

# METALOGRAFÍA DE PUNTAS DE FLECHA DE BASE HIERRO DE LOS EJÉRCITOS MUSULMÁN Y CRISTIANO EN LA BATALLA DE LAS NAVAS DE TOLOSA (SANTA ELENA, JAÉN)

*F.G. Cuevas<sup>(1)</sup>, J.M<sup>a</sup>. Gallardo<sup>(1)</sup>, M.G. López Payer<sup>(2)</sup>,  
M<sup>a</sup> D. Rosado Llamas<sup>(3)</sup>, M. Soria Lerma<sup>(4)</sup> y R. Villegas<sup>(5)</sup>*

## Resumen

En este trabajo se analizan cuatro muestras de armas procedentes, tres del campo de batalla de las Navas de Tolosa (Santa Elena, Jaén) y una del Castillo de Salvatierra (Ciudad Real). El estudio comprende en total 19 piezas tipológicamente muy variadas entre sí, correspondientes a los ejércitos musulmán y cristiano, existiendo entre las mismas diferencias estructurales significativas en cuanto a dureza y composición. Esta investigación forma parte de un proyecto interdisciplinar entre el I.A.P.H. y el Dpto. de Ingeniería Mecánica y de los Materiales de la Universidad de Sevilla, cuyo objetivo es profundizar en el conocimiento de las armas halladas en el campo de batalla, a través de una Prospección Arqueológica, autorizada por la Junta de Andalucía y que a su vez sirve de base para la redacción de un libro sobre la Batalla de las Navas de Tolosa del que son autores M<sup>a</sup> Dolores Rosado Llamas y Manuel G. López Payer.

**Palabras clave:** Arqueología Medieval, metalografía, puntas de flecha.

## 1. INTRODUCCIÓN HISTÓRICO-ARQUEOLÓGICA

La Batalla de las Navas de Tolosa, que tuvo lugar el 16 de julio de 1212, enfrentó al ejército almohade liderado por el califa Muhammad al-Nasir y al ejército cruzado dirigido por el monarca castellano, Alfonso VIII. El resultado fue una aplastante victoria para los cristianos, bastante cruenta a juzgar por las cifras de bajas musulmanas

---

<sup>(1)</sup> Dpto. Ingeniería Mecánica y de los Materiales, Escuela Superior de Ingenieros, Universidad de Sevilla, Camino de los Descubrimientos, s/n, 41092 Sevilla.

<sup>(2)</sup> I.E.G.-R.A.H., Arqueólogo-Director, Avenida de las Huertas, 9, 23200 La Carolina (Jaén).

<sup>(3)</sup> I.E.S. Virgen del Collado, Avenida de Andalucía, 6, 23250 Santisteban del Puerto (Jaén).

<sup>(4)</sup> I.E.S. Albariza, Avenida de Andalucía, 3, 23620 Mengíbar (Jaén).

<sup>(5)</sup> Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (I.A.P.H.), Isla de la Cartuja, 1, 41071 Sevilla.

