

9.4. LA TOMBA DEL GUERRER DE LLINARS (LLINARS DEL VALLÈS, VALLÈS ORIENTAL)

9.4.1. ASPECTES HISTORICOARQUEOLÒGICS

La Tomba del Guerrer fou descoberta l'any 1953 per uns afeccionats locals de Granollers que, dirigits per Josep Estrada, hagueren d'esperar a obres en la xarxa viària per poder excavar definitivament les restes. La troballa s'identificà en el terme de Llinars del Vallès, en el talús de la carretera entre Cardedeu i Dosrius, en la vessant on es troba la "Torrassa del Moro", indret d'interès geoestràtegic des d'època antiga.

La intervenció d'urgència singularitzà l'existència d'una tomba individual d'incineració, excavada directament en el sol i amb un important aixovar funerari d'acompanyament que envoltava l'urna cinerària (**fig. 53**), si bé no fou possible constatar si la citada resta era un enterrament aïllat o formava part d'una agrupació d'enterraments. El fet d'ésser un conjunt tancat inviolat ha permès un estudi acurat tan del ritual funerari com, i de forma principal, dels materials i les restes que en formaven part ³⁷¹.

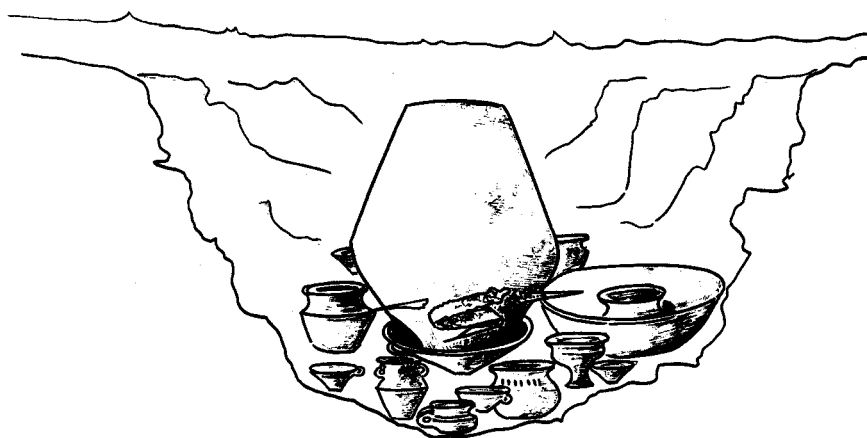


Fig. 53. Única imatge existent de la disposició de l'aixovar al voltant de l'urna cinerària invertida en l'interior del *loculus*, segons esquema dels excavadors (de Sanmartí, 1993, p. 19).

³⁷¹ SANMARTÍ, E. (1993). *Una tomba de guerrer de la primera edat del ferro trobada a Llinars del Vallès (Vallès Oriental, Barcelona)*, pp. 18-50.

La datació genèrica de la tomba es troba determinada per la combinació de datacions individuals, algunes d'elles precises, del conjunt metàl·lic i ceràmic, essent, alhora, de destacada importància l'absència de material ceràmic a torn, tècnica introduïda a partir de la influència dels colonitzadors. A diferència dels establiments d'habitació, amb un hiatus d'ocupació més o menys ampli, la cronologia de la tomba correspon, per la pròpia immediatesa de l'enterrament, a una cronologia concreta que l'investigador conclou en el primer quart del s. VI a.C., segons la datació de l'aixovar entre el 590 i el 580 a.C.³⁷²

Apart de les restes humanes incinerades, corresponents segons l'estudi antropològic a un individu adolescent³⁷³, i de l'aixovar ceràmic, format per vasos a mà i amb la presència d'acanalats, la singularitat de la tomba es troba definida a partir dels materials metàl·lics que, en bronze i ferro, presenten un complet aixovar ornamental i bèl·lic, característic de l'equipament sencer d'un guerrer d'alt nivell socioeconòmic. En bronze són presents anelles, cadenes, fermalls, fíbules i recipients de caire cultual, si bé en destaquen les restes de cnèmides o martingales, proteccions sota genoll de clara filiació grega, les quals faciliten una dada fonamental a l'hora d'aportar cronologies.

Les peces de ferro de l'aixovar són totes de caràcter bèl·lic, definint l'*status* i rol del difunt. Es tracta d'un conjunt de set objectes sencers i tres de fragmentats, molt possiblement corresponents a un lot d'armament compost per dues espases, tres dards amb algunes de les seves virolles de contrapès, essent un dels dards de tipus pesant³⁷⁴, i una llança, fet que assenyala un alt nivell social i econòmic del finat o el seu clan, que es podia permetre d'inutilitzar aquest armament en un acte funerari, o, contraposadament, un significat ritual vers la col·lectivitat encara incomprès. La tipologia de les espases atribuïda per l'investigador és la d'antenes³⁷⁵, si bé d'una només se'n conserva la fulla i de l'altra la fulla i la guarda, sense presència del pom; amb tot, les característiques de la part conservada les fan morfològicament paral·leles a

³⁷² SANMARTÍ, E. (1993) *Una tomba de...*, op.cit. 371, p. 50.

³⁷³ SANMARTÍ, E. (1993) *Una tomba de...*, op.cit. 371, pp. 56-58.

³⁷⁴ Tot i mancar el fragment de punta s'entén que forma part de la definició "*jabalina pesada con astil parcialmente férreo*" emprada talment com a arma llançable pesada i com a estoc, característiques que l'equiparen al posterior *pilum* romà.

QUESADA, F. (1999) *El armamento ibérico. Estudio tipológico, geográfico, funcional, social y simbólico de las armas en la cultura ibérica (s. VI-I a.C.)*, p. 326.

³⁷⁵ SANMARTÍ, E. (1993) *Una tomba de...*, op.cit. 371, pp. 46-47.

diversos exemplars catalans, pirinencs i peninsulars de semblant cronologia ³⁷⁶, possiblement amb major vinculació formal als exemplars languedocians ³⁷⁷. Altrament, els elements llancibles estudiats, genèricament llances, són tots ells d'emmanegament tubular per asta de fusta, presenten virolla també de ferro i mostren fulla triangular o de llorer amb nervadura central; a diferència de la tipologia anterior d'espasa, els seus paral·lelismes tipològics no defineixen un específic marc cronològic dins el context preromà.

³⁷⁶ QUESADA, F. (1999) *El armamento ibérico...*, op.cit. 374, pp. 178-203.

³⁷⁷ PONS, E.(1984) *L'Empordà a ...*, op.cit. 3, pp. 230-233.

9.4.2. INFORME DEL PROCEDIMENT ANALÍTIC REALITZAT

SELECCIÓ SOBRE EL CONJUNT MATERIAL

Del conjunt d'armes de ferro de l'aixovar de la tomba del guerrer de Llinars del Vallès, conservat al Museu de Granollers, s'han seleccionat diversos materials d'acord amb els criteris preestablerts, relatius a la funcionalitat i al supòsit de conservació de cos o colònies metàl·liques. Amb la necessitat museística de limitar al màxim l'afectació física sobre els materials, els objectes disponibles triats han estat els següents :

- 2054 (c.m. MDG5205): javelina.
- 2055 (c.m. MDG5209): espasa.
- 2056 (c.m. MDG5204): llança.
- 2057 (c.m. MDG5210): espasa.
- 2058 (c.m. MDG5203): javelina.
- 2059 (c.m. MDG5202): javelina.

EXTRACCIÓ I IDENTIFICACIÓ DE MOSTRES

Amb el propòsit d'evitar la major afectació possible a les peces d'anàlisi, s'extreuen les següents mostres o superfícies d'estudi, identificant-les amb els següents codis:

- PT/2054/1: tall transversal **A-B**. S'ha procedit a efectuar una única partició paral·lela a l'extrem fracturat de l'objecte (**diagrama d'extracció de mostres 2054, fig. 1**). La superfície estudiada correspon a la cara obtinguda del fragment separat (**d.e.m. 2054, fig. 2**).

- PT/2055/1: talls transversals **A-B** i **C-D**. S'han efectuat dos talls paral·lels entre ells i transversals a l'objecte per a obtenir la mostra corresponent (**d.e.m. 2055, fig. 1**). La superfície estudiada correspon a la cara del tall A-B (**d.e.m. 2055, fig. 3**).

- PT/2055/2: de la mostra PT/2055/1 (tall A-B) s'ha obtingut un tall transversal **E-F**, el qual correspondria a una partició longitudinal de l'objecte

2055 (**d.e.m. 2055, fig. 2**). La superfície estudiada correspon a la cara del nou tall (**d.e.m. 2055, fig. 4**).

- PT/2056/1: tall transversal **A-B**. S'ha efectuat una única partició paral·lela a l'extrem fracturat de l'objecte (**d.e.m. 2056, fig. 1**). La superfície estudiada correspon a la cara obtinguda del fragment separat (**d.e.m. 2056, fig. 2**).

- PT/2057/1: talls transversals **A-B** i **C-D**. S'han efectuat dos talls paral·lels entre ells i transversals a l'objecte per a obtenir la mostra corresponent (**d.e.m. 2057, fig. 1**). La superfície estudiada correspon a la cara de la partició A-B (**d.e.m. 2057, fig. 3**).

- PT/2057/2: de la mostra PT/2057/1 (tall A-B) s'ha obtingut un tall perpendicular a l'anterior **E-F**, el qual correspondria a una partició longitudinal de l'objecte 2057 (**d.e.m. 2057, fig. 2**). La superfície estudiada correspon a la cara del nou tall (**d.e.m. 2057, fig. 4**).

- PT/2058/1: tall transversal **A-B**. S'ha efectuat una única partició perpendicular a la llargària de l'objecte per separar la punta de l'estri (**d.e.m. 2058, fig. 1**). La superfície estudiada correspon a la cara obtinguda del fragment separat (**d.e.m. 2058, fig. 2**).

- PT/2059/1: talls transversals **A-B** i **C-D**. S'han efectuat dos talls paral·lels entre ells i transversals a l'objecte per a obtenir la mostra corresponent (**d.e.m. 2059, fig. 1**). La superfície estudiada correspon a la cara de la partició A-B (**d.e.m. 2059, fig. 3**).

- PT/2059/2: de la mostra PT/2057/1 (tall A-B) s'ha obtingut un tall transversal **E-F**, el qual correspondria a una partició longitudinal de l'objecte 2059 (**d.e.m. 2059, fig. 2**). La superfície estudiada correspon a la cara del nou tall (**d.e.m. 2059, fig. 4**).

OBSERVACIÓ MICROSCÒPICA

- PT/2054/1.

La mostra obtinguda presenta una molt avançada mineralització, amb estructura colomorfa interna i nombroses partícules externes adherides a la seva superfície. Hi són visibles múltiples escletxes, algunes en vies

d'eixamplament a partir de la superfície de la peça, on el contacte amb el medi exterior oxidant ha provocat un procés degeneratiu del metall al penetrar fins el seu nucli. No s'ha identificat cap resta de partícules metàl·liques o quasi metàl·liques; tot i així, semblen identificar-se relíquies de possibles cadenes de carburs assenyalant límits de gra ferrític poligonal de grandària variable (**fotog. 1**). Aquestes marques serien les empremtes dels carburs desapareguts, produïdes per la major duresa i resistència dels carburs a l'oxidació, i que, en el moment de polir la mostra, han estat arrencats deixant l'empremta de la seva presència sobre la matriu d'òxid.

- PT/2055/1.

Mostra molt mineralitzada que únicament conserva una ànima metàl·lica en forma de llenca localitzada en una limitada àrea de la secció. La zona oxidada presenta una estructura colomorfa amb possibles límits de bandes o làmines, per on ha penetrat el procés degradador.

L'estudi microscòpic de la zona metàl·lica presenta la possible existència de dues làmines metàl·liques soldades, amb una unió on restarien algunes inclusions de possible origen escoriaci (**fotog. 1**). La microestructura metàl·lica de la primera làmina presenta poques inclusions, sempre orientades en el sentit perpendicular al suposat martelleig a que ha estat sotmès el material durant la seva conformació; és del tipus ferriticoperlític, on el contingut de carboni és lleument variable, amb una tendència de progressió creixent cap a la zona de major gruix de la peça. El gra és de grandària heterogènia i la perlita està formada per làmines molt fines de cementita (**fotog. 2**). A l'altra costat de la possible línia de soldadura, és primer visible una zona de descarburació a la que segueix una microestructura amb un augment progressiu de carboni. Són apreciables àrees amb continguts de carboni propers a l'eutectoide, on la disposició de la ferrita segueix el model Widmanstätten (**fotog. 3**), al ser pressionada pels grans perlítics. A continuació s'observa un canvi en l'estructura al passar, aquesta, d'hipoeutectoide amb un contingut mínim de carboni del 0.3% a ser gairebé ferrítica a la part superior, observant-se en aquesta zona diverses inclusions allargassades (**fotog. 4**). Això

s'evidencia a l'extrem més prim de l'ànima metàl·lica conservada, on es pot observar una microestructura hipoeutectoide de 0.1-0.2 % de C (**fotog. 5**).

Amb posterioritat a l'observació microscòpica es realitzaren microdureses ³⁷⁸ (**d.e.m. 2055, fig. 5**), de les quals s'obtingueren valors oscil·lants entre els 288 HV, màxima a l'àrea més carburada, i 199 HV a la zona de menys carburació.

- PT/2055/2.

Tall transversal de la mostra anterior, permet apreciar amb major claredat les diferents inclusions contingudes en la matriu metàl·lica, que han estat estudiades per microanàlisi. En la matriu metàl·lica d'estructura ferriticoperlítica els grans perlítics alternen cementita laminar i globular (**fotog. 1**), i s'hi observen diverses inclusions que mostren una morfologia diferent a les estudiades fins el moment (**fotog. 3**). Es tracta d'inclusions on s'observen cristalls aparentment de diferent naturalesa (**fotog. 2**). Per a identificar-los, s'ha procedit a realitzar un anàlisi puntual quantitatiu dels elements que els componen, afegint, alhora, una presentació dels mateixos en forma d'espectre individual. De les dades resultants obtingudes, es pot deduir el següent:

- els cristalls blancs correspondrien als espinells anomenats herzynita ($\text{Fe}^{+2}\text{Al}_2\text{O}_4$ amb substitució d'ions de ferro per ions de titani) (**fig. 54**).
- els cristalls grisos poden ser de fosfat càlcic (**fig. 55**),
- el fons, de color més fosc, està format per cristalls polièdrics de silicoaluminat de calci i potasi (**fig. 56**).

Element	Contingut en percentatge
Fe	69,50 %
Al	18,48 %
Ti	12,02 %
TOTAL	100 %

Figura 54. Quantitatiu de l'espinell herzynita identificat a la mostra 2055/2. Correspon al valor promig dels 5 anàlisis. Característiques d'anàlisi: 20,00 kV, detecció d'elements lleugers a partir del bor (B), marge d'error total 1,14% (l'oxigen no s'ha comptabilitzat).

³⁷⁸ Microduròmetre AKASHI MVK-HO, unitat HV (*Vickers Hardness*), constants 15 seg/100 g.

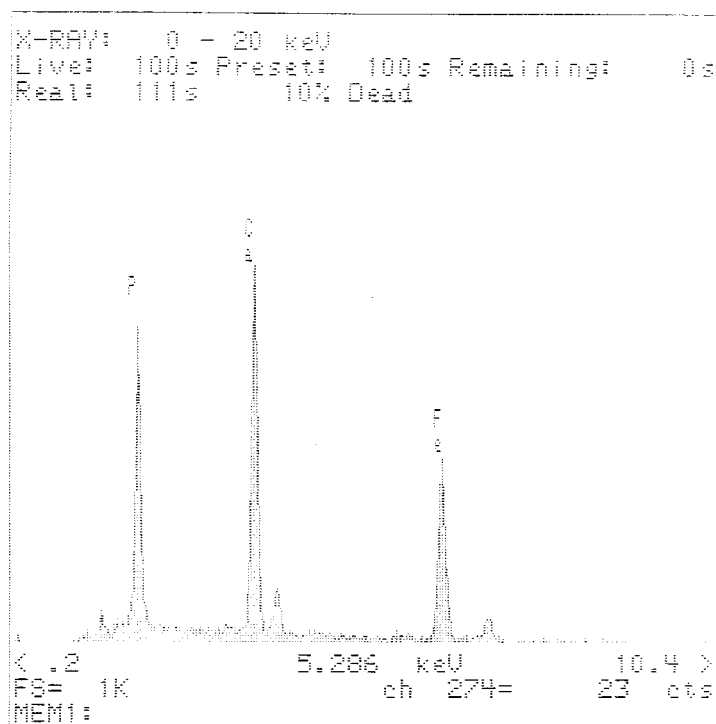


Figura 55. Espectre qualitatiu dels elements químics d'un cristall en una inclusió de la mostra 2055/2.

