

**Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia
Facultat de Geografia i Història
UNIVERSITAT DE BARCELONA**

**LA CARACTERITZACIÓ ARQUEOMÈTRICA
de la ceràmica de Terra Sigillata Hispanica Avançada de la
ciutat romana de Clunia i la seva contrastació amb la Terra
Sigillata Hispanica d'un centre productor contemporani, el
taller d'Abella**

TESIS DOCTORAL presentada per
Jaume Buxeda i Garrigós
per a optar al títol de Doctor en
Geografia i Història (Secció de
Prehistòria, Història Antiga i
Arqueologia)
Setembre de 1994

Codirigida per:
Dr. Pere de Palol i Salellas
Professor Emèrit d'Arqueologia

Dr. Josep M. Gurt i Esparraguera
Catedràtic d'Arqueologia Cristiana i
Antiguitat Taràana

Programa de Doctorat 912 (bienni 89-91): Economia i societat en el Món Antic
Programa de Doctorat 014 (bienni 91-93): Estudi del territori a la Prehistòria i Món Antic

8. LA CARACTERITZACIÓ MACROSCÒPICA.

Haviem exposat en l'apartat 5.4.2.1. com l'Arqueometria s'havia desenvolupat precisament sobre els camps definits per Renfrew (Renfrew, 1977) sobre la ceràmica que precisaven d'una via indirecta per a l'obtenció d'informació, però havíem exposat, igualment, com els arqueòlegs buscaven solucions aproximatives a partir de l'observació directa. En el cas de la determinació de proveniències per tal de basar les conclusions històriques, la informació directa que s'utilitza procedeix de la tipologia i de les característiques macroscòpiques de les pastes¹¹¹ i dels tractaments de superfície. D'aquestes dades, la tipologia s'ha mostrat inoperant degut als múltiples problemes que comporta. Sabem amb certesa que no es pot establir amb seguretat la proveniència de cap ceràmica a partir de la seva tipologia, com s'ha comprovat per exemple en la mostra de Clunia. En casos extrems, i en tipus ceràmics ben estudiats com la TS, amb tipologies que semblen coherents i amb les ceràmiques signades pel propi ceramista, s'ha demostrat, després de la seva caracterització geoquímica, que l'atribució de proveniència aproximada per una observació directa era errònia (Picon, 1974; Picon, 1976b; Picon i Garmier, 1974; Picon i Lasfargues, 1974). En un altre àmbit, s'han demostrat igualment perilloses les falsificacions, antigues o modernes, sobre les que, per no haver atès a la necessitat de conèixer el context estratigràfic del material, s'ha establert la tipologia-cronologia de les diverses produccions observant la seva suposada evolució decorativa (Porten, 1989).

¹¹¹. - Utilitzarem el terme pasta per a referir-nos a la matriu ceràmica, a les característiques apreciables macroscòpicament de la fàbrica d'un I_{ECER}, donat que aquest terme és emprant en aquest sentit en arqueologia. Així doncs, no ens referirem amb pasta, durant aquest capítol, i a l'igual que no ho hem fet en els annexes d'inventaris, a la matèria prima després del primer procés tecnològic i abans del segon.

La nostra intenció ha estat doncs de dissenyar un treball que permetés d'una banda la possibilitat d'aproximar una provenença amb una observació macroscòpica i, de l'altra banda, que permetés, si era possible, donar un mètode de classificació a partir de l'observació macroscòpica de les ceràmiques estudiades. Considerats els problemes de les tipologies, vàrem decidir realitzar l'experiment sobre les característiques de pastes i de tractaments de superfície, que depenien directament de la matèria i la tecnologia utilitzades per a la fabricació de la ceràmica i eren, en aquest sentit, comparables a la base de treball de l'arqueometria. Aquest experiment ha estat realitzat amb la ceràmica de TSH, de TSH/TSHA i de TSHA de Clunia, amb les ceràmiques de cuina tardorromanes de Santa Ponça i la ceràmica comuna fina d'Abella, així com amb la TS Hispanica d'Abella inclosa en la mostra caracteritzada arqueomètricament (Tuset, 1991; Buxeda *et al.*, 1991; Cau, 1993; Buxeda *et al.*, 1994).

El procés de descripció s'ha realitzat sempre a partir d'una observació macroscòpica a l'ull nu, sobre fractura fresca practicada en el moment de l'observació i en el sentit de la secció, i en les mateixes condicions d'il·luminació, emprant una mateixa font de llum elèctrica. Els criteris foren estandaritzats a partir de la constitució de les següents variables nominals (variables 1 a 7 per la pasta i variables 8 a 15 pel vernís):

Variable 1 - Fractura

- 1- Llisa
- 2- Rugosa
- 3- Esclaiada
- 4- Llisa-rugosa
- 5- Llisa-esclaiada
- 6- Rugosa-esclaiada
- 7- Llisa-rugosa-esclaiada

Variable 2 - Color pasta

- 1- Ataronjada
- 2- Rogenca
- 3- Marronosa
- 4- Verdosa
- 5- Groguenca
- 6- Fosca
- 7- Groga-fosca
- 8- Ataronjada-fosca
- 9- Marró-fosca
- 10- Ataronjada-groga
- 11- Ataronjada-marró
- 12- Rogenca-marró-fosca
- 13- Rogenca-fosca

Variable 3 - Partícules blanques

- 1- Sense partícules
- 2- De tons
- 3- Puntejades
- 4- Petates
- 5- Grans
- 6- De fons-puntejades
- 7- De fons-puntejades-petates
- 8- De fons-puntejades-petates
- 9- De fons-petates
- 10- De fons-petates-grans
- 11- De fons-grans
- 12- Puntejades-petates
- 13- Puntejades-petates-grans

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| 14- Regença-marró | 14- Puntejades-grans |
| 15- Marró-fosca | 15- Pettes-grans |
| 16- Ataronjada-groga-fosca | |
| 17- Ataronjada-marró-fosca | |
| 18- Ataronjada-verda-fosca | |
| 19- Ataronjada-fosca | |

Les variables 4, 5 i 6, partícules roges, fosques i brillants respectivament, presenten les mateixes categories que la variable 3

Variable 7 - porositat

- 1- Pors
- 2- Vaciols
- 3- Obertures
- 4- Sense porositat
- 5- Pors-vaciols
- 6- Pors-vaciols-obertures
- 7- Pors-obertures
- 8- Vaciols-obertures

Variables 8 i 9 - Color vernís intern i extern respectivament

- 1- Ataronjat
- 2- Vermellos
- 3- Marró
- 4- Verdós
- 5- Groguenc
- 6- Negros
- 7- Mai envernissat
- 8- Ataronjat-verdós
- 9- Groguenc-negros
- 10- Ataronjat marró
- 11- Marró-groguenc
- 12- Marró-negros
- 13- Vermellos-groguenc
- 14- Ataronjat-groguenc
- 15- Ataronjat-groguenc-negros
- 16- Marró-mai envernissat
- 17- Ataronjat-fosc
- 18- Vermellos-marró
- 19- Ataronjat-vermellos
- 20- Vermellos-negros
- 21- Ataronjat-vermel-marró
- 22- Vermell-marró-fosc
- 23- Ataronjat-marró-fosc
- 24- Ataronjat-marró-groc
- 25- Ataronjat-marró-groc
- 26- Marró-groc-fosc
- 27- Tot perdut

Variables 10 i 11 - Adherència vernís intern i extern respectivament

- 1- Esquerdat
- 2- Despreniment aleatori a lentilles (dal)
- 3- Erosionat
- 4- Ben conservat
- 5- Tot perdut
- 6- Clavetejat
- Granulos
- 8- Mai envernissat
- 9- Clavetejat granulos
- 10- dal granulos
- 11- dal-clavetejat
- 12- Ben conservat granulos
- 13- Esquerdat-dal-granulos
- 14- Esquerdat-granulos
- 15- Ben conservat-clavetejat
- 16- Ben conservat-tot perdut
- 17- dal-ben conservat
- 18- Erosionat-clavetejat
- 19- Ben conservat-mai envernissat
- 20- Esquerdat-ben conservat
- 21- Esquerdat granulos
- 22- Esquerdat-clavetejat
- 23- Erosionat-ben conservat
- 24- dal-erosionat

Variables 12 i 13 - Tonalitat del vernís interna i externa respectivament

- 1- Mai
- 2- Brillant
- 3- Irisada
- 4- Mai envernissada
- 5- Mai-brillant
- 6- Mai-brillant-irisada
- 7- Mai-irisada
- 8- Brillant-irisada
- 9- Mai envernissada-mai
- 10- Brillant-irisada
- 11- Mai-brillant
- 12- Tot perdut

Variables 14 i 15 - Anomalies internes i externes respectivament

- 1- Sense rareses
- 2- Mai envernissat
- 3- A bandes
- 4- Regalims
- 5- Taques
- 6- A bandes-taques
- 7- Regalims-taques
- 8- Mai envernissada-a bandes
- 9- Mai envernissada-taques
- 10- Tot perdut

D'aquesta manera, aconseguim expressar cada I_c com a un vector les components del qual eren números reals. A més es tendí a eludir al màxim els aspectes subjectius que podessin convertir els criteris escollits en subjectius, evitant per exemple l'haver d'identificar mineralògicament sense cap via indirecta. Igualment, la sistematització d'aquesta descripció,

a partir de criteris objectius preestablerts, permetia la inclusió en l'estudi de tots els I_c en peu d'igualtat, es conegui o no la seva tipologia, decoració, etc., proporcionant un conjunt de dades organitzades sobre les que basar els posteriors treballs d'interpretació.

En el cas del treball arqueològic clàssic, sobre l'observació macroscòpica es realitza una classificació mitjançant un mètode heurístic, comptant amb la capacitat de l'arqueòleg per a conèixer les ceràmiques, determinant i reconeixent les característiques comunes dels diversos tipus, i utilitzant o més la simple comparació de cada ceràmica amb els tipus establerts⁽¹¹²⁾.

En el nostre cas, amb la intenció de realitzar una classificació a partir de la descripció realitzada mitjançant l'observació macroscòpica a ull nu, però sense utilitzar el mètode heurístic, vàrem escollir el treballar amb un mètode matemàtic. Encara que ambdós mètodes utilitzen les mateixes descripcions realitzades mitjançant l'observació macroscòpica a ull nu, el mètode matemàtic, que se subdivideix en determinístic i estadístic segons no atengui o atengui a la probabilitat, és superior al mètode heurístic a l'utilitzar l'existència de característiques comunes en els diversos tipus i les propietats d'agrupament en l'espai mostral⁽¹¹³⁾. La utilització del mètode matemàtic per a obtenir una classificació òptima, ens permetrà testar la informació obtinguda a partir d'una descripció realitzada mitjançant l'observació macroscòpica a ull nu.

¹¹². - És a dir, utilitzant la nomenclatura de la teoria de reconeixement de patrons, es realitza mitjançant els anomenats *heuristic methods*, que utilitzen els conceptes de *membership-roster* i de *common-property* (Tou i González, 1974).

¹¹³. - En la nomenclatura de la teoria de reconeixement de patrons, els *mathematical methods* utilitzen els conceptes de *common-property* i de *clustering* (Tou i González, 1974).

Havent definit les 15 variables nominals amb les quals cada I_C és expressat per un vector de 15 components, expressant-se cada n component per un número natural que correspon a la categoria resultant en la n variable, el conjunt de dades obtingut permetia fer classificacions a partir de les característiques comunes entre els I_C i les agrupacions d'aquests en l'espai mostral. Després d'aquest procés aglomeratiu s'obtenien les agrupacions reals que presentaven el conjunt d' I_C estudiats. La correcta interpretació d'aquestes agrupacions havia d'ésser la que, en darrera instància, de tenir suficient potència el mètode d'observació macroscòpica a ull nu, hauria de mostrar les diferents produccions presents.

A partir de les variables nominals definides, vàrem establir la similitud entre I_C a partir de la distància entre individus estadístics basada en *scores* (Oller, 1989; Cuadras, 1989; Miñarro, 1991). Així, entre els I_C ω_i i ω_j ve donada per

$$d(\omega_i, \omega_j) = (\sum_{n=1}^N (1 - \delta(r_n^i, r_n^j)) ((1/P_n^i) + (1/P_n^j)))^2$$

on N és el número de variables, δ es la delta de Kronecker que pren el valor d'1 si $r_n^i = r_n^j$, i de 0 si són diferents, essent

$$r_n^i = X_n(\omega_i) \quad i \quad r_n^j = X_n(\omega_j)$$

el resultat en la variable X_n per a l'individu ω_i i ω_j , i P_n^i i P_n^j equivalen a

$$P_n^i = P[X_n = r_n^i] \quad i \quad P_n^j = P[X_n = r_n^j]$$

essent la probabilitat, estimada a partir de les freqüències relatives observades, del resultat de l'individu ω_i i ω_j en la variable X_n . Una de les propietats d'aquesta distància és que la probabilitat estimada es converteix en un factor de pes que permet destacar les categories amb freqüències relatives baixes. Així, els resultats estan subjectes al propi conjunt d'individus que s'estudia, al context. Aquesta mateixa característica, d'aquest mateix individu, inclosa en el tractament d'un altre conjunt d'individus, pot tenir una probabilitat

més alta o més baixa dependent d'aquest nou conjunt. Tot això, no fa més que refermar la importància del context en l'estudi macroscòpic a ull nu. La distància utilitzada tracta de reflectir al màxim la diferent valoració que faria l'arqueòleg al classificar, per exemple, una TS en un context de TS o en un context de ceràmiques medievals. Cal precisar, malgrat tot, que aquest tipus d'actuacions pot plantejar un problema de difícil solució, al considerar-se que no existeix cap correlació entre les diverses variables i les seves categories, amb el que es pot introduir redundància.

El càlcul de la matriu de distàncies de tots els I_c presos dos a dos, que no està inclòs en els paquets estadístics estàndards, va ésser programat per nosaltres en Fortran⁽¹¹⁴⁾, posteriorment la matriu resultant tractada amb l'AA utilitzant el programa Clustan, utilitzant l'algoritme aglomeratiu UPGMA.

Tuset (Tuset, 1991) realitzà aquest experiment amb tots els I_c de la seva Tesis Doctoral que corresponien a les produccions TSI, TSG, TSH, TSH/TSHA, TSHA, a més d'una TS Renana, la TSH Dorada i de 3 individus corresponents a una producció no identificada. Per tal de tenir un grup de control es va decidir de sistematitzar igualment la descripció d'aquells individus que havien estat caracteritzats arqueomètricament per nosaltres en la nostra Tesis de Llicenciatura (Buxeda, 1990). Per tal d'aconseguir la màxima objectivitat, la descripció d'aquests individus fou feta per Tuset i Cau seguint els criteris anteriorment exposats, però solament es va poder fer per a aquells individus que restava peça

¹¹⁴.- El programa DISTMOR per al càlcul de la matriu de distàncies entre individus utilitzant la distància entre individus estadístics basada en *scores* es troba en l'Annex 6.

sense haver estat triturada¹¹⁵ (Taula 28). Per a realitzar l'experiment i degut a l'excessiu número d'individus a tractar, es dividiren en tres grups: TSI, TSG, TSH, TSR, produccions no identificades i grup de control d'Abella; TSH, TSH/TSHA i TSHA; TSHD. Per a cada grup es feren dos AA, un amb les 15 variables definides i l'altre amb les 7 variables de pasta. D'aquest experiment destaquem:

- els individus d'Abella formaven diverses agrupacions, sense que es fusionessin entre elles, que corresponien al que ara anomenem fàbriques¹¹⁶.

- les ceràmiques de TSH i les de TSH/TSHA i TSHA se separaven relativament bé, confirmant l'existència de diferències importants que macroscòpicament es podien apreciar. Les de TSH formaven agrupacions molt estandarditzades que abastaven la major part dels individus, mentre que les produccions de TSH/TSHA i TSHA formaven agrupacions menors i molts dels individus quedaven sense ésser inclosos en cap agrupació. Això s'interpretava com una major variabilitat de les produccions de TSH/TSHA i TSHA.

- a la fi, com que es treballava a N_c i sense la utilització d'una via indirecta, excepte en el cas d'Abella, s'havia arribat a definir unes agrupacions reals que eren explicables, però no interpretables.

¹¹⁵.- Aquest és el motiu de perquè hi ha dos tipus de descripcions en l'inventari d' I_c d'Abella que es dona en l'Annex 2. Les realitzades segons els criteris estandarditzats corresponen a les fetes per Tuset i Cau per a preparar aquestes descripcions per a l'experiment de Tuset. Les que no s'ajusten a aquests criteris corresponen a les que ja vàrem donar en la nostra Tesis de Llicenciatura.

¹¹⁶.- Encara que els resultats que llavors teníem eren semi-quantitatius, com ja s'ha exposat en el capítol 5, i que les dades eren molt més superficialment interpretades, ja apreciàvem les línies generals del que hem exposat en la nostra Tesis Doctoral.

La conclusió de la situació a la que s'havia arribat era que cada nivell d'anàlisi, que està obligat per la metodologia que li correspon, posseeix el seu propi nivell d'inferència i el seu propi nivell d'error.

Actualment, la realització del càlcul de la matriu de distàncies per una mostra tant reduïda no té ara cap significació en el context en que ens trobem, malgrat tot i a títol il·lustratiu presentem l'AA realitzada sobre les 7 variables de pasta, per evitar la formació d'un grup de motlles i tubs, forçat per no haver estat mai envernissats. En el dendrograma resultant, que presenta un coeficient de correlació cofenètica de 0.93, s'aprecia (Figura 90) la formació de petites agrupacions en les que es poden identificar algunes que presenten certes coherències respecte de les fàbriques que hem definit (per exemple: 4, 31, 14, 35, 16, 55, 21, 6, 7, 8 -majoritàriament F_2 ; 5, 42, 36, 28 -majoritàriament F_3 ; etc.). És constatat igualment un altre fet i és que sols tres I_C presenten una distància ultramètrica de fusió de 0, és a dir sols tres I_C presenten una descripció igual. Aquesta constatació que pot sorprendre en un taller, en un centre productor, sembla que no ha d'ésser presa amb tanta sorpresa. L'estudi de la ceràmica comuna fina d'Abella, que està en curs de realització, ha permès la realització del mateix experiment, però amb la utilització de 267 I_C , que corresponen als materials apareguts durant la campanya de 1987. El resultat fou que sols s'apreciaven 8 agrupacions, cada una de tan sols 2 I_C , que presentaven una distància ultramètrica de fusió a 0 (Buxeda *et al.*, 1994).

En el cas de la mostra que hem estudiat de Clunia, es procedí a la realització de varis treballs utilitzant tots els individus treballats per Tuset (Tuset, 1991), encara que no haguessin pogut ésser inclosos en la mostra que forma el nostre treball de la Tesis Doctoral.

La descripció d'aquests individus es troba en l'Annex 5. A partir de les descripcions (Taula 29) es procedí en primer lloc a la realització d'una AA amb les 7 variables de pastes. El dendrograma resultant, que presenta un coeficient de correlació cofenètica de 0.97, mostra clarament varis fets importants (Figura 91).