que hasta hace poco se manejaban. Para entender quiénes eran, por qué se enfrentaron y dónde, hay que hacer un poco de historia. A comienzos del s. XIII la Península Ibérica estaba dividida políticamente en cinco reinos cristianos: Portugal, León, Castilla, Aragón y Navarra; al S. de los mismos se encontraba al-Andalus bajo la égida almohade. Las relaciones entre los diferentes estados que convivían en nuestro territorio no eran precisamente cordiales, no sólo por el llamado fenómeno de la "Reconquista" sino también por las frecuentes guerras entre los monarcas cristianos que no obstante, el Papado intervendría para lograr la unidad de los cristianos frente al Islam predicando una Cruzada en suelo hispano. Tras las sucesivas derrotas cristianas en Alarcos (1195) y Salvatierra (agosto de 1211), el sentimiento de revancha estaba prendido en el ánimo castellano, a ello viene a sumarse, para colmo de males, la muerte del heredero de la corona, el Infante D. Fernando, que falleció en otoño de 1211, poco antes de cumplir veintidós años. Alfonso VIII ya no era tan joven, en noviembre cumpliría cincuenta y seis años, sin embargo con la ayuda de la Iglesia iba a conseguir organizar una Cruzada contra los almohades. Los juglares cantaron por toda Europa la pérdida de Salvatierra y vaticinaron la de toda España si no acudían los cristianos a defenderla, pues se decía que al-Nasir quería conquistar la cristiandad entera. Alfonso VIII se reunió con su primo el rey de Aragón, Pedro II, que prometió ayudarlo ante el enfrentamiento que se avecinaba. Pero, no contento con este apoyo, pues su primo andaba escaso de dinero, el monarca castellano decidió recurrir a la Santa Sede. El Pontífice, Inocencio III, emitió varias bulas concediendo la remisión de los pecados a los combatientes que lucharan en la cruzada española y además prohibió cualquier agresión a Castilla, por parte de los reinos vecinos bajo la pena de excomunión. La cruzada hispánica se igualaba nada más y nada menos con la que estaba teniendo lugar en Palestina por la conquista de los Santos Lugares. Desde el mes de febrero de 1212 empezó la gente del otro lado de los Pirineos a congregarse en Toledo, a estos recién llegados se les dio el apelativo de "ultramontanos". Con respecto a los cruzados peninsulares, el reino de Castilla fue el que aportó mayor número de efectivos. El rey de Navarra, Sancho VII el Fuerte, no se decidía a participar en la cruzada motivado por las rencillas que tenía con Alfonso VIII por territorios fronterizos, finalmente optó por participar con un contingente escaso. De León y Portugal acudieron numerosos caballeros a título individual puesto que sus reyes se negaron a participar en la cruzada.

El fabuloso ejército reunido en Toledo se puso en marcha el 20 de junio. El intenso calor estival y la necesidad de aprovisionarse de agua fresca motivó que las jornadas hacia las tierras islámicas las realizasen acampando siempre junto a los cauces de los principales ríos. Mientras los cristianos avanzaban hacia el S., los musulmanes también se pusieron en marcha. Al-Nasir, tras reunir numerosos contingentes, marchó de Sevilla en junio de 1212 con dirección a la ciudad de Jaén, donde ultimaría los preparativos de la expedición mientras esperaba que las aguas del Guadalquivir, que iban muy crecidas, bajaran para finalmente dirigirse al encuentro de Alfonso VIII.

El viernes, 13 de junio, por la mañana, el grueso del ejército cristiano en el que marchaban los tres reyes, comenzó la subida a Sierra Morena. Al llegar a la cumbre

del Muradal y según el testimonio del Arzobispo de Narbona, como a una o dos leguas se veía la tienda de los musulmanes, lo cual significaría que el campamento almohade estaba situado a una distancia de entre 5 y 10 km con respecto a la cumbre, es decir, estaría emplazado muy próximo a la actual localidad de Santa Elena como se admite tradicionalmente. Cuando los musulmanes vieron al ejército cristiano instalar sus tiendas en la pequeña explanada del Muradal abandonaron con presteza Castro Ferral, que pasó a manos cristianas. Ese mismo día, al-Nasir llegó con el resto del ejército y plantó su llamativa tienda roja a la vista de los cristianos. A partir de este momento, el ejército cristiano se enfrenta a un grave dilema: ¿por dónde descender al encuentro de los musulmanes? Desde su posición en Castro Ferral tenían que atravesar el Paso de la Losa, impresionante desfiladero de gran estrechez y custodiado por un destacamento musulmán. Deciden abandonar Castro Ferral y la cima del Muradal. Es entonces, en este mismo día cuando ocurre uno de los hechos milagrosos que se sitúan entorno a la Batalla, la aparición de un pastor que ayuda al ejército. Su inestimable mérito fue el de indicar a los cristianos un camino accesible para franquear la cordillera y llegar sin problemas hasta los musulmanes. Siglos después se dará a este pastor el nombre de Martín Halaja e incluso no faltará quien quiera ver en él a S. Isidro. El camino por donde les llevó el pastor les condujo hacia otro de los pasos naturales de Sierra Morena, el Puerto del Rey, emplazado en lo que años más tarde se conocería como Camino Real. Los experimentados magnates atravesaron el Puerto del Rey y, bajando por el camino homónimo, llegaron a una alta colina con forma amesetada que pasaría a ser conocida como la Mesa del Rey. La vanguardia castellana y la aragonesa instalaron sus tiendas sin dificultad en aquella ventajosa posición donde el agua no era escasa pues el Arroyo del Rey discurre por el lado oriental de la misma. Los musulmanes, que al ver a los cristianos abandonar el Paso de la Losa, creyeron que se retiraban, recuperaron con gran alegría la posición en Castro Ferral. Sin embargo, cuando vieron surgir a los cristianos por el Puerto del Rey acudieron a su encuentro y comenzaron a hostigarles con lanzas y saetas para impedir que subiesen a la Mesa del Rey; sucedió esto el sábado día 14. Desde esta posición, los cruzados se encontraban con que el ejército almohade estaba situado justo en frente, probablemente en los actuales Cerrillo de Las Viñas y de Los Olivares. Pese a las provocaciones, los cristianos no respondieron hasta el lunes 16 de madrugada, que es cuando comienza el enfrentamiento entre los dos ejércitos, prolongándose durante toda la jornada, y que con algunos momentos verdaderamente preocupantes, al final, da la victoria a los cristianos [1].

