

PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA EN EL YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO DE LA EDAD DEL COBRE DE EL BARRONAL (CABO DE GATA-NÍJAR, ALMERÍA)

J.A. Peña¹, J.A. Esquivel¹, F. Carrión² y J.M. Alonso²

RESUMEN

En este trabajo se describe el planteamiento y desarrollo de una prospección geofísica realizada mediante corriente continua en el poblado minero de El Barronal, Almería, perteneciente a la Edad del Cobre.

Este artículo se enfoca a exponer el problema planteado a la Geofísica y describir detalladamente el método empleado para su resolución. Posteriormente, los resultados obtenidos mediante la prospección geofísica se contrastan con los datos aportados por el sondeo estratigráfico.

Finalmente, los autores proponen sugerencias acerca de la estrategia más idónea para llevar a cabo en prospecciones futuras.

Palabras clave: Edad del Cobre, geofísica, resistividad, yacimiento arqueológico, Cultura de los Millares, complejo minero, dispositivo trielectródico.

ABSTRACTS

This paper describes the arrangement and development of a geophysical prospection carried out by means of continuous current in the Copper Age mining site El Barronal, Almería (Spain).

-
1. Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Granada.
Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de Desastres Sísmicos, Universidad de Granada.
E-Mail pena@gea.ugr.es y esquivel@ululaya.ugr.es
 2. Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada.

The geophysical problem is exposed with detail and is explained the resolution method that we use. Furthermore, the results obtained by means of the geophysical survey are contrasted with the data supplied by a stratigraphical prospecting.

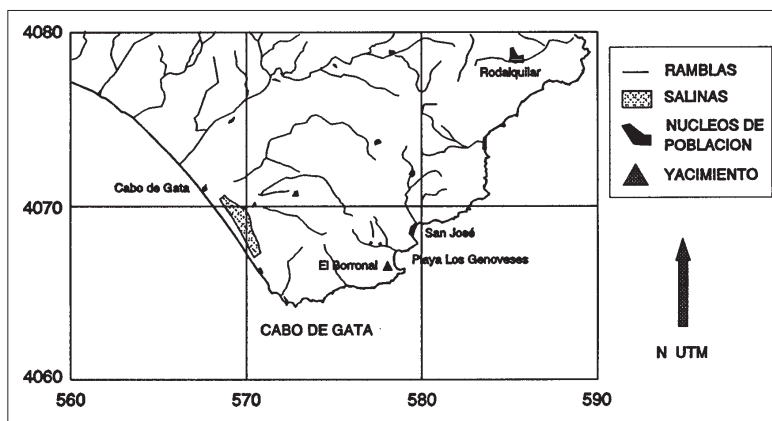
At last, diverse notions are proposed to obtain a suitable strategy to carry on in posterior prospectings.

Keywords: Copper Age, geophysics, resistivity, archaeological assemblage, The Millares Culture, mining, trielectrode device.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del proyecto de investigación “Los Recursos Abióticos y los Sistemas de Aprovisionamiento de Rocas por las Comunidades Prehistóricas del SE de la Península Ibérica durante la Prehistoria Reciente” (CARRIÓN et alii. (1993), ha posibilitado la realización de una prospección geoelectrica en el denominado Complejo Minero Prehistórico de El Barronal, situado en la Zona de Cabo de Gata-Níjar.

Este yacimiento se desarrolla en una zona en la franja costera de 1.5 kms. de anchura, aproximadamente, ubicado en el ámbito calco-alcalino (s.s.) de la Sierra de Cabo de Gata, definido fundamentalmente por el macizo de El Barronal y sus alrededores. El complejo queda delimitado por la Punta de Mónsul y el Fondadero de Los Genoveses, en la costa, y se localiza en la hoja 1060 del S.G.E. (esc. 1:50.000):



Situación del Complejo minero prehistórico de El Barronal

El área seleccionada para la prospección geoelectrica pertenece al poblado de la Edad del Cobre de este complejo minero (UTM 578 4066 huso 30), con una extensión próxima a la hectárea. Tras la prospección arqueológica de superficie se pudo constatar la presencia de numerosos restos de lacultura material de este poblado, perteneciente al horizonte cultural de Los Millares en un momento avanzado del Cobre Pleno.

