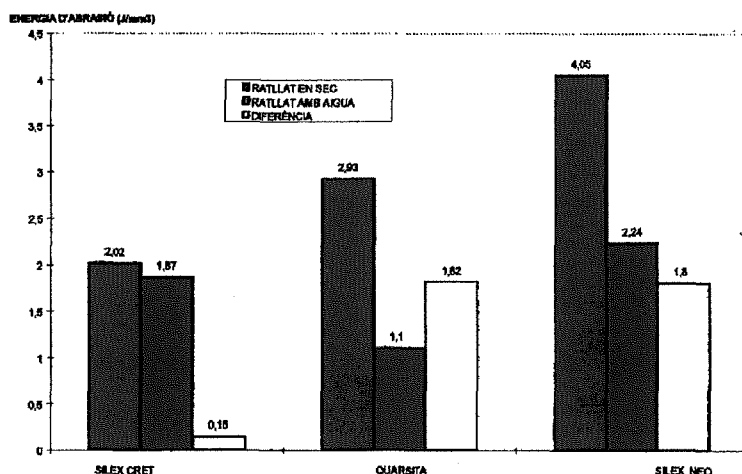


III. Caracterització mecànica de les roques del registre d'Atapuerca

La menor resistència en presència d'aigua indica un canvi de comportament. L'anàlisi de les deformacions per ús mostra un creixement més fort del dipòsit convex, es fa més llis, inflat i voluminós quan l'acció es fa en presència d'aigua. Hem d'interpretar, doncs, que aquest dipòsit es produeix per un creixement de l'abradió i no per comportament plàstic acumulatiu. I que aquesta abradió comporta una dissolució i migració dels defectes principalment per fricció, ja que l'augment de la temperatura és menor en presència del lubricant. El lubricant, com l'aigua tendeix a dissoldre i aquesta idea havia estat usada per interpretar la important dissolució en la sega de cereals (Anderson, 1981). En canvi, els experiments de Levi-Sala (Levi-Sala, 1993) mostra-



Gràfic 1.

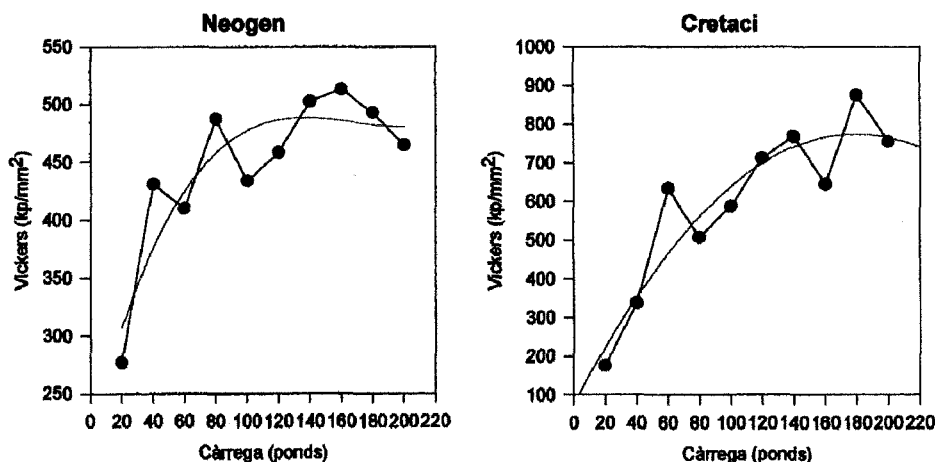


Figura 8.

ven que en presència d'un hidrocarbur lubricant, per tant molt diferent de l'aigua, s'aconseguien resultats similars. L'assaig que presentem aquí interpretaria aquest resultat com perfectament lògic pel fet que el que s'augmenta és la susceptibilitat de la roca enfront de l'abradió. Quedaria per resoldre si aquest creixement de la susceptibilitat és per dissolució o per una altra raó. En cas que sigui cert que l'hydrocarbur usat per Levi-Sala, hexà (un component del petroli), no dissol la sílice (Levi-Sala, 1993: 402) s'ha d'entendre que el procés és un altre. Els lubricants, de totes maneres disminueixen l'energia d'abradió i augmenten la susceptibilitat de les roques als agents abrasius i aquesta abradió tendeix a formar fortes acumulacions de dipòsit i això és un fenomen que nosaltres considerem sobradament demostrat i que no depèn únicament de fenòmens químics i, per descomptat, no es tracta d'una acció purament mecànica, que difícilment explicaria les seccions i la captació de matèria aliena.

L'assaig de la microdureza indica que el comportament del sílex d'edat neògena es caracteritza per una pujada brusca de deformació en un primer tram (Fig. 8a), en contraposició amb la pujada més suau i acumulativa que presenta el sílex cretaci (Fig. 8b). A la Fig. 5 ja veïem com la corba del sílex neogen indicava un creixement de la piràmide molt més fort que en el sílex cretaci, en el qual es manté en unes mesures que s'aconsegueixen ràpidament en un primer moment. Després de la pujada brusca inicial el sílex neogen aconsegueix l'estabilització també més aviat que el cretaci que segueix apujant la seva deformació més enllà del punt en què el neogen s'ha estabilitzat. Aquesta estabilització l'associem amb el desenvolupament del comportament plàstic. El sílex d'edat cretaci no estabilitza la fracturació fins que pateix un esforç gran de temps i càrrega. La mesura de la microdureza de Vickers és només lleugerament més alta per al sílex neogen.

Les imatges mostren com en el primer tram el sílex d'edat cretaci pateix una forta fracturació que compensa la poca deformació. Aquesta fracturació es manifesta per trencaments concèntrics de la matèria deformada (Làmina 1d) o per una fractura molt més extensa i irregular de la superfície en una profunditat concreta (Làmina 1e), sense que hi hagi molta matèria deformada. En canvi, en les fases de més càrrega aquesta roca té un comportament similar al del sílex d'edat neògena, amb plasticitat i acumulació important de matèria, amb poca fracturació (Làmina 1f).

Contràriament, el sílex d'edat neògena respon amb una ràpida deformació i acumulació de matèria a les vores de la piràmide, formant un cercol exterior característic (Làmina 1a). Aquest cercol, sota les càrregues més fortes té tendència a trencar-se, mostrant un canvi de comportament cap a una major fragilitat (Làmina 1b). L'acumulació de matèria en l'exterior de la piràmide és molt similar a com s'acumula en les deformacions per ús en forma de dipòsit (Làmina 1c).

Podem estar tractant, amb aquestes dades, de mesures de fragilitat i plasticitat. El sílex d'edat cretaci desenvolupa un comportament fràgil molt important acompanyat d'una deformació plàstica baixa. Quan s'estabilitza i amplia la resposta plàstica s'atura la fràgil. El sílex neogen té una llinda molt ràpida però es manté amb deformacions més baixes, amb una estabilització primerenca. Això no contradiu la mesura de microdureza superior que hem indicat, sinó el contrari. La deformació plàstica evita la fractura que és justament el que assenyala la microdureza: resistència del material a la fractura.

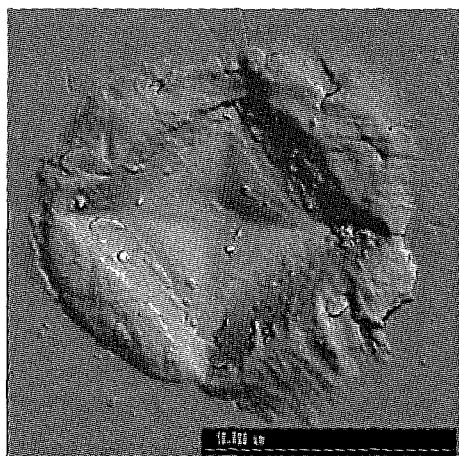
El trencament intercrystal·lí es dona generalment en esforços baixos per al sílex d'edat cretaci, però, en general, no es pot considerar un grau baix de deformació sinó que està indicant límits crítics de resistència que el neogen no mostra fins molt més

### *III. Caracterització mecànica de les roques del registre d'Atapuerca*

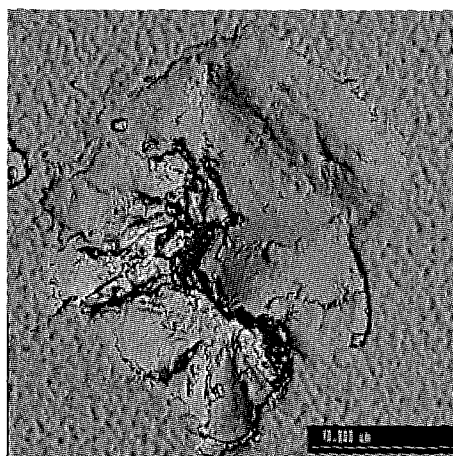
61

tard. L'estructura d'aquest darrer es trenca a nivell intercrystal. I quan no pot seguir responent amb una deformació plàstica.

L'anàlisi microscòpica de les deformacions per ús indiquen que aquestes característiques es mantenen i es descriuen millor en sílex neogen però s'han de considerar més profundes en el cretaci, que ha de presentar principalment dissipació intercrystal.lina. Finalment cal assenyalar com per una mateixa deformació descrita (per exemple dipòsit) el sílex cretaci ha patit un esforç major. Els solcs i depressions també ho haurien d'indicar, haurien de ser més grans. Inversament, solcs d'iguals dimensions indicarien més càrrega en el sílex neogen.



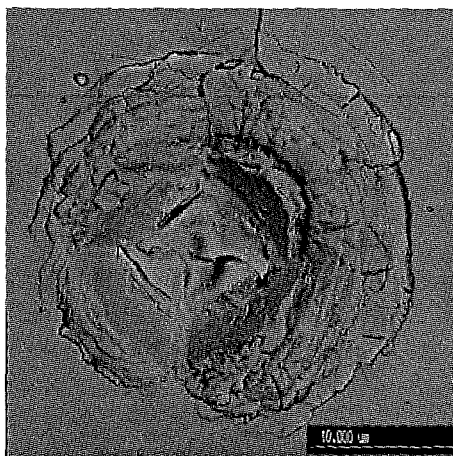
A



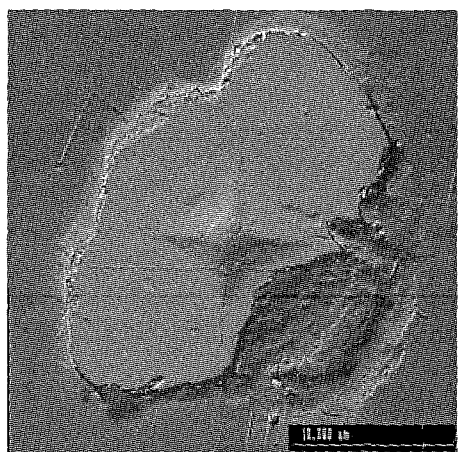
B



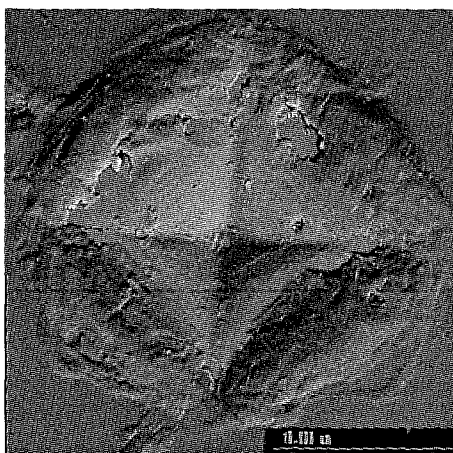
C



D



E



F

## CAPÍTOL IV

### DEFORMACIÓ DELS OBJECTES EN FUNCIÓ DE LES ACCIONS DESENVOLUPADES

En aquest capítol descrivim la deformació que han patit un conjunt d'objectes experimentals. La presentació serà feta introduint les deformacions com funció de les diferents matèries transformades. Aleshores, els apartats en què es dividirà corresponen a matèries i grups de matèries. El primer grup que tractarem el formen les matèries d'origen animal: carn, os, pell i banya, per aquest ordre. En el segon incloem les d'origen vegetal, amb la fusta en primer lloc i els vegetals herbacis a continuació, dividits, al seu torn, en cereals i canyís.

Els apartats dedicats a una matèria s'obren amb una introducció general sobre el seu ús en els registres arqueològics arcaics, una revisió de la bibliografia més destacada que la discuteix i una valoració de l'interès que té en la nostra recerca. Ja hem expressat, i ara recordem, que hem concebut l'estratègia experimental amb un vessant replicatiu pur, amb l'obtenció de reunir dades per contrastar les deformacions del registre arqueològic d'Atapuerca i un vessant, tant o més important, que contempla l'estudi i descripció dels processos de deformació en funció de les activitats i de les roques mitjançant el model reològic tal com ha estat presentat. Per això, cada matèria prèn un interès concret en funció d'aquests dos paràmetres.

Després de la introducció esmentada es passa a descriure les deformacions en tres àmbits. Un fa referència a la distribució i extensió de les deformacions en els objectes i es fonamenta en les dades quantitatives de les pròpies deformacions i en la distribució tal com s'observa en el que hem anomenat *mapa de deformació*. Aquest mapa és una representació en dues dimensions de l'objecte amb la situació de cada una de les categories de deformació presents i que han estat descrites en el capítol precedent. Hem confegit una guia de mà per poder llegir i interpretar els símbols dels mapes amb comoditat. Amb aquest mapa es pretén mostrar els punts de màxim esforç, les zones marginals i les formes de modificació que es donen en cada una d'aquestes àrees, amb la finalitat d'obtenir una comprensió aprofundida de com l'acció concreta afecta la superfície i la deforma. Aquesta descripció es presenta en funció de la matèria transformada i del moviment realitzat.

L'associació de deformacions que caracteritzen cada matèria transformada és l'objectiu del segon àmbit. Aquí es defineixen les deformacions que són principals i secundàries i s'assenyala si destaca una categoria o, realment, una associació. També es

presenten en funció de la matèria i el moviment i basant-se en una descripció estadística bàsica. Les característiques del dipòsit, el tercer àmbit, seguint les categories ja descrites es presenten en un estudi estadístic descriptiu bàsic i tendint a presentar les característiques que defineixen, com en tot moment, la matèria i el moviment.

Finalment, s'ha reconstruït, per a cada matèria el procés de deformació, tot explicant, amb les idees bàsiques de la reologia, quin és el procés i les variables que condicionen les deformacions descrites.