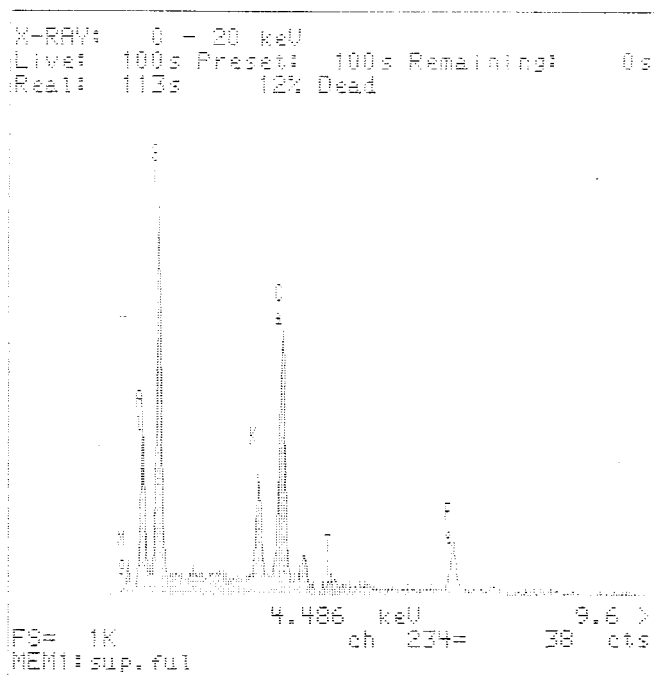


Figura 56. Espectre qualitatiu dels elements químics del fons, aparentment vitri, en una inclusió de la mostra 2055/2.

Sobre una d'aquestes inclusions clarament diferenciada s'ha realitzat un *mapping*³⁷⁹ dels elements presents (Fe, Ca, Si, P, Al, Ti), que ha permès localitzar les zones de concentració de cadascun d'aquests (**fotog. 4 - 10**).

Feta una microanàlisi a finestra oberta global d'una petita inclusió de la mostral, s'observa la presència de manganès i l'absència de fòsfor, fet indicatiu de la diferent naturalesa de les inclusions.

- PT/2056/1.

Mostra molt mineralitzada que conserva una àrea central de matriu metàl·lica, envoltada per tota la resta de matriu oxidada. L' àrea d'oxidació presenta la clàssica estructura colomorfa, on són observables empremtes de carburs en els límits de possibles grans ferrítics (**fotog. 1, fotog. 2**).

La microestructura metàl·lica es troba força neta d'inclusions i mostra grans poligonals, de grandària mitja força homogènia, no deformats per l'acció del martelleig. El gra és majoritàriament ferrític (**fotog. 3**) amb minses mostres de cementita intergranular (**fotog. 4**), si bé existeix una zona de major heterogeneïtat en percentatge de carboni, delimitant una àrea de microestructura hipoeutectoide (aprox. 0.2 % C) amb grans de mida molt petita (**fotog. 5**). Els gran perlítics estan formats per cementita laminar i es localitzen entre els grans ferrítics (**fotog. 6**).

- PT/2057/1.

Mostra que conserva una bona part d'àrea metàl·lica envoltada d'una zona mineralitzada formada per una estructura colomorfa, molt similar a la resta de materials d'igual procedència, amb vies de penetració de l'oxidació cap al nucli de l'objecte. La matriu metàl·lica presenta una estructura heterogènia en distribució de carboni i en grandària de gra, el qual en aquesta secció no es veu deformat; s'observa una banda central en forma de làmina longitudinal a la peça, formada per un gra molt petit d'estructura ferríticoperlítica (0.2 - 0.3 % C) (**fotog. 1**), essent flanquejada per dues zones totalment ferrítiques que es

³⁷⁹ Microanàlisi realitzat amb l'analitzador LINK ANALYTICAL LZ-5 que permet visualitzar la distribució superficial dels elements components de les diverses estructures. La concentració de l'element es visualitza a través de l'agrupament del color blanc:

- les àrees més blanques corresponen a la major densitat de l'element,
- les àrees més negres corresponen a l'absència de l'element.

caracteritzen per un gra poligonal de molt major grandària que el hipoeutectoide al qual voregen (**fotog. 2, fotog. 3, fotog. 4**). Les microdureses efectuades³⁸⁰ (**d.e.m. 2057, fig. 4**) mostraren valors d'entre 232 i 213 HV a les àrees de major carburació.

Dins la matriu metàl·lica es troben nombroses inclusions formades per silicats, algunes d'elles d'aparença vítria de les que s'ha realitzat l'anàlisi d'elements (**fig. 57**). Estan disposades longitudinalment i en secció, però sempre denoten l'acció perpendicular del martelleig (**fotog. 5**).

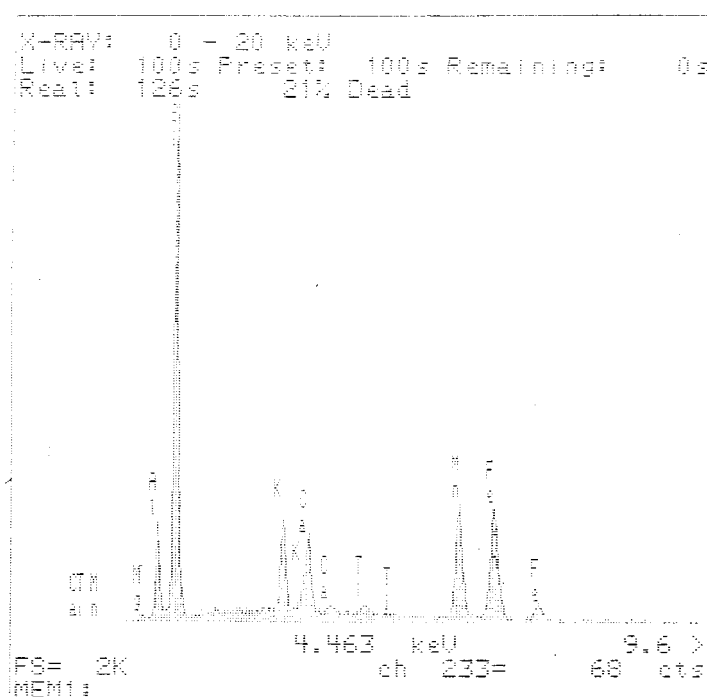


Fig. 57. Espectre qualitatiu dels elements químics d'una inclusió de la mostra 2057/1.

- PT/2057/2.

Tall transversal de la mostra anterior, i longitudinal respecte a la peça, en la qual s'aprecien longitudinalment les múltiples inclusions que conté la matriu metàl·lica en els dos sentits de l'objecte. Presenta igual disposició microstructural, una àrea de gra molt petit hipoeutectoide i dues zones perimetrals amb gra ferrític poligonal (**fotog. 1**) i de major grandària. La major de les inclusions, ubicada longitudinalment en el centre de la peça, no separa

³⁸⁰ Op.cit. nota 378

estructures diverses, ben al contrari, es troba entre la zona de gra més petit ferriticoperlític (**fotog. 2**).

- PT/2058/1.

Mostra que conserva una petita ànima metàl·lica, ja que la mineralització ha penetrat des de la superfície fins ben a prop del nucli de la peça. Sobre determinades zones de l'estructura colomorfa que caracteritza a l'àrea oxidada, semblen apreciar-se diferents empremtes de possibles carburs vorejant antics grans ferrítics.

L'àrea metàl·lica es troba bruta d'inclusions, algunes d'elles d'aparença vítria, ubicades en sentit transversal i longitudinal a la secció observada, si bé totes es mostren aplanades per l'acció perpendicular del martelleig. La matriu metàl·lica presenta una important diferència microestructural en quan a heterogeneïtat en percentatge de carboni i de grandària de gra. En la secció transversal de la peça, que correspondria a la perpendicular respecte el sentit lògic de martelleig, són identificables tres estructures diferents:

- una primera ferrítica de gra poligonal de força grandària (**fotog. 1**);
- tot seguit, i sense cap àrea evident de progressiva transformació, es troba una fina banda hipoeutectoide (0.3 - 0.4 %C) de gra amb grandària mitja (**fotog. 2**);
- a aquesta zona ferriticoperlítica es juxtaposa una microestructura de gra molt més petit i de molta més carburació (**fotog. 3**) que progressa fins a tenir l'estructura de l'eutectoide (**fotog. 4**).

A les zones de major carburació s'aprecia una perlita molt fina, on la cementita es presenta tan en disposició laminar com globular (**fotog. 5**), la qual, en determinats límits de gra perlític, presenta cementita intergranular (**fotog. 6**); aquestes parcel·les d'estructura hipereutectoide mostren la cementita fragmentada, possiblement per l'acció del martelleig.

A causa de les diferències microestructurals de la mostra, s'han efectuat microdureses per confirmar les estructures identificades visualment (**d.e.m. 2058, fig. 3**). Els valors assolits ³⁸¹ arriben de 139 a 172 HV en la zona menys carburada, entre 232 i 254 HV a la zona ferriticoperlítica i valors de 294 a 309

³⁸¹ Op.cit. nota 378

HV a l'eutectoide, amb puntes de 322 i 383 HV en les àrees de major carburació.

- PT/2059/1.

Mostra en la qual s'observa una prima llenca metàl·lica, longitudinal a la peça, com a única ànima de metall entre la mineralització que, deformant la superfície, ha penetrat des de la superfície per l'efecte oxidant mediambiental. L'àrea oxidada mostra bandes colomorfes entre les quals no s'aprecia rastre o relíquia de la microestructura metàl·lica anterior, ja totalment desapareguda.

A diferència de mostres precedents del mateix conjunt, PT/2059/1 presenta una microestructura bastant homogènia en quan a contingut de carboni, caracteritzada per ésser hipoeutectoide amb molt baix percentatge de carboni (**fotog. 1**), amb zones gairebé ferrítiques i altres que no superen el 0.1 % C, amb cadenes de carbur o petits grans perlítics en el límit de gra ferrític (**fotog. 2**). La grandària d'aquest presenta una certa heterogeneïtat i en zones apareix poligonal i en d'altres deformats. Són molt freqüents les inclusions, principalment en aquest tall vist en secció (el que correspondria a longitudinals per a la peça), aplanades per l'acció perpendicular del martelleig.

- PT/2059/2.

Tall perpendicular de la mostra anterior, mostra la mateixa microestructura ferriticoperlítica, si bé s'aprecien zones més clarament ferrítiques (**fotog. 1**). Les inclusions, que abans es veien en forma de punts i embrutant la mostra, s'aprecien longitudinalment, essent totes elles de petita grandària i, en algun cas, possiblement vítria.

INTERPRETACIÓ

- PT/2054/1.

La total mineralització de la mostra i de la totalitat de l'objecte impedeix extreure'n conclusions sobre el seu procés de treball. Les empremtes de carburs marcant límits de gra ferrític com a únic índex microestructural i d'elaboració assenyalariaien un objecte fet a partir d'un únic bloc de metall

ferrític o de molt baix contingut en carboni. Altrament, la poligonalitat del gra ferrític també significaria o que l'arma es conformà en calent, per sobre la temperatura de recristal·lització, o que, acabat el treball mecànic, es tornà a escalfar també pujant a A_3 , per fer desaparèixer la deformació del gra produïda pel martelleig realitzat a temperatures més baixes.

Hem de suposar, amb aquestes mínimes dades, que es tractava d'una arma d'escassa qualitat metal·lúrgica, sense els especials atributs de duresa i ductilitat necessaris per la seva funció.

- PT/2055/1-2.

Tot i no poder identificar evidents línies de soldadura, potser a causa de la perícia de l'artesà, sembla que la peça 2055 fou conformada a partir de la unió de fines làmines amb diferent percentatge de carburació. Les mostres estudiades semblen apreciar la existència de, com a mínim, dues làmines que per l'acció del martelleig s'aplanaren i donaren forma a l'objecte. Per les característiques de la matriu oxidada exterior, és possible que les làmines foren tres i es produís una alternança, hipoeutectoide de baix percentatge de C - gairebé eutectoide - hipoeutectoide de baix percentatge de C, el que originaria una espasa amb qualitats de ductilitat exterior i duresa al nervi central; només disposem, però, de les dues darreres làmines. Algunes de les inclusions que pogueren formar part de la línia de soldadura són formades per òxids de ferro produïts pel contacte del metall a alta temperatura amb l'oxigen ambiental, fet que, alhora, ha retingut oxigen i ha provocat, junt amb la temperatura necessària per a realitzar el treball, la descarburació superficial de les làmines a unir.

La microestructura individual de les làmines mostra heterogeneïtat de distribució de carboni i de grandària de gra, el que s'explica a través de la diferència de condicions de carburació i temperatura a les quals fou sotmesa la massa de Fe dins el forn. Aquest fet no impossibilitaria que totes les làmines provinueren de la mateixa massa, ja que es podria tractar de parts clarament diferenciades, i identificades pel ferrer a través dels atributs de color i duresa, que es separaren intencionadament.

Apart del tractament tèrmic i mecànic emprat per soldar les làmines, ho hi han evidències clares d'altres tractaments posteriors, ja que la conformació de l'objecte es realitzà per sobre la temperatura de recristal·lització per corregir la deformació de la microestructura. Tot i així, i sense dades empíriques que ho demostrin a causa de la mineralització perimetral de l'objecte, és possible que la seva cara superficial estigués cementada per oferir un tall més dur a l'estri.

Majoritàriament, les inclusions presents es deriven del poc acurat procediment de cinglatge i forja, quan no s'expulsaren la totalitat de les escòries del material. D'aquest origen són les inclusions analitzades i que presenten diversitat de components; d'una banda, els espinells de ferro-alumini-titani (l'herzinita) demostren una molt alta temperatura assolida, com a mínim en un indret del forn i que afectà una determinada àrea del masser; els silicats de calci-potasi foren les habituals restes escoriàcies del procés de reducció, i el fosfat càlcic, resultant de la reacció entre el eutòxid de difòsfor i l'òxid càlcic, que desfosforava el masser, també podria indicar la probable utilització de restes òssies (potser de forma intencionada o simplement deixalles) entremig del carbó vegetal emprat.

- PT/2056/1.

Mostra corresponent a un objecte que, per les dades disponibles, fou elaborat a partir d'un únic fragment de masser de molt limitada carburació, si bé l'heterogeneïtat de la distribució del carboni provocà l'existència d'una parcel·la de la microestructura ferriticoperlítica de més contingut de carboni.

Sense indicis de tractaments superficials específics, cal recalcar la diferència de grandària de gra que s'observa en la zona acerada de més contingut de C; alhora, la manca de deformació del gra en l'únic tall disponible, podria indicar que el treball de martelleig del ferrer s'efectuà en calent, per sobre de la temperatura de recristal·lització. El resultat fou una peça de limitades qualitats mecàniques, reveladores d'un procediment inadequat o d'una manca de coneixements o habilitat tècnica per part del ferrer.

- PT/2057/1-2.

Mostra de microestructura heterogènia per distribució de carboni i grandària de gra. La distribució ben diferenciada d'aquestes característiques permet observar un nucli acerat, si bé en baix percentatge (0.2 - 0.3 % C), i unes capes exteriors de ferrita. No es manté cap rastre de cementació externa, ja que els hipotètics tractaments superficials s'haurien perdut per conseqüència de la mineralització de l'objecte. La microestructura metàl·lica és plena d'inclusions, fet que revela un limitat treball de cinglatge en la neteja de les escòries del procés inicial de purificat del maser que donà origen a la peça; alhora, i tal com fa suposar la tipologia de l'estri, el treball de forja fou considerable, ja que deformà i aplanà totes les inclusions del metall però no les aconseguí expulsar, evidenciant que aquest martelleig fou insuficient en temperatura assolida i pressió exercida.

L'esmentat treball mecànic es produí en calent, per sobre la temperatura de recristal·lització, fet que evità el deixar rastres de deformació sobre el gra metàl·lic.