PROSPECCIÓN GEOFÍSICA DEL YACIMIENTO

A partir de la prospección previa, y tomando como base los datos de la prospección superficial y la morfología del conjunto, se seleccionó un cuadrado de tamaño 4m. x 4m., conteniendo en su interior otro cuadrado inscrito de tamaño 2m. x 2m., donde los resultados en superficie inducían la existencia de una mayor potencia de materiales arqueológicos.

En un intento de optimizar la excavación del yacimiento, y previamente a la realización del sondeo estratigráfico, se planteó una prospección geofísica para confirmar la idoneidad del área elegida, de forma que los datos aportados por ésta permitieran obtener una información más exhaustiva acerca de la existencia y forma de las posibles estructuras que se pudieran encontrar bajo superficie, la potencia del sustrato, etc. o, en su caso, configurar otra alternativa más plausible.

Método de prospección

La investigación llevada a cabo en el campo de la prospección geofísica ha desarrollado distintos métodos y técnicas que, basados en principios diversos, permiten realizar estudios no destructivos utilizando un método u otro en función de las características de la zona a prospectar, el tipo de material en el subsuelo, etc, (Tite, 1972), (Aitken, 1974), (Fisher, 1980). En el yacimiento del Barronal se decidió realizar una prospección geoelectrica en corriente continua, ya que los principios básicos del método están suficientemente establecidos desde antiguo (Orellana, 1972), (Iakubovskii y Liajov, 1980); los dispositivos más idóneos para Arqueología bastante contrastados (Hesse y Sphaos, 1978) y además existen buenos ejemplos de aplicaciones (Kafevski, 1986). Por otro lado, la zona de estudio presenta determinadas características que dificultan la prospección por otros métodos geofísicos:

El yacimiento está rodeado de andesitas con anomalías magnéticas capaces de enmascarar la información producida por las estructuras, por lo que la utilización del método magnético de prospección puede producir resultados bastante confusos.

El relieve es demasiado abrupto para la prospección microgravimétrica, con el agravante de no disponer de un mapa suficientemente preciso para realizar la corrección de altura.

La sísmica de refracción podría haber proporcionado información relativa al espesor del pie de monte acumulado encima de las andesitas, pero no sobre el interior del yacimiento.

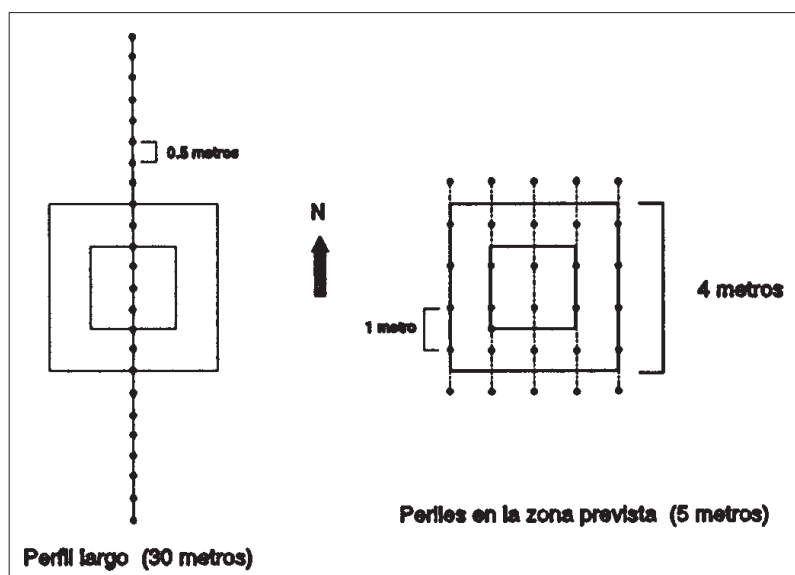
El empleo del georradar hubiera exigido una cierta preparación previa del terreno que, en el caso de que se trata, no era posible llevar a cabo.