Per a aquesta descripció s'han seleccionat objectes de quatre col·leccions experimentals. Tres d'elles han estat dissenyades per l'equip d'investigació d'Atapuerca a la Universitat Rovira i Virgili a Tarragona i al Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid i conduïdes pels membres del mòdul de Microscòpia de les Deformacions d'Ús, format per B. Márquez, A. Ollé, J.M. Vergès i l'autor. La quarta ha estat cedida per la Dra. C. Gutiérrez de la Universidad Autónoma de Madrid.

Els objectes d'aquestes col·leccions han estat seleccionats en funció de les següents variables independents:

- la roca emprada, preferiblement les roques presents en el registre arqueo-paleontològic de la Sierra de Atapuerca. La quarta col·lecció esmentada no conté aquestes roques i ha estat seleccionada com a dades de contrastació;
- la matèria treballada: s'ha pretès tenir dades suficients de les matèries bàsiques que s'han registrat en d'altres conjunts del Plistocè inferior i mitjà. Algunes no han estat mai enregistrades, com les accions sobre banya de cèrvid o la sega de cereals, però s'han contemplat per raons metodològiques;
- l'acció realitzada, per aconseguir dades concretes sobre l'esforç provocat per cada moviment o conjunt complex de moviments.

Les roques seleccionades especialment són el sílex d'edat neògena, el sílex d'edat cretàcia, i la quarsita de la fàcies Utrillas i la de la Fm. de Barbadiño del Pez, ambdues d'edat Càmbric superior, per tant, probablement molt similars. Hi ha roques en el registre d'Atapuerca que no hem considerat en la col·lecció experimental. Ha estat perquè són molt minoritàries i les que es presenten en els dos conjunts que hem analitzat han estat, creiem, que suficientment cobertes. La calcària no ha estat usada experimentalment però presentem experimentació en una dolomia, un altre carbonat que ens serveix de referència. I, per al gres i el quars, ens serveix de referència la quarsita. Aquesta referència s'usa a nivell d'identificació de morfologies deformades, perquè la interpretació en la quarsita i en el gres són diferents: assumim com a norma general que el gres és més tendre que la quarsita. Pel quars també hem usat de referència la bibliografia existent (Knutsson, 1988). El nombre total d'objectes arqueològics d'aquests materials analitzats no arriba a la desena. En un futur s'introduïran en les experimentacions replicatives i simulacions mecàniques.

Entre les roques del conjunt d'Atapuerca, tenim especialment dades del sílex neogen i de la quarsita. Prenem la quarsita en conjunt, perquè són de la mateixa edat i tenen característiques molt similars. Aquestes dues roques seran tractades de forma especial en el capítol nou, en descriure llur procés concret de deformació, prenent les dades de l'experimentació en diferents accions i ordenant-les de menor a major deformació. Així, aquest estudi de les deformacions serà més complet, en tractar-se les dues variables principals de forma independent. El procés de deformació específic de cada

roca ens ha de servir especialment per a interpretar el registre arqueològic i situar una deformació desconeguda en un gradient de deformació conegut. Si es tractessin les deformacions només per accions i matèries, no tindríem aquesta referència que ens sembla més adequada. Sobretot perquè posseïm les dades sobre el comportament davant les simulacions mecàniques que ens orienten en la interpretació.

L'estudi de les deformacions abarca tres capítols d'aquesta Segona Part del nostre estudi. El tercer està dedicat a l'anàlisi de les seccions dels objectes que han pogut ser estudiats en aquest sentit per obtenir dades sobre el comportament en profunditat de les roques en funció de les accions.

Finalment volem cridar l'atenció sobre el fet que parlem preferentment d'accions i no d'activitats. Considerem, junt amb d'altres investigadors (Mansur, 1983), que les activitats són més difícils d'interpretar i requereixen un procés analític més complet i no únicament basat en les deformacions per ús. Per aquesta raó creiem que la unitat bàsica en l'estudi metodològic ha de ser l'acció i no l'activitat. Però l'activitat ha de ser la finalitat i, per això, l'experimentació replicativa, en un segon estadi, menys metodològic i més arqueològic i històric, ha de pretendre la reconstrucció de les activitats i, per tant, llur replicació prèvia. El mateix passa per la replicació dels instruments concrets localitzats en els registres arqueològics per conèixer-ne millor llurs possibilitats i funcionament. Les accions experimentals han estat denominades a partir del treball de C. Gutiérrez (1996).

#### ESCORXAR I ESQUARTERAR. TALLAR BIOMASSA ANIMAL

Aquestes activitats corresponen a l'òrbita de la reproducció més bàsica i ja han estat determinades en els conjunts arqueològics més arcaics analitzats (Keeley, 1980; Keeley & Toth, 1981; Roche & Beyriès, 1980). Tanmateix estan en el centre de la controvèrsia entorn del comportament dels homínids més primitius i és un dels punts principals de les propostes de renovació epistemològica de la ciència arqueològica.

Aquesta controvèrsia s'alimenta en dos fronts amb una qüestió comú: la capacitat de cacera dels homínids. Un dels fronts és de caire metodològic-empíric i gira entorn de la interpretació de les associacions arqueològiques de restes paleontològiques i instrumental lític. El segon front porta la qüestió al camp teòric-metodològic i es refereix a les capacitats per la cacera i el paper d'aquesta activitat en l'economia, ecologia i, fins i tot, evolució dels homínids més primitius.

En el primer dels fronts, el descobriment dels primers homínids a Àfrica associats a restes paleontològiques es va interpretar, sense cap recel, com a fruit de l'activitat homínida (Dart, 1925). Una interpretació així es basa en una idea de l'evolució humana molt concreta i ahora l'alimenta: la denominada hipòtesi del caçador, que proposa un paper essencial de la cacera en l'evolució biològica homínida (Dart, 1953; Ardrey, 1978) i que creu demostrar l'habilitat per a la cacera del gènere *Australopithecus* (Dart, 1949; Dart, 1949; Dart, 1957).

Brain (Brain, 1981) relata com, a partir dels anys cinquanta, aquesta idea va començar a ser contestada i rebutjada i en el seu propi treball proposa per a nombrosos registres sudafricans una hipòtesi d'aportació no homínida, inclús per a les restes dels propis homínids. En la dècada següent la revisió dels registres es generalitza a d'altres zones d'Àfrica, però sense oblidar els jaciments europeus i asiàtics del Plistocè mitjà.

De la controvèrsia en torn a l'associació arqueològica es passa, lògicament, al front teòric-metodològic i es discuteix l'habilitat per caçar de les primeres espècies homínides i llur forma d'accés a la biomassa animal. A la dècada dels anys vuitanta, les noves propostes provenen, principalment, de les posicions metodològiques de la New Archaeology americana i de L. Binford en particular (Binford, 1981; Binford, 1987; Binford, 1988; Binford, Mills et al., 1988).

Binford també proposa noves interpretacions sobre el registre, introduint específicament l'etnoarqueologia com font de dades i models, ataca la concepció teòrica i, amb tot el grup de la New Archaeology, s'embarca en una proposta de renovació epistemològica de la ciència arqueològica. Era perfectament legítima la crítica a la interpretació de les associacions paleontològico-arqueològiques. I era necessària una modernització epistemològica, que es duu a terme, però que no es deu, ni de lluny, únicament a aquesta escola, molt discutida des de ben aviat pel que fa a la solidesa dels seus plantejaments epistemològics (Kelley and Hanen, 1988).

En l'arrel, a nivell de concepció del comportament, hom suggereix que, en molts casos, els homínids més primitius no són precisament caçadors sinó bàsicament recol·lectors de fruits i carronyers esporàdics. En aquest sentit Binford reinterpreta registres com els de Torralba i Ambrona pels quals proposa una activitat de carnívors i no precisament humana en l'aportació de les carcasses d'elefants. Els estudis posteriors, promoguts per aquest debat van relativitzar-ne les conclusions (Potts and Shipman, 1981; Shipman and Rose, 1983; Potts, 1988; Villa, 1990) però posen en evidència la dualitat de l'aport i la simplicitat de la teoria vella de l'associació.

Recentment, el descobriment d'objectes apuntats, llances, configurats en fusta al jaciment alemany de Schoningen (Thieme, 1997) han permès de plantejar que, almenys pel Plistocè mitjà ple europeu, *Homo heidelbergensis* era perfectament capaç de produir els instruments necessaris per a una cacera activa. Aquests objectes presenten una configuració llarga i de concepció complexa i avançada (vegeu l'apartat sobre la transformació de la fusta) i estan associats a més de 10.000 restes esquelètiques d'herbívors amb una densitat de 100 restes per m<sup>2</sup> (Thieme, 1997:809). Entre elles destaquen les de cavall. Les restes òssies presenten senyals de tall provocades per instruments lítics i fracturacions de morfologia antròpica. Una de les llances va ser recuperada al costat mateix d'una pelvis incompleta de cavall. Per tant, la complexitat tècnica de producció de les llances, l'associació a una gran quantitat de restes d'herbívors i la forma dels objectes de fusta indica una conducta de cacera activa clara i important, que podria incloure la projecció dels objectes i l'escomesa d'aprop. Sobre tot, demostra un aprofitament molt intens de la biomassa animal, en ser capaços de caçar. La conducta homínida es demostra, doncs, molt complexa en diversos camps i direccions.

Amb aquesta nova dada es pot resituar tota la polèmica en un terreny molt més lògic i menys simplista i demagògic de com ha estat. És a dir, s'ha de plantejar la qüestió des d'una òptica dialèctica i històrica, sense preconceptes sobre les capacitats homínides.

En aquest sentit, l'opció del comportament oportunístic ha de ser contemplada: el fet de proporcionar dades sobre la cacera no significa que no hi hagi carronyeig, especialment en entorns molt concrets, com petites cavitats càrstiques que poden actuar com a parany natural o poden haver estat cau de carnívors.

Per tant, a nosaltres se'ns planteja una qüestió necessària que també comentem en l'apartat dedicat a les accions sobre os: hem d'intentar destriar a nivell de deforma-



cions microscòpiques entre activitats d'accés primari i accés secundari a la biomassa animal. La distinció entre En conjunts càrstics com el de TG11, en què les ocupacions són majoritàriament secundàries i curtes en el temps és important poder establir el paper que tenen aquestes cavitats en l'economia de cacera i recol·lecció d'*Homo heidelbergensis*.

S'han analitzat objectes experimentals usats per a fer el primer processament d'una carcassa animal i s'ha pogut distingir les deformacions que presenten de les que s'han descrit en objectes usats per a fer el desmembrament secundari i extreure les petites restes de carn adherides als ossos. En definitiva, s'ha destriat, a nivell microscòpic, entre escorxament i esquarterament. Som conscients que és impossible anar més enllà d'una proposició hipotètica que cal sostenir mitjançant l'anàlisi de la resta del registre. Podrem identificar objectes usats per a escorxar i objectes usats per a esquarterar o extreure la carn dels ossos, però per proposar una cacera activa o una recol·lecció de biomassa ja aprofitada prèviament falta l'estudi tafonòmic i una modelització basada en un coneixement ampli de cada nivell i del seu registre paleontològic i arqueològic. De cap manera es pot basar en la sola evidència de les deformacions d'ús. En aquest sentit és de gran importància el treball de Díez (Díez, 1995) en el qual proposa que, en el registre de Trinchera Galería, coexisteixen l'adquisició homínida i el carronyeig de carnívors i la dinàmica contrària, igual que acumulacions totalment fortuïtes sense intervenció d'altres agents. Queda, doncs, clara la finalitat de la selecció de la mostra experimental de referència per a contrastar les activitats dutes a terme en les cavitats de la Sierra de Atapuerca.

#### *Els objectes*

La divisió que hem establert entre escorxar i esquarterar la mantindrem en tota l'exposició i intentarem contrastar-la amb dades, no només amb els conceptes que ja han estat establerts. Els objectes usats en accions de carnisseria analitzats per aquest estudi han estat deu. Sis són de sílex neogen, dos de sílex forani a la Sierra i dos més de quarsita de la formació de Barbadillo del Pez. Només tres han estat usats per a les accions primàries d'escorxar, de les quals, una ha dut a terme tant tasques d'escorxat com d'esquarterat. I la resta, set, per a esquarterar. A l'interior d'aquests darrer grup podem establir una subdivisió amb els objectes que, específicament, han descarnat les restes de carn adherides als ossos: un total de cinc: per tant, formen el grup més nombrós.

El temps d'ús és generalment baix: cinc objectes han actuat durant 10', un durant 5', un més durant 20' i dos durant 60'. D'aquests darrers, dels quals hem de pensar que presentin un desenvolupament més fort de llurs característiques, n'hi ha un usat per escorxar i un altre per esquarterar, per tant, ens han de servir especialment.

#### *Les activitats*

Ja han estat sobradament exposades en línies generals. Només cal esmentar que els objectes dedicats a descarnar es van usar per treure les últimes restes de carn dels ossos llargs i plans i, inclús de les falanges. Per tant, han de ser aquests objectes els que hagin patit més la influència de l'acció sobre os. Són aquestes activitats, lògica-

ment curtes, les que han fet que la majoria dels objectes hagin tingut temps de treball molt reduïts. Les que presenten una duració d'esforç major són les que han fet tot el processament d'un animal o n'han esquarterat un de mides mitjanes, que ha permès de perllongar l'activitat. Com hem indicat, escorxar i esquarterar estan introduïdes com accions de tallar.

#### *Extensió i distribució de les deformacions*

L'extensió total de les deformacions en les vores actives (gràfic 1) és bimodal: amb un terç dels objectes que no desenvolupen deformacions en més del 25% (uns quants ni hi arriben i es queden en el 10%) del tall i els dos terços restants que tenen un desenvolupament mitjà. Destaca un sol objecte amb el 75% de l'extensió deformada. Per tant, hem de concloure que, tot generalitzant, les activitats de carnisseria no afecten fortament la vora. El que presenta el 75% de deformació és un objecte usat durant 10': no és una característica lligada a l'ampliació del temps d'esforç sinó a la modalitat de l'esforç.

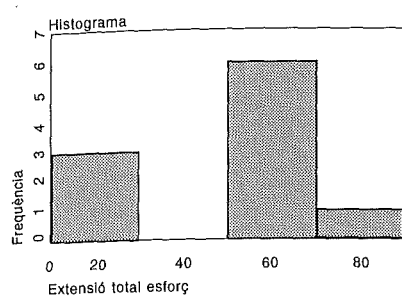
El temps tampoc és la variable que governa la distribució de les altres dues mesures quantitatives: l'amplitud i la profunditat en superfície. L'objecte que presenta una amplitud extrema de 300  $\mu\text{m}$  va ser usat durant 20' i el que té deformacions fins a una profunditat de 100  $\mu\text{m}$  ho va ser durant 10'. Els objectes usats durant 60' presenten mesures més modestes. Inclús l'objecte usat durant 5' té mesures iguals o superiors a aquests.