## 2. TECNOLOGÍA OFENSIVA MEDIEVAL: ARCOS Y FLECHAS EN LAS NAVAS DE TOLOSA

Los conocimientos de los que disponemos sobre el armamento militar en la Edad Media siguen siendo muy limitados. De hecho, se reducen a lo aportado por la Arqueología medieval, así como, en menor medida, al legado de la iconografía y de las fuentes literarias. Con respecto a la arqueología, las dificultades que conlleva el estudio de las armas medievales son triples: en primer lugar, por la mala conservación de

las piezas fabricadas en hierro que tienden a adoptar su estado mineral; en segundo lugar, por el valor económico de las mismas que propicia su refundición y en tercer lugar, por la juventud de la arqueología medieval española como disciplina científica [2]. Todo ello ha propiciado que, mientras otros aspectos de la cultura material son medianamente bien conocidos como lo referente a la cerámica, el armamento siga aún planteando numerosos interrogantes. En el caso que nos ocupa, las armas abandonadas en el campo de batalla de las Navas de Tolosa han sido objeto de una intensa explotación desde antiguo. Ya en 1642 el Padre Bilches constataba personalmente la gran abundancia de armas:

“...quedaron tantas en el campo, que quatrocientos y treinta años no han sido bastantes a dar fin dellas, antes permanecen oy muchas, y yo he hallado algunas de varios metales con formas tan extrañas, que es difícil rastrear su uso: tanto se mudan las cosas con el tiempo.” [3].

Reafirmando este testimonio de abundancia, en 1913 Molina de la Torre [4] exponía que se habían encontrado puntas de flecha por quintales con el remover de la tierra por parte de los campesinos y sus arados.

La tipología de las puntas de flecha halladas es muy variada tanto en tamaños y formas como en secciones de los enmangues. El granadino Ibn Hudayl [5] escribía en el s. XIV que los musulmanes tenían 17 tipos diferentes de puntas de flecha, cada uno con nombre propio. Entre ellos, tres tipos especializados en perforar cotas de malla, tres en atravesar escudos y otros tres en perforar otra clase de escudo llamado adarga. Aunque fundamentalmente se pueden distinguir dos tipos principales de puntas de flecha: uno con un desarrollo piramidal muy estilizado de sección cuadrangular o triangular con un enmague muy fino realizado para clavarse en el astil, con una longitud media total de unos 6 cm [2] y un segundo tipo que tiene como característica más acusada el enorme grosor del cuello con un gran desarrollo del mismo, enmague de sección circular, punta piramidal de sección cuadrada y una longitud media de unos 9 cm [2]. Probablemente el primer tipo estaba diseñado para atravesar las cotas de malla.