El equipo empleado en la prospección eléctrica es de diseño y fabricación no comercial (cedido por la empresa APLITEG), y consta de miliamperímetro y milivoltímetro analógicos, y sistema electrónico de puesta a cero que contrarresta los potenciales espontáneos y los potenciales de polarización de los electrodos (Martín Marfil, 1973). Como electrodos se han utilizado picas de cobre, y la fuente de alimentación consta de treinta pilas secas tipo petaca, de 4.5 voltios, conectadas en serie y con salidas a 10, 50, 100 y 150 voltios.

Diseño de la prospección sobre el terreno

El diseño de la prospección se organizó a partir de las características del terreno en estudio, con el único condicionante de que los perfiles debían cubrir el área prevista para el sondeo estratigráfico; este hecho viene determinado por la circunstancia de que, caso de existir muros, existirían también derrumbes de los mismos y que la diferencia de resistividad entre ambos materiales debería ser pequeña, lo que exigía una cuidadosa realización de las medidas. Con este mismo presupuesto cabía la posibilidad de encontrar zonas de anomalías estrechas, lo que obligaba a elegir una pequeña distancia interelectródica como método para aumentar la resolución horizontal.

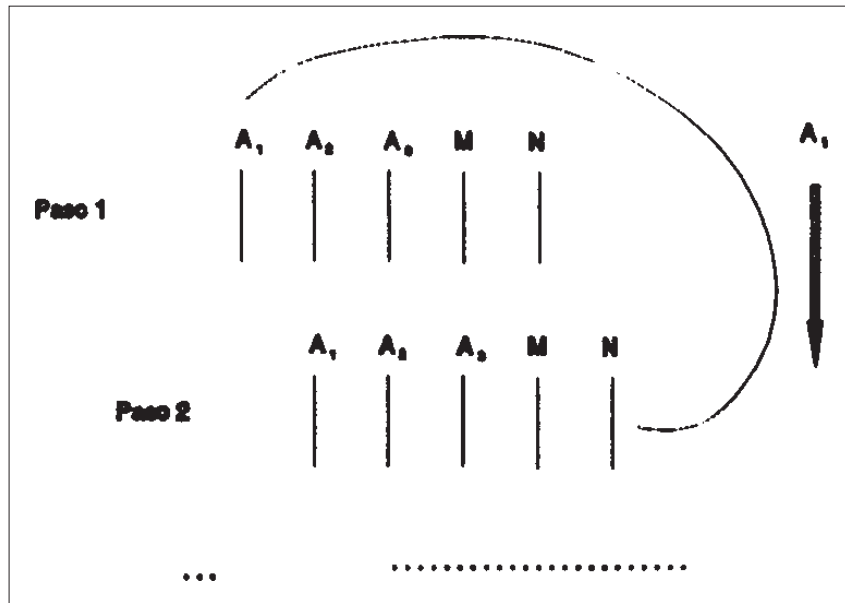
Estas consideraciones indujeron la realización de un perfil general largo (30 metros) que atraviesa el centro de las dos áreas previstas, con dirección Norte-Sur y una serie de 5 perfiles menores (5 metros) que cubriesen la zona prevista en la misma dirección.