L'amplitud (gràfic 2), tot i ser una mesura que no ha estat presa per intervals, presenta una concentració molt important entre 25  $\mu\text{m}$  i 75  $\mu\text{m}$  i una dispersió baixa, en què només hi ha un objecte allunyat del grup principal. Es tracta de la primera acció en què s'observa una direccionalitat clara d'aquesta variable. La distribució no respon ni al temps ni als grups d'activitat: l'objecte de més amplitud és el que s'ha usat per una activitat completa de carnisseria i és l'únic que distorsiona una homogeneïtat força considerable.

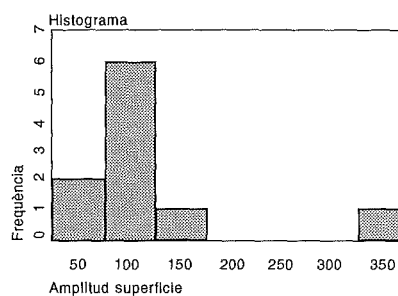
Pel que fa a la profunditat (gràfic 3), es concentra entorn de 20 i 50  $\mu\text{m}$  sense un ordre clar. Probablement s'han de considerar ambdues variables com homogènies i la concentració de l'amplitud és simptomàtica d'aquest grup d'activitats. Entre elles la profunditat és més dispersa i, per tant, respondria menys a aquesta descripció. En comparació amb d'altres grups d'activitats, aquestes tenen sobretot una amplitud baixa. L'os, per exemple, presenta valors generalment majors, tot i que es combina amb una major dispersió. És a dir, les activitats de carnisseria semblen tendir a extensions baixes de les àrees de deformació i a mantenir un patró força homogeni especialment referent a l'amplitud. I això que la carnisseria és una de les activitats en les que l'objecte d'ús penetra més el material i que generalment s'ha acceptat que la carn, un material mòrbid, s'adhereix bé a la roca. És a dir, el contacte és intens però es tracta d'una relació que no provoca una deformació profunda.

L'anàlisi dels patrons de dispersió (figs. 1-7). En general semblen presentar una forta dispersió, però s'hi dibuixen regularitats força clares. En primer lloc, és general l'associació de la zona més deformada amb una important convexitat de la vora. En el moviment principal durant les activitats de carnisseria, l'objecte bascula lleugerament dins la mà, i això millorarà sempre amb una deliniació lleugerament convexa. La presència d'una discontinuïtat important, un trïedre destacat, concentrarà la defor-

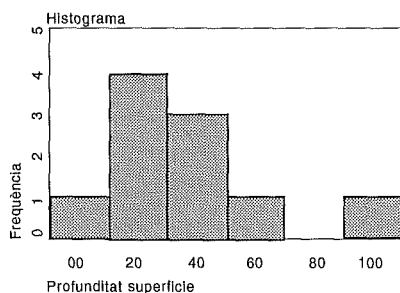
#### IV. Deformació dels objectes en funció de les accions desenvolupades



Gràfic 1.



Gràfic 2.



Gràfic 3.

mació d'inici de la incisió i, especialment, la deformació abrasiva, perquè és la unitat potencial que segueix un esforç puntual més fort i la que treballarà especialment les zones més dures de la biomassa. És justament el patró que s'observa en l'objecte usat per l'activitat completa (fig. 1): en la zona distal s'hi destaca un tríedre que és especialment marcat després de l'activitat, perquè s'hi ha format una morfologia còncava molt marcada causada per fractura fràgil d'aquesta àrea. L'acció d'escorçar i, en general, la de tallar, es duu a terme amb una implicació primordial del dit índex que es situa justament allà on hi ha la discontinuïtat principal en la deliniació de la vora. L'existència d'una concentració important en una discontinuïtat marcada i la dispersió àmplia en tota la vora semblen característiques d'aquesta activitat. En la fig. 2 s'observa com l'abrasió principal es desenvolupa en el tríedre distal i trobem deformacions, de forma dispersa i inconnexa en tota la vora.

Els dos objectes descrits darrerament han estat usats, respectivament, durant 20' i 60'. Tanmateix la intensitat i distribució de tendència total de llurs deformacions no es relaciona amb el temps sinó amb l'activitat, la qual, des d'un primer moment forma el patró descrit. Així ho podem veure a l'objecte de la fig. 3, usat durant 10'. I especialment a la fig. 4 en què l'objecte descrit, usat durant 10', presenta el patró més continu de deformació amb una incidència especial en el tríedre distal però amb una abrasió important en tota la vora, especialment en la cara superior. És dels objectes usats per descarnar: acció sobre radi i cúbit i separar falanges.

Amb molt menys continuïtat, però l'objecte de la fig. 5 presenta un patró idèntic sobre tota la vora, sense una incidència especial en el distal. A la fig. 6 es mostra un objecte que trenca el patró d'extensió en tota la vora segurament per la marcada dis-

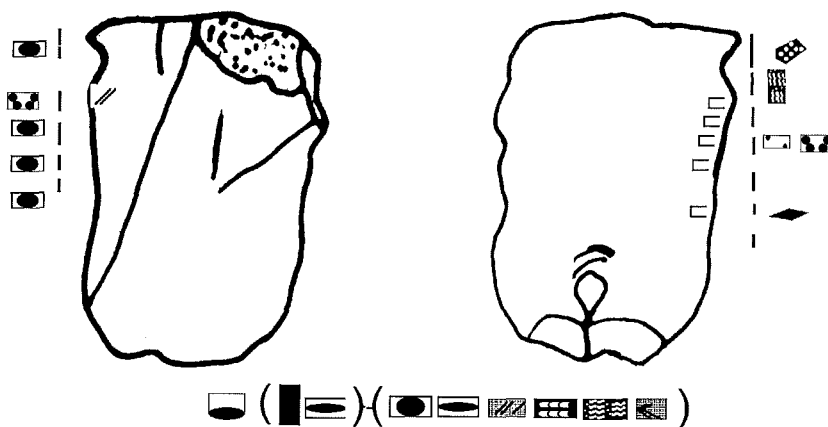


Figura 1.

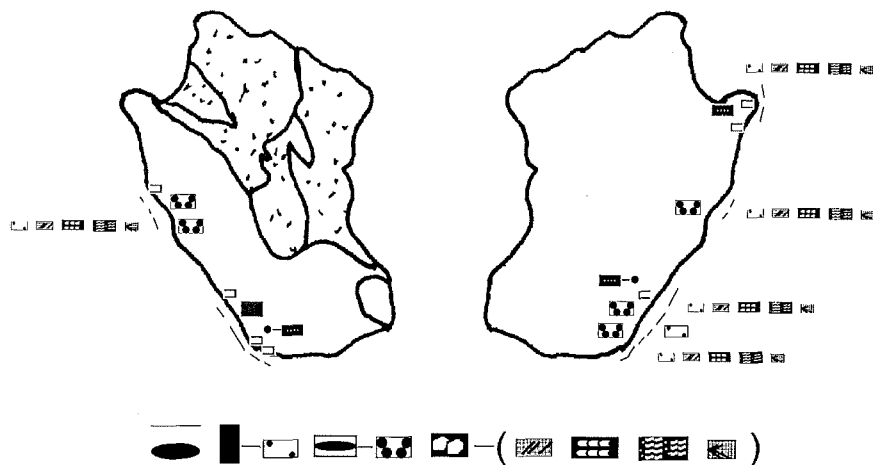


Figura 2.

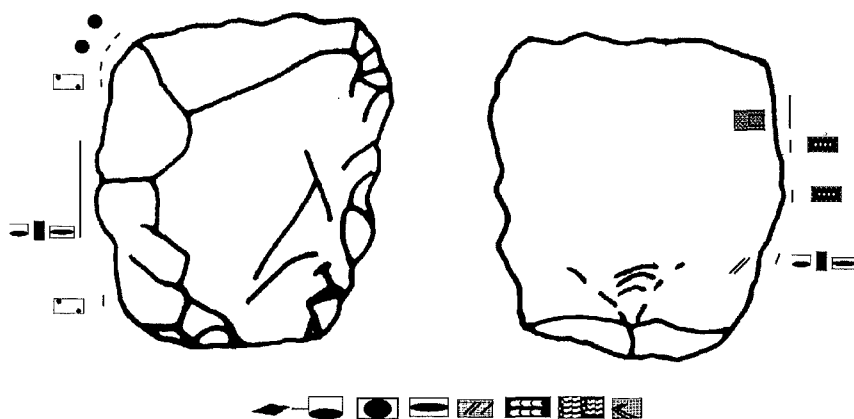


Figura 3.

IV. Deformació dels objectes en funció de les accions desenvolupades

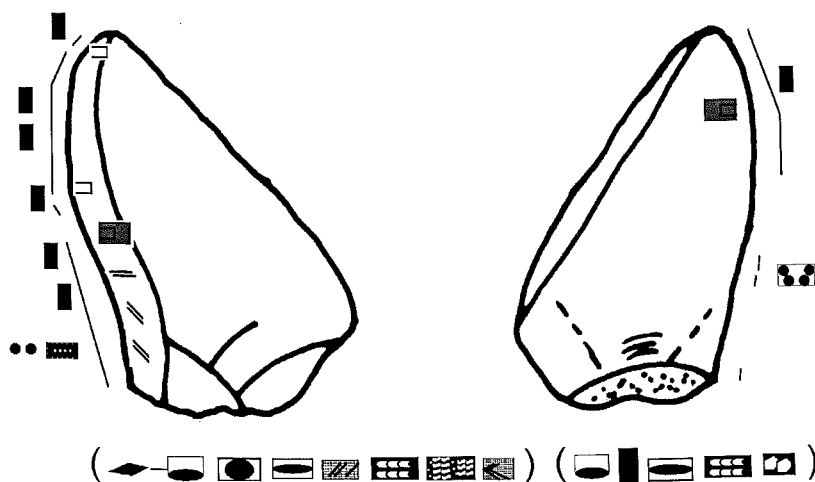


Figura 4.

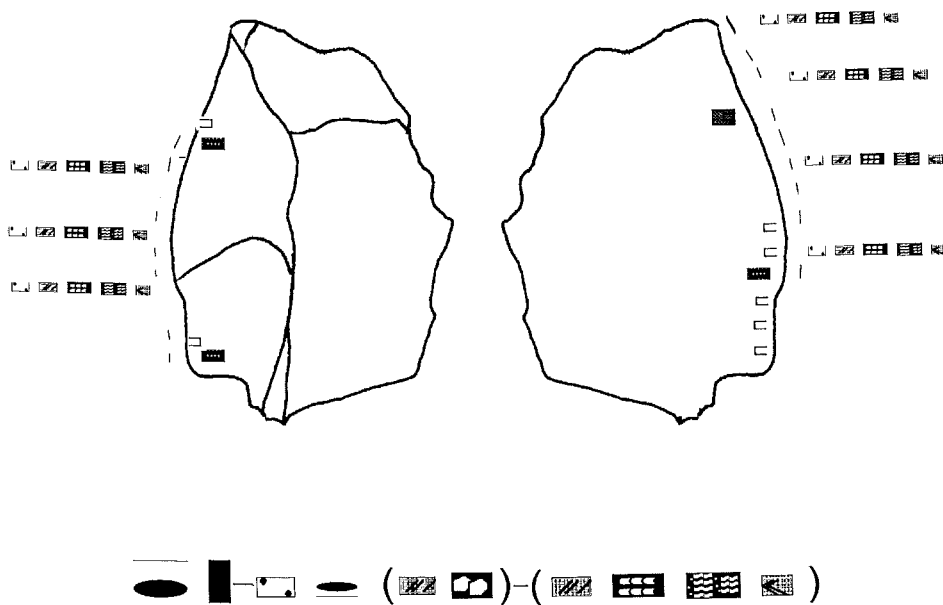


Figura 4.

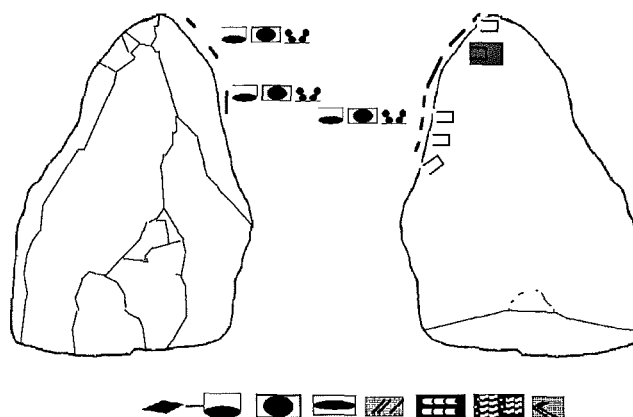


Figura 6.

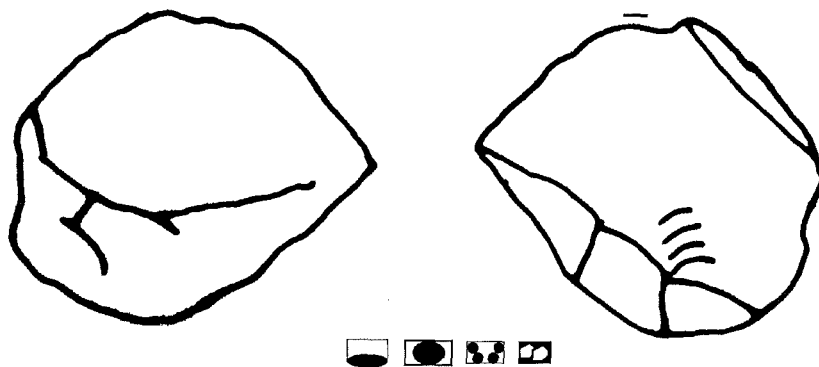


Figura 7.

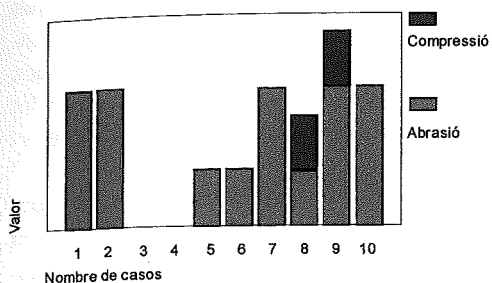
continuitat, excessivament àmplia del tram central: la deliniació i la morfologia influeixen, un tall amb una convexitat contínua és el més adaptat a aquesta activitat.