Hasta ahora, el campo de batalla no ha sido objeto de una excavación, ni tan siquiera de una prospección superficial. Antes de obtener el permiso oficial para prospectar la zona, procedimos a una pequeña recogida de muestras que son las que aquí se estudian (figura 1). Se tomaron cuatro, una del castillo de Salvatierra y tres de lugares diferentes del campo de batalla: la Mesa del Rey (campamento cristiano), el Cerro de los Olivares (campamento musulmán) y SE de Santa Elena (zona de persecución). Las cuatro muestras componen un total de diecinueve piezas que se detallan a continuación. La de Salvatierra, formada por dos puntas de flecha, se tomó para compararla con las de Las Navas. La hipótesis de trabajo es que la muestra de la Mesa del Rey correspondería a flechas musulmanas y la del Cerro de Los Olivares a flechas cristianas, mientras que las del SE. de Santa Elena serían una mezcla de ambos ejércitos (?).

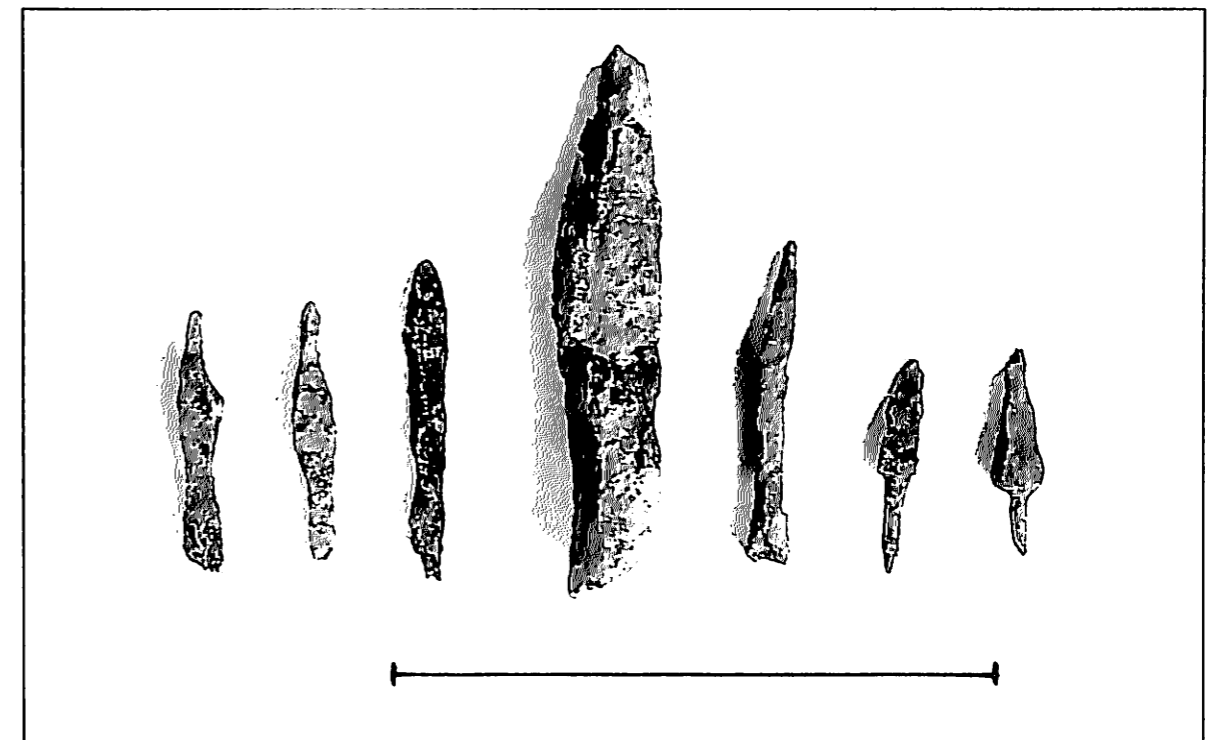


Figura 1. Azagaya y flechas. Mesa del Rey.