Para la realización práctica de toma de datos se estableció una configuración del equipo idéntica para el perfil largo y los perfiles cortos, aunque en cada caso la separación interelectródica es diferente:

los electrodos MN separados entre sí 50 cm. (1m. en los perfiles cortos), y uno de los electrodos de corriente en el “infinito”, en torno a unos 50 m. de distancia en perpendicular al centro del perfil. El otro electrodo de corriente es triple, situándose sucesivamente a 50 cm., 1 m. y 1.5 m. (1m., 2m. y 3m., respectivamente, en los perfiles cortos) del electrodo trasero del par MN ; una vez realizadas las tres medidas, se trasladaba 50 cm (1 m. en los perfiles cortos) todo el dispositivo (en realidad solamente se trasladaba un electrodo y se realizaba un cambio de conexiones), en la forma:

A partir de las lecturas proporcionadas por el dispositivo, los datos de las resistividades se calcularon utilizando la ecuación propuesta por Orellana (1972) para calicatas con dispositivo asimétrico:



$$\rho_a = 2\pi \frac{r(r+a)}{a} \frac{\Delta v}{I}$$

siendo ρ_a = la resistividad aparente, que es función de:

r = distancia A_x M,

a = distancia M N,

Δv = diferencia de potencial (milivoltios),

I = intensidad (miliamperios).

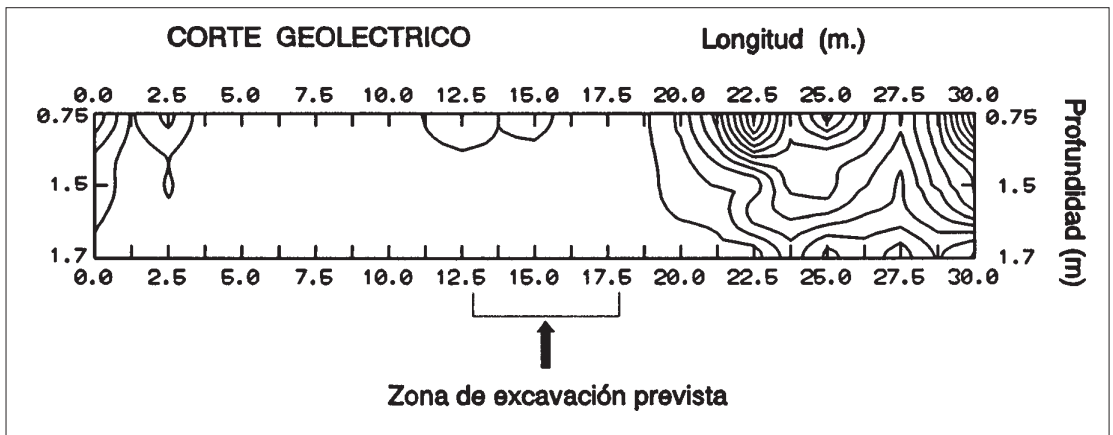
Con esta configuración del dispositivo, y salvo sorpresas de alguna capa horizontal excesivamente resistiva o conductora, es posible llevar a cabo una exploración geofísica entre 0.7 y 1.7 m de profundidad (aproximadamente) y, si aparecen anomalías debidas a contactos verticales (presumibles restos de muros), surgiran redundancias en las medidas de profundidad, lo que permitiría su confirmación.

Los datos fuente obtenidos con el dispositivo se procesaron mediante un programa informático, de realización propia, que calcula las resistividades aparentes y genera salidas en *ASCII* con dos formatos:

a) Un formato que crea un sistema de coordenadas ficticias como entrada para un software comercial de dibujo de isolíneas (en nuestro caso *Surfer*, de "Golden Software"). Así se obtiene un perfil geoelectrico, en cierto sentido "informal", que proporciona una primera aproximación cualitativa.

b) Un formato de salida enfocado a generar un gráfico semilogarítmico, adecuado a una interpretación más detallada y precisa.