- es poden identificar les següents agrupacions (donant el primer i el darrer I_c inclòs en l'agrupació, en el sentit d'esquerra a dreta del dendrograma (entre parèntesi el número d' I_c):

- . E1m 1 a E3b 70 (7): tots els I_c inclosos pertanyen a les URCP E1 i E3
- . E2 5 a E2 m 103 (6): es barregen, a més de dos *outliers*, I_c de les URCP D1, D2 i E2.
- . E2 57 a E4 78 (5): es barregen I_c de les URCP D1, D2, E4 i E1, a més del no caracteritzat 474/68.
- . E2 10 a E3a 101 (5): es barregen *outliers* de ceràmiques calcàries amb un I_c de la URCP E3, a més de l' I_c 474/104.
- . E3b 18 a E2b 80 (12): excepte dos I_c , un de la URCP E3 i un de l'E1, tota la resta pertanyen a les URCP E2, E4, D1 i D2.
- . E2 36 a E3m 104 (4): dos I_c *outliers* de les ceràmiques calcàries i dos de la URCP E3.
- . E1b 47 a E2 99 (4): es barregen I_c de les URCP E1, E3 i un *outlier* a les ceràmiques calcàries
- . E3m 74 i E3b 75 (2).
- . D2a 9 a E2b 93 (8): barreja I_c de les URCP D2, E2 i un de la E1, a més de dos *outliers* a les ceràmiques calcàries i l' I_c 474/162.
- . D2a 2 a D2a 4' (2).

- . 598/8 a E'm/19 (4): barreja I_c de les URCP E1 i E3, amb els I_c 598/8 i 622/15.
- . E1b 62 a E4 82 (6): barreja I_c de les URCP E4, D2 i un *outlier* a les ceràmiques no calcàries amb un de l'E1, un *outlier* a les ceràmiques calcàries i l'I_c 278/3.
- . E1 14 a 474/63 (5): es barregen dos I_c de la URCP E1 amb un de l'E2 i els I_c 274/19 i 474/83.
- . D2m 30 a D2a 42 (2).
- . 620/1 a 233/31 (5): barreja dos I_c de les URCP D1 i D2 amb els I_c 620/1, 233/14 i 233/31.
- . E1a 11 a E3a 98 (7): barreja I_c de les URCP E1 i E3 amb un *outlier* a les ceràmiques calcàries i l'I_c 233/8.
- . 598/7 a D2b 13 (4): barreja I_c de les URCP D1 i D2 amb l'I_c 598/7.
- . D1m 23 a D1m 94 (2).
- . D2b 56 a D' 69 (3): barreja I_c de les URCP D2, E4 i un *outlier* a les ceràmiques no calcàries.
- . E2a 20 a D1m 26 (3): barreja I_c de les URCP E2, D2 i E1.
- . E3m 97 a E3b 79 (2).

La resta d'I_c es poden considerar mal classificats en aquest dendrograma.

- les agrupacions que es realitzen tendeixen a barrejar d'una banda els I_c de les URCP E2 i E4 amb les D1 i D2. En algun cas s'hi pot barrejar un I_c de la URCP E1, però sols en un cas ho fa un de l'E3. Mai no hi ha una inclusió d'I_c de la URCP E2 o E4 en una agrupació d'I_c de les URCP E1 i E3. Sí que hi ha agrupacions dels I_c de les URCP D1 i D2 entre ells. Els I_c de les URCP E1 i E3 tendeixen a agrupar-se. Els *outliers* a les ceràmiques calcàries es barregen sovint en agrupacions d'I_c de les URCP E1 i E3, els de les no calcàries amb els

de les URCP D1 i D2.

- les temperatures de coccions estimades no semblen tenir cap influència en la formació d'agrupacions.

Com a resultat d'aquestes consideracions, és clar ara que la informació tret de l'observació macroscòpica no només és explicable sinó que és interpretable. Correspon a les agrupacions reals que es poden fer, però aquestes agrupacions no responen a la provinença. Com es pot veure, no només no respecten les URCP definides sinó que barregen les de la vall de l'Ebre i les de la vall del Duero. La lògica no es troba en la provinença, sinó en la tecnologia, car les URCP E2 i E4 prenen un aspecte més sorrenc, degut a l'existència d'una major fase de materials no plàstics, reflectida en la seva composició i, en especial, posada de relleu per la microscòpia òptica i la MER. Aquest aspecte sorrenc és el que més s'assimila a les URCP de la vall del Duero, que són no calcàries i riques en materials no plàstics. Per la seva banda, els I_c de l'agrupació E3, la més calcària i la de menys inclusions i granulometria més fina, amb distribució més regular, presenta l'aspecte menys sorrenc i d'aquí que sols un únic I_c es vegi inclòs en una agrupació amb I_c d'aspecte sorrenc.

La repetició de l'AA sobre les 15 variable de pasta i de vernís, que presenta un dendrograma amb un coeficient de correlació cofenètica de 0.95, porta a una situació diferent (Figura 92) en la qual observem:

- es formen menys agrupacions, degut a la gran quantitat d'anomalies que presenten els vernissos.

- les agrupacions ja no responen a la mateixa lògica i és fàcil observar la influència de la temperatura de cocció en la formació de les agrupacions.

En efecte, el fet que els vernissos corresponguin tots a argiles no calcàries significa que, cuits tots ells en atmosferes RO-O, el seu comportament serà similar, tendint a enfosquir-se a mesura que augmenta la temperatura. El comportament del vernís ajudarà més a proporcionar similituds entre els I_c de les diferents URCP, ajudant a emmascarar la vertadera estructura subjacent a les dades.

Com a darrer experiment hem realitzat una AA emprant el coeficient de Gower. D'aquesta manera, podem testar si la distància escollida, que proporciona uns resultats interpretables amb les dades que posseim ara després de la caracterització arqueomètrica, és en realitat inadequada i funciona pitjor que un altre tipus de distància. L'efecte que té la utilització del coeficient de Gower sobre variables nominals únicament és que les tracta sense donar cap pes a les diverses categories, eliminant així l'efecte del context, ja que no s'estima cap probabilitat a partir de les freqüències relatives. El dendrograma resultant (Figura 93) ens mostra clarament una situació molt pitjor, sense cap possibilitat d'interpretar les dades obtingudes a partir de les agrupacions formades.

Tres conclusions se'ns ofereixen ara:

- les classificacions realitzades amb la distància entre individus estadístics basada en *scores* té unes propietats que la fa preferible a d'altres distàncies, en oferir uns resultats més naturals.

- les classificacions realitzades amb els mètodes matemàtics, tot i que es basin en els mateixos criteris que utilitzen els arqueòlegs, es mostren superiors als mètodes heurístics per la facilitat de retenir tota la informació i poder comparar sense problemes grans volums de materials.

- l'observació macroscòpica aporta una informació real, que permet realitzar classificacions en agrupacions explicables. La interpretabilitat de les dades, però, roman fosca i no té perquè ésser en el sentit que interpreta l'arqueologia. En el present cas, ha estat impossible determinar la provenença. El problema subjacent a l'observació macroscòpica a ull nu és la manca de potència, ja que l'ull humà no pot treballar a una definició o a un augment suficient com per a individualitzar els trets significatius que ens aporten el coneixement real de la ceràmica. Per contra, aquesta impressiona la retina creant en l'ull humà una confusió d'una multiplicitat de dades diferents que ajuden a emascarar la realitat.

Degut a les fortes limitacions que proporciona l'observació macroscòpica a ull nu, varem decidir de realitzar un treball d'observació macroscòpica amb lupa binocular. Les observacions foren fetes amb una lupa binocular Olympus SZH, equipada amb uns oculars de 10X, un objectiu d'1X i un de 2X, i un zoom continuat de 0.75X a 6.4X, que proporcionen uns augments de 7.5X a 64X, amb l'objectiu d'1X i de 15X a 128X amb l'objectiu de 2X. Les observacions s'estandarditzaren als augments de 25X i de 50X tota vegada que es revelaren, especialment en el segon cas, com els més aptes per a revelar els trets significatius de les ceràmiques. La il.luminació fou estandarditzada a les mateixes condicions en tots els casos. S'usà una font d'il.luminació de llum freda Olympus Europe Highlight 3000, amb dos braços de fibra òptica que se situaren als costats de l'lc en angle

de 45°C. La intensitat de la llum se situà a la posició de High i la brillantor a 3. S'utilitzà filtre de llum de dia. Les fotografies que il·lustren la nostra explicació es realitzaren amb els mateixos mitjans, però amb la intensitat de la llum a Normal i la brillantor a 2, degut a la sobreexposició que es produïa¹¹⁷. Per a poder realitzar les observacions amb uns patrons de referència s'escollí un I_c de cada URCP i es procedí a fer 8 experiments de recoccions a les temperatures de 800, 850, 900, 950, 1000, 1050, 1100 i 1150°C, utilitzant una mufla CSF 1200 Carbolite Furnaces, controlada amb programador. La pujada de temperatura fou amb una raó de 100°C/h, mantenint-se durant 1 h la temperatura màxima i procedint-se posteriorment a un refredament natural. L'atmosfera fou sempre oxidant. Totes les observacions es feren sobre fractura fresca. Els resultats foren els següents:

- E1: Els experiments es realitzaren amb l'I_c 64 (E1b). L'aspecte de l'I_{ECER} 64 presentava una textura amb inclusions visibles de granulometria variable, amb alguna inclusió esporàdica molt major a la resta d'inclusions, de tendència subangular, oferint una microestructura on s'aprecia una matriu de tipus cel·lular¹¹⁸, amb agregats microgranulars, no massa

¹¹⁷ - Malgrat les probes realitzades, degut a que treballem amb rodets Ektachrome 25, per tal de guanyar un gra més fi i conseqüentment una millor resolució d'imatge, les fotos fetes a 50X i la major part de les fetes a 25X ofereixen problemes que encara no han pogut ésser salvats. En condicions d'exposicions molt llargues, que en rodets de 25 ASA es poden situar a partir dels 10 s, els negatius es veuen afectats per la falla de la llei de la reciprocitat, que ocasiona una pèrdua de sensibilitat en la pel·lícula. Degut a això, finalitzada l'exposició, el color blau, que en fotografia en color és el primer nivell que es fixa, està ja fixat, mentre que la resta de nivells no s'han fixat degudament. Això ocasiona un to blavós que no respon al color real de l'objecte fotografiat. Aquesta llei, a més, es veu afectada en microfotografia per la llei del quadrat de l'invers que afecta a fortes variacions de la llum (Blaker, 1977; Thompson i Bradbury, 1987). Degut a aquests problemes no resolts encara, sols podem oferir fotografies a 10X. Les fotografies de 25X i de 50X es fan igual com per a les de MER amb recobriment estereoscòpic, emprant una distància base del 20% de l'àrea coberta per la fotografia

¹¹⁸ - És evident que aquesta microestructura cel·lular no es correspon al que observàvem a MER, on treballàvem a 2020X augment i ens referíem a la microestructura de la fase

desenvolupada, i porositat constant. La distribució de les inclusions i de la microporositat és molt regular. El color és marró-vermellós. Les obertures més allargades semblen produïdes pel modelat de la peça. S'observen noques cristal·litzacions blanques. Els resultat no permetien observar cap canvi apreciable fins 900-950°C, moment en que es torna més vermellós i la microporositat presenta poros fins i profunds. A 1050°C es torna a apreciar un canvi degut a l'envermelliment de la matriu i l'increment lleuger de cristal·litzacions blanques. A 1100°C s'accentuen els dos canvis anteriors. A 1150°C hi ha un canvi radical en el qual la matriu es torna fosca, prenent un aspecte brillant, i no s'observen les cristal·litzacions blanques. El vernís presenta un procés d'enfosquiment progressiu clarament apreciable cada 100°C, partint d'un color ataronjat suau. A partir d'aquestes dades els I_C de la categoria E1b (47, 62, 63 i 95) no ofereixen diferències apreciables amb l' I_{ECER} 64. Els I_C de la categoria E1m (19, 46 i 48) ofereixen sols un color lleugerament més vermell. Finalment, els I_C de la categoria E1a ofereixen similituds amb els següents experiments de recocció 14 i 16 (950°C), 1, 11 i 58 (1050-1100°C) (Figura 94).

- E2: Els experiments es realitzaren amb l' I_C 31 (E2b). L'aspecte de l' I_{ECER} 31 presenta una textura molt rica en inclusions molt petites, que a 50X s'aprecien pel seu aspecte de cristalls, però amb un color similar al de la matriu, per bé que translúcides. Igualment hi ha inclusions opaques. La microestructura és similar a de l'anterior URCP. Igualment, l'evolució dels canvis en els experiments de recocció és similar als succeïts en la URCP anterior. Les característiques dels I_C presents en la categoria E2b (73, 80 i 93) són similars a les de l' I_{ECER} 31, mentre que la dels I_C de les categories: D2m (3, 71, 77, 88, 92 i 103) i D2a (4, 20, 76, 90 i 91) es poden comparar als experiments a 1000°C. Els vernissos es comporten com en

argilosa.

la URCP E1 (Figura 95).

- E3: Els experiments es realitzaren amb l'I_C 18 (E3b). L'aspecte de l'I_{ECER} 18 presenta una textura amb poca presència d'inclusions de petit tamany i distribució regular, que presenten una tendència subangular. Presenta poques cristallitzacions blanques. La microestructura és cel·lular, d'agregats microgranulars amb una porositat regular. No s'aprecia cap canvi clar fins als 950°C en que s'aprecia un color de la matriu més vermellós i un increment de les cristallitzacions blanques. A 1000°C les cristallitzacions blanques comencen a emmascarar la matriu vermella. El vernís, que era de color ataronjat ha patit un enfosquiment clar. A 1050°C les cristallitzacions blanques comencen a tapar les microporositats i la matriu pren un aspecte blanquinós. A 1100°C hi ha un canvi clar, amb una nova intensificació de les cristallitzacions blanquinoses que ara ja emmascaren la matriu vermella, en els llocs que es pot observar, especialment a 50X. A l'ull nu ofereix un aspecte blanquinós. El vernís es veu enfosquit un altre cop. A 1150° el vernís és vermellós negrós i la pasta és fosca-marronosa, amb presència de taques blanques. Ofereix un aspecte vitri. Els I_C de la categoria E3b (6, 60, 69, 79, 70 i 75) ofereixen una gran similitud amb l'I_{ECER} 18. Els I_C de la categoria E3m (37, 61, 67, 74, 84, 97, 100, 104 i 106) són comparables amb els experiments a 1000-1050°C. Finalment, els I_C de la categoria E3a (28, 68, 98, 101, 102 i 105) són comparables amb els experiments a 1050-1100°C (Figura 96).

- E4: Els experiments es realitzaren amb l'I_C 78. L'aspecte de l'I_{ECER} 78 i els resultats dels seus experiments de recocció són similars als de la URCP E2, sense una presència accentuada de cristallitzacions blanques. Cap dels I_C d'aquesta URCP (82, 85 i 86) presenta diferències acusades respecte de l'I_{ECER} 78.

- D1: Els experiments es realitzaren amb l'I_C 94 (D1b). L'aspecte de l'I_{ECER} 94 presenta una textura amb presència d'inclusions de granulometria diversa, irregularment distribuïdes, en les que predominen les formes subarrodonides. Algunes sobresurten de la matriu de fons. La microestructura ofereix una matriu de tendència contínua. La microporositat és molt variable i inconstant. Presenta uns pors de parets llises, cosa que mai succeïa a les URCP de la vall de l'Ebre on les parets eren rugoses. El color es ataronjat intens. S'aprecien empremtes d'inclusions separades de la matriu en practicar la fractura fresca, que tenen un aspecte vitri en les parets. Les cristallitzacions blanques que s'aprecien es troben en punts concrets de la matriu i no disseminades per tota ella. No s'aprecia cap canvi fins a 1000-1050°C que presenta un enfosquiment de la matriu, tornant-se densa i molt compacte. El vernís, ataronjat s'enfosqueix molt. A 1100°C el vernís torna a enfosquir-se i la matriu presenta un aspecte vitri vermell fosc, amb petites zones de cristallitzacions blanques ben delimitades. A 1150°C el vernís és vermellós-marronós. La pasta en fractura fresca és densa, atapeïda i extremadament negra. Algunes de les inclusions blanques s'observen ara groc verdoses. Els canvis a alta temperatura són molt accentuats i ràpids. L'I_C 25, l'únic de la categoria D1b, presenta un color marró clar que sembla correspondre's a la més baixa temperatura que se li associa. Per comparació amb els experiments de recocció deu ésser una temperatura inferior a 900-950°C. Els I_C de la categoria D1m (12, 23, 26, 34, 39 i 72) no ofereixen diferències respecte de l'I_{ECER} 94. Els I_C de la categoria D1a (21 i 33) són comparables a les recoccions de 1000-1050°C (Figura 97).

- D2: Els experiments es realitzaren amb l'I_C 27 (D2b). L'aspecte de l'I_{ECER} 27 presenta una textura de granulometria variable, mal distribuïda, més rica en inclusions i de major tamany que la URCP D1. No presenta quasi gairebé cap zona de cristallitzacions blanques. La

microtextura és laminada i continuada, amb porositat regular. Presenta les parets dels porcs rectes i les empremtes d'inclusions amb parets vítries i llises. El primer canvi clar s'aprecia a 1000°C, on el vernís s'enfonsa. A 1050°C hi ha canvis clars en el vernís, la pasta presenta un lleuger enfosquiment. A 1100°C la matriu es torna vermellosa fosa i amb aspecte vitrificat. A 1150°C la pasta és negra, molt densa i vitrificada. Els I_c de la categoria D2b (13, 17, 22, 53, 56, 59 i 83), excepte el 45, no presenten cap diferència respecte a l'I_{ECER} 27. Tampoc no hi presenten cap diferència els I_c de la categoria D2m (30, 32, 40 i 52). L'I_c 45 ofereix un aspecte de més baixa temperatura amb la pasta i el vernís de color marró clar. Els I_c de la categoria D2a (2, 7, 8, 9, 29, 38, 41, 42, 43, 49, 50 i 54) presenten similituds clares amb les recocions a 1000°C i, en el cas de l'I_c 42, potser fins amb les recocions a 1050°C (Figura 98).

Aquestes observacions permeten contrastar l'existència de canvis de temperatures que ja havíem establert, així com fer un seguit de comentaris:

- és relativament fàcil distingir amb la lupa binocular entre les URCP de la vall de l'Ebre i de la vall del Duer. Malgrat tot, és impossible realitzar aquesta separació si no es té en compte la possible temperatura de cocció, que s'estima de característiques diverses que depenen de la URCP a la que pertany. En el cas d'una classificació d'un I_c nou és clar doncs que cal que interactuin els criteris de provenença i tecnologia ahora, sobre uns paràmetres que prèviament han estat fixats i es poden conèixer. Sinó és impossible llegir correctament la informació (Figura 99).

- profunditzant en l'anterior, és possible distingir les URCP E2 i E4 de les E' i E3.

especialment quan les temperatures de cocció dels I_c comparats són altes.

- la URCP E3 d'alta temperatura és característica i inconfusible. Interpretem que les cristallitzacions blanques que desenvolupa en augmentar la temperatura s'han de posar en relació amb les fases de cocció que apareixen i que, degut al seu alt contingut en CaO, són més importants que en cap altra URCP. Així, atribuïm aquestes cristallitzacions que emmascaren la matriu argilosa a les cristallitzacions de les plagioclasis.

- és difícil separar les URCP D1 i D2, només la convergència de varis factors clars ho pot permetre.

- en alguns casos poden haver-hi problemes per distingir les URCP de les dues regions, especialment les URCP E1, E2 i E4 de baixa temperatura amb les de la vall del Duero, i les URCP D2 i, especialment, D1 d'alta temperatura amb la vall de l'Ebre.

Aquest experiment no només ens permet classificar aproximadament la ceràmica de TSHA de Clunia amb una certa rapidesa, economia de treball i seguretat, sinó que serveix per a comprendre els motius dels errors sistemàtics que es produeixen a ull nu, donat que són, agreujades, les tendències als problemes observats. Si reprenem ara la classificació dels I_c que no han estat caracteritzats (Annex 5) podem aproximar, treballant amb la lupa binocular a 25X i, especialment, a 50X, evidentment en els casos de contradiccions ha de prevaler l'observació en binocular:

- 305/42: URCP E2-E4.