### 3. MATERIAL ESTUDIADO

Del material recogido en campo se han analizado un total de 19 piezas, como ya se ha dicho, correspondientes a puntas de flecha, azagayas y clavos. En la tabla 1 se detallan las procedencias de las piezas estudiadas.

En general las muestras presentan aparentemente una corrosión importante. No han sido radiografiadas, por lo que no se conoce a priori la penetración de dicha corrosión.

### 4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para poder proceder a la preparación metalográfica de las muestras, sin que se produjese un descascarillado de las costras oxidadas, se ha comenzado embutiendo completamente las muestras en resina de poliéster. Una vez completada la reacción de polimerización se han seccionado las piezas, bien longitudinalmente, bien transversalmente, respecto al eje mayor de la pieza.

Con ello se pretenden determinar las direcciones principales en que el artesano procedió a la deformación del material durante su conformado. Para cada una de las localizaciones se han preparado muestras en las dos direcciones señaladas. La figura 2 muestra, a modo de ejemplo, la pieza 3 - L, una vez embutida y seccionada.

**Tabla 1. Denominación y procedencia de las piezas estudiadas.**

Ref.	Pieza	Localización	Dureza	Desv. Est.
1 - T		Mesa del Rey	160	61
1 - L		Mesa del Rey	224	41
MRA - A	Flecha	Mesa del Rey, arriba	157	53
MRA - B	Flecha	Mesa del Rey, arriba	171	38
MRIC - A	Azagaya	Mesa del Rey, izqda. del c.f.	97	6
MRIC - B	Flecha	Mesa del Rey, izqda. del c.f.	99	9
MRIC - C	Clavo	Mesa del Rey, izqda. del c.f.	125	12
MRC - A	Azagaya	Mesa del Rey, cortafuego	129	15
MRC - B	Clavo	Mesa del Rey, cortafuego		
2 - T		Los Olivares	132	9
2 - L		Los Olivares	129	8
O - A	Flecha	Los Olivares	267	104
O - B	Flecha	Los Olivares	148	17
O - C	Flecha	Los Olivares		
O - D	Flecha	Los Olivares	229	75
3 - L		SE. de Santa Elena	119	5
3 - T		SE. de Santa Elena	110	5
S - A	Flecha	Salvatierra	183	74
S - B	Flecha	Salvatierra	143	24

Las piezas así preparadas han sido lijadas, pulidas y atacadas de acuerdo con los métodos convencionales de la metalografía [6]. Las observaciones se han realizado en un epimicroscopio invertido Nikon Epiphot - 2.

También se ha determinado la dureza de las piezas. Dada la naturaleza de las mismas y el procedimiento de preparación seguido, se han realizado ensayos de dureza Vickers con penetrador piramidal de diamante y una carga de 1 kg.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. METALOGRAFÍA

La estructura de las muestras estudiadas corresponde en todos los casos a hierros forjados con abundante contenido de inclusiones. Han sido obtenidas por soldadura mediante forja de trozos de menor tamaño. En algunas piezas, parte del material ha sido sometido a un tratamiento de cementación para aumentar su contenido de carbono y, con ello, su dureza. No obstante, no se aprecia una intencionalidad de soldar estas duelas duras en la punta o bordes cortantes del arma. Por lo demás, las estructuras son muy heterogéneas, tanto en composición, según se acaba de señalar, como