Resultados e interpretación

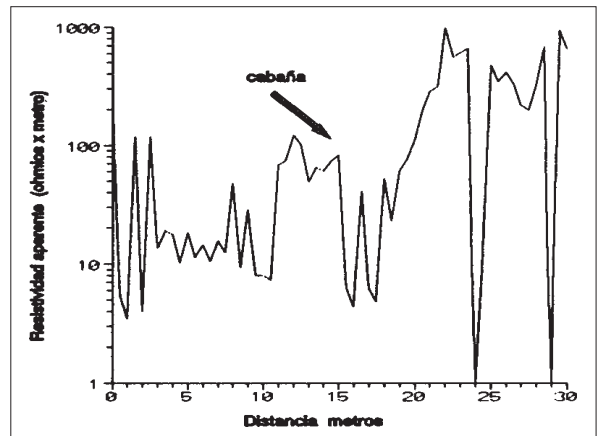


La parte *S* (Sur) del perfil geoelectrico muestra una gran anomalía, atribuible a la presencia del substrato muy cerca de la superficie, o a la existencia de muro constituido por material muy resistivo, que se extiende en el mismo sentido del perfil.

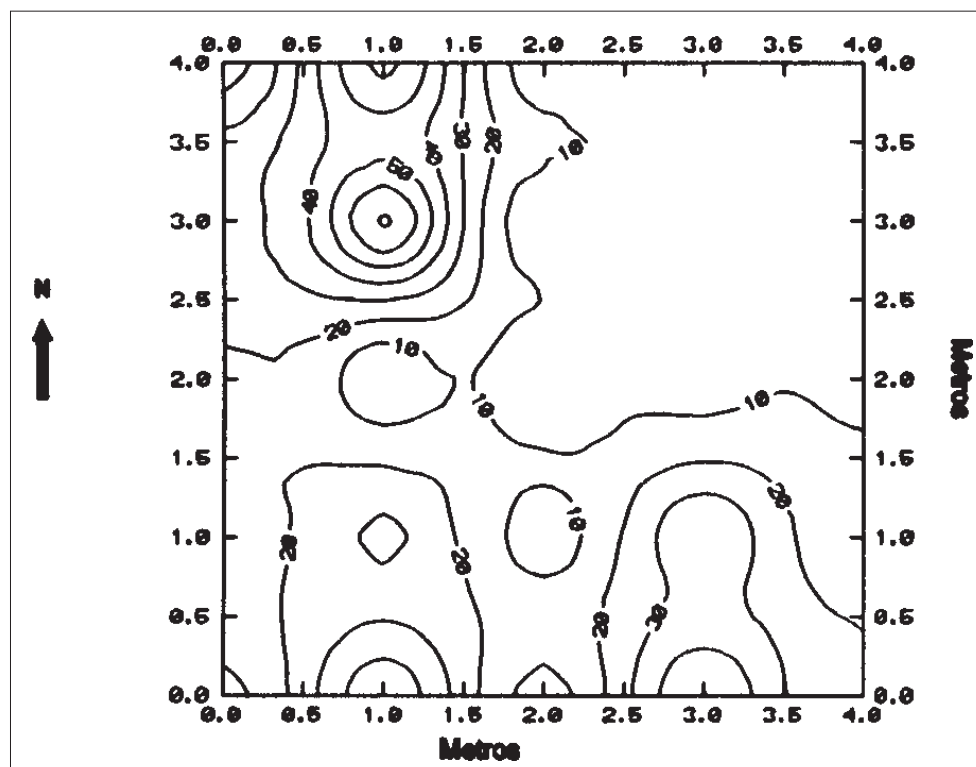
El estudio detallado de las resistividades obtenidas se llevó a cabo a partir de la construcción de una gráfica semilogarítmica (con la distancia en abscisas y la resistividad aparente en ordenadas), que evidencia la presencia de anomalías de distinto tipo, tanto en el perfil largo como en la zona precisa de excavación:

- una fuerte anomalía en el extremo sur del perfil.

- una anomalía importante entre los 10 y 15 metros en el perfil (el borde N del área prevista para excavación está en los 13 m del corte).