La major grandària del gra ferrític perimetral pot estar motivada per l'escalfament de la peça que, alhora, descarburà la zona superficial. Alhora, aquestes diferències microestructurals evidents de la mostra també podrien deures a la seva conformació a partir de làmines unides per forja en calent, però no s'ha pogut identificar cap línia de soldadura que ho demostrï. La zona interna posseeix un gra molt petit, indicatiu d'haver superat lleument el límit tèrmic d'austenització; les seves "bandes" perimetrals disposen d'un gra de molt més grandària. Al estar ben diferenciades les diferents microestructures, sembla factible pensar que la peça es manufacturà a partir de diverses làmines diferents, que es soldaren en calent amb un insistent treball de forja que eliminà, com a mínim a l'àrea estudiada, les línies de soldadura. Tot i l'esforç en la conformació de la peça i la bona intenció de dotar-la amb un nervi més dur, s'empraren fragments de maser poc purificats, amb nombroses inclusions que feren perdre propietats mecàniques a l'objecte.

- PT/2058/1.

La mostra presenta una peça en avançat estat de mineralització. La zona que conserva la matriu original de la peça és força limitada en relació a la total àrea

de la mostra, fet que implica la parcial representativitat de les microstructures que es puguin identificar. Ja que l'àrea metàl·lica es troba al centre de la peça, i, per tant, no pot haver sofert una descarburació producte de la temperatura i l'oxidació ambiental, és versemblant una doble hipòtesi:

- o es partí d'un únic bloc prèviament conformat amb làmines,
- o l'objecte es conformà a partir de diferents làmines de metall les quals, per l'acció del martelleig en calent, es soldaren.

Només corresponents al petit fragment metàl·lic conservat, podem identificar tres làmines clarament diferenciades per percentatge de carboni i grandària de gra: una làmina ferrítica, una d'hipoeutectoide i una d'eutectoide. No s'aprecia amb claredat les dues línies de soldadura que delimiten les làmines, però es veu una descarburació a la zona de contacte entre l'hipoeutectoide i l'eutectoide.

Aquestes característiques ens fan suposar que l'estri es configurà a partir de la superposició de làmines de metall, provinents de porcions de maser, o masers, diferents. Per a soldar la suma de làmines, es procedí a un insistent martellatge que fragmentà la cementita intergranular de les àrees que arriben a l'hipereutectoide; cal incidir en el fet de que aquesta acció de forja en la conformació únicament s'aprecia en la citada cementita i amb les inclusions, no en el gra, fet que indicaria que el treball final s'efectuà en calent, per sobre la temperatura de recristal·lització del gra (més de 500° c.).

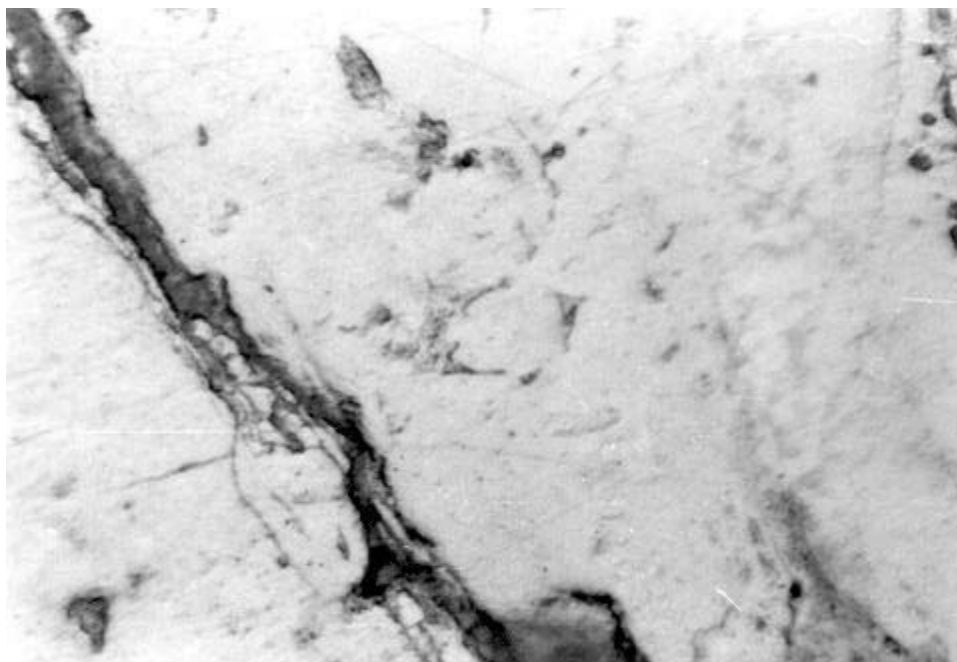
Les característiques metalogràfiques de l'objecte ens fan creure en una intenció, per part del ferrer, de crear un estri de bones qualitats mecàniques a partir de l'alternància de diferents làmines de ferro i acer. Tot i afirmar la perícia de l'artesà en les soldadures, que no podem identificar en claredat, desconeixem el resultat final en l'estri, a causa de l'amplia zona que ha estat afectada per la mineralització.

PT/2059/1-2.

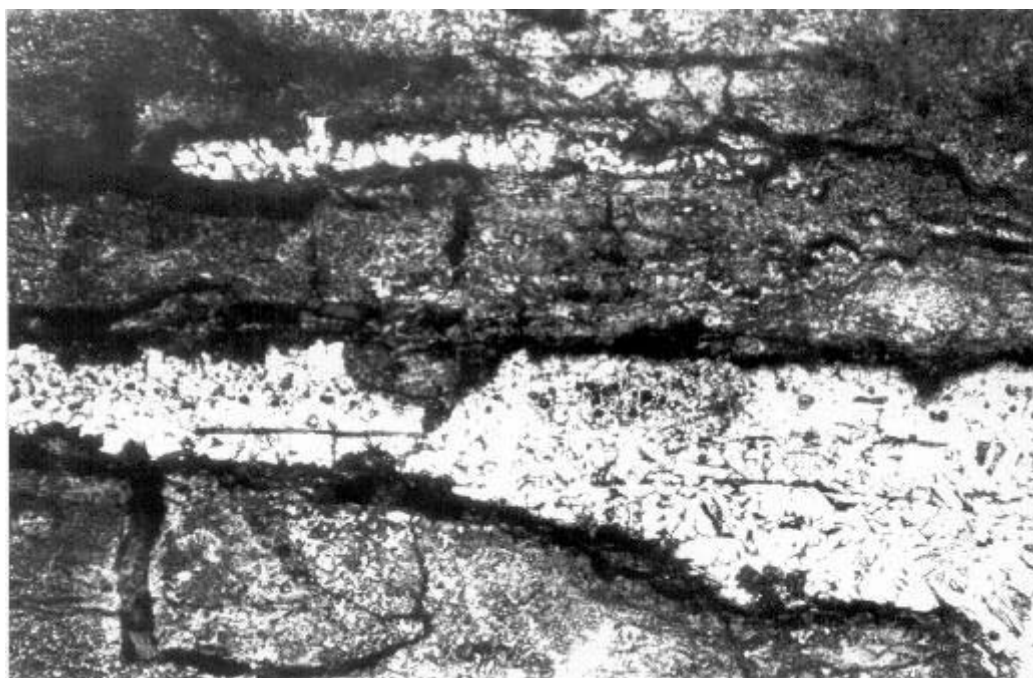
Les mostres de 2059 demostren que l'objecte, o com a mínim la part estudiada, fou conformada a partir d'un únic fragment de maser que fou treballat mecànicament en calent. La porció de metall triada era lleument carburada, amb àrees de ferrítiques i d'altres d'acer molt dolç, i havia rebut un

procés de cinglatge i forja no suficientment acurat, ja que no havia pogut desfer-se de part de les escòries d'origen. Tot i la recristal·lització, que suposà la reordenació del gra metàl·lic durant el procés de forja i conformació, les diferències de grandària de gra fan suposar que s'ha produït un creixement de gra en funció de la temperatura i de l'estat estructural inicial. La manca de control del procés tèrmic ha provocat aquesta modificació del grau de deformació previ.

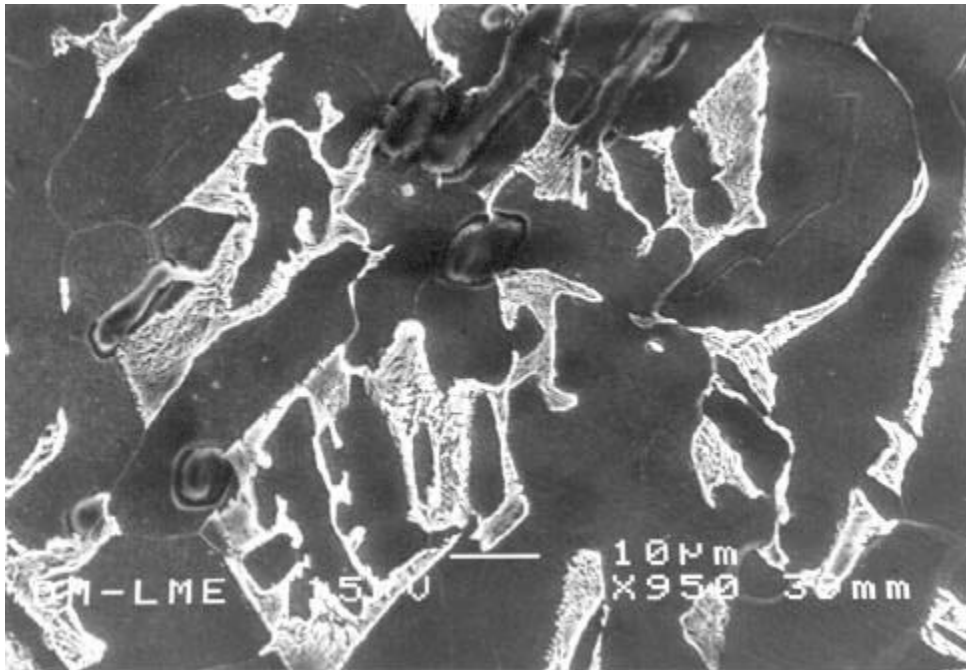
Les diferències en la mida durant la formació de gra, el gran nombre d'inclusions i, sobretot, la manca de carburació provocaren que l'objecte no tingués bones qualitats mecàniques. Desconeixent les microstructures més superficials de la peça, ja mineralitzades, hem de considerar que el dard posseïa unes característiques de ductilitat poc adients per a la seva funció bèl·lica.



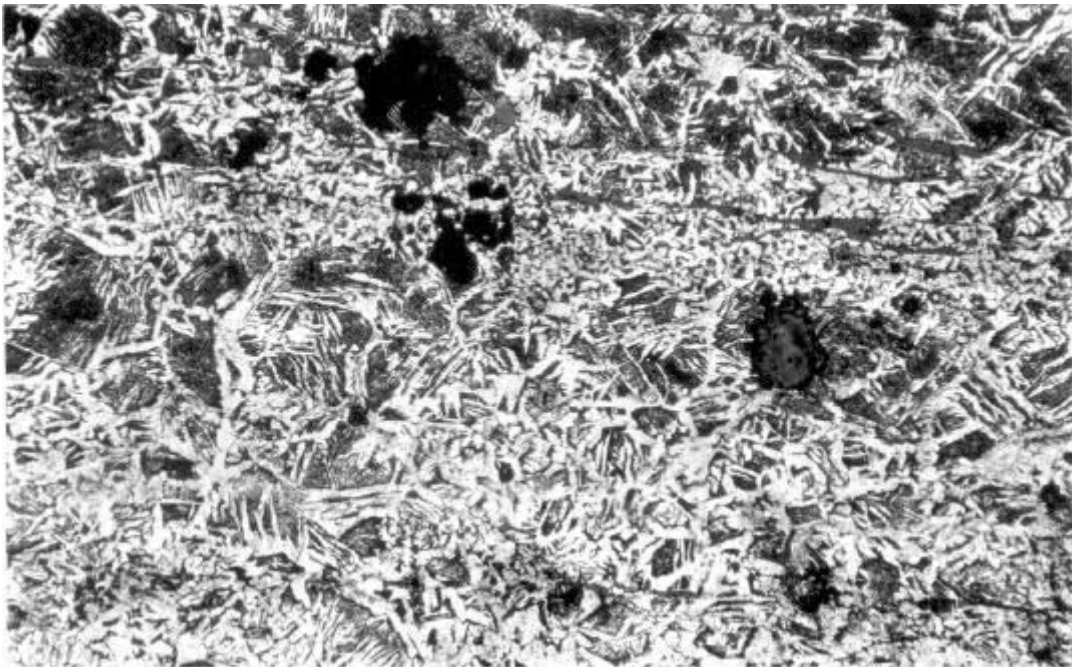
PT/2054/1. Fotografia 1. Imatge de la matriu mineralitzada de la mostra, amb empremta de relíquia de carbur perimetral al gra ferrític i fissura de penetració d'òxids (x 300 augm.).



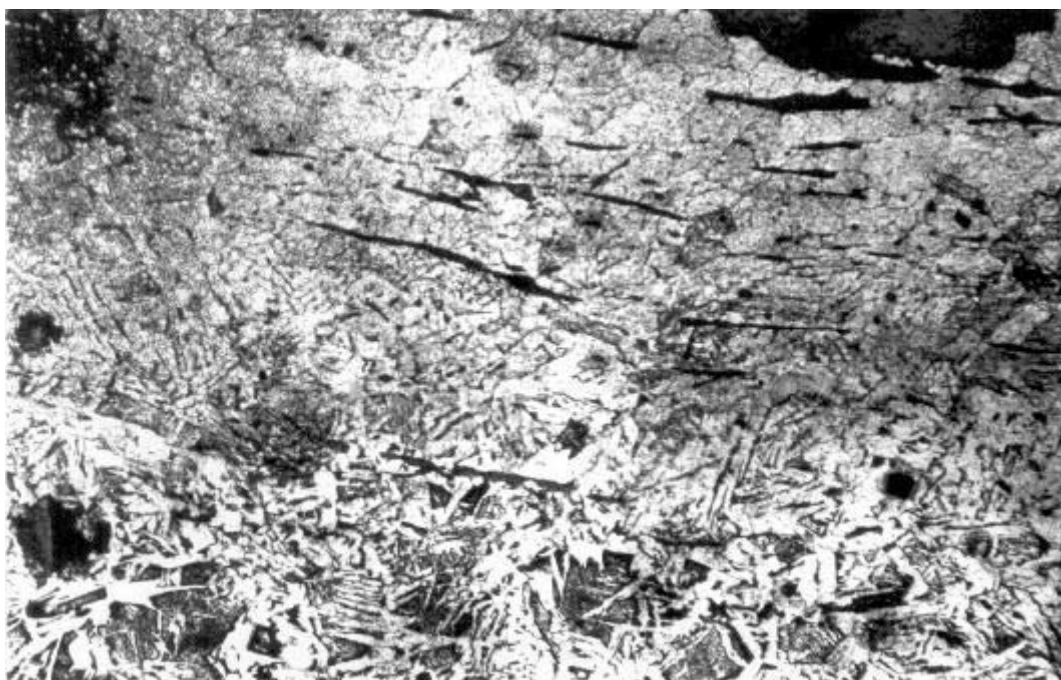
PT/2055/1. Fotografia 1. Microestructura ferriticoperlítica on són visibles línies d'inclusions com a possibles fronts de soldadura (x 125 augm.).



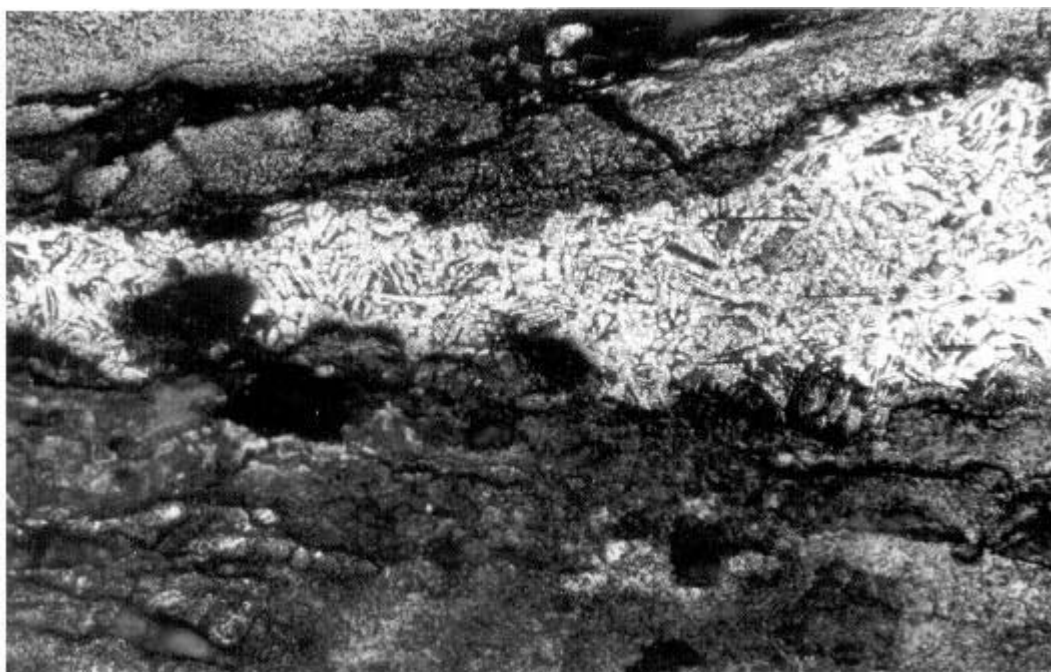
PT/2055/1. **Fotografia 2.** Microestructura ferríticoperlítica (0.2-0.3 % C) amb grans perlítics de cementita laminar (x 950 augm.).