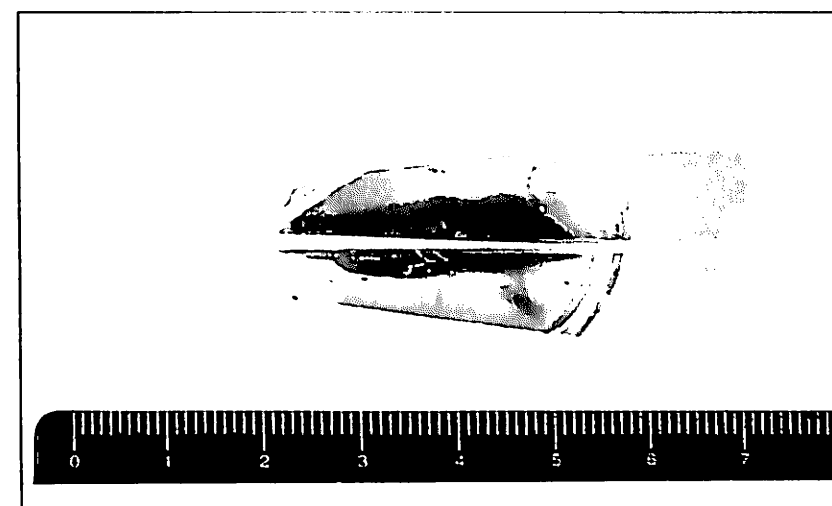


Figura 2. Aspecto macrográfico de la pieza 3-L, una vez embutida en resina y seccionada.

en su estructura, lo que indica procesos de fabricación poco depurados, con calentamientos, martillados y enfriamientos no homogéneos en toda la pieza.

En los párrafos siguientes se indican algunas de las características comunes observadas en las piezas de cada localización.

- Muestras procedentes de la Mesa del Rey.

Los distintos trozos de los que se obtienen las armas muestran contenidos de carbono muy variables, desde menos del 0,02% hasta el 0,8%, es decir, desde un hierro puro hasta un acero para herramientas. En algunas ocasiones, la zona dura está en el interior (MRA - A, MRA - B) o en la periferia (MRIC - A, MRC - A), aunque generalmente no muestran una localización preferente. Las zonas de hierro puro (ferrita) tienen un alto contenido de inclusiones polifásicas. Este material es característico del hierro obtenido por reducción directa de mineral de hierro. Las zonas de carbono elevado están casi exentas de inclusiones. La obtención de este acero exige un post-tratamiento de cementación (carburation) del hierro obtenido directamente a partir del mineral. Las estructuras muestran indicios de que el material ha sido enfriado rápidamente desde elevada temperatura. Este tratamiento podría haberse realizado intencionalmente puesto que se sabe que produce un aumento de dureza del material.

De las nueve piezas estudiadas procedentes de la Mesa del Rey y alrededores, sólo una (MRIC - B) es completamente ferrítica, con inclusiones monofásicas alineadas en la dirección de la deformación. Otras dos (MRC - A y MRC - B) tienen un área muy reducida de elevado contenido de carbono.

- Muestras procedentes de Los Olivares.

Se han estudiado un total de seis muestras procedentes de esta localización. De ellas tres son completamente ferríticas (exentas de carbono) y muestran la presencia de abundantes inclusiones. En las otras tres (O - A, O - C y O - D) se aprecian zo-

nas de la pieza que tienen contenidos variables de carbono. Estas piezas se habrían fabricado por martillado de trozos de diversa procedencia. Sin embargo, a diferencia de las piezas de la Mesa del Rey, el trabajado en caliente de las armas es menos intenso, observándose, por ejemplo, pliegues de forja, tamaños de grano muy desiguales, etc. En estas mismas piezas se observa un cierto agrietamiento en caliente, probablemente como consecuencia de un exceso de azufre. Este fenómeno no se ha observado en las muestras de la Mesa del Rey.

- Muestras del SE de Santa Elena.

De las dos muestras estudiadas una tiene carbono y la otra es completamente ferrítica. Cabe señalar, además, que la muestra cementada con carbono es bastante homogénea, sin que se distingan las soldaduras internas de diversas lascas.

- Muestras de Salvatierra.

También en esta localización se han estudiado dos piezas. Al igual que en las procedentes de Santa Elena, una de ellas tiene estructura completamente ferrítica y la otra muestra un elevado contenido de carbono. La muestra ferrítica (S – B) tiene un tamaño de grano desigual. La muestra con elevado contenido de carbono (S – A) presenta un agrietamiento en caliente – posiblemente por exceso de azufre – similar al observado en las muestras procedentes de Los Olivares.