- 598/7: URCP D1a, es trobava en l'agrupació 598/7 a D2b 13, de ceràmiques sorrenques.
- 598/8: URCP D1.
- 620/1: URCP D2c, es trobava en l'agrupació 620/1 a 233/31, de ceràmiques sorrenques.
- 622/15: URCP E2-E4, es trobava en l'agrupació 598/8 a E1m 19, d'URCP E1 i E3.
- 233/8: URCP E1-E3b, es trobava en l'agrupació E1a 11 a E3a 98, d'URCP E1 i E3.
- 233/14: URCP D2a, es trobava en l'agrupació 620/1 a 233/31, de ceràmiques sorrenques.
- 233/31: URCP E1c, es trobava en l'agrupació 620/1 a 233/31, de ceràmiques sorrenques.
- 274/19: URCP E3c, es trobava en l'agrupació E1 14 a 474/63, d'URCP E1 i E3.
- 278/3: URCP D1c, es trobava en l'agrupació E1b 62 a E4 82, de ceràmiques sorrenques.
- 474/63: URCP E1 o E3b, es trobava en l'agrupació E1 14 a 474/63, d'URCP E1 i E3.
- 474/68: URCP D1c, es trobava en l'agrupació E? 57 a E4 78, de ceràmiques sorrenques.
- 474/104: URCP E3c, es trobava en l'agrupació E? 10 a E3a 101, d'URCP E1 i E3.
- 474/162: URCP D1a, es trobava en l'agrupació D2a 9 a E2b 93, de ceràmiques sorrenques.

Els resultats són consistents, donant cada nivell d'anàlisi la resposta corresponent segons la seva potència d'inferència. Així, és extremadament interessant comprovar com els errors comesos per la caracterització macroscòpica a ull nu s'han fet segons les tendències esperades, tendències que corresponen a les dificultats revelades per la lupa binocular. Com havíem dit, és absolutament evident que cada nivell d'anàlisi, que està obligat per la metodologia que li correspon, posseeix el seu propi nivell d'inferència i el seu propi nivell d'error.

En el cas d'Abella, la caracterització per lupa binocular no permet cap error d'atribució envers les URCP de la regió de la vall de l'Ebre o de la regió de la vall del

Duero identificades a Clunia. La textura presenta molt poques inclusions, algunes de les quals són laminars, amb un aspecte dispers per la matriu, però irregular. La microestructura és d'agregats microgranulars, però sense permetre observar cap microestructura cel·lular. Els colors presenten una gran variació que es corresponen al canvis de temperatura. Així (Figura 100), es comprova un canvi de color entre els I_C 25 i 46 de la F_1 , i entre l' I_C 25 i l' I_C PA87.16, I_C aquest darrer que havíem inclòs en el capítol 7 per presentar una temperatura de cocció molt baixa, contrastada amb els primers resultats de DRX que proporcionen un difractograma amb les reflexions basals de les argiles il·líticas del vernís, orientades preferentment sobre la matriu. Aquests I_C mostren un canvi de coloració que pot assumir-se degut a l'increment de la temperatura de cocció, especialment en el cas de l' I_C 46 que ja presenta un color ataronjat per la cristallització de l'hematites. En els I_C de la F_2 el color de la pasta és generalment ataronjat, com l' I_C 1. Els colors es van aclarint, tal i com mostra l'experiment de recocció de l' I_C 1 a 1080°C , que passa a coloracions grogues a 1150°C , corresponents a la F_3 . Finalment, s'arriba a la fusió verda de l' I_C 13, de la F_4 . El procés en els vernissos és similar, fins a arribar igualment a la fusió verda. Finalment, cal considerar a part el problema de l' I_C 11, que tot i que l'hem classificat en la F_1 presenta una cocció reductora-reductora. La seva baixa temperatura de cocció, i la conseqüent microestructura del vernís, mostrant les làmines d'argiles, facilitarà la seva oxidació en ésser recuit a 950°C en atmosfera oxidant (Figura 101).

Cal destacar, abans de finalitzar aquesta exposició que el comportament del color davant dels canvis de temperatura no és el mateix per a les ceràmiques de la vall de l'Ebre i les d'Abella, malgrat que totes elles pertanyen a la categoria de ceràmiques calcàries i presenten igualment les fases minerals de cocció i les microestructures i estadis de

sinterització que corresponen. Canvis de color similars als d'Abella han estat descrits en ceràmiques calcàries per varis autors (Picon, 1973; Maniatis *et al.*, 1981; Nöller i Knoll, 1938). Malgrat tot, cal pensar en l'existència de factors que, actualment, no coneixem que no han evitat el creixement dels cristalls d'hematites en les ceràmiques de la vall de l'Ebre, mantenint els colors vermells, cada cop més intensos, fins a desenvolupar una fusió negra, possiblement per la transformació de l'hematites en wustita (FeO) (Maniatis *et al.*, 1981; Echallier i Mery, 1992) (Figura 102). Aquesta diferència de comportaments per a ceràmiques amb composicions properes posa igualment de manifest el perill de simplificar la interpretació de les dades que es posseeixen en funció del que s'ha establert per a d'altres casos.

Les mancances que ha demostrat la caracterització macroscòpica a ull nu deriven de que aquesta observació es realitza sobre les característiques físiques (CF) de la ceràmica. Aquestes característiques físiques són funció de la fàbrica a la que pertany cada I_C .

$$CF = f(F_1)$$

En realitat, podríem expressar aquesta dependència com a funció de dues variables,

$$CF = f(P_1, PT_2)$$

on PT_2 és el segon procés tecnològic, el que succeeix entre P_1 i F_1 . Haviem simplificat aquest PT_2 , senyalant que bàsicament consistia en el modelat i la cocció del vas. Podem doncs expressar aquesta dependència com a funció de quatre variables,

$$CF = f(P_1, M, TC, AC)$$

on M és el modelat, TC es refereix a la temperatura de cocció i AC a l'atmosfera de cocció, que són els paràmetres més fàcils d'estimar i que revesteixen una especial importància en el procés de cocció i postcocció.

En el cas d'Abella, donat que treballem a T i hem estimat una única P_i, es poden suposar constants P_i i M. Així, les característiques físiques varien en funció de les variables TC i AC:

$$CF = f(TC, AC).$$

Durant el PT₂ de la TS Hispanica, AC és constant mercès a l'ús de forns d'irradiació que permeten una cocció O-O, obtenint-se d'aquesta manera la funció

$$CF = f(TC).$$

Així, es pot imaginar que existeix un espai mostral, la recta real R¹ + corresponent a TC, que se subdivideix en n intervals al voltant d'n punts i corresponen a les n fàbriques que es classifica la TS Hispanica a partir de les seves característiques físiques, categories que coincideixen en línies generals amb les fàbriques de TS Hispanica definides.

Malgrat tot, aquesta simplificació la podem realitzar en el cas d'Abella degut a que treballem a N_i. En el cas de treballar a N_c, com és el cas de Clunia, cal passar a definir una fórmula de la manera, considerant M constant degut a que treballem amb TSHA però sense que es puguin tenir garanties al respecte.

$$CF = f(Z, PT_1, TC, AC)$$

on PT₁ correspon al procés tecnològic entre Z_i i P_i, amb els problemes que es poden plantejar suposant que l'estructura de la cocció no cal definir-la perquè es pot considerar constant per als diversos T subjacents en l'estructura de les dades. A la llum de la present funció resulta evident la complicació que suposa, en un centre receptor, interpretar les agrupacions realitzades per observació macroscòpica a ull nu. Aquesta interpretació pot realitzar-se només després d'un treball arqueomètric que aporti les dades necessàries per estimar els valors en les variables independents, permetent així construir aquesta funció.

Reconèixer una sèrie d'agrupacions en el nivell d'anàlisi macroscòpic a ull nu, amb un mètode de classificació heurístic o matemàtic, i intentar aproximar una provenença, a partir d'aquestes agrupacions, per als diversos I_c , és construir la inversa de la funció anterior.

$$Z_i, PT_i, TC, AC = f(CF)$$

i intentar reduir-la a

$$Z_i = f(CF)$$

eliminant, sense tenir-ho en compte, les que ara haurien d'ésser les variables dependents PT_i , TC , AC . Així, s'ignora que la major part de la informació que es desprèn de les característiques físiques és d'indole tecnològica i, a més, s'assigna tota aquesta informació a l'única variable que es conserva: Z_i , la provenença. Però més greu encara que aquesta reducció i les seves implicacions, és el propi intent de construir aquesta funció inversa. En el cas de l'observació macroscòpica a ull nu, no és possible construir la funció inversa donat que en la funció original les variables independents responen a paràmetres impossibles de conèixer si no és per via indirecta.

De tot això es deriva que només pot construir-se una funció inversa

$$Z_i, PT_i, TC, AC = f(CF)$$

després de la construcció de la funció original a partir del treball arqueomètric, coneixent els valors que prenen les variables independents i podent per tant construir la funció original, observant els valors que prenen les característiques físiques. És després de la construcció d'aquesta funció que es pot finalment aproximar la funció inversa.

És doncs evident que la recerca de solucions aproximades presenta unes limitacions

que no permeten la utilització d'una tal metodologia. L'única solució acceptable per a aconseguir un mètode de treball acceptable ve proporcionada per l'obtenció de la funció inversa

$$Z_i, PT_i, TC, AC = f(CF),$$

funció que només s'aconsegueix després d'un treball arqueomètric. Però és igualment evident que, no es pot arribar a una informació de provenença sense la informació tecnològica. L'assignació de valors de provenença ha de fer-se alhora que s'assignen els valors dels processos tecnològics, i a la inversa. En aquest sentit, la separació estricta que estableix Renfrew entre caracterització i tecnologia no és sostenible.

A més, aquesta funció ha d'ésser construïda per a cada cas d'estudi, sense que es pugui utilitzar fora del context per al qual ha estat definida. És absolutament impossible utilitzar una funció d'aproximació de l'observació macroscòpica a la informació de provenença i tecnologia que s'obtidria per via indirecta fora del cas particular per al qual aquesta funció ha estat definida.

El caràcter aproximatiu que s'obté així per a l'observació macroscòpica a ull nu pot millorar-se sensiblement utilitzant-se, per a aquesta observació macroscòpica, una lupa binocular. El major nivell d'anàlisi que s'aconsegueix amb la lupa binocular es tradueix en una millor estimació dels valors de les característiques físiques, amb la qual cosa la funció per la qual s'assignen valors de provenença i de tecnologia es veu fortament millorada¹¹⁹⁾

¹¹⁹⁾.- Una prova de que les consideracions fetes per a l'observació macroscòpica a ull nu són vàlides igualment per a la lupa binocular és que vàrem dissenyar un experiment en el qual Cau va classificar els I_C de Clunia amb la lupa binocular. Malgrat que la classificació era natural o la millor classificació en el sentit en que també ho era la realitzada per l'AA amb la distància entre individus estadístics basada en scores, les agrupacions resultants no

Abans d'acabar, hem d'assenyalar que les característiques físiques de l' I_c poden estar afectades pels processos d'alteració i contaminació, d'ús, deposicionals i post-deposicionals, fins el punt que els I_c afectats no puguin ésser correctament classificats a partir de la fórmula que es proposi. El paper d'aquests processos no ha estat contemplat en la funció, per tal de simplificar l'esquema presentat, però pot tenir, en alguns casos, una importància extrema. La seva inclusió en la funció proposada complica la definició de la mateixa, però és indubtable que millorarà la seva capacitat d'atribució de valors correctes de provenença i de tecnologia.

aportaven una informació de provenença sinó que, com ja hem vist, degut als problemes que planteja l'emascarament de la realitat dels I_c per les característiques tecnològiques i les dispersions que es produeixen degudes a les diferents fàbriques existents en cada URCP informaven més sobre tecnologia que sobre provenença. Sense un coneixement previ de les funcions d'aproximació no era tampoc possible aproximar una provenença vàlida. Com de fet es desprèn de la realitat teòrica que hem exposat.

9. CONCLUSIONS.

No volem ara fer un exposició llarga i raonada de les nostres conclusions, donat que ja han estat expressades durant la nostra Tesis Doctoral. Remarcarem sols certs punt que creiem d'especial importància:

- a nivell arqueomètric, ens resulta abassegadorament clara la necessitat d'emprar una teoria que pugui donar suport i eines d'expressió a les problemàtiques plantejades. No pot constatar-se cap avanç evident si no es disposa d'un nivell ideacional en el qual es puguin expressar abstractament els principis, axiomes, assumpcions, etc., que permetin crear un llenguatge o una àlgebra que serveixi a la praxis i li permeti estructurar un discurs vàlid. Com a una part d'aquesta necessitat entenem l'existència d'una dependència de l'arqueometria respecte de l'arqueologia, la definició dels nivells de conjunció i d'incertitud, la integració de tècniques, el remoure les restriccions als espais reals n-dimensionals i la construcció de funcions d'aproximació que permetin la transcendència del treball arqueomètric limitat a la mostra en estudi i fins el plantejar-se que entenem per mostra (Madsen, 1988).

- a nivell arqueològic, ens resulta també abassegadorament clara la necessitat de plantejar-nos la funció de la recerca arqueològica. Finalitzava Frankel la seva defensa de l'arqueòleg en els següents termes:

"In short, archaeologists create archaeological data out of sites. The previous (unknown) physical structure of a site is changed -irrevocably changed (or destroyed)- and a new (formally defined) abstract structure is given to them. Some potential information will be lost in the process, but other data are extracted and given

meaning and significance. (...) In terms of the processes that make and change sites and knowledge, the excavator should be seen not simply as a destroyer, but as a particular agent of transformation, which creates our structured archaeological record." (Frankel, 1993, p. 877).

En efecte, aquest paper d'estructurador de l'arqueòleg és una de les transcendències de la recerca. Però, és que aquesta defensa no és també la insinuació d'un perill? Es poden crear falses estructures i mantenir-les? Es poden, en el cas que ens ocupa, crear evolucions lineals de la TS Hispanica i ajustar a un únic model la TSHA i la TS Hispanica d'Abella, per molt contemporànies que siguin, si les seves tipologies difereixen, les seves tecnologies difereixen (calcàries en coccio O-O en forn d'irradiació a Abella, calcàries en coccio RO-O en forn de flama lliure a la vall de l'Ebre, no calcàries en coccio RO-O en forn de flama lliure a la vall de l'Ebre), etc.? Quin sentit pot tenir reconèixer l'error en un esquema cronològic i mantenir-lo? Quin sentit té pressuposar una actitud personal insostenible per a explicar Abella? Què pot aportar a la recerca la invenció d'un taller secundari anterior al S. III a Clunia? O què hem d'entendre per rendibilitat científica quan es tracta d'emprendre els treballs de recerca com demana la resposta proposada? És que és rendible la creació d'estructures inexistents que condicionen la recerca i obliguen a estèrils investigacions? Per nosaltres resulta evident que cal un esforç metodològic real, però que no necessàriament es justifica a través de com es fan, amb quines tècniques i amb quines novetats, sinó que es justifica

"...by thinking hard about the meaning, how we give meaning to our concepts, how we create data, and how we perceive structural relationships within our data, we can feel more confident we are truly studying the past and not some artifact of our ignorance." (Aldenderfer, 1987, p. 112).

10. BIBLIOGRAFIA CITADA.

Aitchinson, 1986.

Aitchinson, J., 1986, *The Statistical Analysis of Compositional Data*, Monographs on Statistics and Applied Probability, Chapman and Hall, London - New York.

Alarção, 1983.

Alarção, A.M., 1983, Os metodos de investigação laboratorial e o estudo da TSH, *Terra Sigillata Hispanica, Monografias Museo Arqueológico Nacional*, Tomo I, nº 2, pp. 141-145, Madrid.

Aldenderfer, 1987.

Aldenderfer, M.S., 1987, On the Structure of Archaeological Data, a M.S. Aldenderfer (Ed.), *Quantitative Research in Archaeology. Progress and Prospects*, pp. 89-113, Sage Publications, Newbury Park.

Almagro i Lamboglia, 1959.

Almagro, M. - Lamboglia, N., 1959, La estratigrafia del decumano A de Ampurias, *Ampurias*, XXI pp. 1 i ss., Barcelona.

Aloupi, 1993.

Aloupi, E., 1993, *Nature and micromorphology of paint layers on ancient ceramics: A new approach to the investigation of ceramic technology*, University of Ioannina, Ioannina (en grec).

Arnold et al., 1978.

Arnold, D.E. - Rice, P.M. - Jester, W.A. - Deutsch, W.H. - Lee, B.K. - Kirch, P.V., 1978, Neutron activation analysis of contemporary pottery and pottery materials from the Valley of Guatemala, a R.K. Wetherington (Ed.), *The Ceramics of Kaminaljuyu, Guatemala*, University Park: The Pennsylvania State University Monograph Series on Kaminaljuyu, pp. 543-586.

Asaro et al., 1975.

Asaro, F. - Michel, H. - Widemann, F. - Fillières-Kunetz, D., 1975, Etude analytique de la provenance d'un vase signé C. CIN() SENOVIRI trouvé a Saleilles, Le Bosc (Herauld), *Gallia*, 33, pp. 225-228, Paris.

Atrián, 1958.

Atrián Jordán, P., 1958, Estudio sobre un alfar de Terra Sigillata Hispánica, *Teruel*, nº 19, pp. 87-172, Teruel.

Attas et al., 1977.

Attas, M. - Yaffe, L. - Fossey, J.M., 1977, Neutron activation analysis of early Bronze Age pottery from Lake Vouliagmeni, Perakhóra, Central Greece, *Archaeometry*, 19.1, pp. 33-43, Oxford University Press, Oxford.

Attas et al., 1984.

Attas, M. - Fossey, J.M. - Yaffe, L., 1984, Corrections for drill-bit contamination in sampling ancient pottery for Neutron Activation Analysis, *Archaeometry*, 26. i, pp.

104-107, Oxford University Press, Oxford.

Bacaria et al., 1993.

Bacaria i Martrus, A. - Buxeda i Garrigós, J. - Rigoir, J. - Rigoir, Y., 1993, Les importations de D.S.P. provençales et languedociennes dans le nord-est de la Péninsule Ibérique à la lumière des analyses archéométriques, *S.F.E.C.A.G., Actes du Congrès de Versailles, 1993*, pp. 341-353, Marseille

Balil et al., 1986.

Balil, A. - Romero, M^a.V. - López Rodríguez, J.R., 1986, Terra sigillata hispanica: a propósito de un libro reciente, *Boletín del Seminario de Arte y Arqueología*, LII, pp. 248-262, Valladolid.

Barra Bagnasco et al., 1981.

Barra Bagnasco, M. - Branca, M.E. - Conforto, L. - Nicoletti, M. - Palmieri, A.M. - Taddeuci, A., 1981, Imported and locally produced ceramics at Locri Epizephiri: results of spectrochemical analyses, *Revue d'Archométrie, Supplément S (XXème Symposium Int. d'Archéométrie, Paris 26-29 Mars 1980)*, pp. 19-27.

Baxter, 1989.

Baxter, M.J., 1989, Multivariate analysis of data on glass compositions: a methodological note, *Archaeometry*, 31.1, pp. 45-53, Oxford University Press, Oxford.

Baxter, 1991.

Baxter, M. J., 1991, Principal Component and Correspondence Analyses of glass compositions: an empirical study. *Archaeometry*, 33.1, pp. 29-41, Oxford University Press, Oxford.

Baxter, 1992.

Baxter, M.J., 1992, Statistical analysis of chemical compositional data and the comparison of analyses", *Archaeometry*, 34.2, pp. 267-277, Oxford University Press, Oxford.

Baxter, 1993.

Baxter, M.J., 1993, Comment on D. Tangri and R.V.S. Wright, "Multivariate analysis of compositional data...", *Archaeometry* 35 (1) (1993), *Archaeometry*, 35.1, pp. 112-115, Oxford University Press, Oxford.

Béarat, 1990.