Finalment, tot i que han estat usats amb marges de temps idèntics als altres, els objectes de quarsita desenvolupen molt menys les deformacions. Així es pot veure a la fig. 7, amb un objecte usat per descarnar durant 10', igual que el que presenta la distribució i intensitat més àmplies de la sèrie. La que observem en aquesta figura és la incidència menor de deformació que hem descrit en tota l'experimentació.

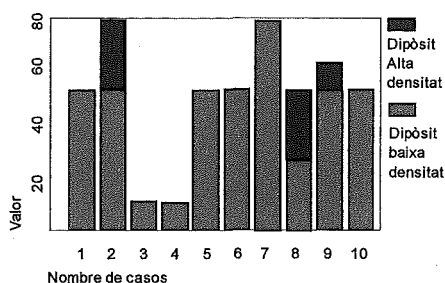
#### *Associació de deformacions*

Dos objectes no presenten deformacions abrasives (gràfic 4). Es tracta justament dels dos objectes de quarsita dels que ja hem comentat que pateixen modificacions molt reduïdes en tots els sentits. De la resta només dos desenvolupen compressió de la xarxa original com a deformació lateral en punts de mínim esforç, com els extrems de la vora

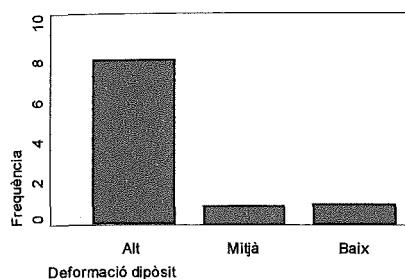
IV. Deformació dels objectes en funció de les accions desenvolupades



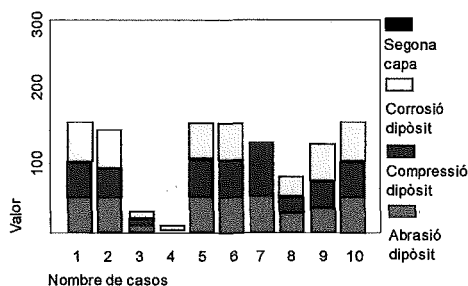
Gràfic 4.



Gràfic 5.



Gràfic 6.



Gràfic 7.

o l'interior (figs. 2 i 3). Aquesta característica es combina amb la presència de dipòsit de baixa densitat que descrivim en els mateixos objectes i en un terç (gràfic 5). Normalment, es tracta de deformacions progressives i acumulatives, com hem dit, en els marges de l'esforç principal. Un dels objectes està usat durant 10' però els altres dos són precisament els que han servit durant 60'. Podria tractar-se d'una associació generada pel temps, o, si més no, hi guanya importància.

És molt remarcable que la deformació intercrystal·lina es manté en tots els casos en límits molt baixos, amb un màxim del 25% i nombrosos casos en què no passa del 10%. La intracrystal·lina, en canvi, ja adquireix nivells generals mitjans, del 50% en la majoria. Hi destaquen els dos objectes de quarsita, que es mantenen amb deformacions molt baixes, i un de sílex neogen que en presenta el 75%: es tracta de l'objecte en el que hem descrit una deformació en general més extensa.

En general, una deformació intercrystal·lina realment molt baixa, amb màxims del 25% i una d'intracrystal·lina mitjana, amb valors entorn del 50% d'extensió afectada, amb poca incidència de compressió i dipòsit de baixa densitat, combinats, són les característiques més destacades i pròpies d'aquestes activitats.

La deformació del dipòsit (gràfic 6) és alta en un 80% dels casos. En els restants, els dos objectes de quarsita, és mitjana i baixa. Excepte en un d'aquests objectes, en els altres es donen els tres processos principals de deformació del dipòsit (gràfic 7). En cap cas s'ha determinat l'existència de més d'una generació. Els valors de les deformacions són molt variables i llur presència relativa s'observa determinada per l'extensió de la modificació general en cada objecte.

Comparant aquesta distribució amb el gràfic d'extensió de l'esforç, modificat per mostrar els valors individuals (gràfic 8) i amb el de la distribució del dipòsit d'alta densitat, constatem que tots tres tenen el mateix perfil: en l'extensió total de l'esforç el pes principal és del dipòsit d'alta densitat, el qual per altra banda, està deformat en tot moment, no hi ha dipòsit no deformat. Això s'adiu amb la baixa representació de deformació intercrystal·lina que no té cap significació en el pes total de l'esforç.

És important destacar com unes deformacions que no es donen en l'estructura fresca, com la compressió, o que s'hi donen molt poc, com l'abradió, s'estan donant amb valors mitjans i alts en la nova estructura recristal·litzada. Presenten comportaments termodinàmics molt diferents: el dipòsit és molt més deformable. En un cert sentit s'aproxima al que hem descrit per a la quarsita en les simulacions mecàniques.

La proporció de les tres variables de deformació de dipòsit són idèntiques en tots els casos, tot indicant que es donen plegades i que, probablement, tenen un mateix origen en la fricció dels dos cossos sota esforç.

### *Característiques del dipòsit*

La principal és la que acabem d'assenyalar, pràcticament tota l'extensió de dipòsit està deformada per abradió, compressió i corrosió. Una altra característica important és que quasi bé en tots els objectes es distribueix en àrea. En el 60% és única en àrea i en el 40% restant presenta una disposició mixta de franja i àrea o retícula (gràfic 9). Aquesta disposició és plenament concordant amb una idea de deformació discontinua a nivell macroscòpic i microscòpic, en no formar connexions d'àrees suficients per configurar una franja. En comentar la profunditat i l'amplitud dels trams de deformació ja hem assenyalat la possible raó d'aquesta discontinuïtat i d'aquella manca de profunditat en la modificació malgrat el contacte intens que es produeix.

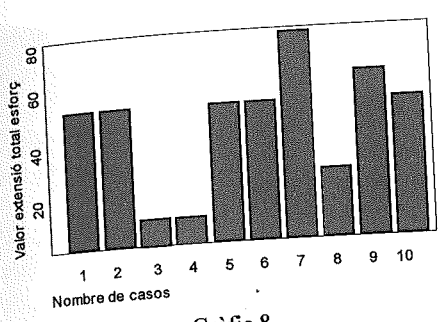
El gràfic 10, en què es descriu la continuïtat del dipòsit, aporta informació que ja és redundant sobre el que acabem de comentar: dipòsits bàsicament discontinus i molt discontinus davant de només un 20% de dipòsits descrits com continus. Aquests dos objectes de dipòsit continu corresponen al que s'ha esmentat nombroses vegades per tenir la deformació més extensa, usat per a descarnar i al que va ser dedicat a una activitat completa de carnisseria. És a dir, no són els que han estat usats més temps (un durant 10' i l'altre durant 20'). Respecte al temps cal dir que els dos objectes usats durant 60' estan configurats en un sílex forani a la Sierra de Atapuerca, probablement menys deformable plàsticament que el sílex neogen, roca en la que estan configurats els que tenen el dipòsit més desenvolupat. Malgrat tot, dins del sílex neogen tampoc no s'observa una regularitat.

El volum del dipòsit (gràfic 11) és, en molts casos pla associat a una morfologia convexa principal. En aquests objectes el dipòsit pla és lateral i indica els punts de màxim esforç. Generalment es tracta d'objectes que han tocat os (tres sobre quatre). No sembla que aquest que ha estat usat només sobre carn i presenta dipòsit pla tingui una significació excessiva perquè no es pugui mantenir una associació d'aquesta morfologia amb l'os.

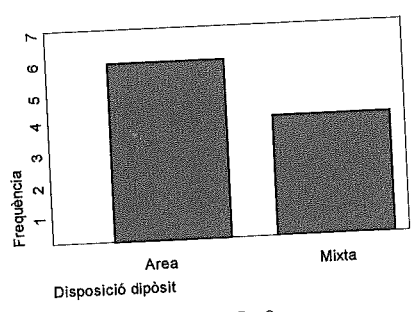
Si bé veiem en l'apartat corresponent que l'os també provoca dipòsits convexos, recordem que durant l'esquartament, el contacte amb l'os és puntual però intens, amb molta fricció i impacte sense control voluntari, fet que afavoreix la formació de dipòsits preferentment plans en els punts en què es dona aquest esforç.



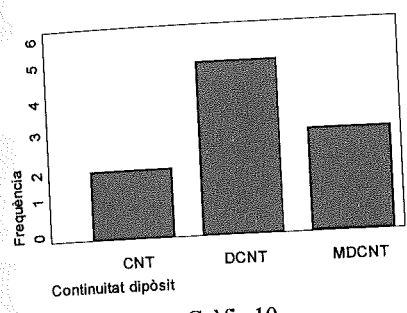
IV. Deformació dels objectes en funció de les accions desenvolupades



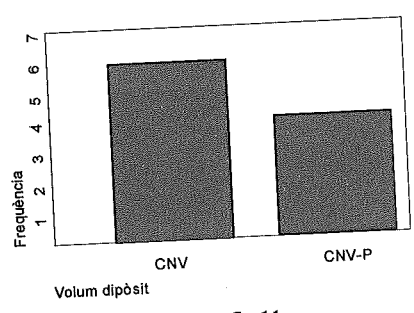
Gràfic 8.



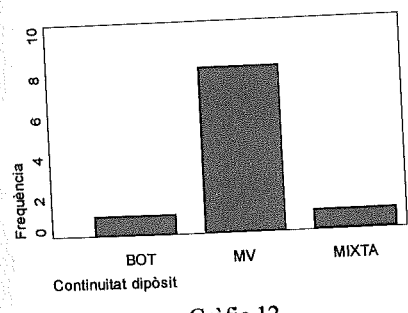
Gràfic 9.



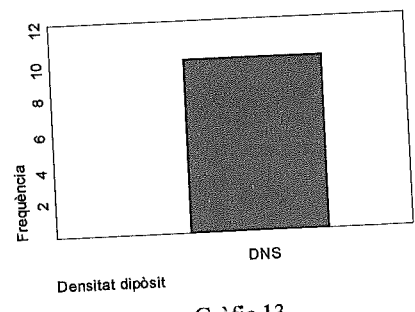
Gràfic 10.



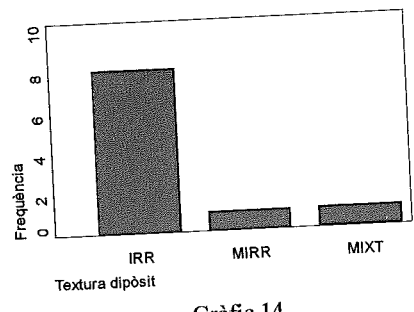
Gràfic 11.



Gràfic 12.



Gràfic 13.



Gràfic 14.

La continuïtat del volum té una distribució univariant (gràfic 12): és monovolum. Només en un cas és francament botrioïdal: es tracta d'un dels objectes de quarsita, el que té les deformacions menys desenvolupades. En l'objecte que té dipòsit mixt monovolum-botrioïdal, aquesta segona morfologia es presenta com una forma lateral de l'esforç, en les zones marginals de l'interior de la superfície (fig. 2). La continuïtat del volum no té relació amb la duració de l'esforç i, segurament, tampoc a la matèria treballada. Més aviat es tracta d'una forma particular de recristal·lització que construeix petits agregats perquè no es crea l'energia suficient per a l'alliberament de quantitats més grans de matèria. Està lligada a la temperatura, la fricció i la pressió generades en un esforç i que creen l'energia lliure suficient perquè grans quantitats de matèria dels defectes de l'estructura cristal·lina migrin cap a la superfície de l'objecte, allà on, el contacte amb un altre medi menys energètic, canvia les condicions i afavoreix la recristal·lització de grans masses. L'energia més baixa afecta menys matèria i fa migrar menys defectes que acaben en recristal·litzacions puntuals. Els dipòsits botrioïdals, de volums més petits i més nombrosos poden ser responsables parcials dels aspectes rugosos que sovint s'observen al microscopi òptic.

Els dipòsits descrits en aquesta sèrie són exclusivament densos (gràfic 13). Tot i que s'han citat dipòsits de baixa densitat, igual que passa amb el dipòsit botrioïdal, ho han estat sempre en zones d'esforç marginal, a l'interior i en els extrems de la vora, no com a deformació bàsica. Tampoc no s'han descrit dipòsits molt densos. Tot i que la quantitat d'aigua present en la carn sembla important, les deformacions indiquen que en el sistema d'esforç no se n'hi ha introduït suficient.

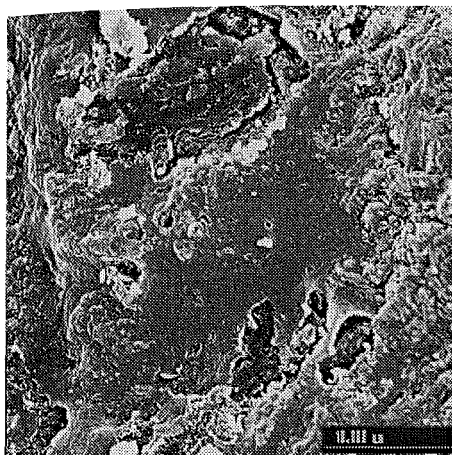
Malgrat que es tracta de dipòsits monovolum i densos la textura (gràfic 14) és absolutament irregular. Això no està causat per la forma de recristal·lització sinó per la intensitat de la deformació del dipòsit posterior a la seva formació. La corrosió és l'agent principal que modifica la morfologia inicial d'una recristal·lització i la converteix en una superfície irregular. Sovint podria ser confosa amb volums botrioïdals a causa de l'extremada desorganització de tal estructura (làmina 1b-c): un fenomen que també es dona en les accions sobre os, en què la corrosió posterior al dipòsit és igualment important. Però, primer, el coneixement dels processos de deformació, la situació d'aquestes irregularitats en l'interior de masses més regulars, en associació clara i franca amb solcs de corrosió i la constatació de que com més solcs de corrosió major irregularitat fan possible determinar-ne l'origen real.

#### *Procés de deformació durant l'activitat*

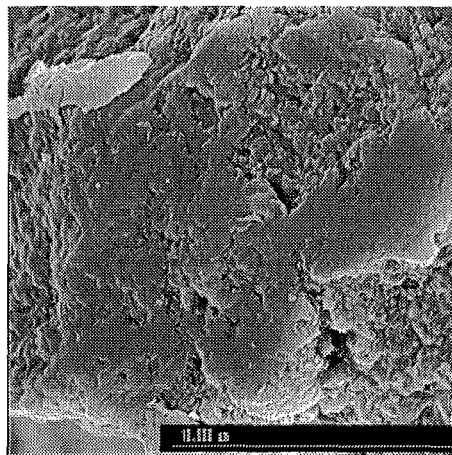
Les dues activitats que hem descrit provoquen deformacions certament diferenciables però també tenen molts punts similars. A continuació descriurem els processos de deformació que s'han observat en objectes usats per escorxar i objectes usats per esquarxar. Al final intentarem distingir-los, sobretot mitjançant deformacions distintives claus, destriant les que siguin comuns.