Esta anomalías indican zonas de distinta resistividad debidas a la existencia de materiales con distintas características. La zona de alta resistividad situada entre los 13 y 14 metros es atribuible a la presencia de materiales de derrumbe, mientras que el pico de los 15 m. es atribuible a una estructura, posiblemente un muro. La caída de resistividad de la derecha en los 15 m. puede deberse a materiales finos de relleno.



La información detallada acerca de la zona donde estaba previsto realizar el sondeo estratigráfico fué proporcionada por la realización de un conjunto de calicatas eléctricas centradas en la zona de interés. En este caso se optó por un modelo de dispositivo de cinco perfiles, en dirección Norte - Sur y con una separación entre perfiles de 1 metro. La geometría es la misma que en el caso anterior, pero utilizando una separación interelectrónica de 1 metro, para obtener mapas de resistividad aparente a distintas profundidades (entre 1 y 3 metros). Los perfiles se establecieron haciéndolos coincidir con los bordes de las áreas grande y pequeña, además de un perfil central coincidente con la línea *N-S* teórica que atraviesa las dos áreas por su eje de simetría.

La interpretación de estos perfiles mostró dos zonas claramente delimitadas:

1) una zona bastante resistiva en el sector *N-O* (noroeste) del área grande, debida a la existencia de un muro.

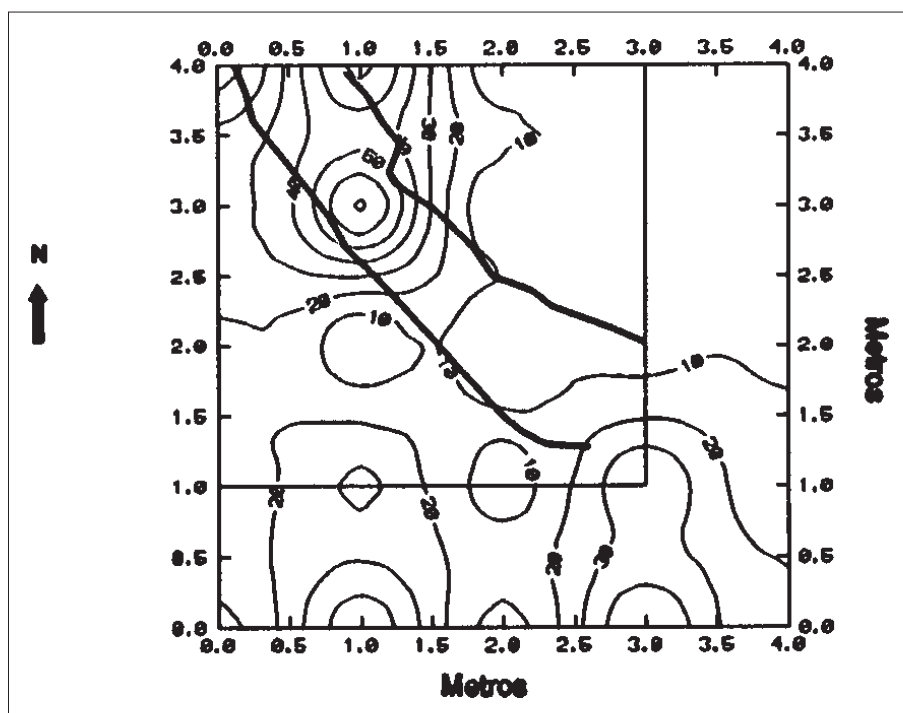
2) una zona en el sector *N-E* (noreste) que muestra una disminución importante de resistividad, atribuida a la existencia de un agujero relleno de material fino.

EL SONDEO ESTRATIGRÁFICO

La realización del sondeo estratigráfico mostró la existencia dos áreas en el yacimiento:

- una estructura situada a muy poca profundidad (unos 30 cm) correspondiente a un muro de 70 cm de anchura, realizado con bloques de arenisca calcárea cementados con argamasa.
- una zona de relleno constituida por material fino y escasas inclusiones.