Béarat, H., 1990, *Etude de quelques alterations physico-chimiques des céramiques archéologiques*, Thèse pour obtenir le grade de Docteur, Université de Caen, Caen.

Béarat et al., 1989.

Béarat, H. - Dufournier, D. - Nguyen, N. - Raveau, B., 1989, Influence de NaCl sur le couleur et la composition chimique des pâtes céramiques au cours de leur cuisson, *Revue d'Archéométrie*, 13, pp. 43-53.

Beltrán, 1990.

Beltrán Lloris, M., 1990. *Guía de la cerámica romana*. Libros Pórtico, Zaragoza.

Bénzecri, 1973.

Bénzecri, J.P., 1973. *L'Analyse des Données, 1. La Taxonomie; 2. L'Analyse des Correspondances*, Dunod, Paris.

Bertin, 1975.

Bertin, E.P., 1975. *Principles and Practice of X-ray Spectrometric Analysis*. Plenum Press.

Bieber, 1977.

Bieber, A.M., 1977. *Neutron activation analysis of archaeological ceramics from Cyprus*, Ph.D. dissertation, University of Connecticut, University Microfilms (1983), Michigan, Ann Arbor.

Bieber et al., 1976.

Bieber Jr., A.M. - Brooks, D.W. - Harbottle, G. - Sayre, E.V., 1976. Application of multivariate techniques to analytical data on Aegean ceramics. *Archaeometry*, 18-1, pp. 59-74, Oxford University Press, Oxford.

Bimson, 1956.

Bimson, M., 1956. The techniques of Greek black and Terra Sigillata Red. *Antiquaries Journal*, XXVI, pp. 200-204.

Bishop et al., 1982.

Bishop, R.L. - Rands, R.L. - Holley, G., 1982, Ceramic Compositional Analysis in Archaeological Perspective, a M.B. Schiffer (Ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory*, vol. 5, pp. 275-330, Academic Press, New York.

Bishop et al., 1985.

Bishop, R.L. - Harbottle, G. - Reerts, D.J. - Sayre, E.V. - Zelst, L. van, 1985, Compositional Attribution of Non-Provenienced Maya Polychrome Vessels, a P.A. England & L. van Zelst (Eds.), *Applications of Science in Examination of Works of Art*, Proceedings of the Seminar (September 7-9, 1983), The Research Laboratory, Museum of Fine Arts, pp. 117-124, Boston, Massachusetts.

Bishop et al., 1990.

Bishop, R.L. - Canouts, V. - Crown, P.L. - De Alty, S.P., 1990, Sensivity, precision, and accuracy: their roles in ceramic compositional data bases, *American Antiquity*, 55(3), pp. 537-546.

Bishop & Neff, 1989.

Bishop, R.L. - Neff, H., 1989, Compositional Data Analysis in Archaeology, a R.O. Allen (Ed.), *Archaeological Chemistry IV*, Symposium, 193rd Meeting of the American Chemical Society (Denver, Colorado, April 5-10, 1987), *Advances in Chemistry Series*, 220, American Chemical Society, pp. 57-86, Washington D.C..

Blackman, 1981.

Blackman, M.J., 1981, The mineralogical and chemical analysis of Banesh period

ceramics from Tal-E Mal'yan, Iran, a M.J. Hughes (Ed), *Scientific Studies in Ancient Ceramics*, British Museum Occ. Paper No 19, pp. 7-20, London.

Blaker, 1965.

Blaker, A.A., 1965, *Photography for scientific publication. A handbook*, W.H. Freeman and Company, San Francisco.

Blaker, 1977.

Blaker, A.A., 1977, *Handbook for scientific publication*, W.H. Freeman and Company, San Francisco.

Bleck, 1967.

Bleck, R.-D., 1967, *Bibliographie der archäologisch-chemischen Literatur. Naturwissenschaftliche Untersuchungen von Kunst- und Kulturgut aller Zeiten. Chemische Konservierungsverfahren. Geschichte der chemischen Technik*, Weimer.

Bloss, 1970.

Bloss, F.D., 1970, *Introducción a los métodos de cristalografía óptica*, Ed. Omega, Barcelona.

Bollong et al., 1993.

Bollong, C.A. - Vogel, J.C. - Jacobson, L. - van der Westhuizen, W.A. - Garth Sampson, C., 1993, Direct Dating and Identity of Fibre Temper in Pre-Contact Bushman (Basarwa) Pottery, *Journal of Archaeological Sciences*, Vol. 20, Num. 1.

pp. 41-55, Academic Press.

Boubé, 1965.

Boubé, J., 1965. *La Terra Sigillata Hispanique en Maurétanie Tingitane*. Etudes et Travaux d'Archéologie Marocaine, vol. 1, Direction de Musées et Art, Unité du Maroc, Rabat.

Brandt i Riederer, 1978.

Brandt, A.-C. - Riederer, J., 1978, Die Anfänge der Archäometrie-Literatur im 18. und 19. Jahrhundert, *Berliner Beiträge zur Archäometrie*, band 3, pp. 161-171, Berlin

Brongniart, 1877.

Brongniart, A., 1877. *Traité des Arts Céramiques ou des Poteries considérées dans leur histoire, leur pratique et leur théorie*, Paris, Desain et Toba (1977, edición facsimil de l'original de 1877).

Brooks et al., 1974.

Brooks, D. - Bieber Jr., A.M. - Harbottle, G. - Sayre, E.V., 1974, Biblical Studies through Activation Analysis of Ancient Pottery, a C.K. Beck (Ed.), *Archaeological Chemistry*, Symposium. 165th Meeting of the American Chemical Society (Dallas, Texas, April 9-10, 1973), *Advances in Chemistry Series*, 138, American Chemical Society, pp. 48-80, Washington D.C..

Burés, 1992.

Burés i Vilaseca, L., 1992. *El taller de terra Sigillato hispànica d'Abella*, Tesis de Llicenciatura, Universitat de Barcelona, Barcelona.

Burés et al., 1989.

Burés i Vilaseca, L. - Buxeda i Garrigós, J. - Gurt i Esparraguera, J.M. - Palet i Martínez, J.M. - Planas i Vilarnau, C. - Tuset i Bertrán, F., 1989, Caracterización de las producciones del horno cerámico de Navès (Lleida): resultados preliminares, *S.F.E.C.A.G., Actes du Congrès de Lezoux (Lezoux, mai 1989)*, pp. 175-179, Marseille.

Buxeda, 1990.

Buxeda i Garrigós, J., 1990, *Caracterització arqueomètrica de la TSH del taller d'Abella (Navès)*, Tesis de Llicenciatura, Universitat de Barcelona, Barcelona.

Buxeda, 1994.

Buxeda i Garrigós, J., 1994, Contaminations on Hispanic Terra Sigillata from Abella and their contributions to the variability of the compositions, *NATC CCMS-Cultural Technologies, 3ème Séminaire (Bordeaux 17-18-19 Mars 1994)*, en premsa, Bordeaux

Buxeda et al., 1991.

Buxeda i Garrigós, J. - Cau i Ontiveros, M.A. - Sagristà i Mas, A. - Tuset i Bertrán, F., 1991, *Appréhension macroscopique et détermination de fabriques*, *S.F.E.C.A.G.*

Actes du Congrès de Cognac, 1991, pp. 425-430, Marseille.

Buxeda et al., 1994.

Buxeda i Garrigós, J. - Cau i Ontiveros, M.A. - Gurt i Esparraguera, J.M. - Tuset i Bertrán, F., 1994, Análisis tradicional y análisis arqueométrico en el estudio de las cerámicas comunes de época romana, *Monografies Empuritanes*, en premsa, Empúries.

Buxeda i Gurt, 1991.

Buxeda i Garrigós, J. - Gurt i Esparraguera, J.M., 1991, La TSH de l'atelier d'Abelia (Navès, Catalogne). Problèmes technologiques, *S.F.E.C.A.G., Actes du Congrès de Cognac (Cognac, mai 1991)*, pp. 431-434, Marseille.

Buxeda i Gurt, 1993.

Buxeda i Garrigós, J. - Gurt i Esparraguera, J.M., 1993, Problemas para el establecimiento del grupo de referencia del taller de Abelia: perturbaciones en el patrón, a *1º Congreso de Arqueología Peninsular (Porto, Outubro 1993)*, en premsa, Porto.

Buxeda i Gurt, 1994.

Buxeda i Garrigós, J. - Gurt i Esparraguera, J.M., 1994, Serra i Vilaró: l'estudi de la terra sigillata hispànica, a AAVV, *Revelar el passat. Homenaje a Joan Serra i Vilaró en el XXV aniversari de la seva mort*, Museu Nacional d'Arqueologia de Tarragona-Museu Diocesà i Comarcal de Solsona, Cultura-Museus, Generalitat de

Catalunya, pp. 42-51, Tarragona.

Cabral, 1977.

Cabral, J.M.P., 1977, Caracterização de cerâmicas arqueológicas mediante análise per activação com neutrões térmicos. Classificação das métodos de taxonomia numérica. *Conimbriga*, XVI, Coimbra.

Cackette et al., 1987.

Cackette, M. - D'Auria, J.M. - Snow, B.E., 1987, Examining earthenware vessel function by elemental phosphorus content, *Current Anthropology*, Vol. 28, Num. 1, pp. 121-127.

Caley, 1949.

Caley, E. R., 1949, Klaproth as a pioneer in the chemical investigation of antiquities, *Journal of Chemical Education*, 26, pp. 242-247.

Caley, 1950.

Caley, E. R., 1950, Early history and literature of archaeological chemistry, *Journal of Chemical Education*, 28, pp. 64-66.

Carriveau, 1980.

Carriveau, G.W., 1980, Contaminations of Hard-Fired ceramics during sampling with diamond burrs, *Archaeometry*, 22.2, pp. 209-210.

Casas et al., 1989.

Casas, A. - Pinto, V. - Gurt i Esparraguera, J.M. - Riera i Mora, S. - Burés i Vilaseca, L.. 1989, Aplicación de la prospección magnética en la localización de hornos de cerámica romana en Navès (Lleida), *S.F.E.C.A.G., Actes du Congrès de Lezoux (mai, 1989)*, pp. 169-174, Marseille.

Cau, 1993.

Cau i Ontiveros, M.A., 1993, *Las cerámicas tardorromanas de cocina modeladas a mano o a torneta de Sa Mesquida, Santa Ponça (Calvià, Mallorca). Caracterización macroscópica., caracterización arqueométrica y estudio arqueológico. Una propuesta metodológica*, Tesis de Llicenciatura, Universitat de Barcelona, Barcelona.

Caylus, 1752.

Caylus, C. de, 1752, *Recueil d'Antiquités égyptiennes, étrusques, grecques et romaines*, 1752-67, I.

Cazurro, 1911.

Cazurro, M., 1911, Terra Sigillata. Los vasos aretinos y sus imitaciones galo-romanas en Ampurias, *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans*, vol. III (1909-1910), pp. 296-360, Barcelona.

Colchen, 1974.

Colchen, M., 1974, *Géologie de la Sierra de la Demanda, Burgos-Logroño (Espagne)*, Memorias del Instituto Geológico y Minero Español, T. 85, Servicio de

Publicaciones, Ministerio de Cultura, Madrid.

Comfort, 1940.

Comfort, H., 1940. Terra Sigillata, *Real Encyclopädie Pauly-Wissowa*, suplement VII, cols. 1295-1352, Stuttgart.

Conimbriga, 1975.

AAVV, 1975. A propos des céramiques de Conimbriga, *Conimbriga*, Vol. XIV, Universidade de Coimbra, Coimbra.

Courtois, 1973.

Courtois, L., 1973. Phénomènes de "régénération" après cuisson de certaines céramiques anciennes, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Série D, 276, pp. 2931-2933, Paris.

Courtois, 1976.

Courtois, L. 1976. *Examen au microscope petrographique des ceramiques archeologiques*, Notes et Monographies Techniques, n° 8, C.R.A. (C.N.R.S.), Paris.

Courtois et al., 1977.

Courtois - Beltrão - Danon - Reyes - Valladas - Simoes - Valladas, 1977, Thermoluminescent dating of archaeological pottery from the Marajó Island (Brazil), *Fifth International Conference on Luminescence Dosimetry*, 459-468, Sao Paulo, Brazil.

Cuadras, 1981.

Cuadras i Avellana, C.M., 1981. *Métodos de Análisis Multivariante*, Colección Laboratorio de Cálculo, nº 23, Eunibar, Barcelona.

Cuadras, 1989.

Cuadras i Avellana, C.M., 1989. Distance analysis indiscrimination and classification using both continuous and categorical variables, a Y. Dodge (Ed.), *Statistical data analysis and inference*, pp. 41-58, Elsevier Science Publishers, B.V..

Cullity, 1977.

Cullity, B.D., 1977. *Elements of X-ray Diffraction*, Addison Wesley.

Cuomo di Caprio, 1985.

Cuomo Di Caprio, N., 1985. *La ceramica in archeologia, antiche tecniche di lavorazione e moderni metodi d'indagine*, Ed La Fenice, Roma.

Danon et al., 1976.

Danon, J. - Enríquez, C.R. - Mattievich, E. - Beltrão, M. da C.M.C., 1976. Mossbauer study of aging effects in ancient pottery from the mouth of the Amazon River, *J. Phys.*, Colloque C6-866.

Davis, 1986.

Davis, J.C., 1986, *Statistics and data analysis in Geography*, Second Edition, John Wiley & Sons, New York.

De Andrés i Balcázar, 1989.

De Andrés, A.M. - Balcázar, J.L., 1989, Study of ceramic sherds of Early Bronze Age shelters (Pe a Corva, Guadalajara, Spain), a Y. Maniatis, *Archaeometry*, Proceedings of the 25th International Symposium, held in Athens from 19 to 23 May 1986, pp. 593-601, Elsevier, Amsterdam.

De Paepe, 1979.

De Paepe, P., 1979, Chemical characteristics of archaic and classical coarse wares from Tharikos, S.E. Attica (Greece), *Miscellanea Graeca*, 2, pp. 89-112.

Delgado, 1975.

Delgado, M., 1975, Livre V Une Sigillée Tardive Régionale, a M. Delgado, E. Mayet, A. Moutinho De Alarção, *Fouilles de Conimbriga IV. Les Sigillées*, Publiées sous la direction de J. Alarção et R. Etienne, Mission Archéologique Française au Portugal, Musée Monographique de Conimbriga, pp. 317-335, Diffusion E. de Boccard, Paris.

Dent Glasser, 1977.

Dent Glasser, L.S., 1977, *Crystallography and its Applications*, Van Nostrand Reinhold.

Dixon, 1983.

Dixon, W. (Ed.), 1983, *BMDP Statistical software, 1983 Printing with Additions*, UCLA Press, Los Angeles.

Dragendorff, 1885.

Dragendorff, H., 1895. Terra Sigillata, *Bonner Jahrbücher*, XCVI i XCVII, 1895-96.

Dufournier, 1976.

Dufournier, D., 1976. *Recherches sur la signification et l'interprétation des résultats des analyses chimiques des poteries antiques (éléments majeurs et mineurs)*. Notes et Monographies Techniques, n° 9, C.R.A., C.N.R.S., Paris.

Dufournier, 1979.

Dufournier, D., 1979. Deux exemples de contamination des céramiques anciennes par leur milieu de conservation. *Figlina*, 4, pp. 69-83.

Dufournier, 1982.

Dufournier, D., 1982. L'utilisation de l'eau de mer dans la préparation des pâtes céramiques calcaires. Premières observations sur les conséquences d'un tel traitement. *Revue d'Archéométrie*, 6, pp. 87-100

Duma, 1968a.

Duma, G., 1968. *Archaeological importance of the phosphate content of ancient pots*.
Manuscrit inédit.

Duma, 1968b.

Duma, G., 1968. Egetett anyagok foszforfelvétele (Phosphorus uptake of fired clays).
Építőanyag, 20, pp. 450-456.

Duma, 1969.

Duma, G., 1969. Methode zum Feststellender Bestimmung von urzeitlichen Gefässen. *Acta Archaeologica Hungarica*, 21, pp. 359-372.

Duma, 1972.

Duma, G., 1972. Phosphate content of ancient pots as indication of use. *Current Anthropology*, 13, pp. 127-130.

Dunnell i Hunt, 1990.

Dunnell, R.C. - Hunt, T.L., 1990. Elemental Composition and Inference of Ceramic Vessel Function. *Current Anthropology*, Volume 31, Number 3, pp. 330-336.

Echallier, 1983a.

Echallier, J.-Cl., 1983. L'analyse pétrographique des céramiques archéologiques: principes, techniques et limites de la méthode. *Lettre d'information du Centre de Recherches Archéologiques*, 21. Archéologie du Midi Méditerranéen, 9, pp. 60-67. Valbonne

Echallier, 1983b.

Echallier, J.-Cl., 1983. Premières données pétrographiques sur les amphores massaliètes du Languedoc. *Lettre d'information du Centre de Recherches Archéologiques*, 21, Archéologie du Midi Méditerranéen, 9, pp. 68-73, Valbonne.

Echallier, 1967.

Echallier, J.-Cl., 1987, Lames minces, a J.-C. Miskovsky (Ed.), *Géologie de la Préhistoire: Méthodes, techniques, applications*, pp. 871-881, A.E.E.G.P., Paris.

Echallier i Mery, 1992.

Echallier, J.-Cl. - Mery, S., 1992, *L'évolution minéralogique et physico-chimique des pâtes calcaires au cours de la cuisson: expérimentation en laboratoire et application archéologique*, Sciences de la Terre et Céramiques Archéologiques. Expérimentations, applications, n° 16, IGAI Documents et Travaux, Cergy.

Ellis, 1982.

Ellis, L., 1982, *Laboratory techniques in Archaeology: A guide to the Literature, 1920-1980*, Garland Pub., Inc., New York-London.

Enriquez et al., 1979.

Enriquez, C.R. - Daron, J. - Beltrão, M. da C. M. C., 1979, Differential thermal analysis of some amazonian archaeological pottery, *Archaeometry*, 21.2, pp. 183-186. Oxford University Press, Oxford.

Frankel, 1993.

Frankel, D., 1993, The excavator: creator or destroyer?, *Antiquity*, Vol. 67, Num. 257, pp. 875-877.

Franklin i Hancock, 1981.

Franklin, U.M. - Hancock, R.G.V., 1981, The influence of post-burial conditions on

trace element composition of ancient sherds, *Revue d'Archéométrie*, Suppl. S (Actes du XX Symposium International d'Archéométrie), pp. 111-119.

Franklin i Vitali, 1985.

Franklin, U.M. - Vitali, V., 1985. The environmental stability of ancient ceramics. *Archaeometry*, 27.1, pp. 3-15. Oxford University Press, Oxford.

Freestone et al., 1985.

Freestone, I.C. - Meeks, N.D. - Middleton, A.P., 1985. Retention of phosphate in buried ceramics: an electron microbeam approach. *Archaeometry*, 27.2, pp. 161-177. Oxford University Press, Oxford.

Freestone et al., 1994.

Freestone, I.C. - Middleton, A.P. - Meeks, N.D., 1994. Significance of Phosphate in Ceramic Bodies: Discussion of paper by Bollong et al., *Journal of Archaeological Sciences*, Vol. 21, Num. 3, pp. 425-426, Academic Press.

Freestone i Rigby, 1982.

Freestone, I.C. - Rigby, V., 1982. Class B Cordoned and other imported wares from Heginisbury Head, Dorset, *British Museum Occasional Paper*, n° 32, pp. 29-42. London.

Freestone i Rigby, 1988.

Freestone, I.C. - Rigby, V., 1988. The introduction of roman ceramic styles and

techniques into Roman Britain: a case study from the King Harry Lane cemetery, St Albans, Herdfords, a E.V. Sayre, P. Vandiver, J. Druzik, C. Stevenson (Eds.), *Materials Issues in Art and Archaeology*, Symposium held April 6-8, 1988, Reno, Nevada, USA, Materials Research Society Proceedings, Vol. 123, Materials Research Society, pp. 109-115, Pittsburgh, Pennsylvania.