Molt correntment, les primeres fases de deformació comporten dipòsits de molt baixa densitat, de relleu força llis i límits abruptes. Es deuen a la generació de baixes energies i, moltes vegades corresponen al desenvolupament de comportaments plàstics basats en la compressió (làmina 1a). Aquest comportament, a més de tractar-se d'una fase inicial en molts punts, ha estat descrita com una forma marginal de comportament, en punts de mínim esforç (figs. 2, 3 i 5).

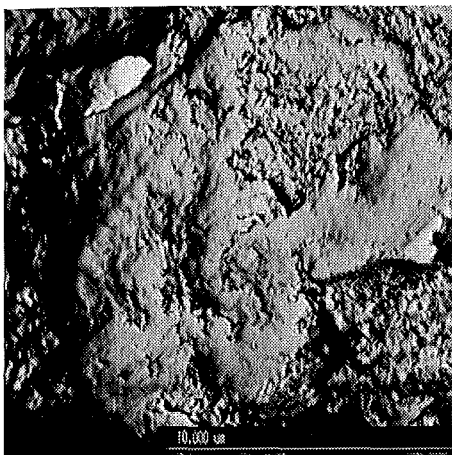
*IV. Deformació dels objectes en funció de les accions desenvolupades*



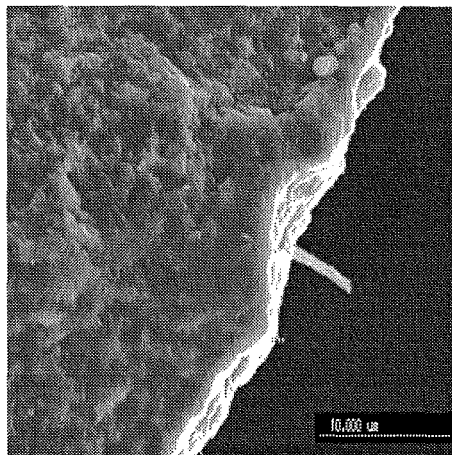
A



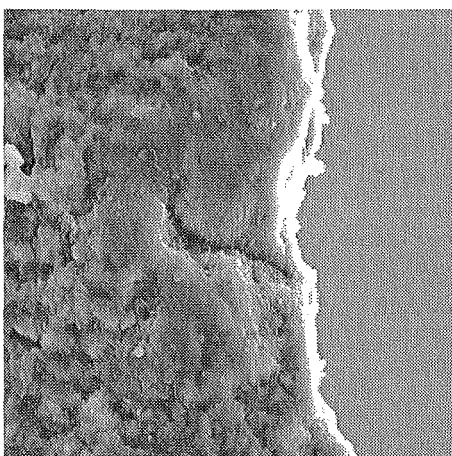
B



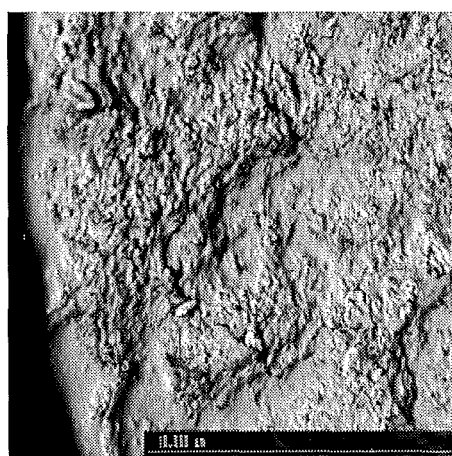
C



D



E



F

Làmina 1.

La continuació de l'esforç i l'augment de les constants de deformació provoquen el creixement de recristal·litzacions més convexes, voluminoses i denses (làmina 1b-c) però organitzades en àrees aïllades. Un moviment bàsicament longitudinal a la vora, amb implicació important del tall però amb poca incidència en les cares per la manca de moviments perpendiculars secundaris comporta la formació d'una franja molt nítida, de límits molt clars, i ben desenvolupada, convexa i de tendència monovolum (làmina 1d, e, f). En alguns punts, tanmateix, l'aspecte és clarament botrioidal, com indicant un procés acumulatiu, en el qual el volum únic i la disposició en franja contínua són fruit del temps i del manteniment de l'esforç.

Aquestes franges i àrees, en una fase més avançada estan deformades, fet que clarifica més el volum botrioidal (làmina 2a-b). Si comparem aquestes dues imatges amb les de la làmina 2c i d observarem unes diferències que poden ser altament significatives. En les primeres es dona:

- una abrasió paral·lela al tall, de solcs fins sobre
- un dipòsit convex i força llis combinada
- amb una corrosió profunda però irregular que comporta
- una superfície formada de petits punts en àrees àmplies envoltats per la recristal·lització més densa no afectada.

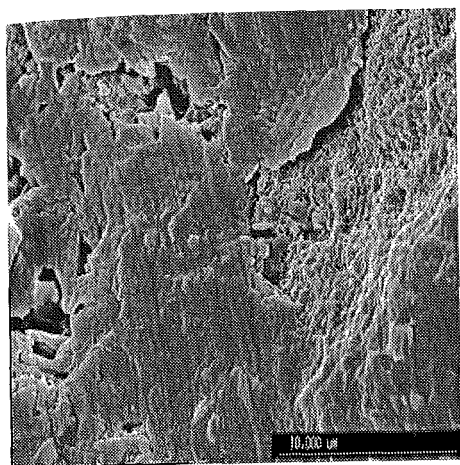
En les dues darreres imatges citades

- l'abrasió i, consegüentment, la corrosió que l'acompanya, són perpendiculars al tall;
- el volum és únic;
- s'hi dona compressió;
- possibles macles a l'extrem superior esquerre de la imatge 2d;
- una fracturació intensa de la superfície del dipòsit; i, per acabar,
- la textura no és ni de bon tros llisa, segurament a causa d'una corrosió molt més intensa. En d'altres casos s'ha comprovat també que l'abrasió paral·lela al tall afecta menys el dipòsit que la perpendicular (làmina 2e).

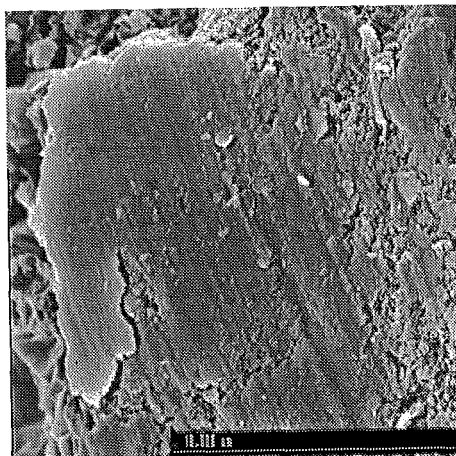
L'abrasió fina descrita l'associem a la deformació provocada durant l'escorxament per l'esforç provocat principalment per la pell i l'abrasió i corrosió profundes perpendiculars les associem, bé a reaccions dels materials durs durant l'escorxament, bé a treballs clarament d'esquartament. De fet, els objectes dedicats a escorxament sempre incideixen, poc o molt, sobre teixits més durs, com os i tendons. Quan això passa, la incisió i la pressió augmenten per superar la dificultat: d'aquesta manera es produeixen perpendiculars i no en el sentit de la component principal del moviment. Sempre s'observarà una doble component per raons similars.

L'acció d'esquarterar, com que té un moviment longitudinal important i afecta també teixits blans, com la carn, provoca franges de dipòsit convex, monovolum i força llis com en l'activitat anterior (làmina 2f i 3c). Hi podem observar profunditats diferencials segons els punts de la franja: normalment allà on hi ha una protuberància en la superfície, com en la part superior de la imatge, el dipòsit es fa més profund perquè l'àrea en contacte amb la matèria s'amplia. També s'hi observen dobles franges, una de dipòsit monovolum més intens que, de vegades, presenta abrasió, i una de més interna, de volums botrioidals i dipòsit igualment convex i llis (làmina 3a).

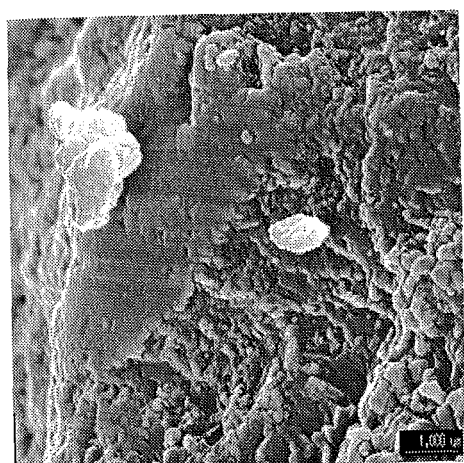
*IV. Deformació dels objectes en funció de les accions desenvolupades*



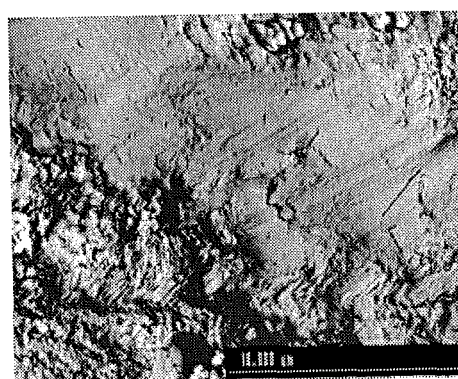
A



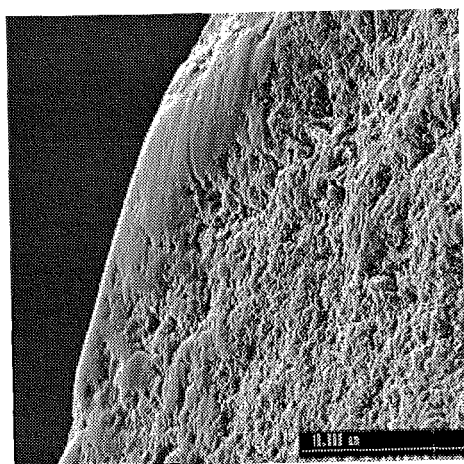
B



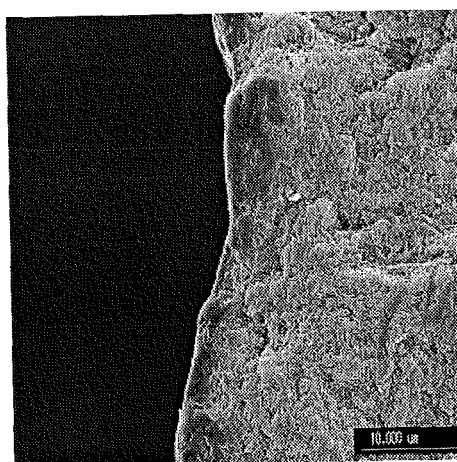
C



D



E



F

Com s'ha indicat la continuïtat del dipòsit no és forta i la disposició, generalment, és en àrea o retícula. Els trams interns de la retícula poden tenir abrasió (làmina 3b). Tot això indica un esforç longitudinal que afecta de forma molt diferencial la superfície i el volum per provocar dipòsits importants però discontinus. Ja que la carn com a tal té poc poder abrasiu s'ha de considerar l'efecte de partícules externes i, sobretot, l'acció de l'aigua que conté per explicar els dipòsits i l'abrasió. Tanmateix, la pell és un material de duresa mitjana i francament abrasiu. Aquests elements són els que fan pujar la temperatura a causa de la fricció i la pressió i provoquen l'energia necessària. Les dimensions i la freqüència dels punts de dipòsit mostren l'abast de la superfície afectada. Per altra banda, la discontinuïtat indica que hi ha nombroses àrees no afectades.

A la imatge d de la làmina 3 observem, en segon terme, un dipòsit convex comprimit de forma que es creen volums lleugerament inconnexos. Aquesta franja (transversal a la imatge) està separada de la resta per una fractura franca, per una discontinuïtat. Aquesta diferenciació està provocada per l'esforç diferencial d'una banda i l'altra de la línia. La part inferior de la imatge està molt més comprimida. Es descriu com un dipòsit pla produït per diagènesi: originàriament era convex, com la part interna, però la compressió que actua en la vora en sentit perpendicular l'ha aplatit. Això es comprova per les lateralitats indicades i perquè l'àrea plana no ho és del tot sinó que presenta dos solcs molt amplis de compressió i una ondulació entre ambdós (part inferior-centre de la imatge). Cal distingir aquestes morfologies planes de les que ho són en origen perquè no s'hi distingeix alteració posterior.

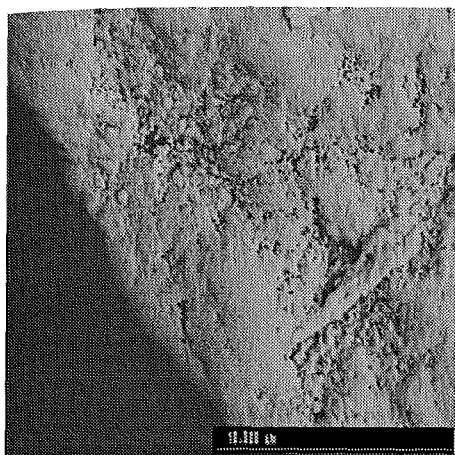
Les àrees de dipòsit presenten deformacions diferencials perquè els esforços que pateixen també ho són. Així en la làmina 3f, en la 4b i en la 4c veiem uns dipòsits convexos amb abrasió fina paral·lela al tall provocada per esforços baixos o mitjans. En canvi, la corrosió que indica la làmina 4d està provocada per un esforç molt major, que destrueix totalment el dipòsit i en deixa petits relictos puntuals o àrees més àmplies dispersades per solcs forts de corrosió. Aquestes àrees es disposen com franges freqüents perpendiculars al solc. Corresponen al mateix objecte de la làmina 3f. Moltes vegades les lateralitats poden ser molt pròximes, perquè el canvi d'esforç per incisió sobre materials diferents també és molt sobtat.

Una de les deformacions més profundes la trobem en aquest mateix objecte (làmina 3e). Es tracta d'un solc de deformació plàstica, una ruptura plàstica del material per fatiga, quan ja no pot seguir responnent mitjançant compressió o formació de dipòsit. Pot tractar-se d'una àrea on no és possible una migració o en la qual la sol·licitació tractiva ha estat tan forta que la matèria s'ha fracturat però no fràgilment, trencant els lligams entre cristalls, sinó plàsticament, tot trencant els lligams intracristal·lins. Es tracta de la deformació més profunda, la que indica un límit de resistència plàstica. És molt puntual, i no l'hem contrastada enlloc més però un esforç de descarnar durant 10' l'ha provocada. Repetim, de ben segur es tracta d'un punt molt feble de l'estructura perquè no tenia energia lliure disponible per a recristal·litzar. Cal notar que la superfície interior del solc, esgraonada, és perfectament homogènia i monovolum, com si es tractés d'un dipòsit: l'esforç l'ha compactada.