La superposición de los resultados del sondeo estratigráfico con el mapa de resistividades aparentes de menor profundidad (aproximadamente 1m) destaca la coincidencia de la anomalía *N-O* con el muro y el agujero de la parte *N-O*. Por otra parte, las anomalías desplazadas hacia el *S* del trazado del muro se interpretan como provenientes de la disposición de los electrodos o debidas a la presencia de materiales resistivos situados en profundidad y aún no mostrados por la excavación.



CONCLUSIONES

En yacimientos como el estudiado el método de resistividad puede dar resultados satisfactorios, el estudio realizado muestra que es conveniente una exploración preliminar mediante un perfil largo

que corte el área de interés, la separación interelectródica de 0.5 m parece bastante conveniente; no obstante, una vez localizado un área de interés, es mejor una exploración a menor profundidad y con mayor densidad de puntos. Un dispositivo a una sola profundidad con separación interelectródica de 0.5 m e idéntica separación de perfiles probablemente habría dado unos mapas de resistividades más útiles para la excavación sin emplear demasiado tiempo (otra opción interesante habría sido un dispositivo a 3 profundidades con separación interelectródica de 0.25 m y la misma o doble separación de perfiles, a pesar de la penalización en tiempo que ello supone y de los problemas que pueden derivarse de la profundidad alcanzada por las picas). En resumen parece claro que lo más conveniente es obtener información más detallada de los niveles más superficiales, que son los que aparecerán inmediatamente en excavación, en lugar de profundizar más.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la empresa Apliteg la cesión desinteresada del equipo usado para realizar este trabajo; a D. Antonio Martos sus labores de mantenimiento del equipo; al Dr. Martín Marfíl la lectura y crítica del original; a Raúl Peña su ayuda en el trabajo de campo.

BIBLIOGRAFÍA

- AITKEN, M.J.: 1974 *Physics and Archaeology*, Clarendon Press, Oxford.
- CARRIÓN, F. et al. ii.: 1993 *Los recursos abióticos y los sistemas de aprovisionamiento de rocas por las comunidades prehistóricas del S.E. de la Península Ibérica durante la Prehistoria Reciente*, Investigaciones arqueológicas en Andalucía 1985-1992, Proyectos de la Junta de Andalucía, Sevilla.
- ELLWOOD, B.B., HARROLD, F.B., PETRUZO, K.M. y KORKUTI, M.: 1993 “Electrical Resistivity Surveys as indicator of Site Potential: Examples from a Rock Shelter in Southwestern France and a Cave in Southwestern France and a Cave in Southern Albania”, *Geoarchaeology*. Vol. 8, n. 3, pp. 217-227.
- FISHER, P.M. (ed): 1980 *Applications of Technical devices in Archaeology*, Paul Aströms Förlag, Göteborg.
- HESSE, A. y SPAHOS, Y.: 1978 “The evaluation of Wenner and dipole-dipole resistivity measurements and the use of a new switch for archaeological field works”, *Archaeophysika 10*, pp. 647-655.
- IAKUBOVSKII, I.V. y LIAJOV, L.L.: 1980 *Exploración Eléctrica*, Reverté, Barcelona.
- KAFEVSKI, I.: 1986 “Etude géophysique d'une nécropole thrace sous tumulus en Bulgarie du Nord-Est”, *PACT 15*, pp. 169-173.
- MARTIN, J.: 1973 “Electrodos impolarizables de plata para registro de corrientes telúricas”, *Revista de Geofísica*, Vol. 33, n. 3-4, pp. 187-198.
- ORELLANA, E.: 1972 *Prospección geoelectrica en corriente continua*, Paraninfo, Madrid.
- TITE, M.S.: 1972 *Methods of physical examination in Archaeology*, Seminar Press, London and New York.