Freeth, 1967.

Freeth, S.J., 1967, A chemical study of some bronze age pottery sherds, *Archaeometry*, 10, pp. 104-119, Oxford University Press, Oxford.

Fulford i Peacock, 1984.

Fulford, M.G. - Peacock, D.P.S. (Eds.), 1984, *Excavations at Carthage. The British Mission 12 Ave. du President Habib Bourguiba, Salambo: The pottery and other ceramic objects from the site*, Sheffield.

Garabito, 1978.

Garabito Gómez, T., 1978, *Los alfares riojanos Producción y comercialización*, Bibliotheca Praehistorica Hispana, Vol. XVI, CSIC, Instituto Español de Prehistoria, Universidad de Valladolid, Secretariado General de Publicaciones, Departamento de Historia Antigua, Diputación Provincial de Logroño, Madrid.

García i Olsetxea, 1992.

García Heras, M. - Olsetxea, C., 1992, Métodos y análisis para la caracterización de cerámicas arqueológicas. Estado actual de la investigación en España, *Archivo*

Español de Arqueología, 65, pp. 263-289, Madrid.

Gillies i Urch, 1983.

Gillies, K.J.S. - Urch, D.S., 1983, Spectroscopic studies of iron and carbon in black surfaced wares, *Archaeometry*, 25.1, pp. 29-44, Oxford University Press, Oxford.

Goodhew i Humphreys, 1988.

Goodhew, P.J. - Humphreys, F.J., 1988, *Electron microscopy and analysis*, Taylor and Francis, London.

Govindaraju, 1989.

Govindaraju, K. (Ed), 1989, *Geostandards Newsletter*, Vol. XIII, Special Issue, july 1989.

Grim i Bradley, 1948.

Grim, R.E. - Bradley, W., 1948, Rehydration and dchydratation of the clay minerals, *The American Mineralogist*, 33, pp. 50-59.

Grimanis et al., 1980.

Grimanis, A.P. - Filippakis, S.E. - Perdikatis, B. - Vassilaki-Grimani, M. - Bosana-Kourou, N. - Yalouris, N., 1980, Neutron Activation and X-ray Analysis of "Thapsos Class" Vases. An Attempt to Identify their Origin, *Journal of Archaeological Sciences*, 7, pp. 227-239, Academic Press, London.

Gurt, 1985.

Gurt i Esparraguera, J.M., 1985, *Clunia III. Hallazgos monetarios. La romanización de la Meseta Norte a través de la circulación monetaria en la ciudad de Clunia*, Excavaciones Arqueológicas en España, 145, Ministerio de Cultura, Dirección General de Bellas Artes y Archivos, Subdirección General de Arqueología y Etnografía, Madrid.

Gurt, 1993a.

Gurt i Esparraguera, J.M., 1993, Pla d'Abella, Navès, *Anuari d'intervencions arqueològiques 1982-1989. Epoca romana, Antiguitat Tardana. Campanyes 1982-1989*, Col·lecció Anuaris d'Intervencions Arqueològiques a Catalunya, núm. 1, Departament de Cultura, p. 217, Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Gurt, 1993b.

Gurt i Esparraguera, J.M., 1993, La Rectoria, Navès, *Anuari d'intervencions arqueològiques 1982-1989. Epoca romana. Antiguitat Tardana. Campanyes 1982-1989*, Col·lecció Anuaris d'Intervencions Arqueològiques a Catalunya, núm. 1, Departament de Cultura, p. 218, Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Gurt et al., 1987.

Gurt i Esparraguera, J.M. - Miret, M. - Xandri, J., 1987, Dades sobre la romanització a la comarca del Solsonès (Lleida), *Pre-actes de les Jornades Internacionals d'Arqueologia Romana*, pp. 39-44, Granollers.

Gurt et al., 1991.

Gurt i Esparraguera, J.M. - Tuset i Bertrán, F. - Buxeda i Garrigós, J. - Planas i Vilarnau, C. - Alcobé, X., 1991, The study of Hispanic Terra Sigillata from kilns of Pla d'Abella (Navès, Solsonès): a preliminary analysis, a P. Budd, B. Chapman, C. Jackson, R. Janaway, B. Ottaway (Eds.), *Proceedings of a Conference on the Application of Scientific Techniques to Archaeology (Bradford, September 1989)*, pp. 36-45, Oxbow Books, Oxbow Monograph. 9, Oxford.

Hansen et al., 1979.

Hansen, B.A. - Sørensen, M.A. - Heydorn, K. - Mejdahl, V. - Cooradse, K., 1979, Provenance Study of Medieval, Decorated Floor-Tiles carried out by means of neutron activation analysis, a Proceedings of the 18th International Symposium on Archaeometry and Archaeological Prospection (Bonn, 14-17 March 1978), *Archaeo-Physika*, Band 10, pp. 119-140, Rheinland-Verlag GmbH Köln, Bonn.

Harbottle, 1982a.

Harbottle, G., 1982, Chemical characterization in archaeology, a J.E. Ericson - T.K. Earle (Eds.), *Contexts for prehistoric exchange*, pp. 13-51, Academic Press, New York.

Harbottle, 1982b.

Harbottle, G., 1982, Provenience studies using Neutron Activation Analysis: the role of standardisation, a J.S. Olin - A.D. Franklin (Eds.), *Archaeological Ceramics*, pp. 67-77, Smithsonian Institution Press, Washington.

Harbottle, 1991.

Harbottle, G., 1991. The Efficiencies and Error-Rates in Euclidean Mahalanobis Searches in Hypergeometries of Archaeological ceramic Compositions, a E. Pernicka i G.A. Wagner (Eds.), *Archaeometry*: '90, Proceedings of the 27th Symposium on Archaeometry held in Heidelberg Apr. 2-6, 1990, pp. 413-424, Birkhäuser Verlag Basel.

Hedges i McLellan, 1976.

Hedges, R.E.M. - McLellan, M., 1976. On the cation exchange capacity of fired clays and its effect on the chemical and radiometric analysis of pottery, *Archaeometry*, 18.2, pp. 203-207, Oxford University Press, Oxford.

Heimann, 1982a.

Heimann, R.B., 1982. Firing technologies and their possible assessment by modern analytical methods, a J.S. Olin - F.D. Franklin (Eds.), *Archaeological Ceramics*, pp. 89-96, Smithsonian Institution Press, Washington

Heimann, 1982b.

Heimann, R.B., 1982. Porosimetric investigation of Roman Terra Sigillata Molds from Rheinzabern, Germany, a J.S. Olin - A.D. Franklin (Eds.), *Archaeological Ceramics*, pp. 209-217, Smithsonian Institution Press, Washington.

Heimann, 1989.

Heimann, R.B., 1989. Assessing the Technology of Ancient Pottery: The Use of

Ceramic Phase Diagrams, *Archaeomaterials*, 3, 2, pp. 123-148, Pennsylvania.

Heimann i Maggetti, 1981.

Heimann, R.B. - Maggetti, M, 1981, Experiments on simulated burial of calcareous Terra Sigillata (mineralogical change). Preliminary results. a M.J. Hughes (Ed.), *Scientific Studies in Ancient Ceramics*, British Museum Occ. Paper, No 19, pp. 163-177, London

Heinrich, 1970.

Heinrich, E.W.M., 1970, *Identificación microscópica de los minerales*, Ed. Urmo, Bilbao.

Hesnard i Lemoine, 1981.

Hesnard, A. - Lemoine, C., 1981, Les amphores du Cecube et du Faïence, prospections, typologie, analyse. *M.E.F.R.A.*, 93, 1. pp 243-295.

IGME, 1975.

IGME (Instituto Geológico y Minero Español), 1975, *Mapa Geológico de España*, E. 1:50.000, Hoja 330, 35-13, Cardona 2ª serie, 1ª edición, Ministerio de Industria, Servicio de Publicaciones, Madrid.

IGME, 1986.

IGME (Instituto Geológico y Minero Español), 1986, *Mapa Geológico de España*, E. 1:200.000, *Síntesis de la Cartografía existente*, Hoja 30, Aranda de Duero, 2ª

edición, Departamento de publicaciones del IGME, Madrid.

Jenkins, 1974.

Jenkins, R., 1974, *An Introduction to X ray Spectrometric Analysis*, Heyden.

Jones, 1986.

Jones, R.F., 1986, *Greek and Cypriot Pottery: A Review of Scientific Studies*, The British School at Athens, Fitch Laboratory Occasional Paper 1, Athens.

Jones, 1987.

Jones, M.P., 1987, *Applied mineralogy, a quantitative approach*, Graham & Trotman, U.S.A..

Jornet, 1980.

Jornet, A., 1980, Composition de la céramique romaine d'Augusta Raurica (August), *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.*, 60, pp 271-285.

Jornet, 1982.

Jornet, A., 1982, *Analyse minéralogique et chimique de la céramique romaine suisse à enduit brillant*, Institut de Minéralogie et Pétrographie de l'Université Fribourg/Suisse, Thèse n° 846, Fribourg.

Jornet, 1984.

Jornet, A., 1984, *Arqueometría: estudios sobre cerámica arqueológica*. Las ciencias

naturales al servicio de la arqueología, *Revista de Arqueología*, nº 35, pp. 18-27, Madrid.

Jornet et al., 1985.

Jornet, A. - Blackman, M.J. - Olin, J.S., 1985, 13th to 18th century ceramics from the Paterna-Manises area (Spain), a W.D. Kingery (Ed.), *Ancient Technology to Modern Sciences*, Vol. I, Ceramics and Civilization, pp. 235-255, The American Ceramic Society, Inc., Columbus, Ohio.

Jornet i Maggetti, 1985.

Jornet, A. - Maggetti, M., 1985, Chemische Analyse von 40 Scherben der Grabungen beim Augster Osttor im Jahre 1966, *Jahresberichte aus Augst und Kaiseraugst*, 5, pp. 107-122.

Kilikoglou et al., 1988.

Kilikoglou, V. - Maniatis, Y. - Grimanis, A.P., 1988, The effect of purification and firing of clays on trace element provenance studies, *Archaeometry*, 30.1, pp. 37-46, Oxford University Press, Oxford.

Kingery, 1974.

Kingery, W.D., 1974, A note on the differential thermal analysis of archaeological ceramics, *Archaeometry*, 16.1, pp. 109-112, Oxford University Press, Oxford.

Kostikas et al., 1976.

Kostikas, A. - Simopoulos, A. - Gargas, N H., 1976, Analysis of archaeological artifacts, a R.L. Cohen (Ed.), *Applications of mössbauer spectroscopy*, Vol. I, Academic Press, New York.

Lamboglia, 1955.

Lamboglia, N., 1955, Scavi italo-spagnoli ad Ampurias, *Rivista di Studi Liguri*, XXI, núm. 3-4, Bordighera.

Lasfargues i Picon, 1982.

Lasfargues J. - Picon, M., 1982, Die chemische untersuchungen, a S. von Schnurbein, *Die unverzierte Terra Sigillata aus Haltern*, Bodenaltertümer für Archäologie - Amt für Bodendenkmalpflege - Landschaftsverband Westfalen - Lippe, pp. 6-21, Aschendorff Münster.

Leach, 1981.

Leach, B., 1981, *Manual del ceramista*, Editorial Blume, Barcelona.

Lebart et al., 1985.

Lebart, L. - Morineau, A. - Feneon, J-P., 1985, *Tratamiento estadístico de datos. Métodos y programas*, Marcombo Boixareu Eds., Barcelona.

Leese et al., 1989.

Leese, M. - Hughes, M.J. - Stopford, J., 1989, The chemical composition of tiles from Bordesley: a case study in data treatment, a S. Rahtz i J. Richards (Eds.),

Computer applications and quantitative methods in archaeology, B.A.R., Int. Ser.,
S548, pp. 241-249, Oxford.

Lefevre, 1989.

Lefevre, J.-C., 1989, *Etude de la phase vitreuse des céramiques archéologiques*,
Mémoire de DEA, INSA, Lyon.

Lemoine et al., 1981.

Lemoine, C - Meille, E - Poupet, P - Barrandon, J.N - Borderie, B. 1981, Etude de
quelques altérations de composition chimique des céramiques en milieu marin et
terrestre", *Revue d'Archéométrie*, Suppl. S, pp. 349-360 (XXème Symposium Int.
d'Archéométrie, Paris, 1980.).

Lemoine et al., 1982.

Lemoine, C. - Walker, S. - Picon, M., 1982, Archaeological, geochemical and
statistical methods in ceramic provenance studies, a J.S. Olin i A.D. Franklin (Eds.),
Archaeological Ceramics, pp. 57-64, Smithsonian Institution Press, Washington.

Lemoine i Picon, 1982.

Lemoine, C. - Picon, M., 1982, La fixation du phosphore par les céramiques lors de
leur enfouissement et ses incidences analytiques, *Revue d'archéométrie*, 6, pp 101-112.

Levi, 1931.

Levi, A., 1931, *L'Analyse Chimique des Terres Cuites Anciennes et leur*

Provenance. *Museum*, 15, pp. 64-66.

Madsen, 1988.

Madsen, T., 1988. Multivariate statistics and archaeology, a Madsen, T. (Ed.), *Multivariate Archaeology. Approaches in Scandinavian Archaeology*, Jutland Archaeological Society Publications, XXI, pp. 7-28, Aarhus University Press, Aarhus.

Maggetti, 1981.

Maggetti, M., 1981. Composition of roman pottery from Lousonna (Switzerland), a M.J. Hughes (Ed.), *Scientific studies in ancient ceramics*, British Museum Occasional Paper num. 19, pp 33-49, London.

Maggetti, 1982.

Maggetti, M., 1982. Phase analysis and its significance for technology and origin, a J.S. Oliver, A.D. Franklin (Eds.), *Archaeological ceramics*, pp. 121-133, Smithsonian Institution Press, Washington.

Maggetti, 1990.

Maggetti, M., 1990. Il contributo delle analisi chimiche alla conoscenza delle ceramiche antiche, a T. Mannoni e A. Molinari (Eds.), *Scienze in Archeologia*, Il ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in Archeologia, Certosa di Pontignano (Siena), 7-19 Novembre 1988, C.N.della R., Università degli Studi di Siena, pp. 65-88, Ed. all'insegna del Giglio, Firenze.

Maggetti et al., 1984.

Maggetti, M. - Westley, H. - Olin, J.S., 1984, Provenance and Technical Studies of Mexican Majolica Using Elemental and Phase Analysis, a J.B. Lambert (Ed.), *Archaeological Chemistry III*, Symposium, 184th Meeting of the American Chemical Society (Kansas City, Missouri, September 12-17, 1982), *Advances in Chemistry Series*, 205, American Chemical Society, pp. 151-191. Washington, D.C.

Maniatis, 1976.

Maniatis, Y., 1976. *Examination of ancient pottery using the scanning electron microscope*, Ph.D. dissertation, University of Essex, Essex.

Maniatis et al., 1981.

Maniatis, Y. - Simopoulos, A. - Kostikas, A., 1981, Moessbauer Study of the Effect of Calcium Content on Iron Oxide Transformations in Fired Clays. *Journal of the American Ceramic Society*, vol. 64, n° 5, pp. 263-269.

Maniatis et al., 1983a.

Maniatis, Y. - Simopoulos, A. - Kostikas, A. - Perdikatsis, V., 1983, Effect of Reducing Atmosphere on Minerals and Iron Oxides Developed in Fired Clays: The Role of Ca. *Journal of the American Ceramic Society*, vol. 66, n° 11, pp. 773-781.

Maniatis et al., 1983b.

Maniatis, Y. - Simopoulos, A. - Kostikas, A. - Warren, S.E., 1983, Effect of weathering on iron-oxide phases of ancient pottery, *Symp. Archaeom. Abstracts*, pp.

81-, Napoli.

Maniatis i Tite, 1979.

Maniatis, Y. - Tite, M.S., 1979, Examination of Roman and Medieval Pottery Using the Scanning Electron Microscope, *Acta Praehistorica et Archaeologica*, 9/10 (1978/9), pp. 125-130, Berlin.

Maniatis i Tite, 1981.

Maniatis, Y. - Tite, M.S., 1981, Technological Examination of Neolithic-Bronze Age Pottery from Central and Southeast Europe and from the Near East, *Journal of Archaeological Sciences*, 8, pp. 59-76, London.

Matson, 1971.

Matson, F.R., 1971, A Study of Temperatures Used in Firing Ancient Mesopotamian Pottery, a R.H. Brill (Ed.), *Science and Archaeology*, pp. 65-79, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Mayet, 1984.

Mayet, F., 1984. *Les céramiques sigillées hispaniques Contribution à l'histoire économique de la Péninsule Ibérique sous l'Empire Romain*, 1111, Publications du Centre Pierre Paris 12, Collection de la Maison des Pays Ibériques 21., Diffusion de Boccard, Paris.

Mérida, 1918.

Mélida, J. R., 1918, *Excavaciones de Numancia. Memoria que de los trabajos realizados en 1916 y 1917 presenta el Presidente de la Comisión Ejecutiva de dichas excavaciones*, Memorias de la Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades, núm. 5. Madrid.

Mezquíriz, 1953.

Mezquíriz Irujo, M. A., 1953, Sigillata hispánica de Liédana, *Revista Príncipe de Viana*, XIV, 52-53, pp. 271-307, Pamplona.

Mezquíriz, 1958.

Mezquíriz Irujo, M. A., 1958, *La excavación estratigráfica de Pompaelo. I. Campaña de 1956*, Excavaciones en Navarra, VII, Pamplona.

Mezquíriz, 1961.

Mezquíriz de Catalán, M. A., 1961, *Terra Sigillata Hispánica*, Tomo I, Texto; Tomo II, Índices y láminas. Monografías sobre cerámicas hispánicas, The William L. Bryant Foundation, Valencia.

Mezquíriz, 1964.

Mezquíriz de Catalán, M. A., 1964, Unas interesantes piezas cerámicas en el Museo Arqueológico de Burgos, *Revista Príncipe de Viana*, núms. 96-97, pp. 247-251.
Pamplona

Mezquíriz, 1983.

Mezquíriz Irujo, M. A., 1983, Cerámica Sigillata Hispánica. Historia y Criterios Tipológicos, *Boletín del Museo Arqueológico Nacional*, Tomo I, nº 2, pp. 133-136, Museo Arqueológico Nacional, Madrid

Mezquíriz, 1985.

Mezquíriz, M. A., 1985, Terra Sigillata Hispanica, a *Atlante delle Forme Ceramiche*, vol. II, Ceramica Fine Romana nell Bacino Mediterraneo (Tardo Ellenismo e Primo Impero), pp. 97-166, Enciclopedia dell'Arte Antica Classica e Orientale, Istituto della Enciclopedia Italiana, Roma

Michel et al., 1987.

Michel, B - Weiss, J - Wessicken, R. - Maggetti, M. 1987, Analyses minéralogique, chimique et technologique d'engobes argileux, *Revue d'Archéométrie*, 11, pp. 63-75.

Miñarro, 1991.

Miñarro, A., 1991, *Aspectos geométricos de las poblaciones estadísticas y los individuos estadísticos*, Tesis Doctoral, Departament d'Estadística, Universitat de Barcelona, Barcelona.

Mommsen, 1981.

Mommsen, E., 1981, Filters to sort out pottery samples of the same provenience from a data bank of Neutron Activation Analysis, *Arch.ometry*, 22.2, pp. 209-215, Oxford University Press, Oxford

Mommsen et al., 1988.

Mommsen, H. - Kreuser, A. - Weber, J., 1988. A method for grouping pottery by chemical composition. *Archaeometry*, 30.1, pp. 47-57. Oxford University Press, Oxford.

Montagu, 1989.