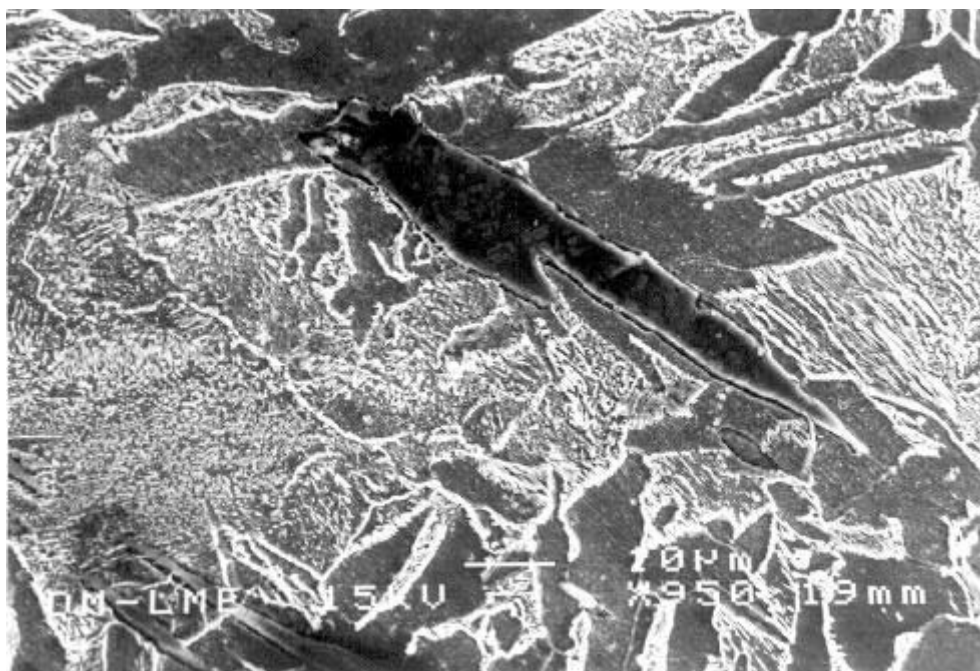
PT/2055/1. **Fotografia 2.** Imatge de microestructura ferríticoperlítica amb disposició de gra ferrític tipus Widmanstätten (x 125 augm.).



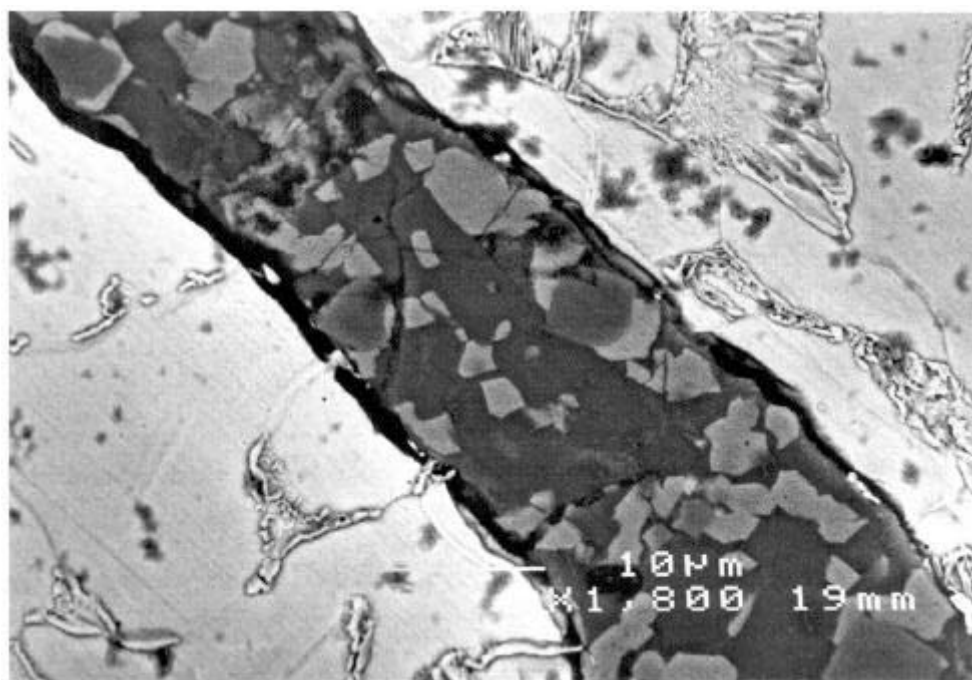
PT/2055/1. Fotografia 3. Imatge de zona de canvi microestructural, de ferriticoperlític a gairebé ferrític (x 125 augm).



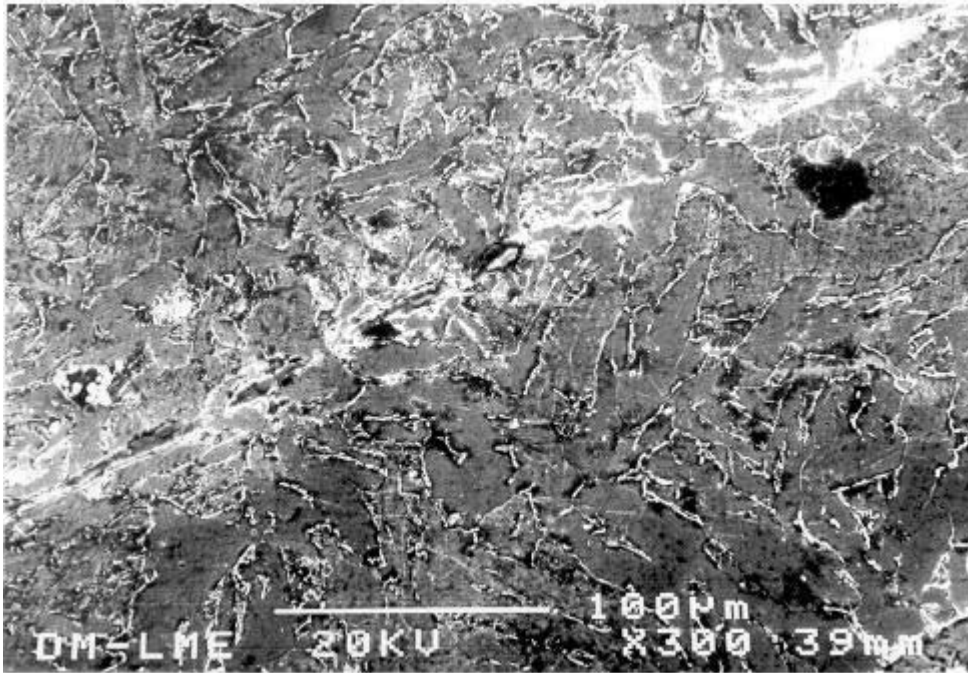
PT/2055/1. Fotografia 4. Microestructura ferriticoperlítica de molt baix contingut en carboni (0.1-0.2% C) (x 125 augm.).



PT/2055/2. Fotografia 1. Imatge d'inclusió envoltada de grans ferrítics i grans perlítics amb cementita laminar i globular (x 950 augm.).



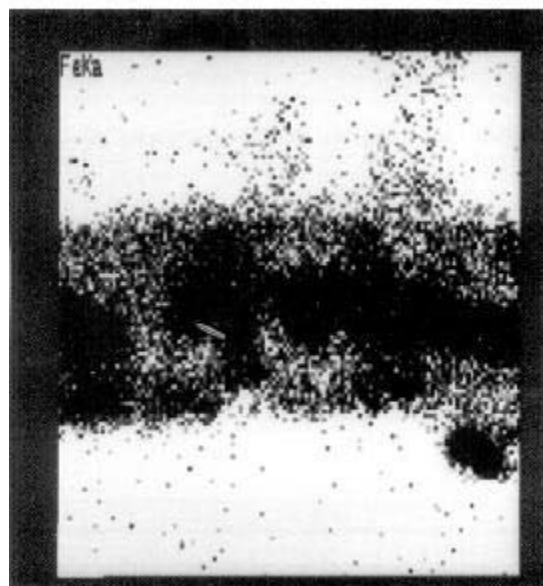
PT/2055/2. Fotografia 2. Imatge d'inclusió en la matriu metàl·lica ferríticoperlítica. S'observen els diversos cristalls dels quals n'és formada (x 1800 augm.).



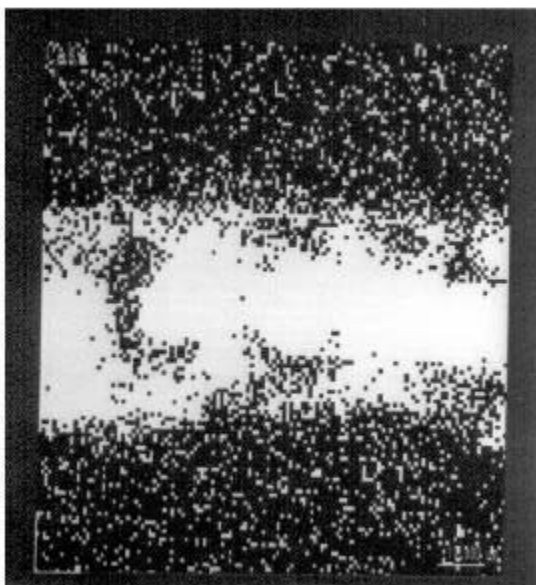
PT/2055/2. Fotografia 3. Inclusions sobre matriu ferriticoperlítica marcant una possible línia de soldadura (x 300 augm.)



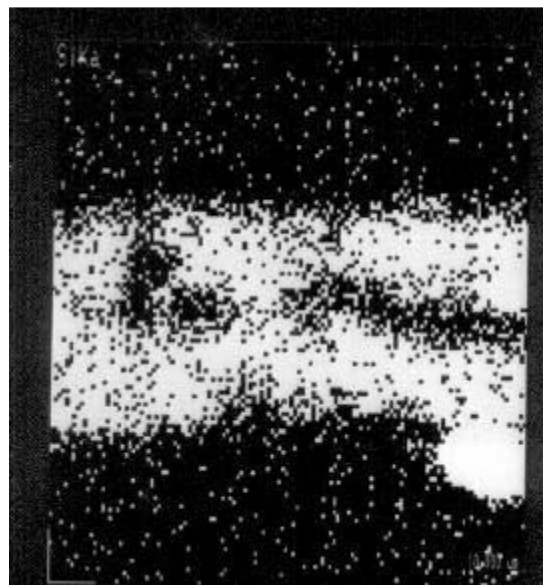
PT/2055/2. Fotografia 4. Imatge dels cristalls d'una inclusió (x 2000 augm).



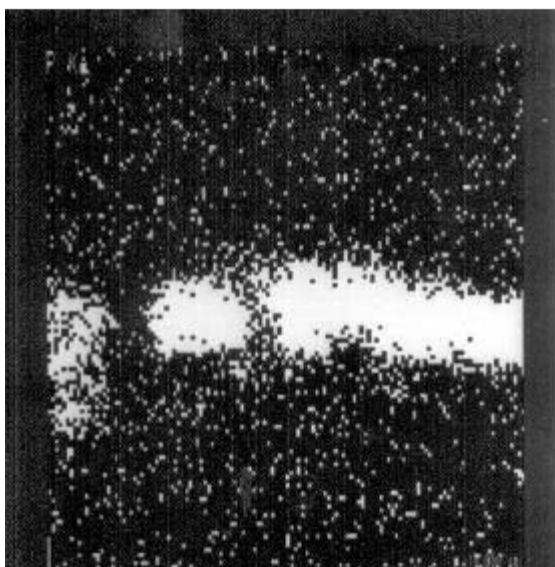
PT/2055/2. Fotog. 5. Concentració de l'element ferro (Fe).



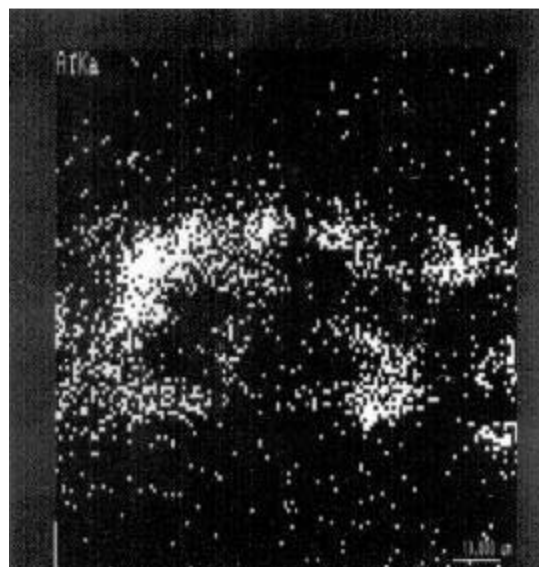
PT/2055/2. Fotog. 6. Concentració de l'element calci (Ca).



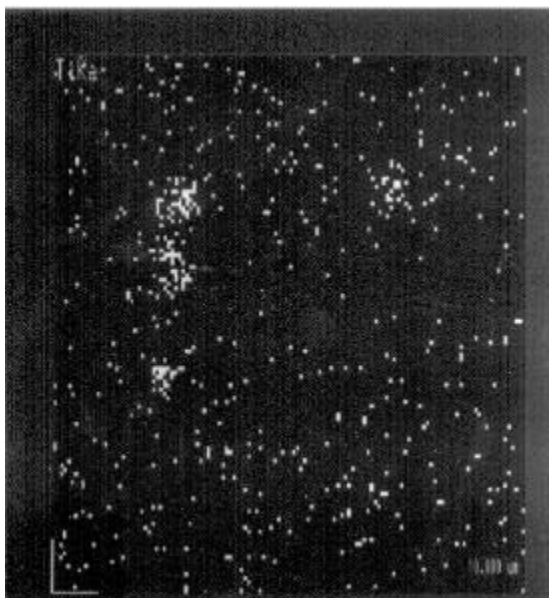
PT/2055/2. Fotog. 7. Concentració de l'element silici (Si).



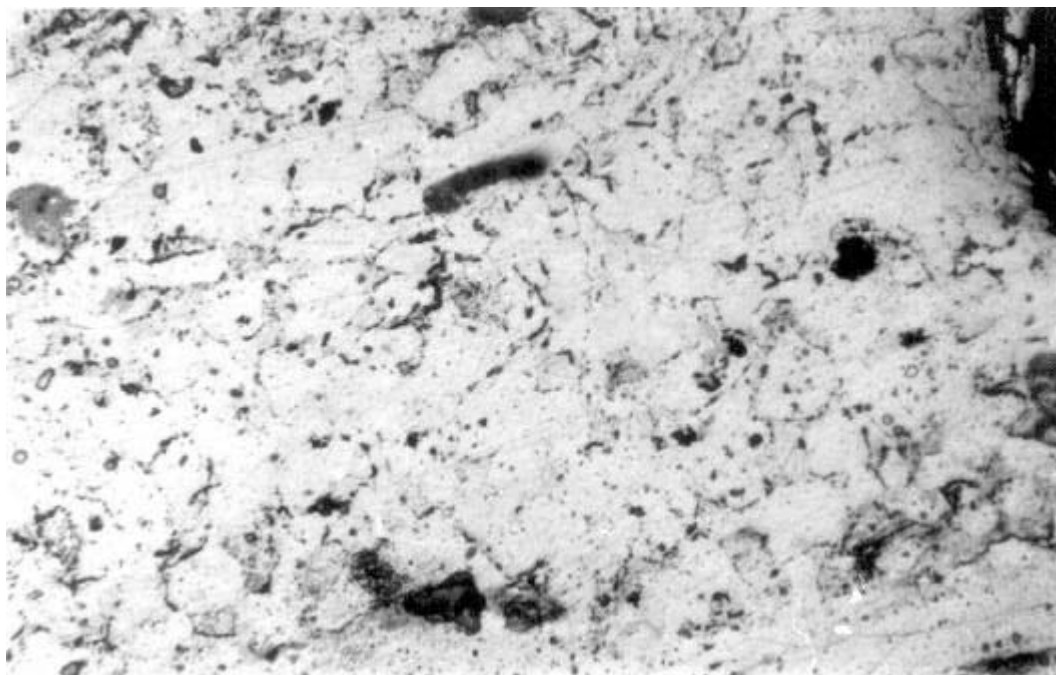
PT/2055/2. Fotog. 8. Concentració de l'element fòsfor (P).



