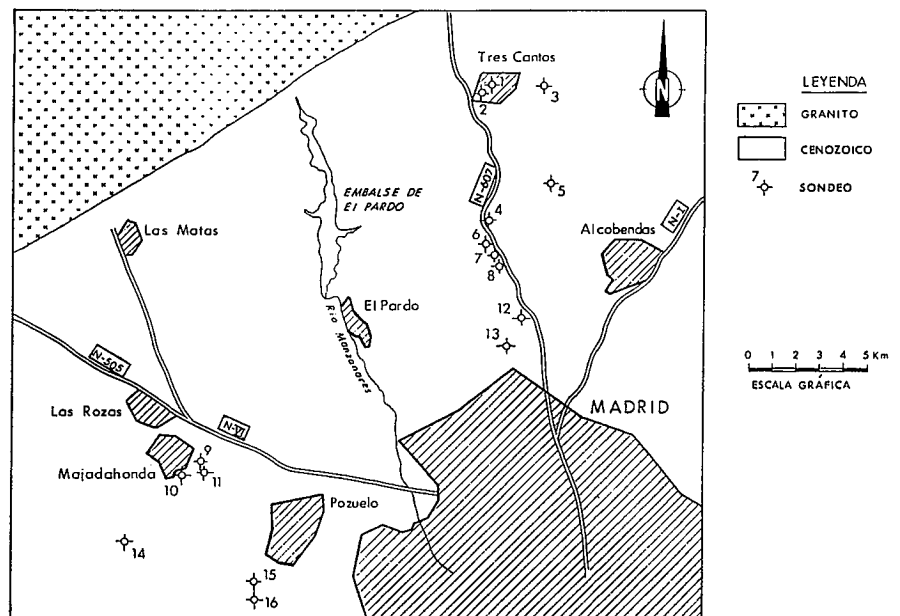


Fig. 1.- Situación de sondeos en el área de estudio

Fi. 1.- Location of wells in the study area

niveles arenosos será mayor al borde de la Sierra que en puntos más alejados, donde predominarán las capas de menor potencia alternantes con los materiales arcillosos que, en esa misma dirección, van haciéndose predominantes.

Metodología

La metodología empleada y que aquí se presenta constituye una parte de los trabajos que se llevan realizando en los dos últimos años encaminados a cubrir un objetivo final: la modelización del subsuelo de la Cuenca Norte de Madrid desde el punto de vista geofísico. En este artículo se presentan algunos de los cálculos matemáticos que se están aplicando a los registros geofísicos para determinar las características del abanico aluvial (o abanicos aluviales) que ha depositado los sedimentos analizados.

Para la realización de este trabajo se han utilizado, por ser los más representativos, los registros geofísicos de Radiactividad Natural, Resistividad Normal 16", Conductividad del Fluido y Temperatura obtenidos de las testificaciones llevadas a cabo en varios pozos perforados en la zona (Fig. 1). Las variaciones en estos parámetros guardarán una estrecha relación con los cambios litológicos del medio sedimentario, permitiendo la distinción entre arenas y arcillas y estableciendo, así, un criterio de asociación entre estas dos litologías principales y sus propiedades físicas.