Montagu, J., 1989. *Les secrets de fabrication des céramiques antiques*, 4a. ed., Saint-Vallier-Sur-Rhone.

Myer i Betancourt, 1981.

Myer, G.H. - Betancourt, P.P., 1981. The composition of Vasilike Ware and the production of the mottled colours of the slip, a M.J. Hughes (Ed.), *Scientific Studies in Ancient Ceramics*, British Museum Occasional Papers, nº 19, pp. 51-55. London.

Navascués, 1959.

Navascués y de Palacio, J. de, 1959, Descubrimiento de un Bodega romana en término de Funes (Navarra). *Revista Principe de Viana*, núms. 76-77, pp. 227-229. Pamplona.

Neff, 1993.

Neff, H., 1993. Theory, sampling, and analytical techniques in the archaeological study of prehistoric ceramics. *American Antiquity*, Vol. 58, Num. 1, pp. 23-44.

Neff, 1994.

Neff, H., 1994, RQ-Mode Principal Components Analysis of ceramic compositional data, *Archaeometry*, 36.1, pp. 115-130, Oxford University Press, Oxford.

Neff et al., 1988a.

Neff, H. - Bishop, R.L. - Arnold, D.E., 1988, Reconstructing Ceramic Production from Ceramic Composition Data: an Exemple from Guatemala, *Journal of Field Archaeology*, vol. 15, n° 3, pp. 339-348, Boston University, Boston.

Neff et al., 1988b.

Neff, H. - Bishop, R.L. - Sayre, E.V., 1988, A Simulation Approach to the Problem of Tempering in Compositional Studies of Archaeological Ceramics, *Journal of Archaeological Science*, 15, pp. 159-172, Academic Press, London.

Neff et al., 1989a.

Neff, H. - Bishop, R.L. - Borz, F.J., 1989, Compositional Patterning in Ceramics from Pacific Coastal and Highland Guatemala, *Archaeomaterials*, 3, 2, pp. 97-109, Pennsylvania

Neff et al., 1989b.

Neff, H. - Bishop, R.L. - Sayre, E.V., 1989, More observations on the Problem of Tempering in Compositional Studies of Archaeological Ceramics, *Journal of Archaeological Sciences*, 16.1, pp. 57-69.

Nesse, 1986.

Nesse, W.D., 1986, *Introduction to optical mineralogy*, Oxford University Press, Oxford.

Neumann, 1932.

Neumann, B., 1932, Die Glasur der Terra Sigillata. *Sprechsaal*, 65, pp. 253-255, pp. 273-275, pp. 291-293.

Noll, 1976.

Noll, W., 1976, *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abh.*, 127.

Noll, 1977.

Noll, W., 1977, Haslstattzeitliche Keramik der Heuneburg an der Oberen Donau. *Archäologie und Naturwissenschaften*, 1, pp. 1-19, Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseum, Mainz.

Noll, 1978.

Noll, W., 1978, *Neues Jahrbuch Für Mineralogie, Abh.*, 133.

Noll, 1981.

Noll, W., 1981, Dades inèdites, comunicació personal publicada a R. B. Heimann - M. Maggetti, 1981, Experiments on simulated burial of calcareous Terra Sigillata, a M. J. Hughes (Ed.), *Scientific Studies in Ancient Ceramics*, British Museum, Occasional Paper, No. 19, pp. 163-177, London.

Noll et al., 1975.

Noll, W. - Holm, R. - Born, L., 1975. Painting of Ancient Ceramics, *Angewandte Chemie*, 14. Jahrgang, Nr.9, pp. 602-613.

Nungasser i Maggetti, 1981.

Nungasser, W - Maggetti, M, 1981. Etude minéralogique et pétrographique de la poterie néolithique du Burgaschisee (Suisse), *Revue d'Archéométrie*, Suppl. S, pp. 225-226 (XXème Symposium Int. d'Archéométrie, Paris, 1980)

Núñez et al., 1991.

Núñez Gómez, R. - Capel Martínez, J. - Reyes Camacho, E., 1991. Hidrólisis de materiales cerámicos. Estudio preliminar, *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 14, pp. 89-94.

Nöller i Knoll, 1988.

Nöller, R. - Knoll, H., 1988. The yellow coloration of oxidized burned ceramics, *Berliner Beiträge zur Archäometrie*, band 10, pp. 107-112, Berlin.

O'Brien, 1990.

O'Brien, P., 1990. An Experimental Study of the Effects of Salt Erosion on Pottery, *Journal of Archaeological Sciences*, 17.4, pp. 393-401.

Olin et al., 1978.

Olin, J.S. - Harbottle, G. - Sayre, E.V., 1978. Elemental Compositions of Spanish

and Spanish-Colonial Majolica Ceramics in the Identification Provenience, a G.F. Carter (Ed.), *Archaeological Chemistry II*, Symposium, 174th Meeting of the American Chemical Society (Chicago, Illinois, August 31-September 1, 1977), Advances in Chemistry Series, 171, American Chemical Society, pp. 200-229, Washington, D.C .

Olin i Franklin, 1982.

Olin, J.S. - Franklin, A.D. (Eds.), 1982, *Archaeological Ceramics*, Smithsonian Institution Press, Washington.

Olin i Sayre, 1979.

Olin, J.S. - Sayre, E.V., 1979, Environmental and technological causes of variations in the absolute concentrations of elements in ceramics, a Proceedings of the 18th International Symposium on Archaeometry and Archaeological Prospection (Bonn, 14-17 March 1978), *Archaeo-Physika*, Band 10, p. 607, Rheinland-Verlag GmbH Köln, Bonn.

Oller, 1989.

Oller, J.M., 1989, Some geometrical aspects of data analysis and statistics, a Y. Dodge (Ed.), *Statistical Data analysis end inference*, pp. 41-58, University of Neuchâtel, Switzerland, Ed. Elsevier S.P.

Orton, 1989.

Orton C., 1989, An introduction to the quantification of assemblages of pottery, a

R. Perrin (Ed.), *Journal of Roman Pottery Studies*, volume 2, Oxbow Books for The Study Group for Romano-British Pottery, pp. 94-97, Oxbow Books, Oxford.

Orton, 1993.

Orton, C., 1993. How many pots make five? - an historical review of pottery quantification. *Archaeometry*, 35.2, pp. 169-184., Oxford University Press, Oxford.

Palol, 1959.

Palol i Salellas, P. de, 1959, *Clunia Sulpicia, ciudad romana. Su historia y su presente*, Dirección General de Bellas Artes, Servicio Nacional de Excavaciones, Diputación Provincial de Burgos.

Palol, 1978a.

Palol i Salellas, P. de, 1978, Noves dades arqueològiques sobre els darrers segles de Clunia, *Institut d'Arqueologia i Prehistòria, Memòria*, 1978, Universitat de Barcelona.

Palol, 1978b.

Palol i Salellas, P. de, 1978, El rescate de Clunia, *Historia*, 16, nº 22, pp. 53-59.

Palol, 1982.

Palol i Salellas, P. de, 1982, *Guía de Clunia*, 5ª edición, Excm. Diputación Provincial de Burgos, Burgos.

Palol et al., 1991a.

Palol i Salellas, P. de, et al., 1991, *Clunia O. Studia Varia Cluniensia*, Publicaciones de la Excm. Diputación Provincial de Burgos, Servicio de Investigaciones Arqueológicas, Burgos.

Palol et al., 1991b.

Palol i Salellas, P. de - Gurt i Esparraguera, J.M. - Tuset i Bertrán, F. - Planas i Vilarnau, C. - Buxeda i Garrigos, J. - Cau i Ontiveros, M.A. - Alcobé, X., 1991, Clunia: producer and receiver centre of Hispanic Terra Sigillata, a P. Budd, B. Chapman, C. Jackson, R. Janaway, B. Ottaway (Eds.), *Archaeological Sciences 1989. Proceedings of a conference on the application of scientific techniques to archaeology (Bradford, September 1989)*, Oxbow Monograph 9, pp. 83-94, Oxbow Books, Oxford.

Palol et al., 1991c.

Palol i Salellas, P. de - Gurt i Esparraguera, J.M. - Tuset i Bertrán, F. - Planas i Vilarnau, C. - Buxeda i Garrigos, J. - Cau i Ontiveros, M.A. - Alcobé, X., 1991, Clunia: centro productor y receptor de Terra Sigillata Hispanica, a P. de Palol et alii, *Clunia O. Studia Varia Cluniensia*, Publicaciones de la Excm. Diputación Provincial de Burgos, Servicio de Investigaciones Arqueológicas, pp. 399-408, Burgos.

Palol i Cortés, 1974.

Palol i Salellas, P. de - Cortés, J., 1974, *La villa romana de la Otmeda, Pedrosa de la Vega (Palencia). Excavaciones de 1969 y 1979*, Vol. I, Acta Arqueológica

Hispana, 7, Ministerio de Educación y Ciencia, Dirección General del Patrimonio Artístico y Cultural, Madrid.

Palol i Vilella, 1986.

Palol i Salellas, P. de - Vilella i Massana, J., 1986, Un santuario priápico en Clunia?, *Koiné*, 2, pp. 14 i ss., Madrid.

Pérez, 1989.

Pérez González, C., 1989, *Cerámica romana de Herrera de Pisuerga (Palencia-España). La Terra Sigillata*, Universidad Internacional SEK, Santiago de Chile.

Perinet i Courtois, 1983.

Perinet, G. - Courtois, L., 1983, Evaluation des Temperatures de cuisson de céramiques et de vaisselles blanches néolithiques de Syrie, *Bull. Soc. Preh. Fr.*, 80, pp. 157-160.

Pernicka i Wagner, 1991.

Pernicka, E. - Wagner, G.A. (Eds.), 1991, *Archaeometry '90*, Proceedings of the 27th Symposium on Archaeometry held in Heidelberg Apr. 2-6, 1990, Birkhauser Verlag, Basel-Boston-Berlin.

Phillip i Ottaway, 1983.

Phillip, G. - Ottaway, B.S., 1983, Mixed data cluster analysis: an illustration using

cypriot hooked-tail weapons, *Archaeometry*, 25.2, pp. 119-133, Oxford University Press, Oxford.

Phillips i Griffen, 1981.

Phillips, Wm.R. - Griffen, D.T., 1981. *Optical Mineralogy. The nonopaque minerals*, W.H. Freeman and Company, San Francisco.

Picon, 1973.

Picon, M., 1973, *Introduction à l'étude technique des céramiques sigillées de Lezoux*, Centre de Recherches sur les Techniques Greco-romaines, n° 2, Université Dijon.

Picon, 1974.

Picon, M., 1974, À propos d'un vase faussement attribué à Montans, *Revue archéologique de narbonnaise*, VII, pp 219-223.

Picon, 1976a.

Picon, M., 1976, Remarques préliminaires sur deux types d'altération de la composition chimique des céramiques au cours du temps, *Figlina*, 1, pp. 159-166, Lio.

Picon, 1976b.

Picon, M., 1976, À propos de la vérification du catalogue des marques de l'atelier de La Muette: Reflexion sur la valeur des preuves, *Figlina*, 1, pp 89-96, Lio.

Picon, 1984a.

Picon, M., 1984. Recherches sur les compositions des sigillées hispaniques: Techniques de fabrication et groupes de production. Appendice II a F. Mayet, *Les céramiques sigillées hispaniques. Contribution à l'histoire économique de la Péninsule Ibérique sous l'Empire Romain*, I. Publications du Centre Pierre Paris 12. Collection de la Maison des Pays Ibériques 21. pp. 303-317. Diffusion de Boccard, Paris.

Picon, 1984b.

Picon, M., 1984. Le traitement des données d'analyse, a T. Hackens - M. Schvoerer (Eds.), *Datation-caractérisation des céramiques anciennes*. Cours Intensif Européen (Bordeaux-Talence, 1981). *PACT*, 10. pp. 379-399. Paris.

Picon, 1984c.

Picon, M., 1984. Problèmes de détermination de l'origine des céramiques, a T. Hackens - M. Schvoerer (Eds.), *Datation-caractérisation des céramiques anciennes*. Cours Intensif Européen (Bordeaux-Talence, 1981). *PACT*, 10. pp. 425-433. Paris.

Picon, 1985a.

Picon, M., 1985. Informes del análisis en laboratorio. Apendice II a J. Sánchez-Lafuente Pérez, *Comercio de cerámicas romanas en Valeria*. Publicaciones de la Excelentísima Diputación de Cuenca. Serie Arqueológica Conquense VII. Excmo. Diputación de Cuenca, Cuenca.

Picon, 1985b.

Picon, M., 1985. Un exemple de pollution aux dimensions kilométriques: la fixation du baryum par les céramiques. *Revue d'Archéométrie*, 9, pp 27-29.

Picon, 1986.

Picon, M., 1986. Analyse de céramiques de l'épave Culp IV et corrections d'altération. *Archéonautica*, 6, pp 116-119, C.N.R.S.

Picon, 1987.

Picon, M., 1987. La fixation du baryum et du strontium par les céramiques. *Revue d'Archéométrie*, 11, pp. 41-47

Picon, 1989.

Picon, M., 1989. Note sur les analyses de céramiques. *Bulletin de Correspondance Hellenique*, CXIII, pp 547-549

Picon, 1991.

Picon, M., 1991. Quelques observations complémentaires sur les altérations de composition des céramiques au cours du temps: cas de quelques alcalins et alcalino-terreux. *Revue d'Archéométrie*, 15, pp 117-122

Picon, 1992.

Picon, M., 1992. L'analyse chimique des céramiques: bilan et perspectives, a Francovich, R. (Ed.), *Archeometria della Ceramica. Problemi di Metodo*, Atti 8° SIMCER - Simposio Internazionale della Ceramica (Rimini, 10-12 Novembre 1992).

Centro Ceramico Bologna. Istituto di Archeologia, Università Bologna, pp. 3-26. Ed.
Ist. Centro Ceramico, Bologna.

Picon et Garmier, 1974.

Picon, M. - Garmier, J., 1974, Un atelier d'Atcius à Lyon, *Rev. archéol. de l'Est et du Centre-Est*, XXV, pp 71-76

Picon et Lasfargues, 1974.

Picon, M. - Lasfargues, J., 1974, Transfert de moules entre les ateliers d'Arezzo et ceux de Lyon, *Revue archéologique de l'Est et du Centre-Est*, XXV, pp 60-69

Picon et le Mière, 1987.

Picon, M. - le Mière, M., 1987, Géochimie, a J.-C. Miskovsky (Ed.), *Géologie de la Préhistoire: Méthodes, techniques, applications*, pp. 883-901, A.E.E.G.P. Paris.

Picon et Ricq, 1986.

Picon, M. - Ricq, J.-Cl., 1986, Un exemple d'aléation de la composition des amphores massaliètes: le cas d'Olbia, *Archeologie du Midi méditerranéen*, 12, pp. 65-67.

Pollard, 1986

Pollard, A.M., 1986, Data Analysis, a K.E. Jones, *Greek and Cypriot Pottery. A Review of Scientific Studies*, The British School at Athens, Fitch Laboratory Occasional Paper, 1, pp 56-85, Athens

Popham et al., 1980.

Popham, M. - Hatcher, H. - Pollard, A.M., 1980. Al Mina and Euboea. *Annual of the British School at Athens*, 75, pp. 151-152.

Popham et al., 1983.

Popham, M. - Hatcher, H. - Pollard, A.M., 1983. Euboean exports to Al Mina, Cyprus and Crete: a reassessment. *Annual of the British School at Athens*, 78, pp. 281-290.

Porten, 1989.

Porten Falange, F.P., 1989. Fälschungen in der Arretinischen reliefkeramik. *Archäologisches Korrespondenzblatt. Urgeschichte, Römerzeit, Frühmittelalter*, 19, Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseum, pp. 91-99, Mainz.

Pradell, 1993.

Pradell i Cara, T., 1993. *Estudi dels processos de reducció en la ceràmica de silicats*. Col·lecció de Tesis Microfitxades, núm. 1838, Universitat de Barcelona, Barcelona.

Prag et al., 1974.

Prag, A.J.N.W. - Schwizer, F. - Williams, J.L.W. - Schuüger, P.A., 1974. Hellenistic glazed wares from Athens and southern Italy: analytical techniques and implications. *Archaeometry*, 16 (2), pp. 153-187, Oxford University Press, Oxford.

Readhead et al., 1988.

Readhead, M. - Dunnell, R.C. - Feathers, J.K., 1988, Recent addition of potassium
A potential source of error in calculating TL ages, *Ancient TL*, 6.1, pp. 1-4.

Renfrew, 1977.

Renfrew, C., 1977, Introduction: Production and Exchange in Early State Societies,
the Evidence of Pottery, a D.P.S. Peacock (Ed.), *Pottery and Early Commerce
Characterization and Trade in Roman and Later Ceramics*, pp. 1-20, Academic Press,
London-New York-San Francisco

Riba, 1967.

Riba, O., 1967, Resultados de un estudio sobre el Terciario Continental de la parte
este de la Depresión Central Catalana, *Acta Geológica Hispana* 1-2, nº 1, pp. 3-8,
Inst. Nac. de Geología, Barcelona

Rice, 1978.

Rice, P., 1978, Clear answers to vague questions: some assumptions of provenience
studies of pottery, a R.K. Wetherington (Ed.), *The Ceramics of Kaminaljuyu,
Guatemala*, University Park, The Pennsylvania State University Monograph Series on
Kaminaljuyu, pp. 511-52

Rice, 1987.

Rice, P.M., 1987, *Pottery analysis. A Sourcebook*, Univ. Chicago Press, Chicago

Rice i Salió, 1982.

Rice, P.M. - Saffer, M.E., 1982. Cluster Analysis of Mixed-level Data: Pottery Provenience as an Example. *Journal of Archaeological Science*, 9, pp. 395-409.

Richards, 1895.

Richards, T.W., 1895. The composition of Athenian pottery. *American Chemical Journal*, 17, pp. 152-154.

Riederer, 1981.

Riederer, J., 1981. Zum gegenwärtigen Stand der naturwissenschaftlichen Untersuchung antiker Keramik, a D. Arnold (Ed.), *Studien zur altägyptischen Keramik*, Deutsches Archäologisches Institut, Abteilung Kairo, Verlag Philipp von Zabern, Mainz.

Rincón, 1985.

Rincón, J.M., 1985. Estudio mineralógico y microestructural de terra sigillata de la Península Ibérica, a J.M. Blázquez *et al.*, *Castulo, V*, Excavaciones Arqueológicas de España, nº 140, pp. 345 i ss., Madrid.

Roberts, 1963.

Roberts, J.P., 1963. Determination of the firing temperature of ancient ceramics by measurement of thermal expansion. *Archaeometry*, 6, pp. 21-25, Oxford University Press, Oxford.

Roca, 1976.

Roca i Roumens, M., 1976, *Sigillata Hispánica producida en Andújar (Jaén)*,
Publicaciones del Instituto de Estudios Giennenses, Jaen.

Roca, 1980.

Roca i Roumens, M., 1980, Sigillata importada y nuevas formas en TSH producidas en Andujar, puntualizaciones cronológicas referidas a la actividad inicial del alfarero. *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada*, 5, pp. 237-275, Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Granada, Granada.

Roca, 1981.

Roca i Roumens, M., 1981, Terra Sigillata Hispánica: una aproximación al estado de la cuestión, *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada*, 6, pp. 385-410, Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Granada, Granada.

Roca, 1983.

Roca i Roumens, M., 1983, El centro de producción de TSH de Andújar, *Boletín del Museo Arqueológico Nacional*, Tomo I, nº 2, pp. 159-164, Museo Arqueológico Nacional, Madrid.

Rottländer, 1976.

Rottländer, R.C.A., 1976, Some selected problems of Samian ware production. *Paper presented on the 16th International Symposium on Archaeometry and Archaeological Prospection*, no publicat, Edinburgh.