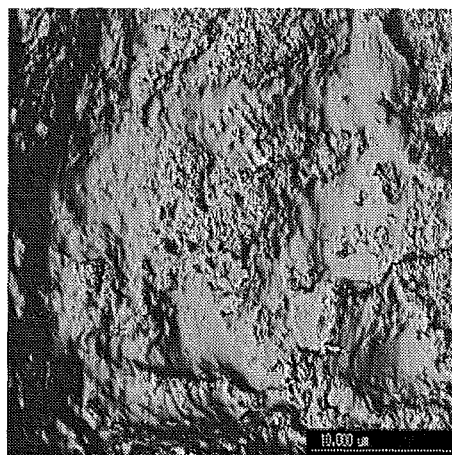
Justament l'heterogeneïtat de les deformacions produïdes durant l'escorxament però, sobretot, en incidir sobre matèria òssia en l'esquarterament, és el que més distingeix aquestes accions: les lateralitats brusques i la duplicitat de components de moviment.

En la quarsita (làmina 4e i f) el procés és molt similar. En la primera de les imatges observem un dipòsit convex en franja a la vora i una dispersió de punts de dipòsit

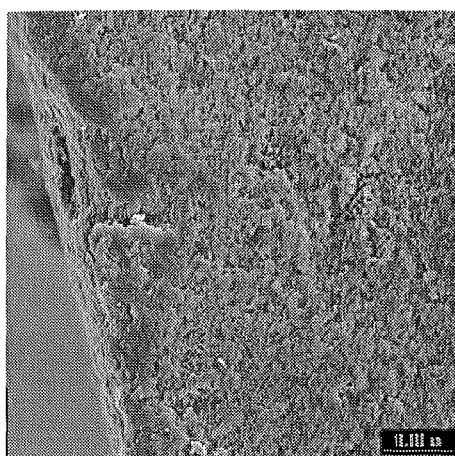
*IV. Deformació dels objectes en funció de les accions desenvolupades*



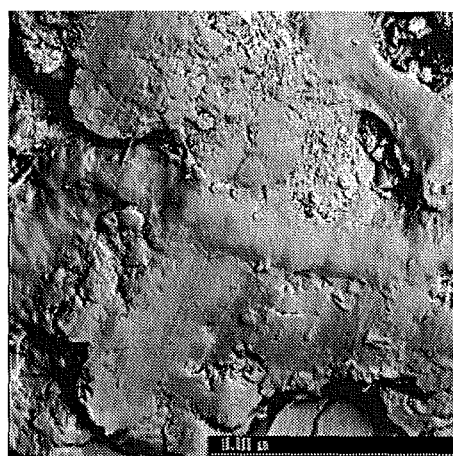
A



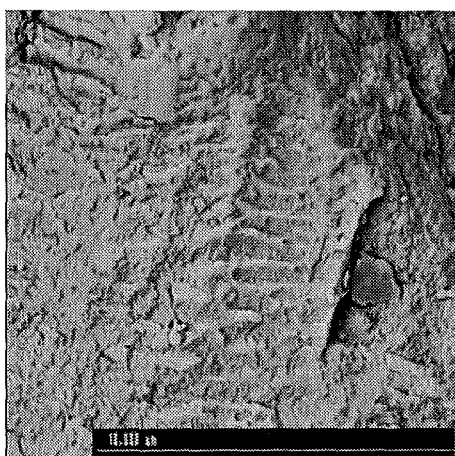
B



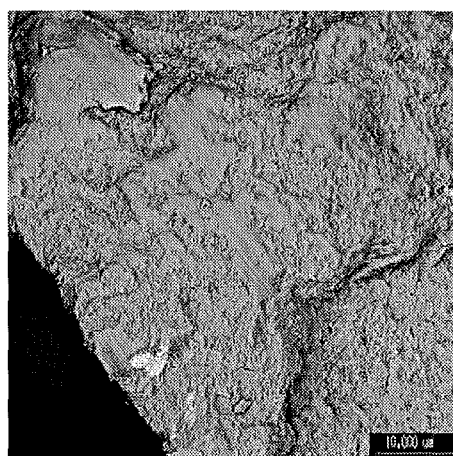
C



D



E



F

en l'interior producte d'un esforç longitudinal que forma el dipòsit i, després, per reaccions químiques el corroeix allà on l'esforç no és suficient per a seguir generant dipòsit. Aquestes superfícies convexes i llises, sobretot les franges, són fàcilment distingibles dels cristalls també llisos però sempre plans. Molt sovint el dipòsit s'hi veu clarament sobreposat.

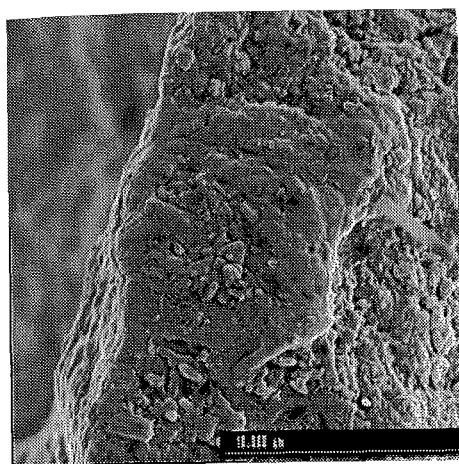
La làmina 4f mostra una àrea de dipòsit convex i llis, dens, deformat àmpliament per solcs de corrosió que hi traça franges de dipòsit conservat i depressions que trasllueixen el substracte: la corrosió més profunda associada als esforços principals causats per les matèries més dures, al contrari del que observàvem a la imatge anterior, típic d'esforços mitjans, en què la corrosió en solcs no hi és present.

La corrosió en solcs, profunda, desestructuradora del dipòsit és la característica més pròpia de l'esforç provocat per la component més dura del material durant els processos de carnisseria. Serà la deformació que farem servir més clarament per distingir una incidència sobre matèria òssia. La freqüència relativa d'aquesta deformació en una vora ens indicarà la importància de la incidència sobre os i tendons i la proximitat de l'acció a aquests materials. Una única deformació d'aquest tipus no és suficient perquè durant l'escorxament primari també es produeix incisió escadussera sobre l'os. En el registre d'Atapuerca veurem com aquesta característica ens servirà per determinar que algun instrument concret ha servit per separar membres o per descarnar.

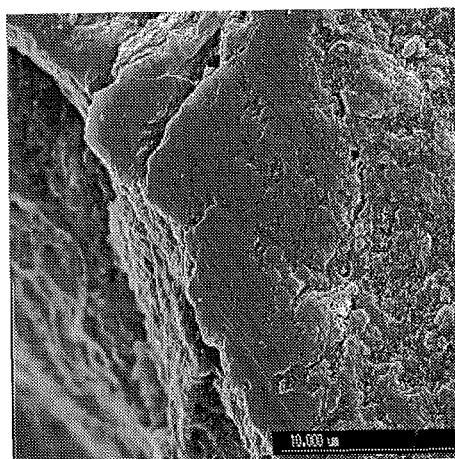
Finalment, una de les imatges (làmina 4a) està inclosa per una qüestió relativa al registre arqueològic. La morfologia que s'hi observa: un dipòsit convex, botrioidal en franja, corroït i amb depressions freqüents perpendiculars al tall i incloses en el dipòsit ha estat provocada per un esforç mitjà o baix. Això ho proposem per la disposició i la continuïtat del volum del dipòsit. La corrosió hi és molt lleugera. Les depressions que esmentàvem les associem a morfologies del substracte: macles naturals que pateix el sílex neogen i que hem descrit en d'altres punts d'aquest mateix treball. Aquesta morfologia és molt present al registre arqueològic hi és important de veure-la associada als esforços menors de la carnisseria.



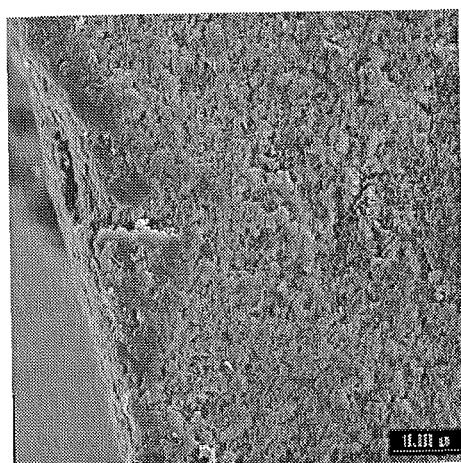
*IV. Deformació dels objectes en funció de les accions desenvolupades*



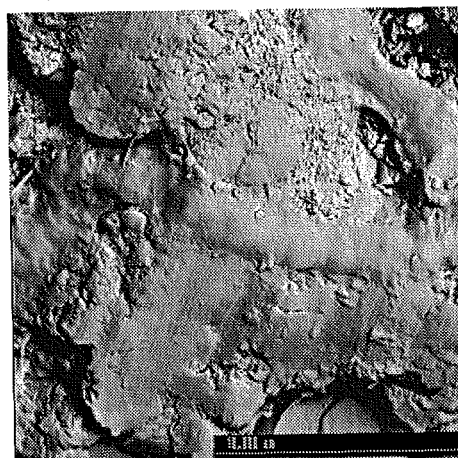
A



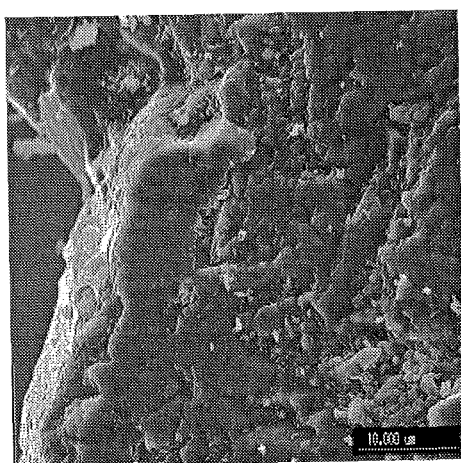
B



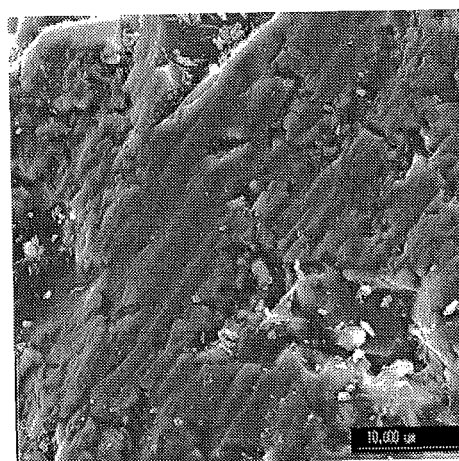
C



D



E



F

#### INTERVENCIÓ SOBRE OS.

La intervenció sobre os en períodes arcaics comporta problemes similars als de la transformació de banya de cèrvid que comentem més endavant. Tanmateix, Keeley (1980:103) descriu un instrument de Clacton on Sea utilitzat per perforar os i en un cas (*op. cit.*:121) dubta per atribuir un objecte a una acció de serrat d'os o banya (vegeu l'apartat A.4 més avall). La dificultat d'interpretació rau en el fet que per a conjunts tan antics no es coneixen restes d'ossos transformats pels homínids de la manera com indiquen les deformacions que Keeley troba en els instruments lítics. És el que considera aquest autor en l'obra citada i repeteix en una altra de posterior (Keeley, 1993), en la que, després d'una nova anàlisi, considera que part de les interpretacions anteriors no són vàlides però reitera la conformitat de l'acció de perforar (*op. cit.*: 134). Així, doncs, es manté la paradoxa (com ell mateix ho anomena) de tenir instruments lítics del Plistocè mitjà que han estat usats per perforar os i en tota Europa no hi ha cap resta òssia perforada. Sigui os o un altre material, la pròpia acció de perforar és extraordinària. Hi ha, tanmateix, una activitat econòmica bàsica en la que és corrent d'intervenir sobre os i que ha estat àmpliament contrastada: l'escorxament i esquartament d'animals. És molt corrent que, sobretot durant l'esquartament, s'incideixi sobre os provocant nombroses deformacions que ho indiquen. És la forma més corrent com Keeley descriu intervenció sobre os: «*This implement was probably used in butchering meat for cutting through joints or in some other way that brought it into repeated contact with bone*» (*op. cit.*:137). Hi presenta, a més, un tema que a nosaltres ens interessa i que comentem *in extenso* en l'apartat anterior, dedicat a l'escorxament: la distinció a nivell de deformacions per ús entre escorxament i esquartament. Keeley (*op. cit.*: 140, 146) indica una altra forma d'intervenció sobre l'os que també és important de contrastar a la Sierra de Atapuerca: trencament d'ossos amb dues BN1G de Hoxne. Lògicament ho relaciona amb l'accés i aprofitament del moll de l'os, una altra activitat alimentària bàsica.

En aquest context nosaltres hem analitzat una sèrie d'objectes que han intervingut sobre os de diferents maneres, més enllà de les esmentades. Com en tot moment, una de les finalitats, ultra l'arqueològica, és la metodològica: contrastar els diferents processos de deformació en les roques que ens interessin.

#### *Els objectes*

La sèrie d'objectes usats sobre os està composta de nou instruments: un és de quarsita de la varietat localitzada a la formació de Barbadillo del Pez, a la conca del riu Arlanzón; quatre són de sílex de la formació neògena de l'entorn immediat de la Sierra de Atapuerca; dos són de sílex de la formació cretàcia que constitueix la pròpia Sierra; finalment, dos objectes més són d'una varietat de sílex forània a la regió d'Atapuerca.