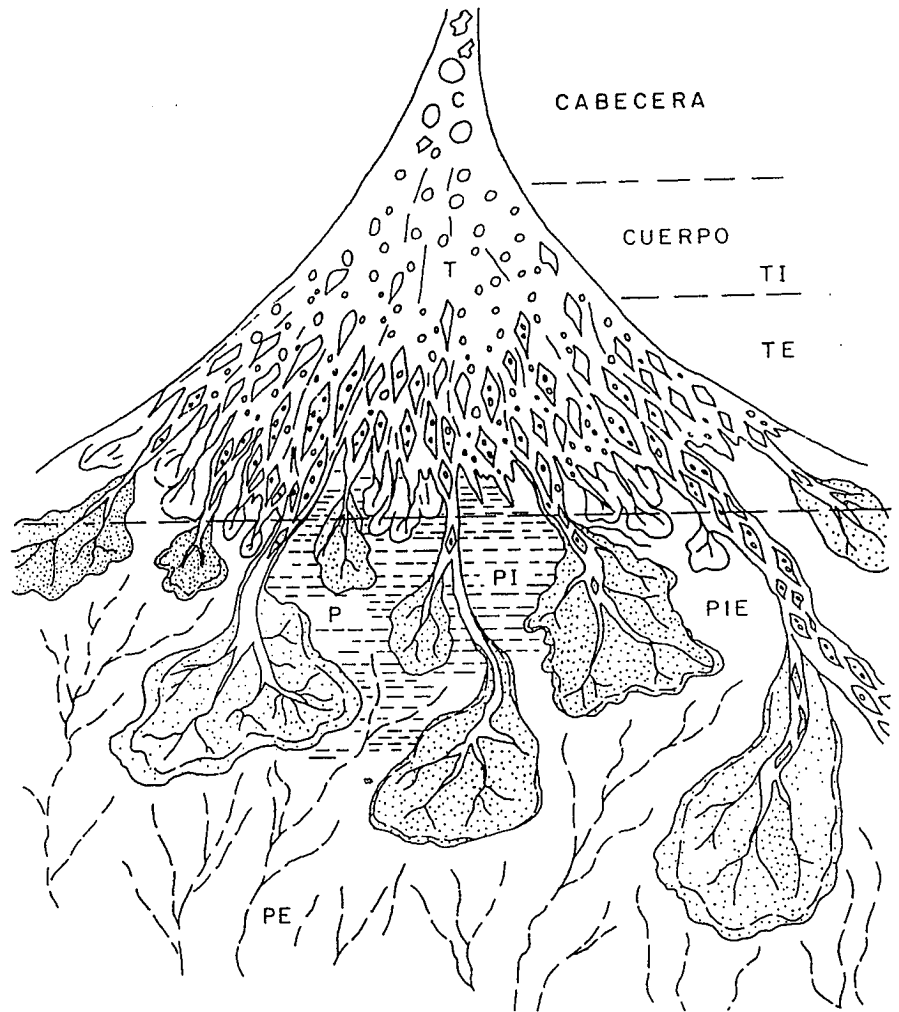


Fig. 2.- División de zonas y subzonas en un abanico aluvial. C: Cabecera, TI: Cuerpo Interno, TE: Cuerpo Externo, PI: Pie Interno, PE: Pie Externo

Fig. 2.- Zones and subzones of an alluvial fan. C: Head, TI: Inner Body, TE: Outer Body, PI: Inner Foot, PE: outer Foot.