Sayre et al., 1971.

Sayre, E.V. - Chan, L.-H. - Sabloff, J.A., 1971, High-Resolution Gamma Ray Spectroscopic Analyses of Mayan Fine Orange Pottery, a R.H. Brill (Ed.), *Science and Archaeology*, pp. 165- 181, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Schmitt, 1989.

Schmitt, A., 1989, *Méthodes géochimiques, pétrographiques, et minéralogiques appliquées à la détermination de l'origine des céramiques archéologiques*, Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux III, Bordeaux

Schneider, 1978

Schneider, G., 1978, Anwendung quantitativer Materialanalysen auf Herkunftsbestimmungen antiker Keramik, *Berliner Beiträge zur Archäometrie*, band 3, pp. 63-122, Berlin

Schneider i Hoffman, 1976.

Schneider, G. - Hoffman, B., 1976, Bestimmung der Herkunft antiker Keramik (Terra Sigillata) mit Hilfe von Röntgenfluoreszenzanalysen. *Bericht der Deutschen Keramischen Gesellschaft*, 53, pp. 417-422.

Schwalbe i Culbert, 1988.

Schwalbe, I. A. - Culbert, T.P., 1988, Analytical Measures of Variability and Group Differences in X-Ray Fluorescence Data, *Journal of Archaeological Science*, 15, pp. 669-681, Academic Press, London.

Schwarz, 1964.

Schwarz, G. T., 1964. Stereoscopic Views Taken with an Ordinary Single Camera - a New Technique for Archaeologists. *Archaeometry*, 7, pp. 36-42. Oxford University Press, Oxford.

Sciau *et al.*, 1992.

Sciau, P. - Weierwert, M. - Vernhet, A. - Bemont, C., 1992. Recherches sur les températures de cuisson et la nature des engobes des céramiques sigillées de la Graufesenque. *Revue d'Archéométrie*, 16, pp. 89-95.

Segebade i Lutz, 1980a.

Segebade, C. - Lutz, G. J., 1980. Die Untersuchung einiger Bodenlagerungseinflüsse auf die Zusammensetzung von römischer Keramik (Terra sigillata). *Berliner Beiträge zur Archäometrie*, band 5, pp. 69-83, Berlin.

Segebade i Lutz, 1980b.

Segebade, C. - Lutz, G. J., 1980. Photon activation analysis of ancient Roman pottery. In E. A. Slater i J. O. Tate (Eds.), *Proceedings of the 16th International Symposium on Archaeometry and Archaeological Prospection (Edinburgh, 1976)*, pp. 20-49. National Museum of Antiquities of Scotland.

Serra i Vilaró, 1921.

Serra i Vilaró, J., 1921, *Excavaciones en el poblado ibérico de San Miguel de Sorba*, Memoria número 44 de la Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades, Madrid.

Serra i Vilaró, 1924a.

Serra i Vilaró, J., 1924, Mina i fundició d'aram de Piner, a *De metal.lúrgia Prehistorica a Catalunya*, Musaeum Archaeologicum Diocesenum, Solsona.

Serra i Vilaró, 1924b.

Serra i Vilaró, J., 1924, *Estación ibérica, termas romanas y taller de "terra sigillata" en Solsona*, Memoria número 63 de la Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades, Madrid.

Serra i Vilaró, 1925.

Serra i Vilaró, J., 1925, *Cerámica en Abella, primer taller de "terra sigillata" descubierto en España*, Memoria número 73 de la Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades, Madrid.

Serra i Vilaró, 1928.

Serra i Vilaró, J., 1928, *Excavaciones en la Necrópolis Romano-cristiana de Tarragona*, Memoria número 93 de la Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades, Madrid.

Serra i Vilaró, 1935

Serra i Vilaró, J., 1935, *Excavaciones en la Necrópolis Romano-cristiana de Tarragona*, Memoria número 133 de la Junta Superior del Tesoro Artístico, Sección de Excavaciones, Madrid.

Sneath i Sokal, 1973.

Sneath, P.H.A. - Sokal, R.R., 1973, *Numerical Taxonomy. The Principles and Practice of Numerical Classification*, W.H. Freeman & Co., San Francisco.

Sokal i Rohlf, 1984.

Sokal, R.R. - Rohlf, F.J., 1984, *Introducció a la Bioestadística*, Serie de Biologia Fundamental, nº 5, Editorial Reverté, S.A., Barcelona.

Solé Sabarís et al., 1957.

Solé Sabarís, L. - Virgili, C. - Zamarreño, I., 1957, Las terrazas del río Llobregat, *V Congreso Internacional del INQUA, Résumés des Comm.*, pp. 177-178, Barcelona.

Steponaitis, 1984.

Steponaitis, V.P., 1984, Technological studies of prehistoric pottery from Alabama: physical properties and vessel function, a S. van der Leeuw i A.C. Pritchard (Eds.), *The Many Dimensions of Pottery. Ceramics in Archaeology and Anthropology*, pp. 79-122, Amsterdam.

Tangri i Wright, 1993.

Tangri, D. - Wright, R.V.S., 1993, Multivariate analysis of compositional data: applied comparissons favour standard principal components analysis over Aitchinson's loglinear contrast, *Archaeometry*, 35.1, pp. 103-112, Oxford University Press, Oxford.

Taracena, 1949.

Taracena Aguirre, B., 1949, Excavaciones en Navarra. VII. La "villa" romana de Liédana. *Revista Principe de Viana*, X, 37, pp. 353-382 i XI, 39, pp. 9-39. Pamplona.

Tarazena i Vázquez, 1956.

Taracena Aguirre, B. - Vazquez de Parga, L., 1956, *La villa romana del Ramalete (término de Tudela)*, Excavaciones en Navarra, II, p. 3. Pamplona

Tarradell, 1951.

Tarradell i Mateu, M., 1951, Las excavaciones de Lixus (Marruecos). *Ampurias*, XIII, pp. 186-190. Barcelona.

Tavares, 1984.

Tavares, A., 1984, Caractérisation de quelques types de fabrication de sigillées hispaniques. Appendice I a F. Mayet, *Les céramiques sigillées hispaniques Contribution à l'histoire économique de la Peninsule Iberique sous l'Empire Romain*, I, Publications du Centre Fierre Paris 12, Collection de la Maison des Pays Iberiques 21, pp. 299-302, Diffusion de Boccard, Paris.

Thompson i Bradbury, 1987.

Thompson, D.J. - Bradbury, S., 1987, *An introduction to photomicrography*, Microscopy handbooks 13, Oxford University Press-Royal Microscopical Society, New York.

Thorez, 1976.

Thorez, J., 1976. *Practical identification of clay minerals. A handbook for teachers and students in clay mineralogy*. Editions G. Lelotte, Dison.

Tite et al., 1982a.

Tite, M.S. - Maniatis, Y. - Meeks, N.D. - Binson, M. - Hughes, M.J. - Leppard, S.C., 1982. Technological studies of ancient ceramics from the Near East, Aegean, and Southeast Europe, a T.A. Wertime (S.F. Wertime (Eds.)), *The evolution of the First Fire-Using Industries*, pp. 61-71, Smithsonian Institution Press, Washington

Tite et al., 1982b.

Tite, M.S. - Freestone, I.C. - Meeks, N.D. - Binson, M., 1982. The use of scanning electron microscopy in the technological examination of ancient ceramics, a J.S. Olin & A.D. Franklin (Eds.), *Archaeological Ceramics*, pp. 109-120, Smithsonian Institution Press, Washington.

Tite et al., 1982c.

Tite, M.S. - Binson, M. - Freestone, I.C., 1982. An examination of the high gloss surface finishes on Greek Attic and Roman Samian wares, *Archaeometry*, 24 (2), pp. 117-126, Oxford University.

Tite & Maniatis, 1975a.

Tite, M.S. - Maniatis, Y., 1975. Examination of ancient pottery using the Scanning Electron Microscope, *Nature*, 257, pp. 122-123.

Tite i Maniatis, 1975b.

Tite, M.S. - Maniatis, Y., 1975. Scanning Electron Microscopy of fired Calcareous Clays. *Transactions and Journal of the British Ceramic Society*, 74, pp. 19-22. London.

Tou i González, 1977.

Tou, J.T. - González, R.C., 1977. *Pattern Recognition Principles*. Applied Mathematics and Computation, nº 7. Addison-Wesley P. C., Massachusetts

Trigger, 1988.

Trigger, B.G., 1988. Archaeology's relations with the physical and biological sciences: a historical review, a R.M. Farquhar, R.G.V. Hancock, L.A. Pavlish (Eds.), *Proceedings of the 26th International Archaeometry Symposium. (University of Toronto, Toronto, Canada, May 16th to May 20th, 1988)*, Archaeometry Laboratory, pp. 1-9, University of Toronto, Toronto.

Tuset, 1991.

Tuset i Bertrán, F., 1991. *La Terra Sigillata de Clunia. Una propuesta metodológica para el estudio de las producciones altoimperiales*, Vol. I Texto, Vol. II Ilustraciones, Tesis Doctoral dactilografiada, Barcelona.

Tuset i Buxeda, 1993.

Tuset i Bertrán, F. - Buxeda i Garrigós, J., 1993. La cerámica Terra Sigillata Hispanica Avanzada (TSHA) de Ciunia: segunda mitad del S. II - S. III d.C., a 1º

Congresso de Arqueologia Peninsular (Porto, Outubro 1993), en premsa, Porto.

Vendrell et al., 1991.

Vendrell-Saz, M. - Pradell, T. - Garcia-Valles, M. - Molera, J., 1991. The molds from the roman ceramic workshop of Andújar (Spain): an hypothesis on their origin and manufacture. *Convegno Europeo Ricerche Archeometriche e Studi Archeologici sulla Ceramica antica (Roma 10-12 Ottobre 1991)*, *Lecture Riasunti*, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Scienza della Terra, Roma

Vendrell i Pradell, 1992.

Vendrell Saz, V. - Pradell Cara, T., 1992. Caracterización química y mineralógica de la cerámica sigillata tardía producida en Clunia (s.IV al VII). *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 15, pp. 31-40

Vicente, 1988.

Vicente García, M.D., 1988. *La Terra Sigillata Hispanica producida en los talleres de Abella y Sol·ona (Lérida)*, Trabajo de Investigación, Universitat de Barcelona, Barcelona.

Vitali i Franklin, 1986.

Vitali, V. - Franklin, U.M., 1986. New Approaches to the Characterization and Classification of Ceramics on the Basis of their Elemental Composition, *Journal of Archaeological Science*, 13, pp. 161-170, Academic Press, London.

Waddell i Fountain, 1984.

Waddell, C. - Fountain, J.C., 1984. Calcium diffusion: a new dating method for archaeological materials. *Geology*, 12, pp. 24-26

Walter, 1988.

Walter, V., 1988. *Etude pétrographique, minéralogique et géochimique d'amphores gauloises découvertes dans le Nord-Est de la France*. Thèse de Doctorat, Université des Sciences Humaines de Strasbourg, U.F.R. des Sciences Historiques, CNRS - Centre de Sédimentologie et de Géochimie de la Surface, Strasbourg

Walter i Besnus, 1989.

Walter, V. - Besnus, Y., 1989. Un exemple de pollution en phosphore et en manganèse de céramiques anciennes. *Revue d'Archéométrie*, 13, pp. 55-64

Weigand et al., 1977.

Weigand, P.C. - Harbottle, G. - Sayre, E.V., 1977. Turquoise sources and source analysis: Mesoamerica and the Southwestern U.S.A., a T.K. Earle, E.V. Ericson (Eds.), *Exchange systems in prehistory. Studies in Archeology*, Cap. 7, págs. 15-34., Academic Press, New York and London.

Whitbread, 1989.

Whitbread, I.K., 1989. A proposal for the systematic description of thin sections towards the study of ancient technology, a Y. Maniatis (Ed.), *Archaeometry*, Proceedings of the 25th International Symposium, held in Athens from 19 to 23 May

1986, pp. 127-138. Elsevier, Amsterdam.

Willgallis i Heyer, 1976.

Willgallis, A. - Heyer, H., 1976. Untersuchungen der Glanztonschicht von Terra Sigillata mit der Elektronenstrahlmikrosonde. *Informationsblätter zu Nachbarwissenschaften der Ur- und Frühgeschichte*, 7, pp. Ph 6.1-6.6. Bonn

Williams, 1990.

Williams, D.F., 1990. The study of ancient ceramics. The contribution of the Petrographic Method, a T. Mannoni i A. Molinari (Eds.), *Scienze in Archeologia*, II Ciclo di Lezioni sulla Ricerca Applicata in Archeologia, Certosa di Pontignano (Siena), 7-19 novembre 1988. Pp. 43-64., Ed. All'Insegna del Giglio, Firenze

Wilson, 1978.

Wilson, A.L., 1978. Elemental analysis of pottery in the study of its provenance: a review. *Journal of Archaeological Science*, n° 5, pp. 210-236.

Wishart, 1978.

Wishart, D., 1978. *Clustan users manual. Cluster analysis software*, Fourth Edition, Computing Laboratory, Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.

Wishton, 1987.

Wishton, C., 1987, *X-Ray methods*, Analytical chemistry by open learning, John Wiley & Sons, London.

Zachrisson, 1985.

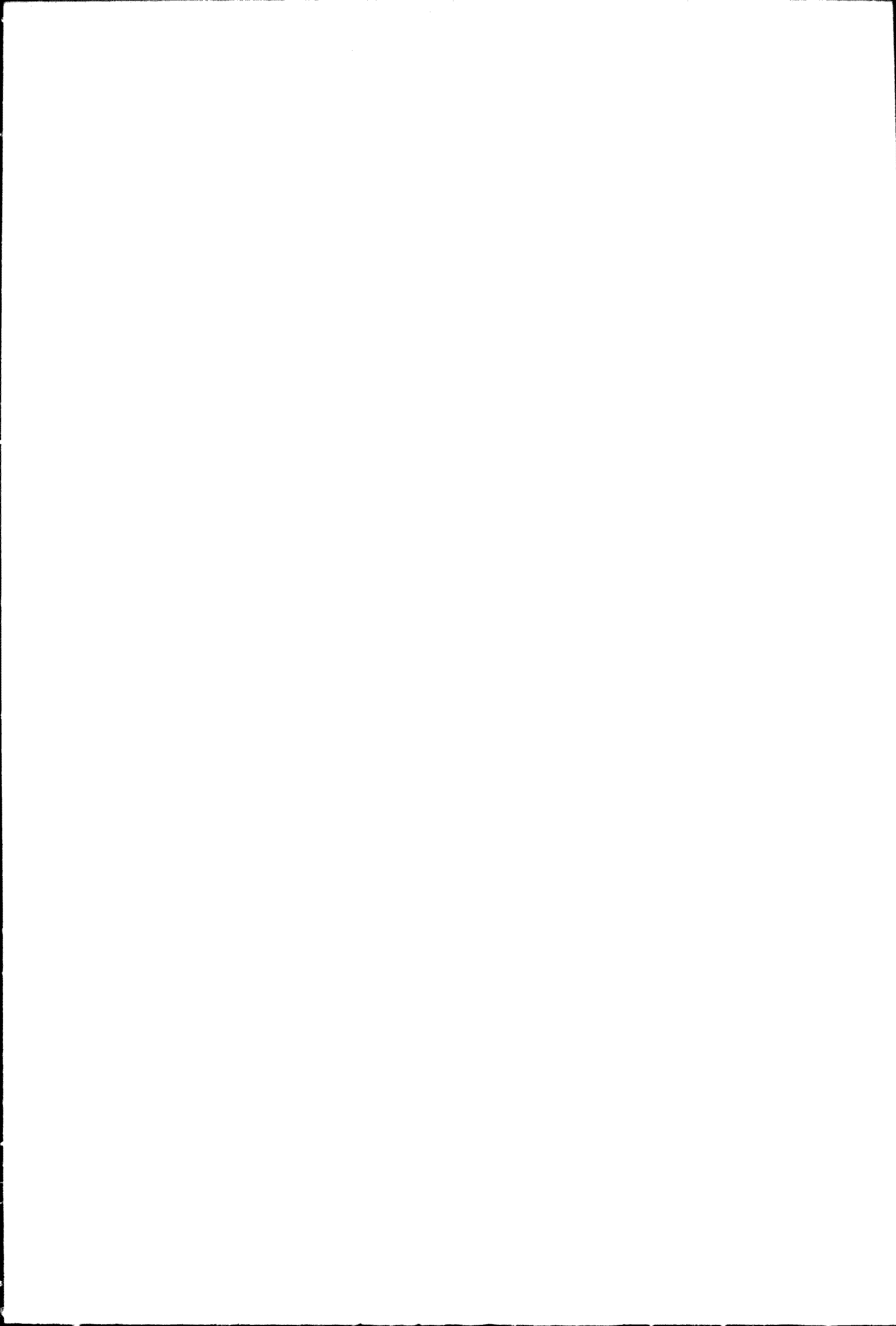
Zachrisson, B.A. . 1985. A short description of the use of stereodocumentation in archaeology. *ISKOS*, 5 pp. 185-190. Helsinki.

11. LLISTAT D'ABREVIATURES.

Abans d'exposar el llistat de les principals abreviatures utilitzades en el text, hem d'indicar que totes les datacions que es donen són després de Jesucrist. És per això que hem adoptat la decisió de no escriure l'abreviatura d.C. després de cada data.