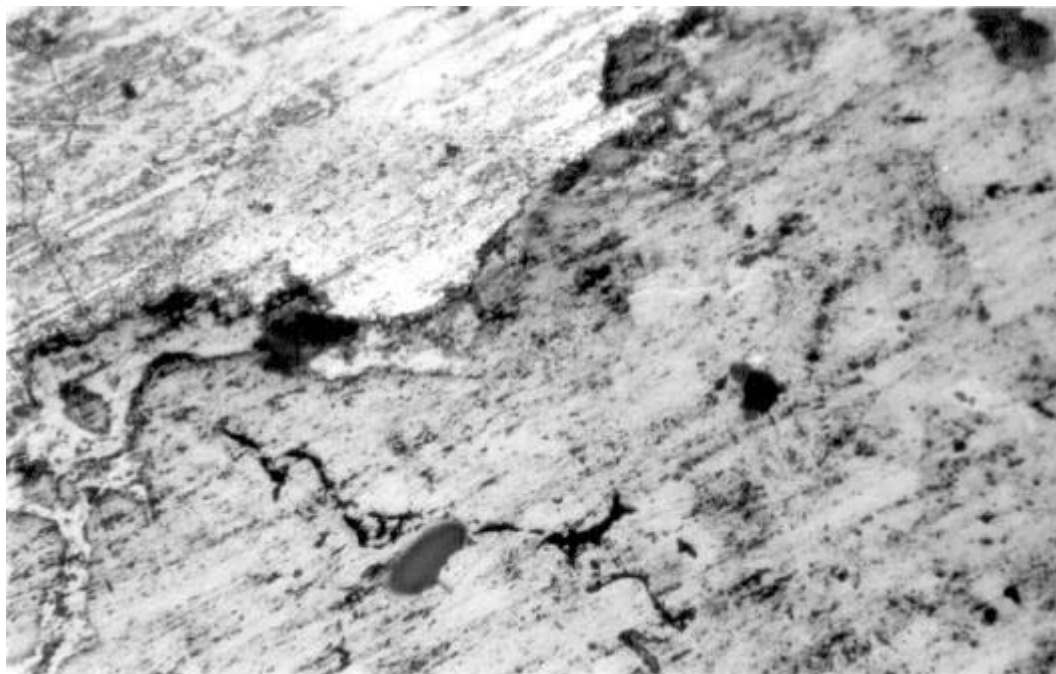
PT/2055/2. Fotog. 9. Concentració de l'element alumini (Al).



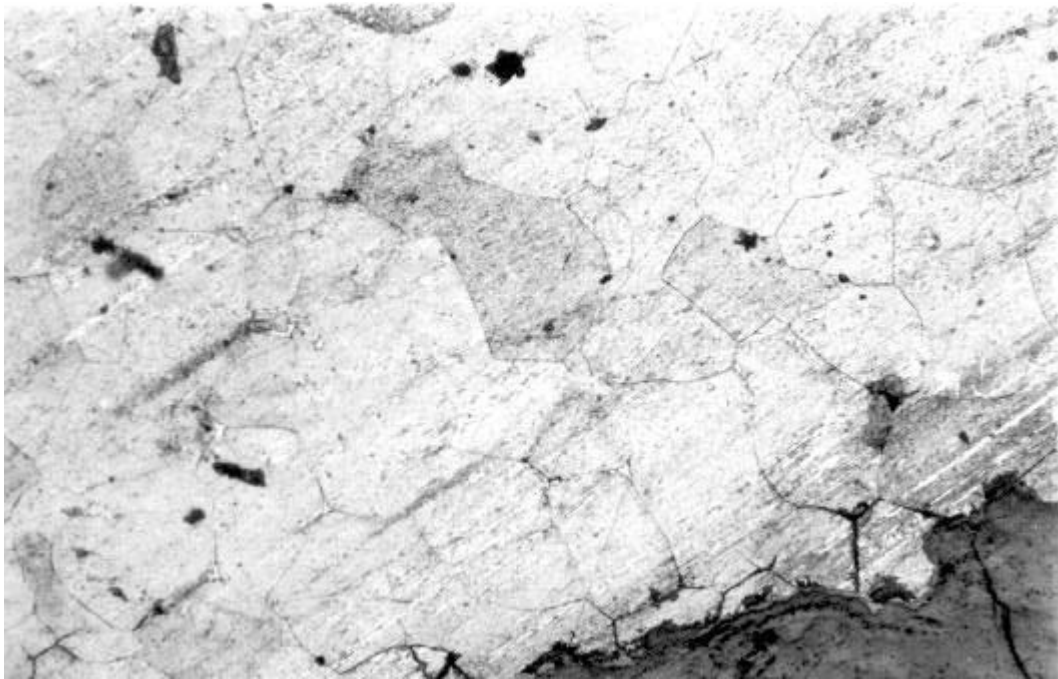
PT/2055/2. Fotog. 10. Concentració de l'element titani (Ti).



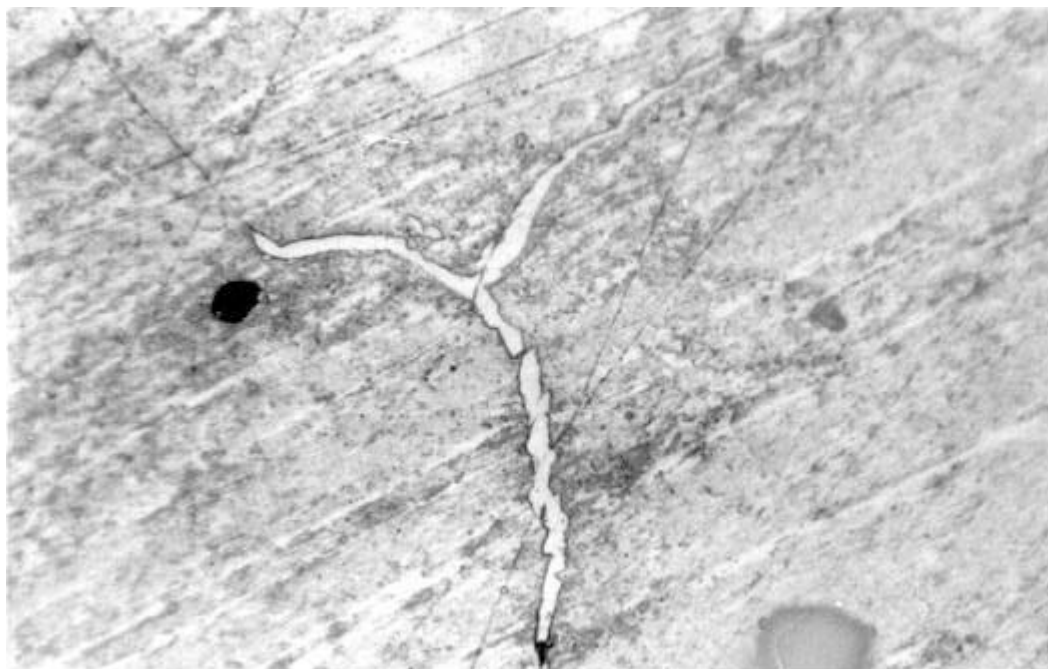
PT/2056/1. Fotografia 1. Matriu oxidada amb restes d'empremtes de carburs delimitant desapareguts grans ferrítics (x 350 augm.).



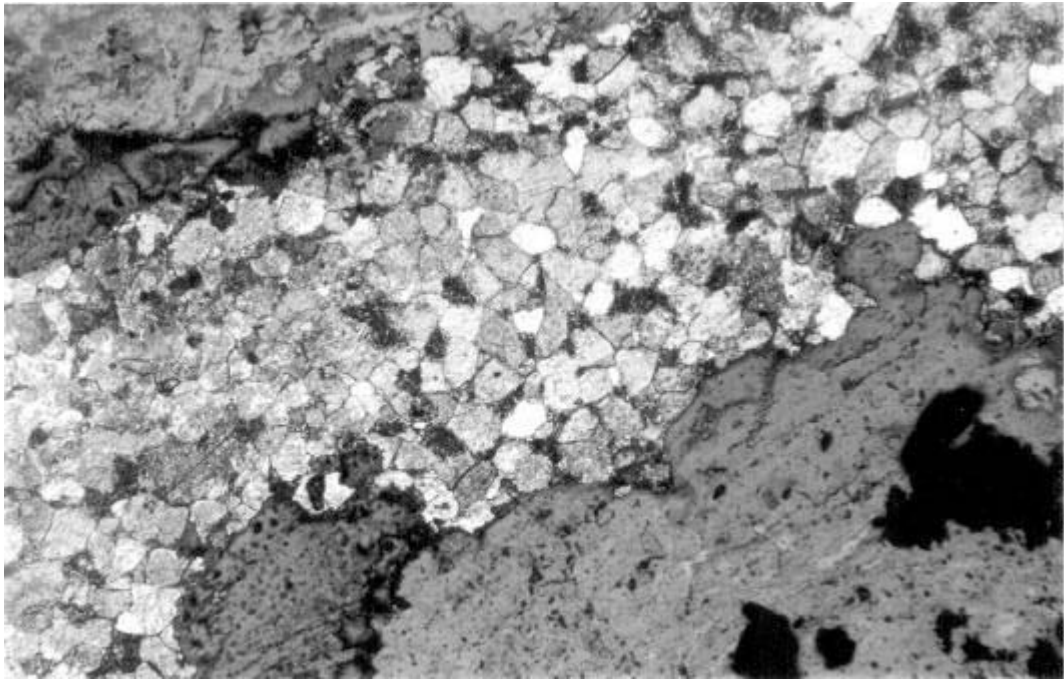
PT/2056/1. Fotografia 2. Imatge de matriu d'òxid amb empremta de cadena de cementita perimetral a un desaparegut gra ferrític (x 900 augm.).



PT/2056/1. Fotografia 3. Microestructura ferrítica amb grans poligonals (x 225 augm.)



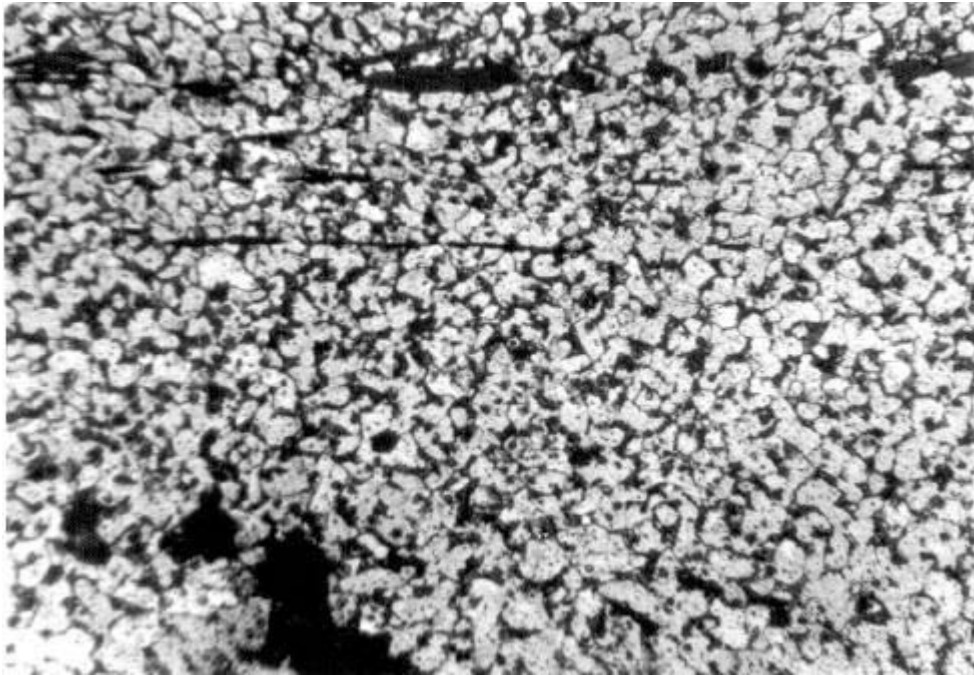
PT/2056/1. Fotografia 4. Cadena de cementita intergranular (x 900 augm.).



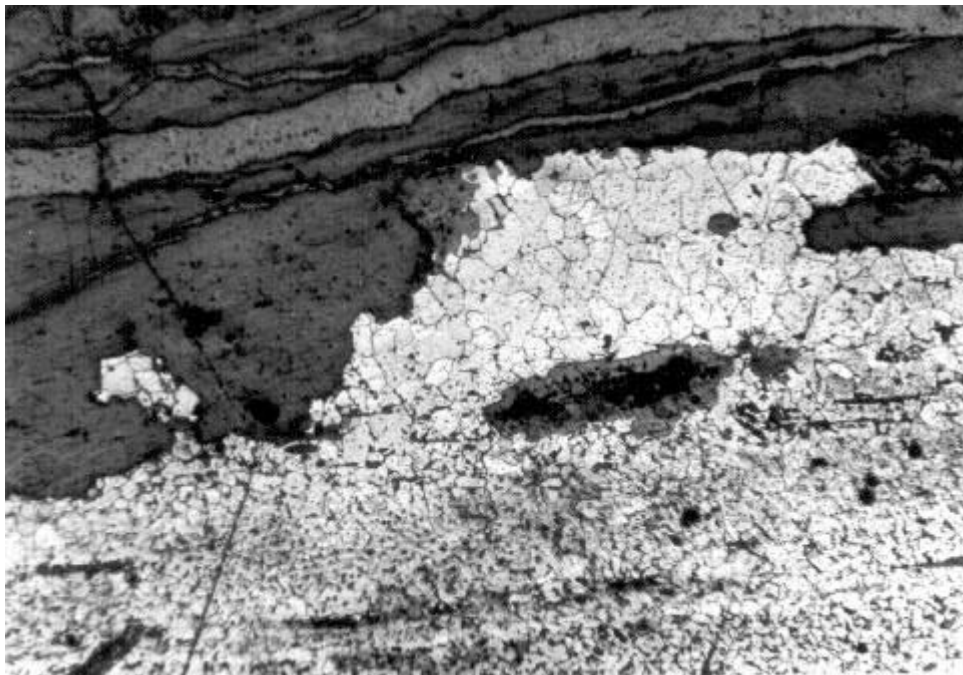
PT/2056/1. Fotografia 5. Imatge de la microestructura ferriticoperlítica de la franja metàl·lica ubicada entre la matriu oxidada (x 225 augm.).



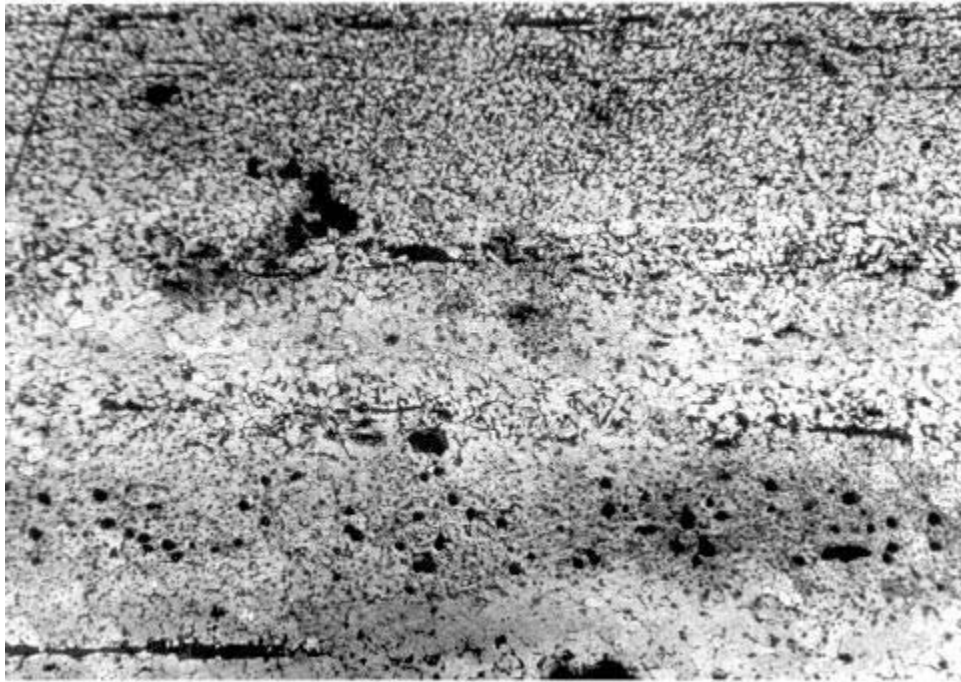
PT/2056/1. Fotografia 6. Grans perlítics, amb cementita laminar, entre grans ferrítics (x 900 augm.).