#### *Les accions*

S'han analitzat les deformacions d'un total de 7 accions: allisar (un objecte), cise-llar (un objecte), gravar (dos objectes), perforar (un objecte), ranurar (dos objectes), raspar (un objecte) i serrar (un objecte). Hom abarca des d'accions d'incisió mínima,

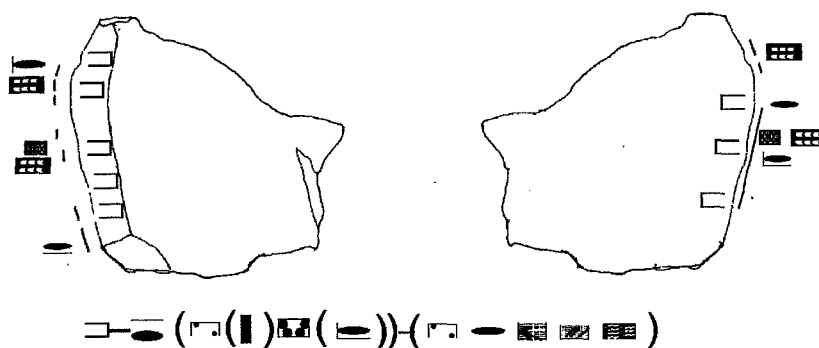
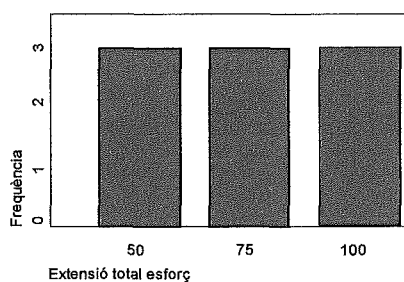


Figura 1.



Gràfic 1.

amb angle d'actuació baix, fins accions de penetració important, amb angle alt, inclouent-hi moviments unidireccionals i bidireccionals.

#### Extensió i distribució de les deformacions

L'extensió total de l'esforç (gràfic 1) no indica cap patró. Té una distribució diversa, amb tres objectes per cada valor. Sí és important destacar que no hi ha cap extensió baixa, totes són mitjanes i altes, molt pròximes. Aquesta ja és una característica que distingeix la intervenció sobre os d'altres accions que determinen extensions principalment baixes. No observem cap ordenació per activitats o per tipus de roca emprada en l'elaboració dels objectes que pugui explicar la distribució de l'extensió observada.

L'acció de serrar (fig. 1), tot i que hi intervé pràcticament tota la vora activa, només l'afecta molt parcialment, amb àmplies àrees buides. Per tant, és important de distingir aquest patró d'aquell que deforma el 50% d'una vora de manera contínua. La discontinuïtat de la deformació és més important en la cara superior que en la inferior, la qual cosa indica que l'angle de treball no és totalment recte sinó lleugerament inclinat, afectant més una cara, en la qual el tram central és molt continu i la deformació es dispersa en direcció als extrems. Els altres dos objectes que presenten una extensió mitjana van ser usats per gravar i ranurar, dues accions que afecten profundament la zona que té contacte amb la matèria, la qual no és mai, però, molt àmplia.

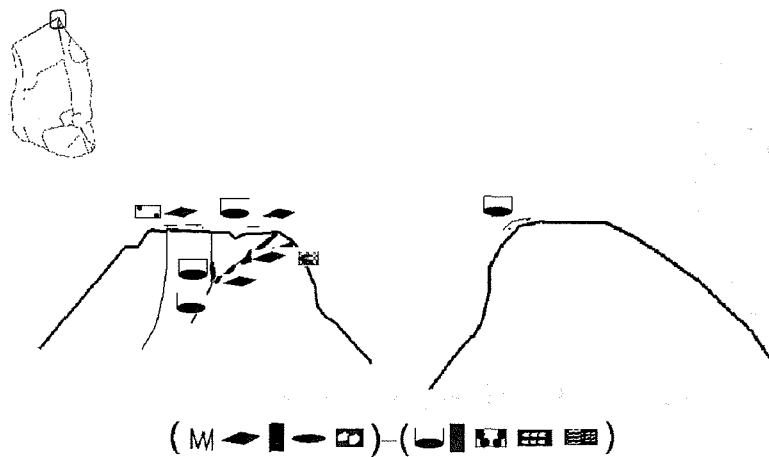


Figura 2.

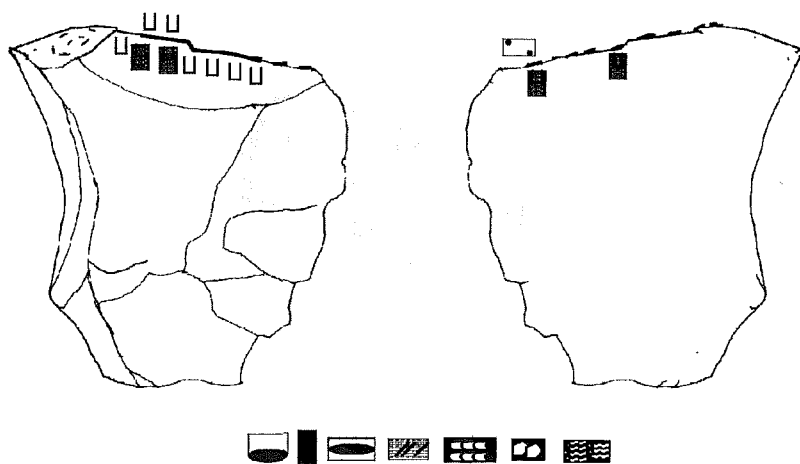


Figura 3.

Si una altra acció de ranurar provoca una extensió de deformació lleugerament major és perquè la ranura produïda és també més àmplia (fig. 2). Afecta la vora entre les dues cares i l'aresta de la cara superior que condueix el moviment. Aquesta és l'àrea on la deformació és més densa, profunda i contínua: l'aresta que suporta l'esforç principal. A partir d'ella es dispersa ràpidament la deformació: interpretem, doncs, que l'esforç principal és molt restringit com comentàvem, tot i que aquí es manté un dipòsit convex més dispers en la resta de la vora del trièdre distal en la cara superior. La concentració de la deformació és ben evident a la cara inferior, clarament menys implicada en l'esforç.

L'acció d'allisar (fig. 3) provoca una deformació discontinua però que abarca pràcticament tota la vora. L'àrea no implicada està separada de la resta per una discontinuïtat que canvia lleugerament la deliniació i fa de límit durant el treball i per l'esforç. Per tant, la implicació de més o menys quantitat de vora és, en aquest cas, funció de la continuïtat i rectitud de l'angle i la deliniació de la vora: les petites discontinuïtats provoquen zones d'ombra.

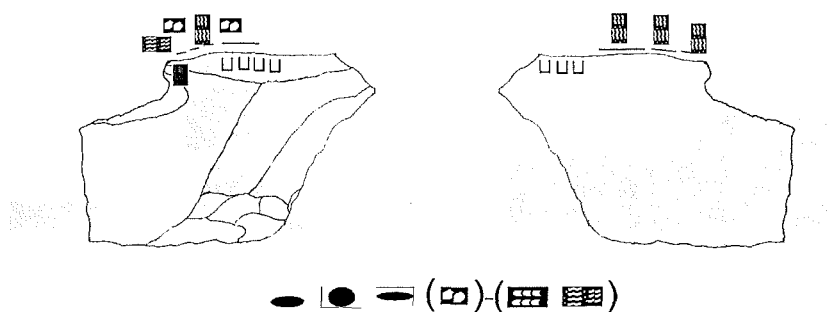


Figura 4.

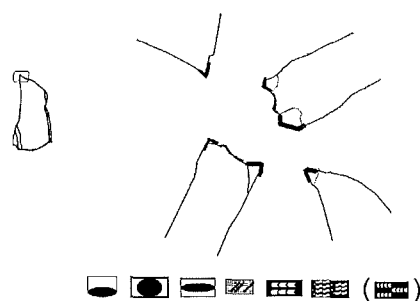


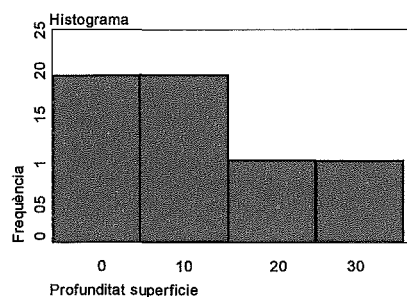
Figura 5.

L'acció de raspar provoca un patró de distribució idèntic i marcat per la continuïtat de la vora, en la que la deformació més intensa correspon sempre a la cara inferior respecte l'esforç. En la superior, tanmateix és on es desenvolupa de forma molt pregonna la fracturació de la vora, que pot afectar la totalitat de la seva extensió, com passa en un dels objectes d'aquesta sèrie.

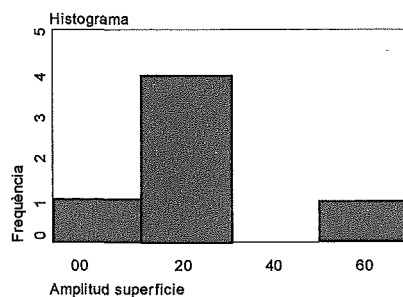
Cisellar (fig. 4) provoca una forta discontinuïtat en la distribució de les deformacions que s'extenen en una àrea que depèn, sobretot, de la grandària de la incisió. En el cas que descrivim, una meitat de la vora està profundament deformada per dipòsits i l'altra només per fracturació. Per tant, hi ha una àrea d'esforç maximal i una caiguda brusca en un punt més enllà del qual només hi ha la fracturació deguda a una component menor de la força.

Les accions que més han deformat la vora implicada són la de perforar i la de gravar. En ambdues l'instrument penetra fortament en la matèria, especialment en la primera, provocant el contacte d'àmplies zones de la vora i part de les arestes de la cara superior. La deformació és més contínua en l'extrem distal del trífedre. En gravar, tota l'aresta que fricciona amb el fons de la incisió i el trífedre que dirigeix el moviment pateixen una forta deformació (fig. 5). S'extén de forma contínua en la totalitat del tall en un cicle llarg de dipòsit i deformació, com veurem més avall. En aquest instrument no hi ha cap discontinuïtat en la deformació, tot i que sí que n'hi ha en la deliniació de la vora. El contacte amb la matèria treballada ha de formar una superfície irregular però contínua, fet que explica la distribució de la deformació.

## 88 Formes d'ús i criteris d'efectivitat en conjunts tecnològics de Mode 1 i Mode 2



Gràfic 2.



Gràfic 3.

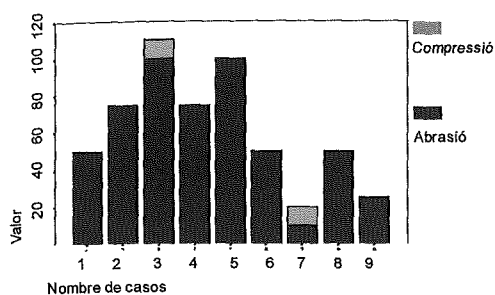
La profunditat i l'amplitud dels trams de deformació han pogut ser mesurats en sis dels nou objectes d'aquesta sèrie. Quatre tenen profunditats menors de 100  $\mu\text{m}$  i formen el grup més compacte (gràfic 3), perquè les altres dues mesures es dispersen molt (154.7 i 324  $\mu\text{m}$ ). Ranurar, allisar, perforar i raspar són les quatre accions que tenen mesures baixes però concentrades. Serrar i cisellar són les que penetren molt més. L'angle de treball i la finalitat de l'acció que és la de separar l'objecte treballat en dues parts, per a la qual cosa cal una penetració total, són les raons d'aquest patró tan dispersat. Si bé el creixement en la profunditat en el grup d'angle baix o penetració lleugera és progressiu d'una acció a l'altra, en passar a les accions de major incisió, la profunditat de les deformacions es dispersa.

L'amplitud (gràfic 2), en canvi, respon més a la continuïtat de la deformació a la vora, i, consegüentment, a la deliniació de la pròpia vora i a la superfície de matèria transformada en l'acció. Té relació amb l'acció concreta només en el cas que aquesta tingui com conseqüència una continuïtat important de la deformació com en l'objecte descrit en la figura 5, usat per gravar. L'àrea de contacte i la continuïtat depenen de la deliniació del tall actiu i de la penetració en l'objecte transformat a més de les característiques físiques d'aquest mateix: per tant, també l'amplitud de les àrees de dipòsit. L'objecte que presenta trams de dipòsit de més amplitud és el que té una vora més contínua i de deliniació horitzontal més recta.

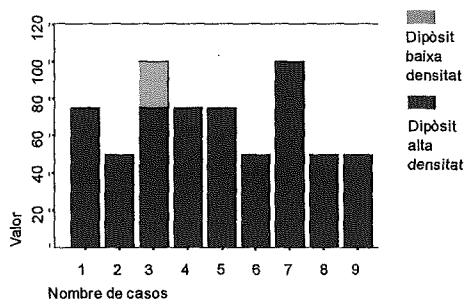
### Associació de deformacions

El percentatge de deformació intercrystal·lina (gràfic 4) varia molt d'un objecte a un altre. L'abrasió és pràcticament l'única deformació d'aquesta fase, només dos objectes presenten compressió, l'objecte usat per gravar i l'usat per perforar, però sempre és molt baixa. Tot i les diferències en l'abrasió, generalment és mitjana o alta, només dos objectes en presenten menys del 50%: usats per gravar i ranurar. No és significatiu, perquè un altre objecte usat per ranurar en presenta el 75%. Passa el mateix pels percentatges alts: no corresponen ni a accions concretes ni a grups d'accions ordenades per angle de treball ni a roques determinades. Com passa amb d'altres característiques només podem assenyalar com a generalitat que solen tenir fracturació alta del tall, sigui quina sigui l'acció reproduïda.

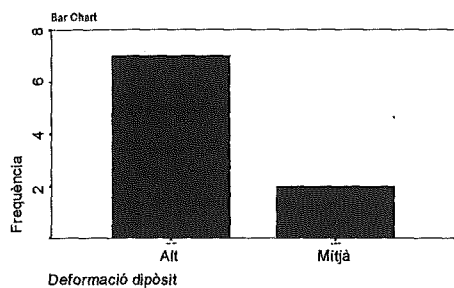
La manca de compressió en la fase intercrystal·lina del comportament es correspon, generalment, amb una manca de dipòsit de baixa densitat (gràfic 5). Les accions sobre os no en són una excepció: només un objecte en presenta, l'usat per perforar, un dels que també té compressió. Ambdues deformacions es presenten com a formes



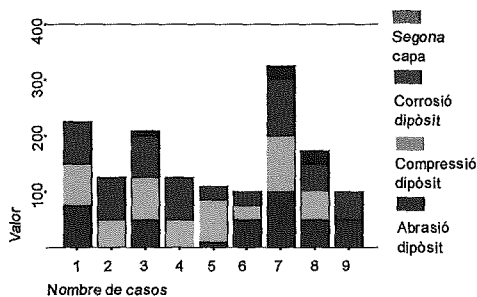
Gràfic 4.



Gràfic 5.



Gràfic 6.