Cabo de Gata-Níjar (Almería)

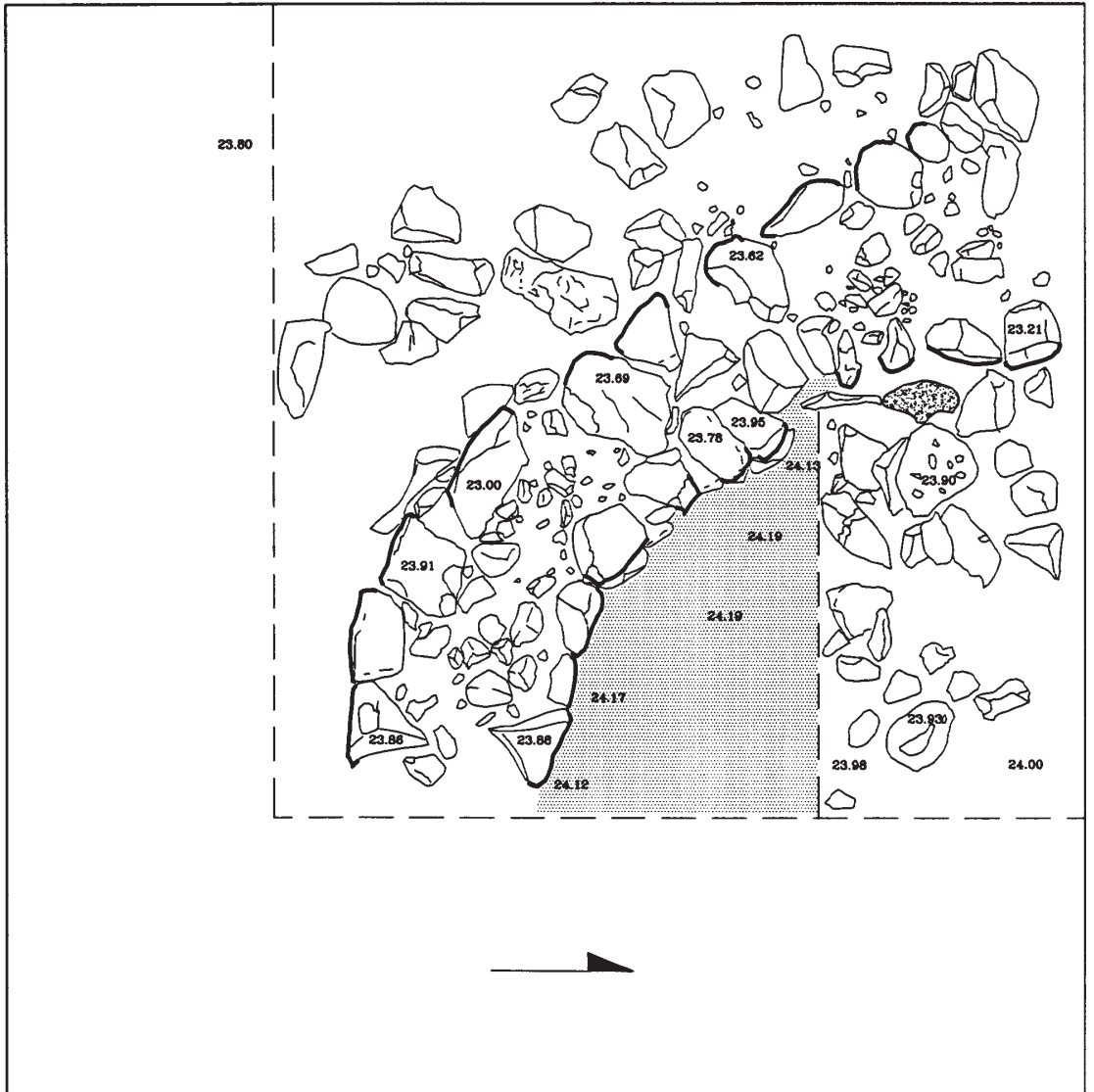


Figura 1: El Barronal. Poblado. Planta sector 1.