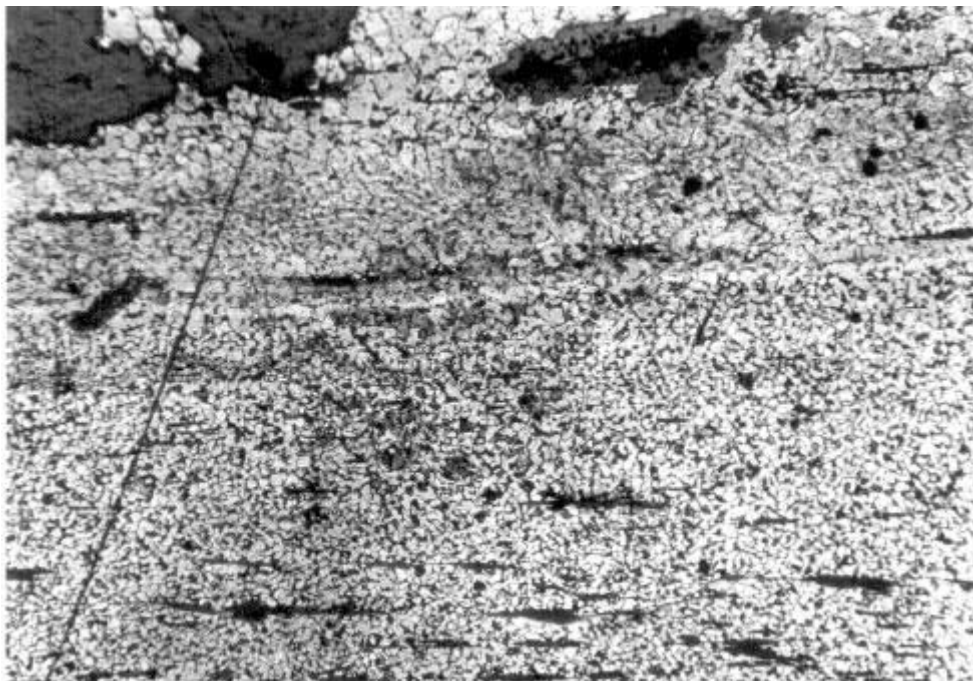
PT/2057/1. Fotografia 1. Microestructura ferriticoperlítica (0.2 - 0.3 % C) amb gra molt petit (x 350 augm.)



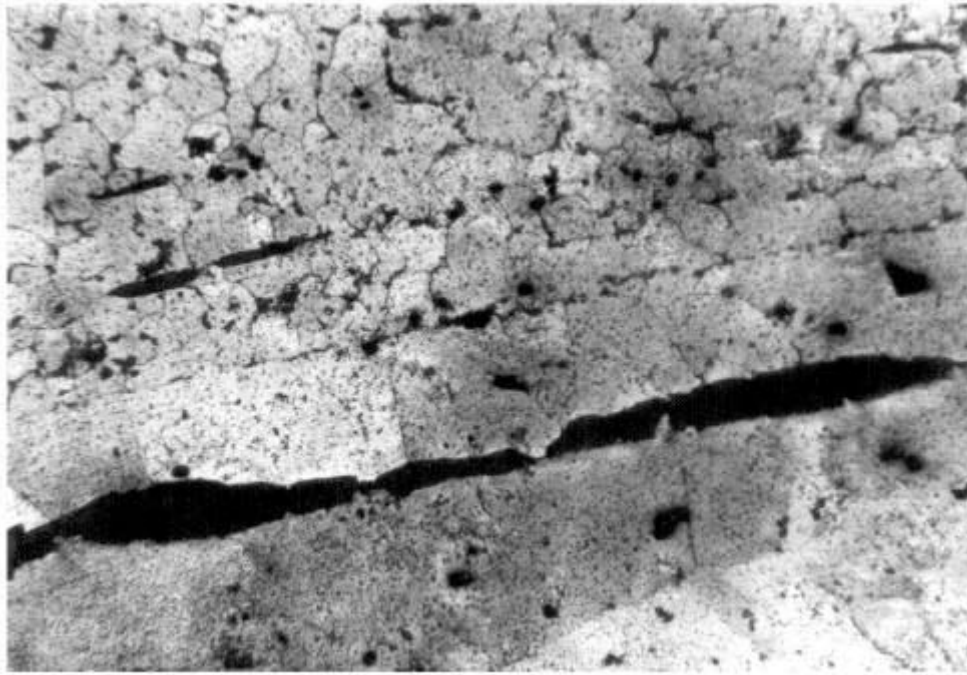
PT/2057/1. Fotografia 2. Microestructura ferrítica de l'àrea metàl·lica més externa (x 125 augm.).



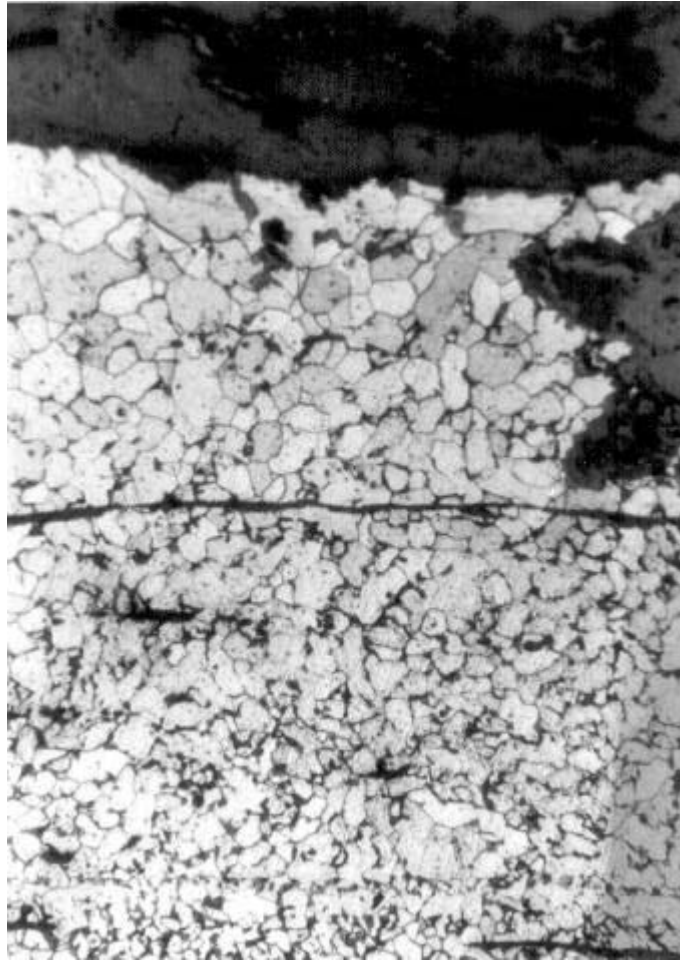
PT/2057/1. Fotografia 3. Àrea de canvi microstructural amb múltiples inclusions seccionades i longitudinals (x 125 augm.).



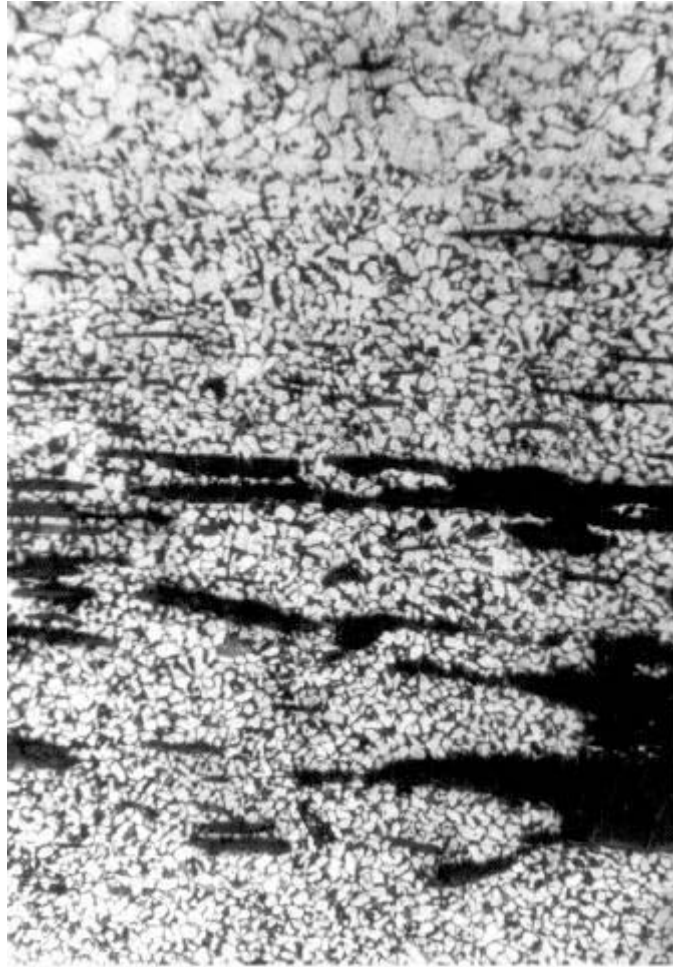
PT/2057/1. Fotografia 4. Microestructura ferriticoperlítica i inici de microestructura ferrítica (x 125 augm.).



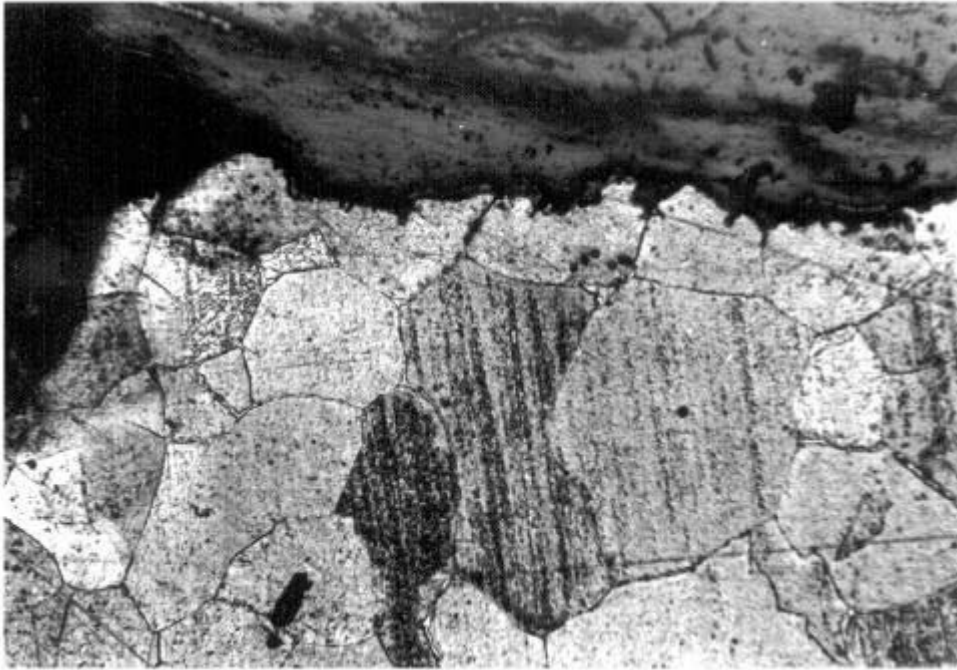
PT/2057/1. Fotografia 5. Inclusió longitudinal sobre fons metàl·lic quasi ferrític, amb el gra metàl·lic que l'envolta de mida molt més gran (x 225 augm.).



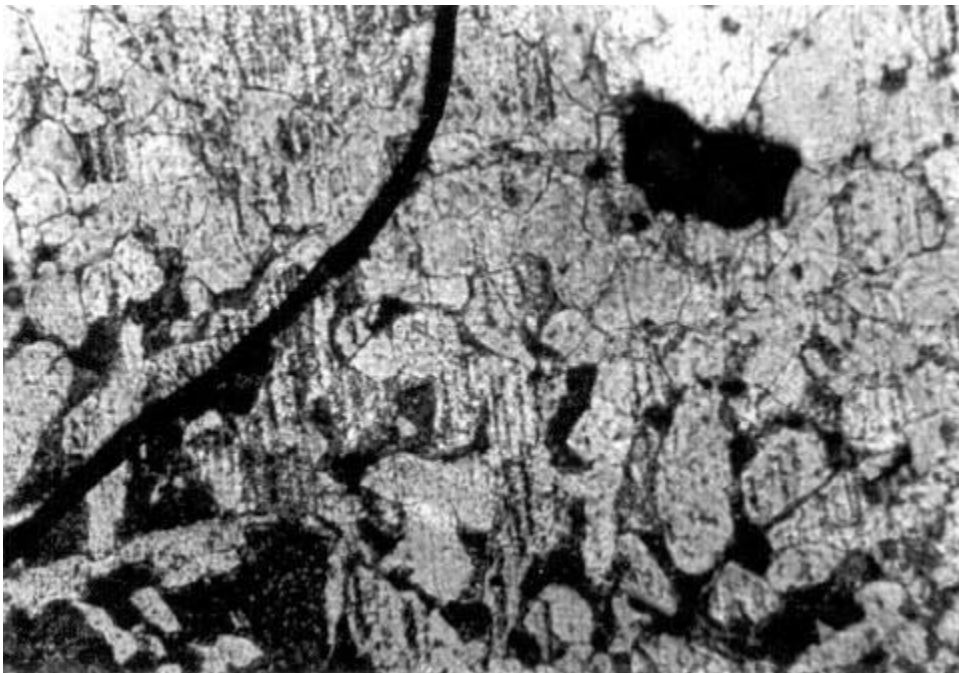
PT/2057/2. Fotografia 1. Àrea ferrítica més externa de la matriu metàl·lica, amb presència d'esclatxa transversal a la imatge possible línia d'unió entre dues làmines (x 175 augm.).



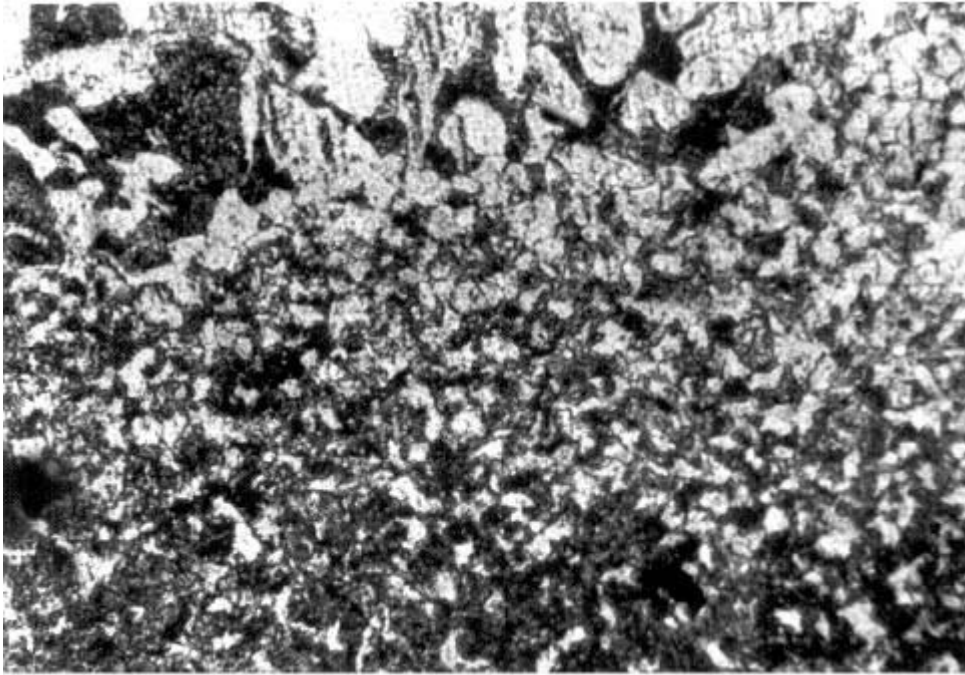
PT/2057/2. Fotografia 2. Zona central ferriticoperlítica de gra petit i major nombre d'inclusions (x 175 augm.).