Gràfic 7.

laterals d'esforç menor ja sigui en punts de la vora allunyats de l'àrea principal o ja sigui en l'interior de la cara, en els punts de màxima càrrega. El dipòsit d'alta densitat és present en tots els objectes en percentatges alts o molt alts, tot afectant a més del 50% de la vora en els nou objectes. Les diferències entre ells, mínimes, no responen a categories d'accions i, per tant, no es correlacionen amb la forma de l'esforç: sembla que són variacions puntuals mancades de significat clar. Retindrem, doncs, la informació que l'os provoca una generació àmplia de dipòsit d'alta densitat, com a forma única de recristal·lització i deformació plàstica.

La deformació del dipòsit és alta i molt alta en set casos i només dos en presenten de mitjana. Cap té deformació baixa o nul·la (gràfic 6). Aquesta és una característica que sembla pròpia i essencial de les accions sobre os i, en general, sobre matèria dura: la deformació forta dels dipòsits, principalment compressió i corrosió (gràfic 7). L'abradió, si bé generalment és present, té una proporció menor i molt variable. Una mateixa acció com és ranurar no presenta abradió sobre dipòsit després de 60' de treball i, per altra banda, en pot presentar el 50% després només de 10'. L'única diferència, important, és que el primer objecte és de sílex neogen i el segon de sílex cretaci. Aquell es manté en l'espectre de baixa incidència de l'abradió sobre dipòsit i el cretaci, amb la quarsita i el sílex forani a Atapuerca són les roques que presenten més abradió sobre dipòsit. Això s'adiria amb els resultats dels experiments mecànics que han estat presentats. Hem de recordar, però, que l'abradió sobre estructura fresca té la màxima incidència sobre el sílex neogen i el forani. No sembla plausible que les característiques particulars de les roques influeixin més en la deformació un cop format el dipòsit que sobre la xarxa no alterada.

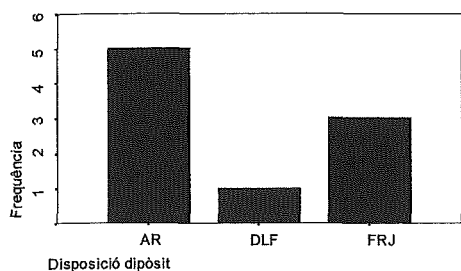
La compressió és igualment variable, tot i que, correntment, superior a l'abradió, excepte en dos casos. La corrosió, finalment, apareix en tots els objectes, sempre pel damunt del 50% menys en dos objectes, usats per serrar i per raspar. Un dels objectes usats per gravar és l'únic que presenta un 100% en les tres categories de deformació posterior al dipòsit. L'altre objecte sotmès al mateix esforç només en presenta el 50% com màxim. Hi ha, tanmateix, una diferència en el temps d'ús: 6' enfront de 60': plantejem, doncs, que aquesta acció tendeix a una deformació màxima dels dipòsits en tots els sentits. També són els dos únics objectes en els que s'ha descrit més d'una capa de dipòsit i malgrat l'ús durant únicament 6', l'instrument citat només és superat en el grau de deformació total per l'altre objecte que ha gravat i per un que ha servit per allisar. Corresponen a tres roques diferents: quarsita aquest darrer, sílex cretaci, el de 6' d'ús i sílex de Kurtzia el de màxima deformació. Les dues primeres roques han estat presentades com molt fràgils i més difícilment deformables a nivell de l'estructura fresca que el sílex neogen. Podria ser lògic que el sílex neogen es seguís deformant amb la generació de dipòsit mentre les altres roques tendeixen a una modificació del dipòsit ja creat més que no pas a una nova formació. Però en el sílex neogen, com ja hem apuntat, es dona una deformació mitjana dels dipòsits però alta sobre l'estructura fresca. I els dos únics objectes en els que s'ha descrit segona capa són de sílex cretaci i sílex de Kurtzia. En definitiva, la deformació intensa del dipòsit no sembla relacionada amb la roca sinó més aviat, i de forma particular, amb l'acció de gravar i, potser, amb la d'allisar.

#### *Característiques del dipòsit*

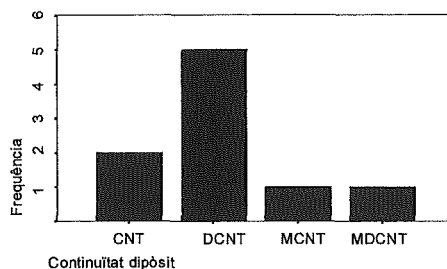
La disposició del dipòsit (gràfic 8) i la seva continuïtat (gràfic 9) són dues categories que poden semblar complementàries en llur significat. Generalment la distribució en àrea i clapes indica una discontinuïtat de la xarxa del dipòsit i una distribució en franja tendeix a una major continuïtat. Però això no constitueix una norma ni en la definició ni en la pràctica perquè en la mostra d'aquesta sèrie hi ha dos objectes que la transgredeixen: un que presenta disposició en àrea té la continuïtat més alta que hi enregistrem i un amb dipòsit en franja que és discontinu. Si la deformació no és absolutament contínua i total, com en la sega de cereals, es pot donar el cas que els trams siguin més profunds que amplis i amb espais intermedis molt reduïts però existents i es tracti, consegüentment, d'àrees més que no pas de dipòsits allargassats i reduïts a la vora, com és el més típic de les franges. Torna a ser el cas de l'objecte que té la deformació més alta, usat per gravar, que no forma trams de franja, sinó una deformació en àrees àmplies, molt profunda, com diem, i que té espais molt reduïts entre cada tram. Es tracta, en general i en molts sentits, de la deformació més profunda que hem descrit, pel que fa, és clar, a les fases intracristal·lina i de dissolució. La resta manté la relació franja-contínua, àrea/clapa-discontínua. Malgrat tot, reiterem que no es tracta d'una tautologia.

La disposició més present és el grup àrea/clapes amb els dos terços dels efectius, mentre la franja només és present en tres casos. La deformació en clapes correspon a l'objecte que ha serrat, en el qual, per la profunditat que adquireix la deformació i per les discontinuïtats que planteja la pròpia acció a causa de la irregularitat de la deliniació de la vora, lògicament, la deformació afecta de manera molt poc uniforme la superfície. Les franges s'associen a les accions de raspar i allisar, en les quals, el tall

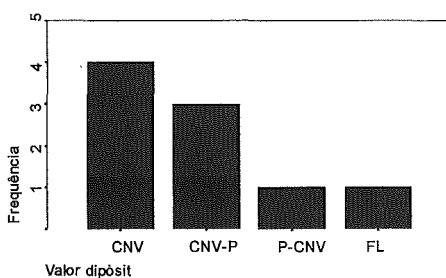




Gràfic 8.



Gràfic 9.



Gràfic 10.

actiu és la unitat funcional de forma estricta. En altres accions, la superfície de les cares s'implica molt més en l'esforç, essent-ne part activa. És en aquests casos, quan la disposició és més en àrea, retícula o clapes. Però hi ha esforços que es circumscriuen a la vora, com els que ara comentem, i són els que es descriuen amb la categoria de franja. En definitiva aquesta categoria sembla altament informativa per la relació entre les àrees actives i la deformació.

La continuïtat, que hem vista relativament relacionada amb la categoria anterior, no es correlaciona amb la implicació de les parts actives de l'eina sinó amb la delimitació de la vora, la uniformitat de la superfície i la duresa o maleabilitat del material treballat.

El volum del dipòsit (gràfic 10) és convex o majoritàriament convex en set casos i principalment pla en els dos restants. El dipòsit pla apareix, de forma exclusiva, en aquesta mostra, en els objectes en els quals l'acció ha fet implicar de forma molt àmplia i intensa la major part de la vora i una bona extensió de les superfícies adjacents: accions de gravar, ranurar i perforar. Totes aquestes accions presenten, de forma parcial o total, dipòsits plans. Les accions que presenten únicament dipòsit convex són aquelles en les que sols la vora condueix l'esforç. Malgrat que, en cas d'introduir-se molt en el material treballat, les superfícies en resultin afectades, no es pot considerar que en siguin part activa i conductora de l'acció.

Per tant, els dipòsits plans resulten de l'esforç d'una estructura volumètrica tridimensional (fig. 6), més que no pas una estructura lineal, com en el cas dels dipòsits convexas. El volum de matèria implicada en l'esforç i, per tant, deformada, també és major. I en augmentar el volum afectat, la roca respon de forma diferent i tendeix a

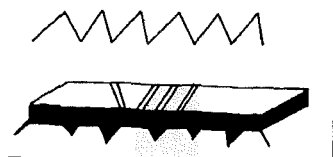


Figura 7.

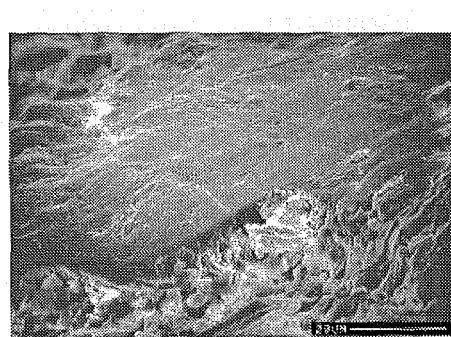


Figura 8.

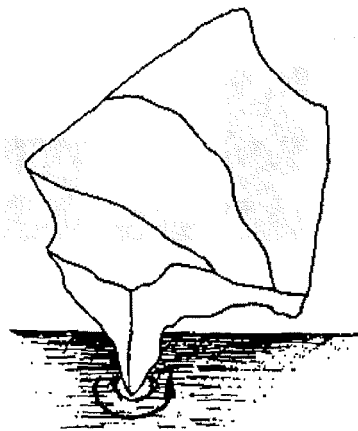
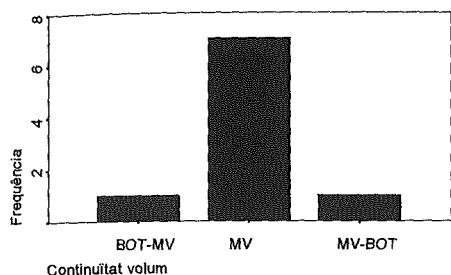


Figura 6.  
(extret de Gitiérrez, 1996)

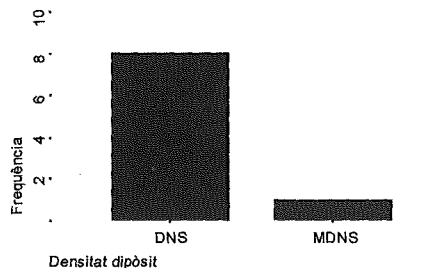
una estabilització de l'energia lliure en superfície (Bard, 1985). Com ja havíem plantejat prèviament, en proposar el model reològic d'interpretació de les deformacions (Sala, 1993), els dipòsits plans es produeixen en moments de màxima energia alliberada. Allà proposàvem un model que implicava l'alliberament sincrònic d'una quantitat alta de matèria tot afectant superfícies àmplies (fig. 7). És, morfològicament, idèntic a la morfologia que Plisson (1985) anomena «coalescència dura». Ara bé, actualment considerem la possibilitat que es tracti d'un creixement de partícules.

La matèria primera no ho explica, perquè en ambdós grups de la mostra que ara comentem, dipòsits convexos i plans, hi ha materials categoritzats com més fràgils (sílex cretaci, sílex de Kurtzia i quarsita de Barbadillo) i materials menys fràgils (sílex neogen). En canvi, els dipòsits plans sí que estan explicats pel tipus de matèria treballada: es donen en un material dur com l'os i no l'hem detectat en cap altre. La banya de cèrvid seria una altra matèria candidata a produir-ne, però l'únic objecte que ha estat usat en una acció del tipus descrit ho ha estat sobre banya remullada. Caldria contrastar-ho amb banya en sec per comprovar si la duresa del material és el que provoca la fricció i, sobretot, la pressió sobre un volum gran per generar aquest tipus de dipòsit caracteritzat per una massa plana i profunda, de morfologia volumètrica tabular (fig. 8 i làmina 3e). No cal recordar que, tot i ser un dipòsit exclusiu de les matèries dures, no és l'únic que s'hi produeix. Ressaltem que és en els dipòsits plans que ha estat possible d'analitzar-ne i mesurar-ne la profunditat en secció sense necessitat de serrar la mostra (fig. 8 i làmina 3c).

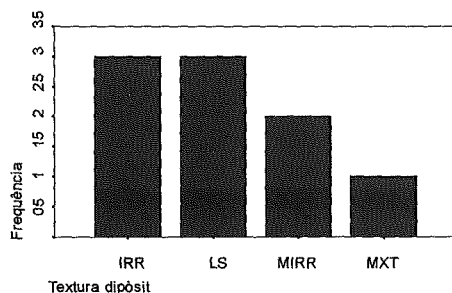
La continuïtat del volum (gràfic 11) és, quasi de forma univariant, monovolum. Només dos objectes presenten, parcialment, volums botrioïdals com formes laterals de resposta a l'esforç, en els punts on té menor incidència. Això afecta a totes les accions, roques i formes de volum. També la densitat del dipòsit (gràfic 12) és univariant,



Gràfic 11.



Gràfic 12.



Gràfic 13.

corresponent a les accions sobre os dipòsits únicament densos, que en un cas és molt dens, enregistrat en l'objecte de quarsita usat per allisar. És, però, un fet que no considerem estadísticament destacable.

Finalment, la textura d'aquests dipòsits (gràfic 13) és més irregular que llisa, només tres objectes tenen dipòsits llisos. Aquesta categoria no és funció ni del volum del dipòsit (les dues categories presenten totes les combinacions probables) ni de la roca. Té relació amb la deformació dels propis dipòsits i, en especial, de la corrosió, la qual tendeix a alterar-ne moltíssim la superfície, fins al punt que un dipòsit originàriament monovolum es pot presentar com botrioïdal (làmina 3d). En la mesura en què la corrosió sigui funció de l'acció i de la matèria treballada, la textura també ho serà. Malgrat això, cal tenir present que, si bé en aquesta sèrie, les textures no llises són producte de la deformació del dipòsit, en accions sobre d'altres matèries les textures irregulars estan provocades per raons diferents: l'acció i el propi objecte treballat.

#### Procés de deformació

Per d'altres activitats hem indicat que, en la quarsita, el dipòsit es forma isoladament en cada cristall. Que la unitat que reacciona a l'esforç és el cristall individual, en concret les arestes i els defectes entre cristalls, i només una sol·licitació molt perllongada genera superfícies de volum únic. En el cas de l'os, tot i mantenir-se el procés de generació discontinua, es forma un dipòsit monovolum molt homogeni i continu, convex (làmina 1a-c), molt similar al que presenta el sílex en escales de temps paral·lelitzables. Després de formar-se, el dipòsit és alterat per corrosió irregular i com-