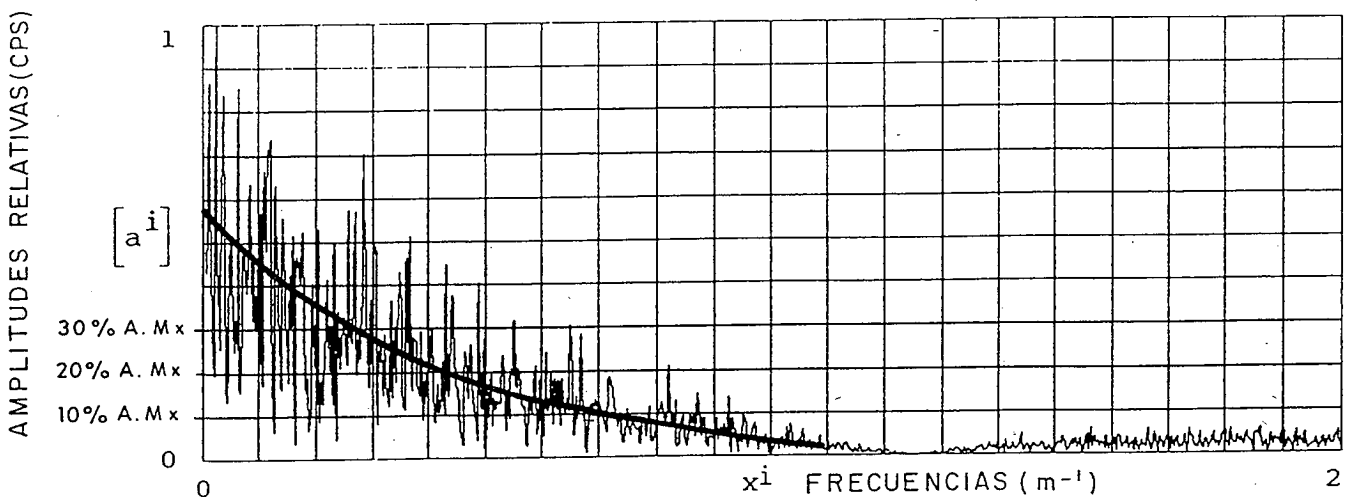


Fig. 3.- Espectro de amplitudes del sondeo 11

Fig. 3.- Spectrum of amplitude of well 11

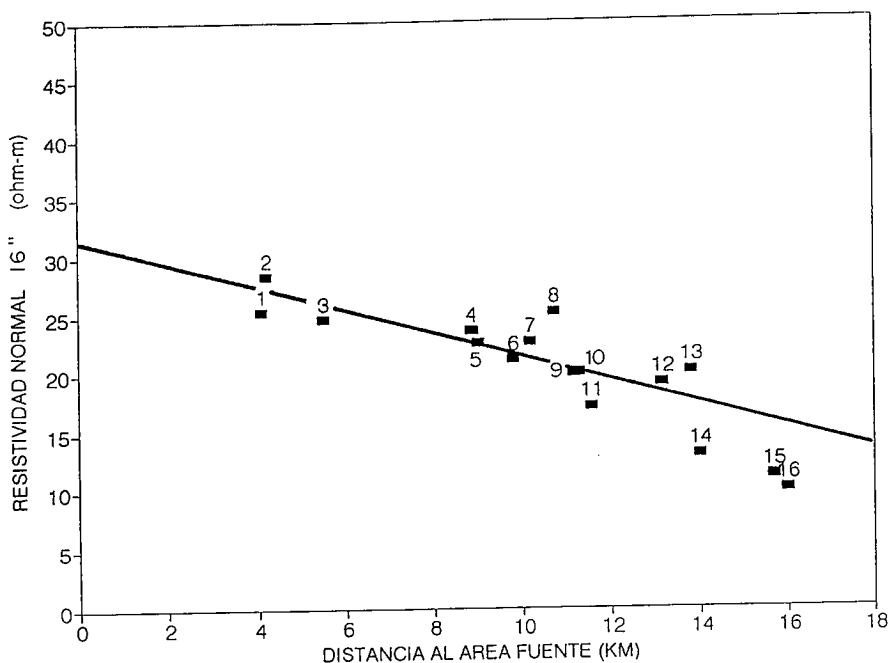


Fig. 4.- Media aritmética de la Resistividad 16''N frente a la distancia al área fuente

Fig. 4.- Arithmetic Mean of 16'' Normal Resistivity versus distance to source area