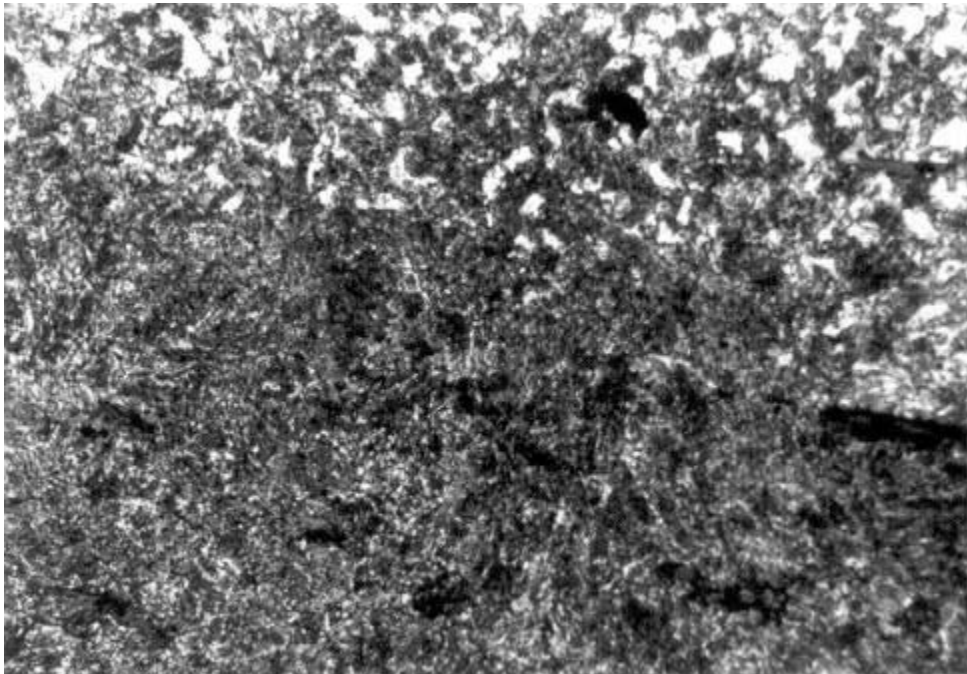
PT/2058/1. Fotografia 1. Microestructura ferrítica de gra poligonal i de força grandària (x 350 augm.).



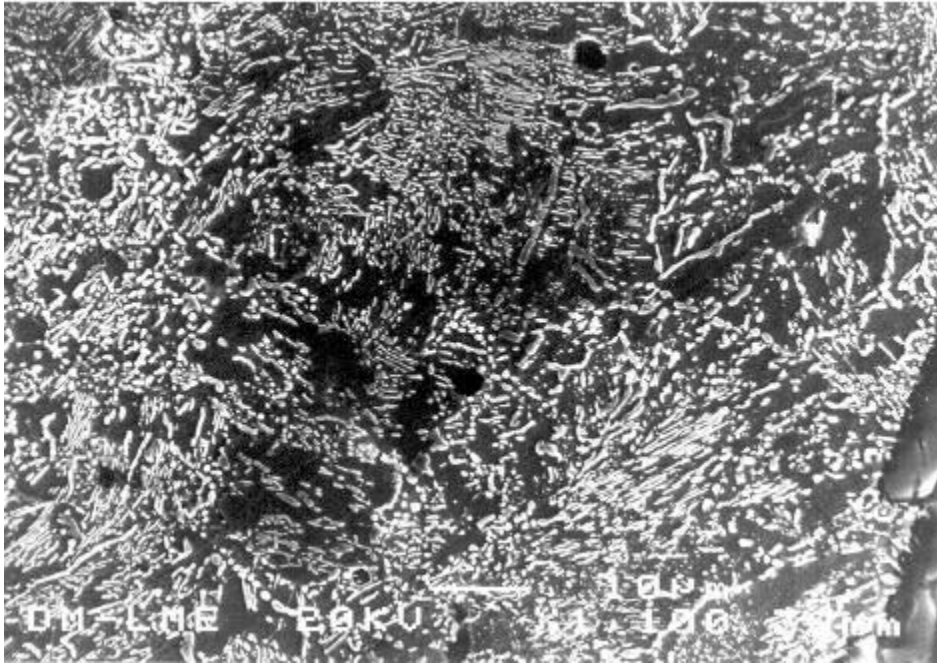
PT/2058/1. Fotografia 2. Canvi microstructural de ferrita a ferriticoperlítica (x 350 augm.).



PT/2058/1. Fotografia 3. Microestructura ferriticoperlítica amb progressiu augment de percentatge de carboni i manifest canvi de grandària del gra (x 350 augm.).



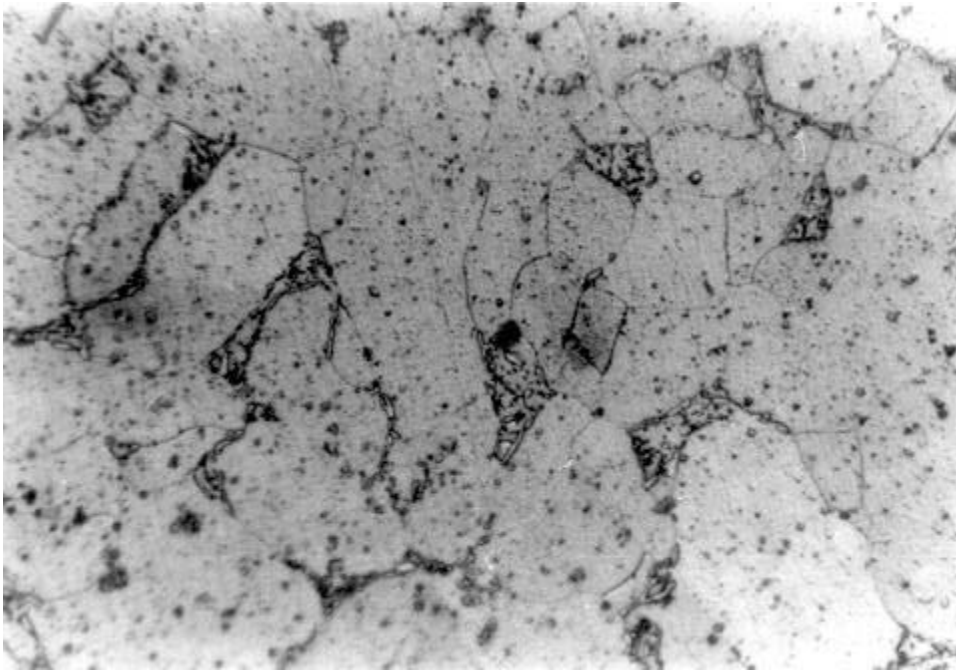
PT/2058/1. Fotografia 4. Canvi microestructural de ferriticoperlític a eutectoide (x 350 augm.).



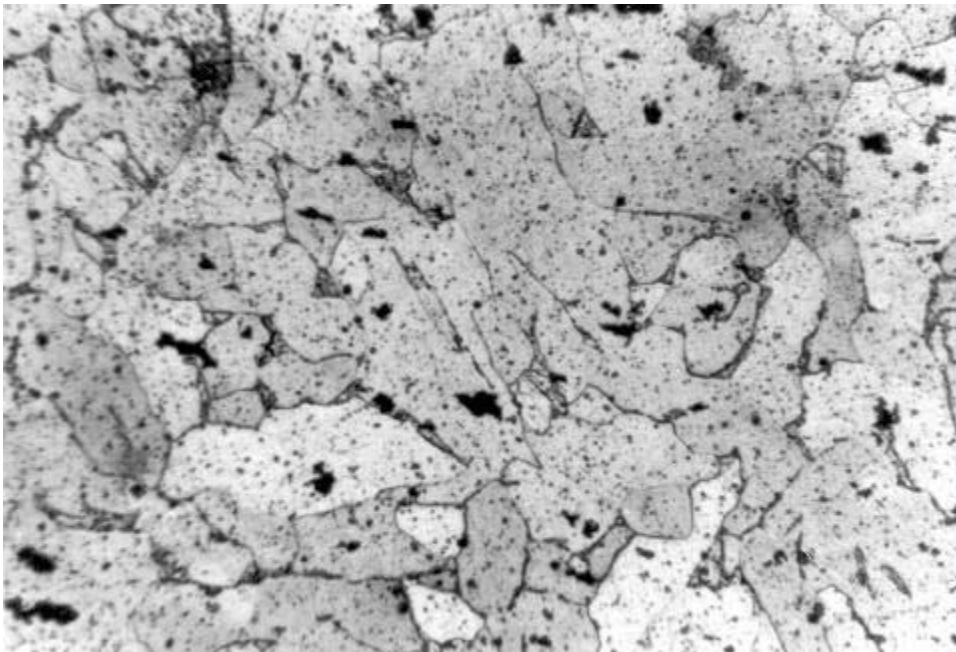
PT/2058/1. Fotografia 5. Disposició laminar i globular dels grans perlítics de la zona eutectoide de la mostra (x 1100 augm.).



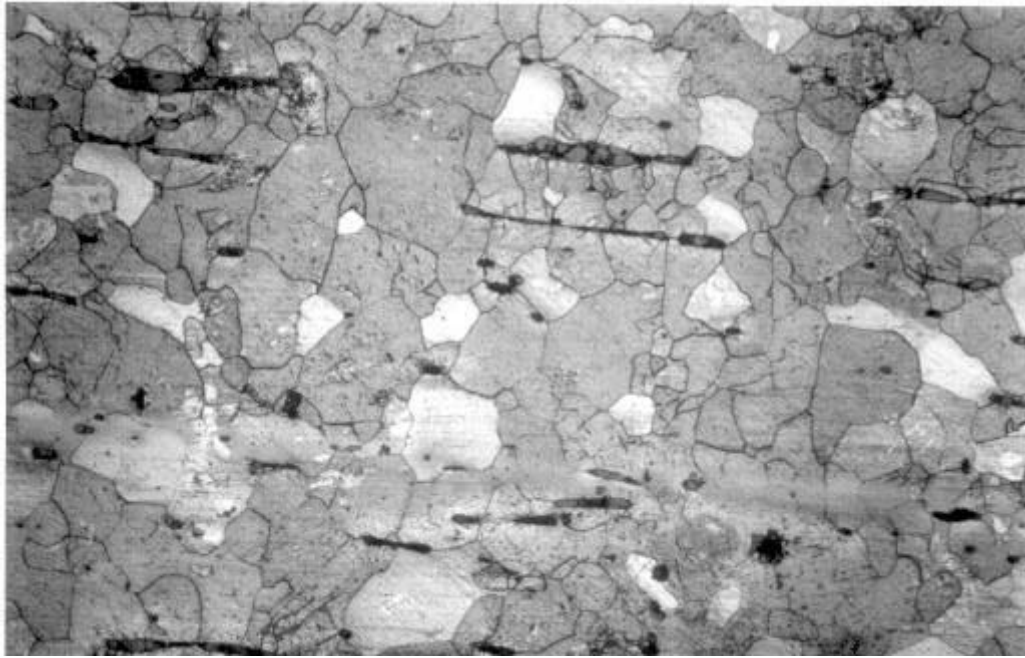
PT/2058/1. Fotografia 6. Cadenes cementítiques intergranulars sobre fons perlític, en algun cas fragmentades (x 350 augm.).



PT/2059/1. Fotografia 1. Microestructura ferriticoperlítica amb cadenes de carburs i grans perlítics als límits de gra ferrític (x 900 augm.).



PT/2059/1. Fotografia 2. Microestructura ferriticoperlítica (baix % C) amb grandària de gra variable i múltiples inclusions (x 350 augm.).



PT/2059/2. Fotografia 1. Microestructura ferrítica de gra variable i múltiples inclusions longitudinals (x 225 augm.).

DIAGRAMA D'EXTRACCIÓ DE MOSTRES SOBRE 2054

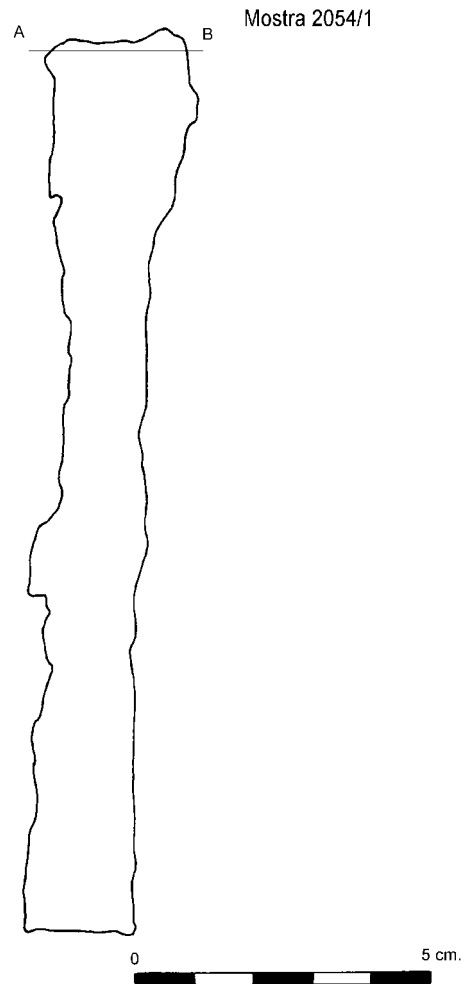


Figura 1. Extracció de la mostra PT/2054/1.



Figura 2. Mostra PT/2054/1 i localització de fotografies de microscopia.

DIAGRAMA D'EXTRACCIÓ DE MOSTRES SOBRE 2055

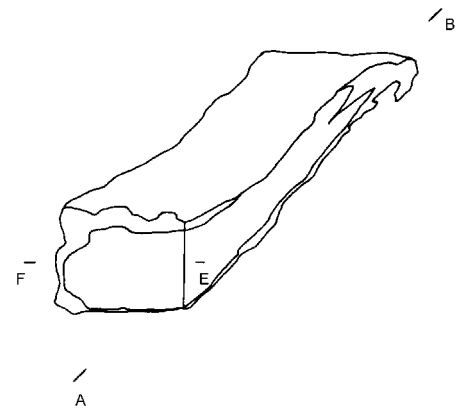
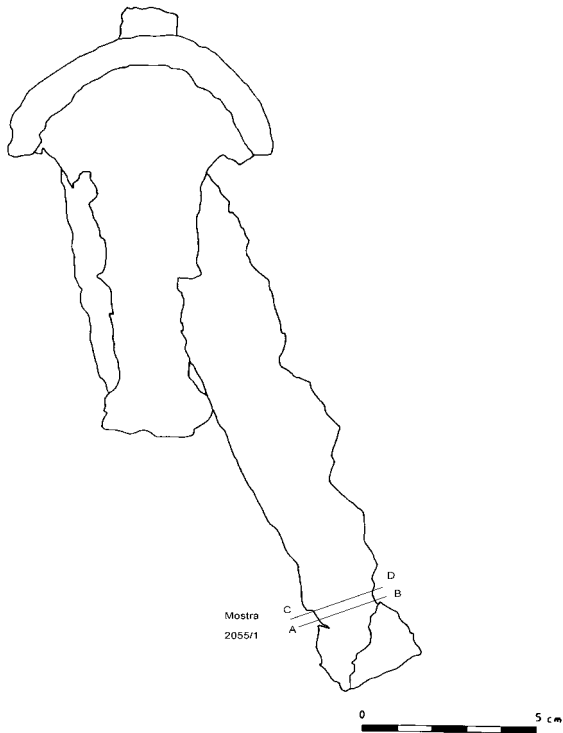


Figura 1. Extracció de la mostra PT/2055/1.

Figura 2. Obtenció de la mostra PT/2055/2.



Figura 3. Mostra PT/2055/1 i localització de fotografies de microscopia

Figura 4. Mostra PT/2055/2 amb localització de fotografies de microscopia.

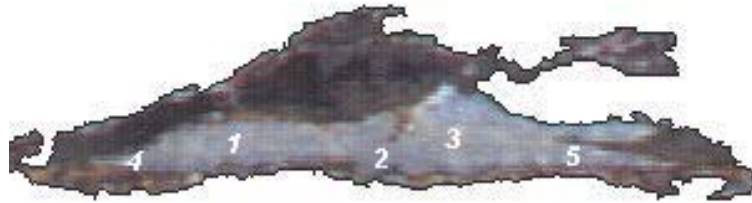


Figura 5. Localització de les microdureses sobre PT/2055/1 (1. 237 HV; 2. 201 HV; 3. 288 HV; 4. 199 HV; 5. 241 HV).