## 5.2. DUREZAS

Las medidas de microdureza son reflejo de la composición y microestructura de las piezas. Aquí pueden destacarse dos factores principales: el contenido de carbono y el martillado o conformación en frío. Ambos aumentan la dureza. No obstante, como se ha visto microestructuralmente, las piezas estudiadas son poco homogéneas. Por tanto, se obtienen valores de microdureza muy distintos, incluso dentro de una misma pieza. En la tabla 1 se recogen los valores medios de dureza, así como su desviación típica.

El valor medio de todas las durezas medidas en las piezas procedentes de la Mesa del Rey y alrededores es de 151 HV1, con una desviación típica de 55. El valor más alto de dureza se ha medido en la pieza 1 – L y es de 264 HV1.

En contraste, las piezas recogidas en Los Olivares, a pesar de su menor contenido general de carbono, tienen una dureza media similar o ligeramente superior a las de la Mesa del Rey. Sin embargo, en estas muestras se observan valores muy dispares de dureza, posiblemente coincidiendo con las microestructuras poco homogéneas observadas. Así se han medido valores de dureza por encima de 400 HV1 (muestra O – A).

Las piezas procedentes del SE de Santa Elena son muy distintas entre sí microestructuralmente, pero en ambos casos la dureza es muy baja. Por su parte, la dureza de las muestras recogidas en Salvatierra es intermedia entre las de la Mesa del Rey y Los Olivares. Con el número de piezas estudiado, dada la dispersión de resultados propios de estos materiales, no puede obtenerse por ahora una conclusión clara respecto a estos dos yacimientos.

## 6. CONCLUSIONES

Todos los materiales estudiados pueden ser clasificados como hierros forjados, probablemente obtenidos en hornos bajos de reducción a partir del mineral en pequeñas piezas, que posteriormente eran soldadas por martillado. Bien en el mismo horno (pero usando unas condiciones de soplado distintas) o en una operación distinta, algunas lascas absorbieron carbono, con lo que el arma en su forma final puede estar formada por zonas ricas en carbono (acero) o zonas sin carbono (ferrita o hierro puro). En ningún caso el proceso de martillado lograba eliminar completamente las escorias propias del proceso de fabricación. Sin embargo, en las piezas con menor contenido aparente de carbono se han conseguido durezas suficientemente altas, posiblemente por afinado del grano del material durante el martillado en caliente.

Las muestras procedentes de la Mesa del Rey y alrededores presentan, en general, mayor contenido de carbono y durezas más homogéneas, siempre dentro de la dispersión propia de materiales tan antiguos.

Las muestras recogidas en Los Olivares tienen, en general, menor contenido de carbono, las durezas y microestructuras son menos homogéneas, aunque el valor medio de dureza en la muestra estudiada es ligeramente superior al de la Mesa del Rey.

El resto de muestras estudiadas en Salvatierra y SE de Santa Elena tienen características de ambos grupos anteriores.

## 7. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen las facilidades dadas por el I.A.P.H. en la financiación de los ensayos y la publicación de resultados.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Rosado Llamas, M<sup>a</sup> D. y López Payer, M.G., *La Batalla de las Navas de Tolosa* (en prensa).
- [2] Soler del Campo, A., 1991, *Evolución del armamento medieval en el reino castellano-leonés y al-Andalus (siglos XII-XVI)*, 3 vols., Universidad Complutense, Madrid.
- [3] Bilches, F., 1653, *Santos y santuarios del Obispado de Jaén y Baeza*, Madrid.
- [4] Molina de la Torre, E., 1913, Del verdadero camino del ejército cristiano y del sitio cierto de la batalla de las Navas de Tolosa, *Don Lope de Sosa*, n<sup>o</sup> 7 (julio 1913), 211-215.
- [5] Ibn Hudayl, 1977, *Gala de caballeros, blasón de paladines*, ed. Preparada por M<sup>a</sup> J. Viaguera, Madrid.
- [6] *Metals Handbook*, 9<sup>th</sup> Ed., 1985, vol. 9: Metallography and Microstructures, American Society for Metals, Metals Park, OH.