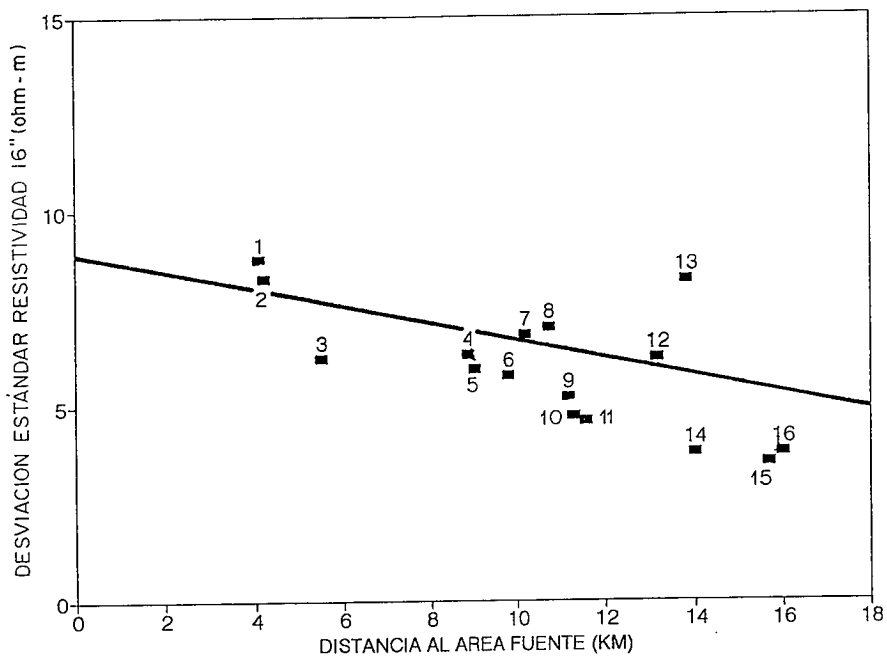


Fig. 5.- Desviación Estándar de la Resistividad 16''N frente a la distancia al área fuente

Fig. 5.- Standard Deviation of 16'' Normal Resistivity versus distance to source area

Tras las correcciones aplicadas debidas al diámetro del pozo y la conductividad del fluido en su interior y la adopción de un origen de profundidades común a todos los sondeos, elegido como la cota del sondeo más alto, se ha desarrollado un doble tratamiento a las diagraffías: por un lado, desde un punto de vista estadístico, y por otro, desde la perspectiva

del análisis espectral, con la intención de obtener argumentos que permitan determinar la variación espacial de estas propiedades físicas y, por tanto, de los parámetros litológicos que conllevan.

El tratamiento estadístico se centra fundamentalmente en el cálculo de la media aritmética de los valores y la desviación estándar, parámetros

de considerable representatividad en el conjunto de datos al tratarse de distribuciones próximas a la normal. Por lo que respecta a la media aritmética, dado que, en términos generales, las arenas son más resistivas y menos radiactivas que las arcillas, es de esperar que el valor medio del registro de resistividad de la formación en los sondeos próximos al área fuente sea mayor que el de los más distantes a ésta. Un comportamiento contrario es el esperado en el registro de radiactividad natural.

En cuanto a la desviación estándar, es un parámetro adecuado para la determinación de la distribución espacial de los espesores de los tramos arenosos ya que es indicativo de cuánto se alejan los valores de su valor medio a lo largo de la columna testificada. Dada la influencia de los espesores de las capas en la forma de las curvas (Serra, 1979; Schlumberger, 1989), en las capas arenosas de poco espesor no se alcanzarán los valores de resistividad de la formación y de radiactividad natural que se obtendrían para capas con potencias grandes, por lo que los valores se alejarán menos de la media aritmética en posiciones más distantes del área fuente. Esto provocará una disminución generalizada de este parámetro a distancias crecientes del área fuente, tanto al considerar la radiactividad natural como la resistividad de la formación.

Por lo que respecta al análisis espectral, se ha pretendido analizar la variación espacial de los espesores de las capas arenosas transformando las diagraffías desde el dominio de profundidades al de frecuencias, a través de la transformada de Fourier, para poder tratar directamente con los espesores de las capas (opción imposible en el dominio de profundidades sin recurrir a la interpretación). Desde este punto de vista, el número de capas arenosas en un mismo intervalo de profundidades será mayor al aumentar la distancia al área fuente, es decir, que habrá una mayor participación de las frecuencias más altas en el espectro de amplitudes de la transformada de Fourier de la diagraffía.