DIAGRAMA D'EXTRACCIÓ DE MOSTRES SOBRE 2056

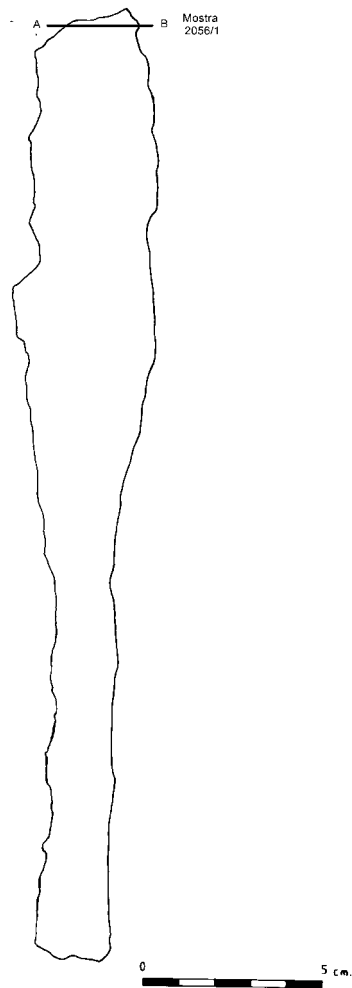


Figura 1. Extracció de la mostra PT/2056/1.

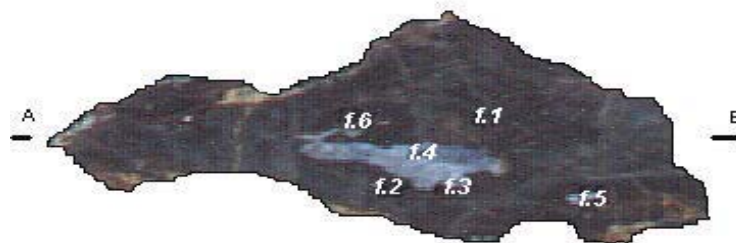


Figura 2. Mostra PT/2056/1 i localització de fotografies microscòpiques.

DIAGRAMA D'EXTRACCIÓ DE LES MOSTRES DE 2057

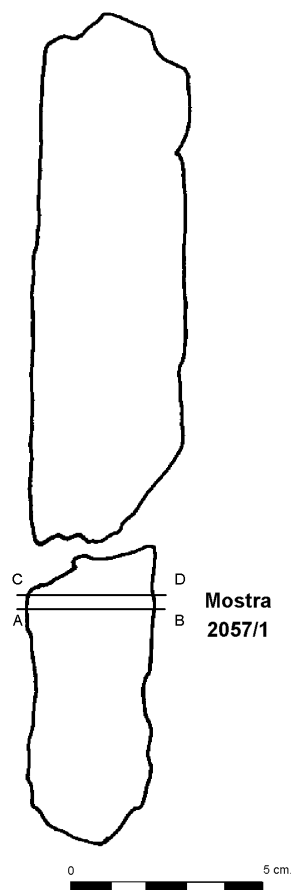


Figura 1. Extracció de la mostra PT/2057/1.

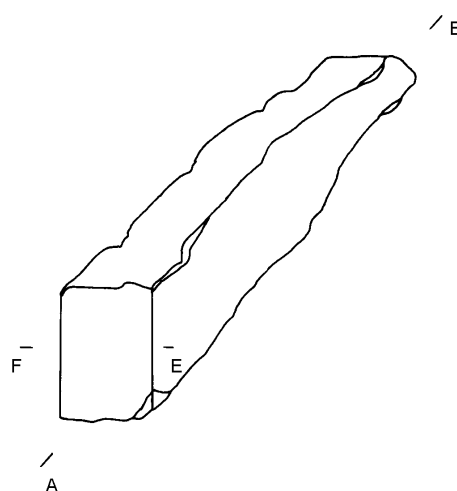


Figura 2. Obtenció de la mostra PT/2057/2.



Figura 2. Mostra PT/2057/1 i localització de fotografies de microscòpia.

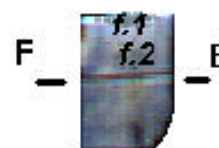


Figura 3. Mostra PT/2057/2 i localització de fotografies de microscòpia.



Figura 4. Localització de les microdureses sobre PT/2057/1 (1. 232 HV; 2. 213 HV).

DIAGRAMA D'EXTRACCIÓ DE MOSTRES SOBRE 2058

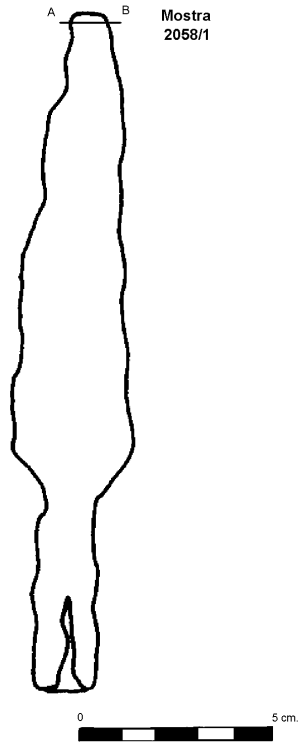


Figura 1. Extracció de la mostra PT/2058/1.



Figura 2. Mostra PT/2058/1 i localització de fotografies de microscopia.

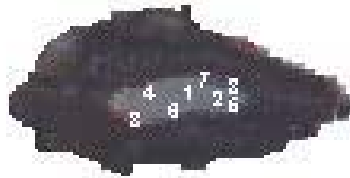


Figura 3. Localització de les microdureses sobre PT/2058/1 (1. 297 HV; 2. 254 HV; 3. 232 HV; 4. 383 HV; 5. 234 HV; 6. 139 HV; 7. 322 HV; 8. 172 HV).

DIAGRAMA D'EXTRACCIÓ DE MOSTRES SOBRE 2059

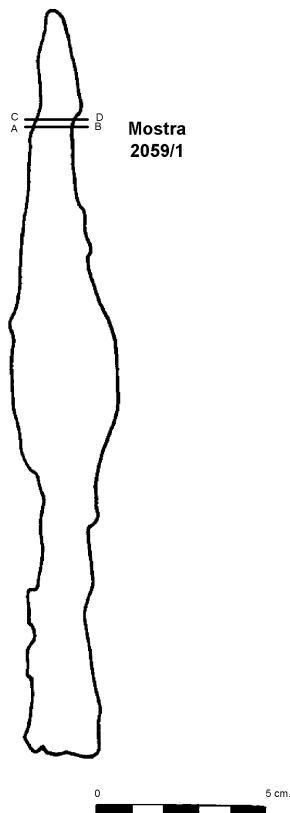


Figura 1. Extracció de la mostra PT/2059/1.

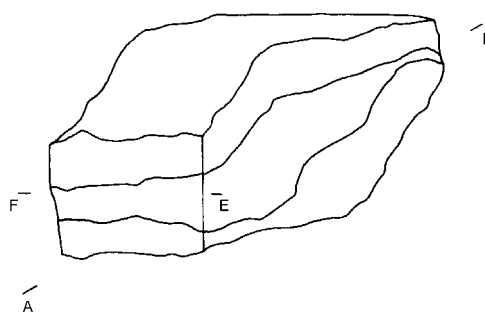


Figura 2. Obtenció de la mostra PT/2059/2.



Figura 3. Mostra PT/2059/1 i localització de fotografies de microscopia.

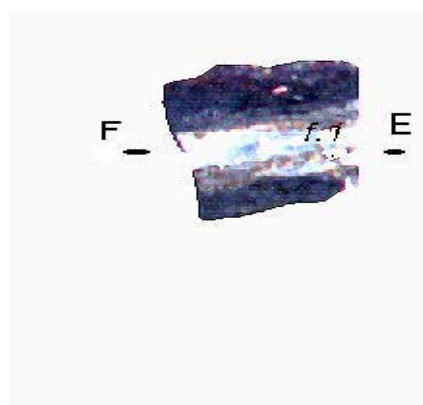


Figura 4. Mostra PT/2059/2 i localització de fotografies de microscopia.

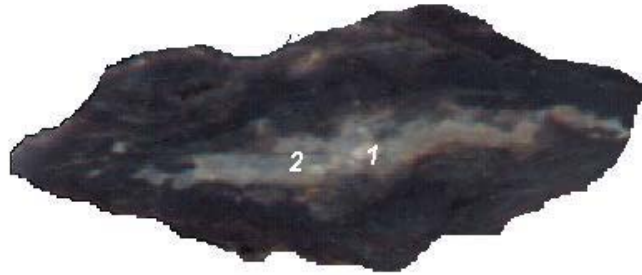


Figura 5. Localització de les microdureses sobre PT/2059/1 (**1.** 122 HV; **2.** 139 HV).

9.4.3. CONSIDERACIONS SOBRE EL MATERIAL I EL SEU CONTEXT

La possibilitat de realitzar un estudi analític aprofundit del conjunt ha permès que aquest pogués ésser portat a terme amb tots els objectes funcionals de l'aixovar de la tomba, alienant únicament les virolles tan per la minvada representativitat respecte a la peça original, de la qual s'investiguen les puntes o fulles, com per la seva conservació deficient.

Les mostres analitzades corresponen a un lot tancat, amb unes característiques únicament reproduïdes en circumstàncies pròpies de tombes individualitzades o amortitzacions singulars de sitges. En aquest sentit, totes elles presenten igual cronologia d'utilització, ben definida com d'inicis del s. VI a.C., i possible origen similar, vinculat a importacions d'armament transpirinenc³⁸², fet que ha de permetre advertir les tècniques emprades al moment en objectes d'ús militar, amb necessitats mecàniques específiques, i la seva aplicació singularitzada en cada objecte.

A la possibilitat d'establir un model tecnològic pels materials de l'esmentada datació es contraposa l'inconvenient de tots els materials provinents de necròpolis d'incineració, centrat en la hipòtesi de la seva inutilització cremant-los en la pira funerària. Tot i l'esment de l'autor sobre la conservació dels objectes, l'evidència indica l'escalfament de, com a mínim, l'objecte 2055, el qual assolí temperatura suficient per ésser prou plàstic i permetre la seva torsió sense trencar-se, inversament a la resta de materials que semblen inutilitzats per fracturació, el que indicaria o una nul·la o una baixa temperatura de escalfament. En el mateix sentit, l'anàlisi antropològic de les escadusseres restes humanes no totalment incinerades indica una temperatura màxima de cremació d'entre 600 i 650° C³⁸³, nivell tèrmic suficient per a iniciar una possible variació microestructural.

De les dades analítiques obtingudes sobre l'estudi de les microestructures corresponents poden establir-se clarament dos grups de peces, unes de major

³⁸² PONS, E. (1987) "El pas de l'Edat del Bronze a la del Ferro a Catalunya", *Pyrene*, p. 22.

³⁸³ SANMARTÍ, E. (1993) *Una tomba de...*, op.cit. 371, pp. 56.

i millor elaboració tècnica i d'altres de menor qualitat i, en conseqüència de pitjors propietats mecàniques.

Les mostres de les peces 2055 (espasa d'antenes doblegada), 2057 (fulla d'espasa) i 2058 (dard de fulla triangular) presenten una evident relació microestructural, tan pels conceptes tècnics que regulen els procediments emprats en la conformació com en les característiques de la seva aplicació. Els tres objectes estan elaborats a partir de làmines de metall de diferents característiques, amb la finalitat de proporcionar a l'estri les necessàries qualitats de ductilitat i duresa adequades per a la seva funcionalitat; alternant capes dures, perlítiques, amb d'altres de més toves, ferrítiques, l'artesà combinà la diferent qualitat de metall unint, amb major o menor fortuna, les làmines en calent. És singular el fet de que, en les mostres estudiades, sembla ésser la làmina dura l'escollida pel nervi central, guanyant amb rigidesa el que, altres models posteriors, prefereixen obtenir en ductilitat; possiblement aquesta característica es deu a la voluntat, més tard evolucionada, de proporcionar estabilitat a armes de considerable pes, en detriment a l'esmentada qualitat de ductilitat.

Es desconeix com culminà el procediment a l'hora de conformar el tall dels estris ja que, tan per la possible descarburació de les capes externes ben documentada a 2055 o per la simple mineralització del perímetre dels objectes, no s'ha conservat la superfície; amb tot, i examinada la perícia i dedicació precisa per elaborar aquestes armes, cal suposar que el tall estaria format per una làmina carburada o es cementà en un tractament posterior. Altrament, i com empremta negativa del procés, les tres peces presenten una similar heterogeneïtat de carburació dins de cada làmina i, sobretot, un pèssim treball de purificació mecànica d'inclusions que contrasta amb la minuciosa conformació observada.

En contraposició a les anteriors, les peces 2054 (dard pesant), 2056 (llança) i 2059 (dard) mostren una microestructura de característiques pròpies d'un procediment simple; els objectes foren elaborats a partir d'un únic bloc de metall, prou brut de restes escoriàcies, de ferro o acer dolç de molt dispersa

concentració de carboni, no essent visible cap tractament tèrmic o termoquímic de millora. Sense cap altra propietat que les intrínseques del metall ferro, indiquen un pobre coneixement tecnològic, ben allunyat del demostrat en l'altre grup de peces del mateix conjunt.

A través de les analítiques, i relacionada amb aspectes morfològics, es dedueix una dualitat entre els materials de ferro de la tomba:

- Les espases i el dard de fulla triangular demostren el mateix origen productiu; tipològicament les espases semblen ben definides com a importacions transpirinenques, mentre que el dard presenta una morfologia distant a la resta d'elements llancibles del conjunt. Les característiques de l'elaboració d'aquests materials indica una producció especialitzada i realitzada per artesans amb bons coneixements siderúrgics, especialment destacats en la cronologia en la qual es fabricaren; en la seva elaboració semblen, alhora, existir dos processos prou diferenciats: d'una part la reducció i postreducció de mineral on s'aprecia una deficient compactació i purificació de la massa obtinguda, potser provocada per l'existència de centres d'extracció i reducció de mineral de forma massiva, la finalitat dels quals fora produir barres (*currency bar*) o blocs de metall de microestructura diferenciada; a partir d'aquestes porcions de metall, brutes d'escòria però amb diferent grau de carburació, i emprant el temps necessari per a un correcte martellatge i una efectiva unió de les làmines, un ferrer expert conformaria les tres peces, considerades, a ben segur, com elements de luxe i prestigi.
- Els dards de fulla de llorer i el dard pesant són d'origen diferent als anteriors, es desconeix si també foren materials d'importació o com a objectes d'inicial producció autòctona en uns forns locals no coneguts fins el moment en el seu context cronogeogràfic, en els quals s'intenta treballar el ferro en un estadi inicial del coneixement siderúrgic. Imitació de models foranis o ferralla bescanviada a preu de luxe, en la pràctica no pogué comparar-se a la resta d'armes del lot.

Amb la comparativa d'ambdós grups de materials pot afirmar-se la coexistència, ja des de cronologies assimilables al Ferro I o al suposat moment inicial del coneixement del ferro en l'àrea del nord-est peninsular, de diferents nivells de coneixement siderúrgic.

Un primer nivell fora prou evolucionat, on si bé no s'aprecien tècniques ja desenvolupades al Mediterrani Oriental com el tremp, permet suposar l'existència d'elevades produccions i tallers plenament especialitzats; aquest fet, suposa l'aparició del treball del ferrer i de la resta d'oficis vinculats a la producció siderúrgica com a tasques singularitzades dins l'organització social en l'àmbit on s'elaboren les peces. Davant aquesta societat de caire urbà i possiblement jerarquitzada per la divisió del treball, el context cultural del guerrer indica un estadi molt primigeni de la civilització ibèrica, amb la necessitat dels primers assentaments urbans entornats, quan una societat fins llavors establitzada en l'ocupació del pla explotant directament els recursos agraris, rep un canvi substancial amb l'arribada de l'intercanvi amb l'element extern, siguin colonitzadors o mercaders veïns, que donen nou interès al fet de disposar de matèries primes per bescanviar. L'economia de subsistència existent perd el sentit a favor de la necessitat d'excedents per a comerciar, i per tant de territoris de producció, modificant el sentit de la propietat i creant noves tensions pel control del sòl, alhora atacades per la possibilitat de disposar d'armament i útils bèl·lics fins llavors inexistents.

Les armes i els elements de prestigi són els primers ferros localitzats en cronologies del VII i inicis del VI a.C. al context del nord-est peninsular. La seva presència a la tomba del guerrer ens assenyala l'existència d'una societat tecnològica avançada i socialment evolucionada enfront d'una altra en evident transformació.