Se ha estudiado el espectro de amplitudes de cada sondeo a partir de cierto valor de la amplitud (10%, 20% y 30% de la amplitud máxima), observando qué frecuencias contribuyen a ese espectro. Dada la forma de éstos (figura 3), a la amplitud mínima

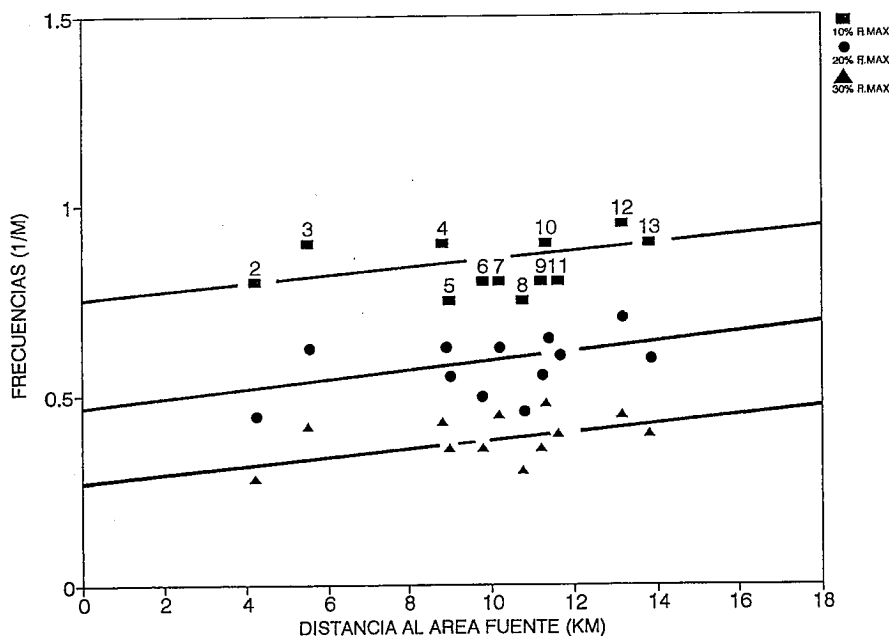


Fig. 6.- Frecuencias frente a la distancia al área fuente

Fig. 6.- Frequency versus distance to source area

le corresponde la frecuencia máxima participante. Por tanto, asociando a cada sondeo esta frecuencia máxima se ha podido analizar la variación con la distancia al área fuente de estas frecuencias máximas así como de la amplitud máxima.

Resultados

En cuanto a las medias aritméticas de los valores de los diferentes parámetros medidos en cada sondeo, se observa una tendencia, con la dis-

tancia al área fuente, a aumentar la media de la radiactividad natural y a disminuir la de resistividad de la formación. Este comportamiento se correlaciona totalmente con el aumento en la proporción de arcillas frente al de arenas en esa dirección (ver figura 4).

Los resultados del análisis de la desviación estándar se muestran en la figura 5 e indican que ésta es menor, en los registros de resistividad de cada sondeo, en posiciones más alejadas del área fuente, lo que está de acuerdo con la variación de facies que

caracteriza estos medios. Es decir, espesores de capas menores y, por consiguiente, variaciones en las curvas de las diagráffas menos acusadas, son los condicionantes de unas desviaciones estándar menores.

Los resultados del análisis espectral para cada sondeo frente a la coordenada espacial se muestran en la figura 6. En éste se observa una tendencia, a medida que se incrementa la distancia del sondeo al área fuente, a aumentar el rango de frecuencias participantes. Esto parece confirmar la mayor relevancia que adquieren los espesores menores en la columna a medida que se consideran sondeos más alejados de la sierra.

Agradecimientos

Queremos expresar desde aquí nuestro agradecimiento al CANAL DE ISABEL II por la autorización al empleo y difusión con fines científicos de los datos correspondientes a sus sondeos.

Referencias

- Colombo, F. (1989). En *Sedimentología*. Vol. 1. Col. Nuevas Tendencias. CSIC. Madrid (pp: 143-218).
- Schlumberger (1989). *Log Interpretation. Principles/Applications*. Schlumb. Ed. Serv. Houston.
- Serra, O. (1979). *Diagraphies différentes. Tomo 1*. Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf-Aquit. Mém.1.