A	Plagioclasis
AA	Anàlisi d'agapament
AC	Ajornera de cocció
ACP	Anàlisi de components principals
An	Anàlisi
C	Calent
C	Operador ressaltiu que implica el construintament de suma la unitat
C	Caracterització n d'un I
CE	Característiques físiques
Co	Corudo
I ^e	Protons
Drag	Dragendorf
DRX	Difraccio de Raigs X
F	Fàbrica
F	Fàbrica de conjunció
F	Fàbrica d'incertitud
FRX	Energència de Raigs X
F	Matriu de covariàncies de logaritmes de raons centrals
G	Gelucita
GR	Grup de referència
H	Hematis
Hisp	Hispanica
I	Índex miscelània
I _{cer}	Individu ceràmic en l'estat com es rep
I _c	Individu ceràmic
I _o	Individu ceràmic que va existir realment
Is	Feldspat alcali
L	Leucita
L	Funció de distribució logística additiva
Lamb	Lambdita
λ	Vector de mitjanes aritmètiques de vectors composicionals de logaritmes de raons
m	Modi (per us o deposició)
M	Modelat
M	Maghemita
MER	Microscòpia Electrònica de Rastreg
MER EDX	MER amb Anàlisi per Energies Disperses de Raigs X
MER EDX EP	MER EDX amb detector d'Electrons Retrodispersats
Mn	Maghemita
Mu	Mullita
N	funció de distribució normal
N	Nivell de conjunció
N	Nivell d'incertitud
NMI	Nombre mínim d'individus
NMI _l	Nombre màxim d'individus
P	Pasta
P	Pasta de conjunció
P	Pa _s d'incertitud
PAF	Pèrdua al foc
Q	Quars
PT	Procés tecnològic
R	Espai mostra' real
Ru	Rutiling
S	Matriu de covariàncies de logaritmes de raons
S	Espai mostrat confinat en un simplex

v	Componente de la matriz de variación composicional
t	Tiempo
T	Taller
T	Matriz de variación composicional
TC	Temperatura de cocción
TS	Terra Sigillata
TS Hispanica	Terra Sigillata Hispanica (denominación general)
TSC	Terra Sigillata Clara
TSO	Terra Sigillata Oculata
TSI	Terra Sigillata Hispanica al Imperio
TSIA	Terra Sigillata Hispanica Avanzada
TSI-TSIA	Cerámica con características de la TSI y de la TSIA
TSII	Terra Sigillata Hispanica Tardana
TSI	Terra Sigillata Italiana
u	Vector perforador
U	Unidad estratigráfica
URCP	Unidad de referencia composicional de pasta
v	Variación
v	Vector de bases
v	Vector composicional
v	Vector composicional en unidades de base
v	Vector composicional de organolépticos de base química
Z	Zona de producción
Z	Zona de consumo
Z	Zona de distribución



Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia
Facultat de Geografia i Història
UNIVERSITAT DE BARCELONA

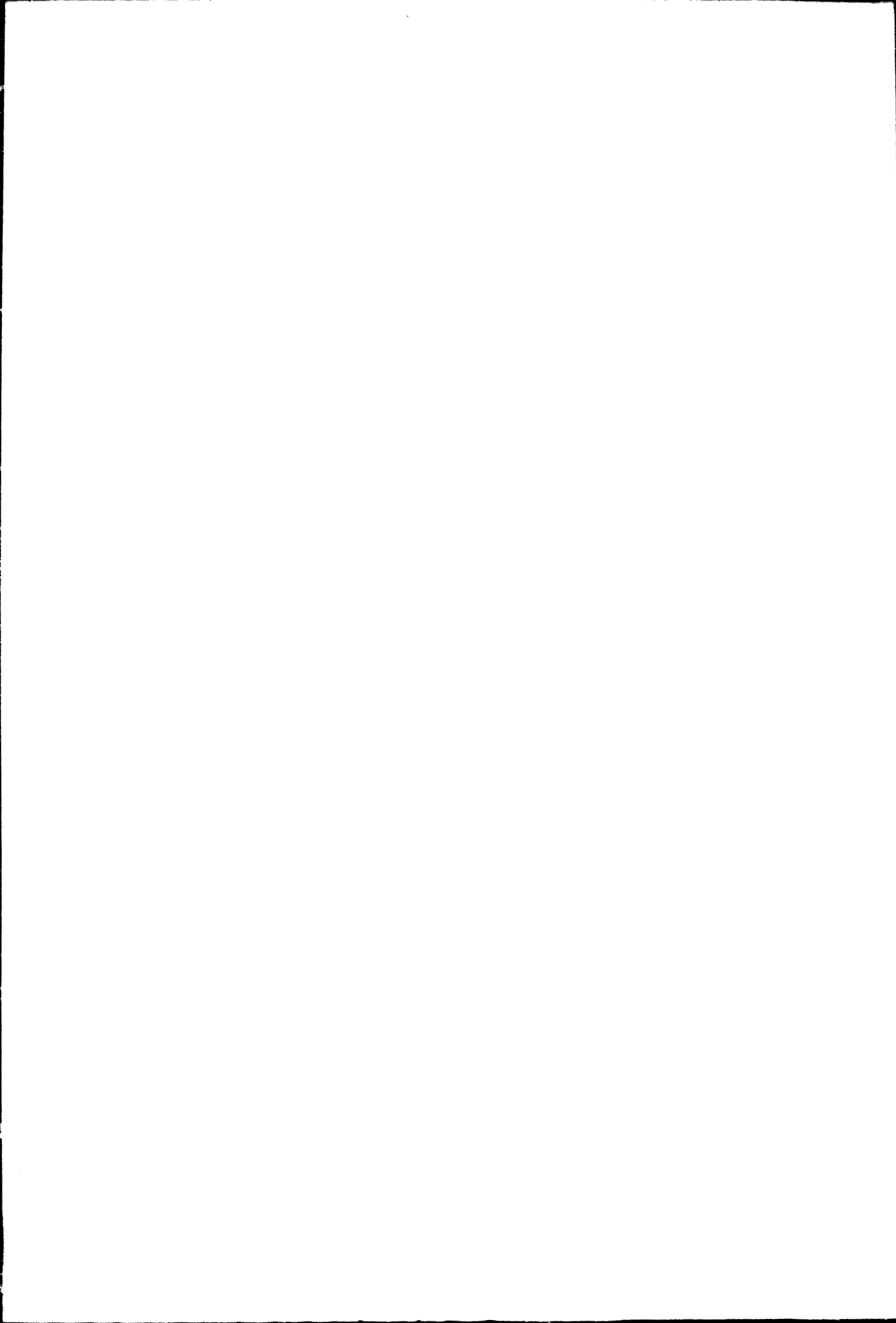
LA CARACTERITZACIÓ ARQUEOMÈTRICA
de la ceràmica de Terra Sigillata Hispanica Avançada de la
ciutat romana de Clunia i la seva contrastació amb la Terra
Sigillata Hispanica d'un centre productor contemporani, el
taller d'Abella

TESIS DOCTORAL presentada per
Jaume Buxeda i Garrigós
per a optar al títol de doctor en
Geografia i Història (Secció de
Prehistòria, Història Antiga i
Arqueologia)
Setembre de 1994

Codirigida per:
Dr. Pere de Palol i Salellas
Professor Emèrit d'Arqueologia

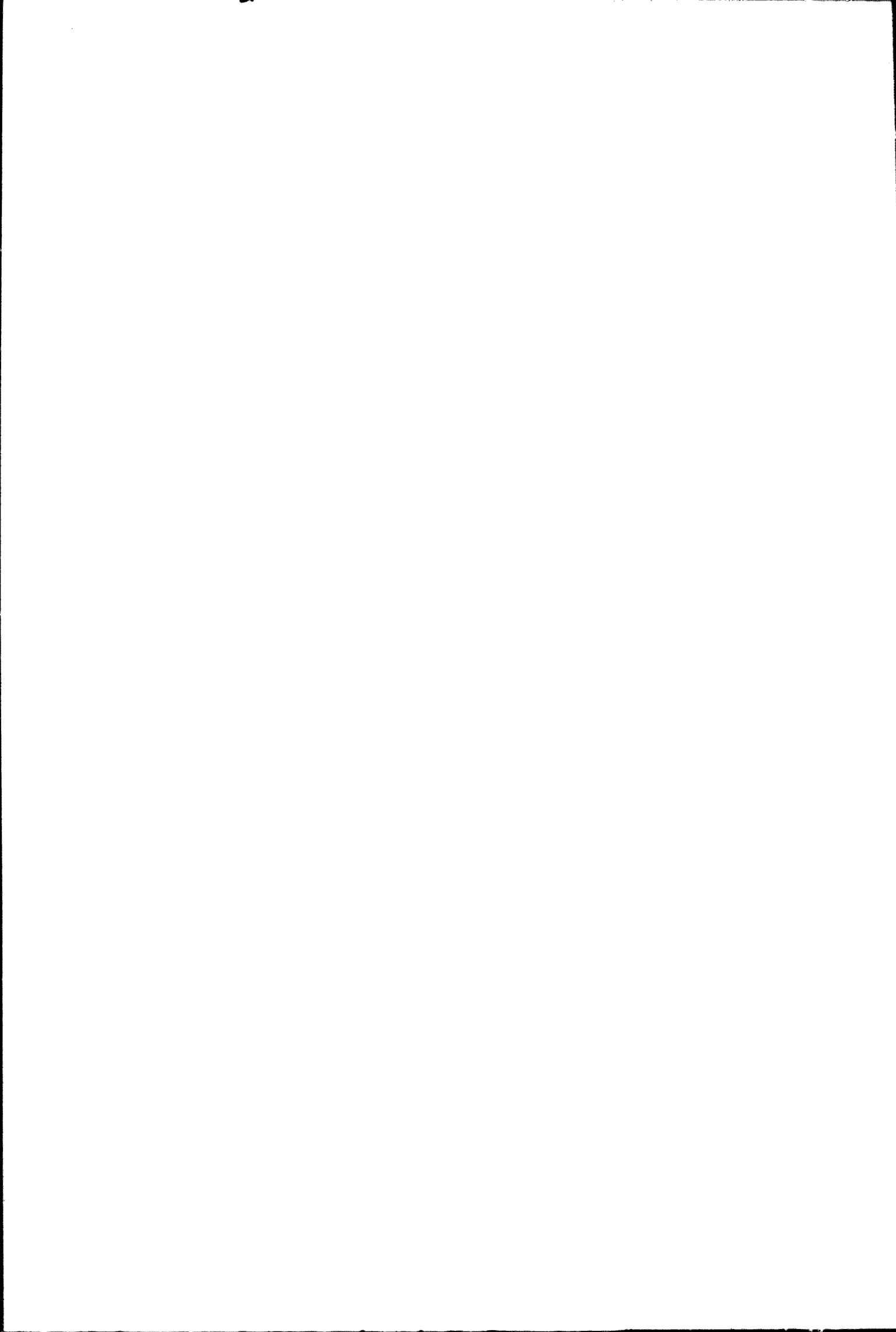
Dr. Josep M. Gurt i Esparraguera
Catedratic d'Arqueologia Cristiana i
Antiguitat Tardana

Programa de Doctorat 912 (bienni 89-91): Economia i societat en el Món Antic
Programa de Doctorat 014 (bienni 91-93): Estudi del territori a la Prehistòria i Món Antic



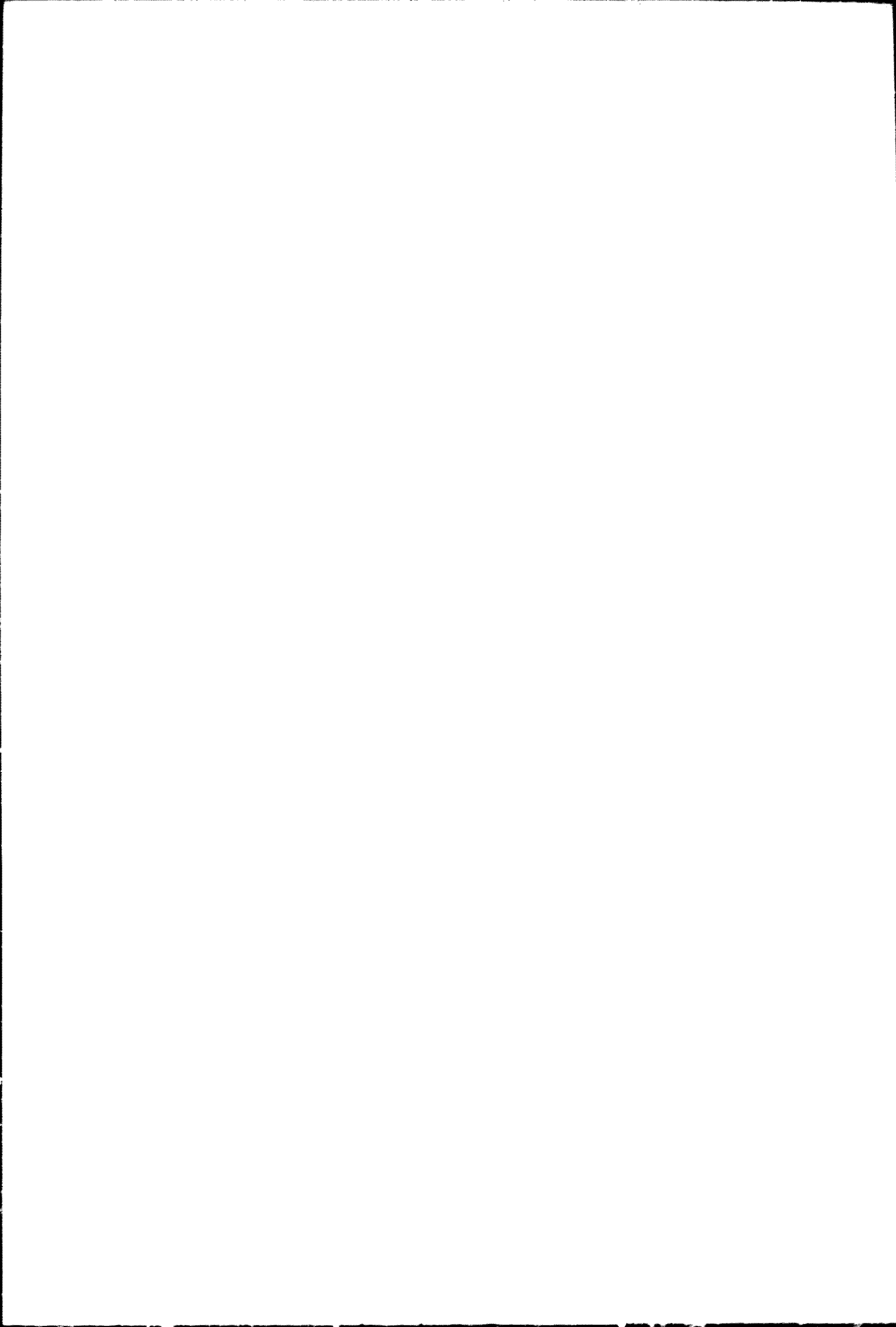
VOLUM - 2

ANNEXES, FIGURES I TAULES



ÍNDIX DEL VOLUM 2.

Índex del Volum	5
Annex 1 Inventari d'individus d'Abella	7
Annex 2 Difractogrames dels individus d'Abella	27
Annex 3 Inventari d'individus de Clunia	55
Annex 4 Difractogrames dels individus de Clunia	107
Annex 5 Inventari d'individus de Clunia no analitzats	161
Annex 6 Programes de calcul	169
Figures	173
Taules	289



ANNEX 1. INVENTARI D'INDIVIDUS D'ABELLA.

Els individus estudiats es relacionen pel seu número d'anàlisi. La lletra S que precedeix aquest número correspon a la identificació de la sèrie analítica. A aquest número el segueix el d'inventari d'excavació, així com la làmina on, si és el cas, es troba el seu dibuix. Les làmines es troben a la fi d'aquest inventari. Els dibuixos es donen sempre a escala E 1/2.

Vicente en el seu treball sobre el taller (Vicente, 1988) inclou alguns dels individus que hem estudiat. Per a facilitar la comparació entre ambdós treballs relacionem a continuació aquests individus i la seva localització en el treball de Vicente.

- S-4001 *Hispania* 7, 1 (pp. 37 i 45)
S-4003 *Gustanitos*, 1 (pp. 57 i 75)
S-4004 Dragendorff 27, 8 (pp. 179 i 187)
S-4005 *Cuadrados*, 2 (pp. 53 i 72) (Vicente dona el número d'inventari PA 87 1 a aquest individu. El seu número d'inventari es, però, el PA 87 1. El P. i 87 154 1 correspon a l'individu S-4007)
S-4007 *Resetas con otros temas*, 3 (pp. 67 i 87)
S-4008 *Resetas con otros temas*, 2 (pp. 67 i 87)
S-4009 *Cuadrados*, 3 (pp. 53 i 72)
S-4010 Dragendorff 44, 2 (pp. 100 i 109)
S-4011 Dragendorff 47, 1 (pp. 47 i 48)
S-4012 *Resetas con otros temas*, 4 (pp. 67 i 87)
S-4014 Dragendorff 18, 3 (p. 118) (Sols en dona el dibuix)
S-4016 *Formas no identificadas*, 2 (pp. 249 i 255) (Li dona el número d'inventari PA 87 167 per error. Aquest número correspon a l'individu S-4015. El seu número d'inventari és PA 87 186 i 187)
S-4017 *Resetas con otros temas*, 6 (pp. 64 i 86) (Si bé el dibuix no és exacte)
S-4018 *Formas desconocidas*, 11 (pp. 247 i 253) (Si bé en els dibuixos l'epígraf és de *Pezas singulares*)
S-4019 *Gustanitos*, 5 (pp. 95 i 105)
S-4021 *Resetas*, 1 (pp. 97 i 155) (La làmina de dibuixos de motlles d'Abella amb resetes correspon a la pàgina 155, inclosa per error entre els motlles de Solsona)
S-4022 *Cuadrados y otros temas*, 1 (pp. 93 i 104)
S-4024 *Cuadrados*, 2 (pp. 91 i 101) (Té dues pàgines, 101, a ambdues hi ha el dibuix d'un motlle PA 87 422)
S-4025 *Corredos*, 1 (pp. 95 i 108)
S-4026 *Formas no identificadas*, 1 (pp. 248 i 255) (Li dona el número d'inventari PA 87 17 per error. Aquest número correspon a l'individu S-4028, mentre que el seu número d'inventari és el PA 87 117)
S-4033 Dragendorff 47, 2 (pp. 47 i 48)
S-4036 *Gustanitos*, 9 (pp. 59 i 77)
S-4038 *Linhas en zig-zag*, 16 (pp. 60 i 78)
S-4039 Dragendorff 37, 1 (pp. 248 i 254)
S-4040 *Cuadrados*, 12 (pp. 55 i 73)
S-4041 *Formas desconocidas*, 10 (pp. 247 i 253) (Si bé en els dibuixos l'epígraf és de *Pezas singulares*)

Igualment, Burés inclou alguns dels individus que estudiem en el seu treball (Burés, 1992). La correspondència es dona entre el número d'anàlisi i el número de catàleg (Burés, 1992, vol. 2), excepte per als motlles, tractats a part en el Vol. 1 (Burés, 1992, pp. 159-171).

i és la següent:

S-0001	152 (Li dona, per error, el número d'inventari PA 87 209, quan en realitat es el PA 87 208)
S-0002	174 (Li dona, per error, el número d'inventari PA 87 177, que correspon a l'individu S-0030. El seu número d'inventari es el PA 87 196)
S-0003	110
S-0004	151 (Li dona, per error, el número d'inventari PA 87 178, quan en realitat li correspon el PA 87 176)
S-0005	117
S-0006	112
S-0007	123
S-0008	115
S-0009	122
S-0011	150
S-0012	135
S-0014	82
S-0015	Motile 1
S-0021	Motile 12
S-0022	Motile 11
S-0024	Motile 1
S-0025	Motile 4
S-0031	113
S-0033	155
S-0034	131
S-0035	136
S-0036	133
S-0039	114

A l'inventari d'individus analitzats s'observarà que no hi són els individus S-0020, S-0023 i S-0031. Degut a que les mostres varen ésser reanalitzades després del nostre treball de Tesis de Llicenciatura, per tal d'unificar la metodologia amb l'emprada amb les mostres de TSHA de Clunia i d'evitar certs problemes detectats amb els primers resultats i que els convertien en dades semiquantitatives, aquests tres individus van haver d'ésser abandonats per no disposar de més mostra per al seu reanàlisi.

Una darrera advertència respecte de la mostra del Taller d'Abella és que el mostratge fou preparat per Vicente durant la realització de la seva Tesi de Llicenciatura (Vicente, 1988). Aquesta investigadora realitzà un mostratge aleatori sobre els materials de la campanya de 1987 del Camp dels Forns al Pla d'Abella, incloent individus procedents del Forn 1, del Forn 2 i del quadre Q2, situat entre arambós forns. Un únic individu fou inclòs procedent del jaciment de la Rectoria (S-0014). Malgrat tot, no tots els individus procedents del Camp dels Forns del Pla d'Abella tenien número d'inventari. Tampoc no es consignà la seva procedència en el moment de fer-se el mostratge. Aquests individus són 4 canonades

d'extracció de fums de fora (S-0026 a S-0029), als que se'ls donà posteriorment els números S.26 a S.27 i 14 peces de TSH, als que se'ls donà posteriorment els números d'inventari PA.87.AA a PA.87.AÑ. La procedència dels individus estudiats és la següent.

Jocament del Camp dels Fornos de TSH d'Abella

Forn I UE 1	Forn II UE 1	Q2 UE 1	Q2 UE 2
S-0019	S-0013	S-0007	S-0001
S-0021	S-0018	S-0002	S-0002
S-0022	S-0038	S-0006	S-0004
S-0024	S-0040	S-0008	S-0007
S-0025	S-0041	S-0017	S-0009
	S-0042	S-0030	S-0010
	S-0043	S-0031	S-0011
		S-0037	S-0012
		S-0039	S-0016
			S-0013
			S-0014
			S-0015
			S-0016

Procedència desconeguda

S-0015, S-0020 a S-0029, S-0032, S-0044 a S-0050, S-0052 a S-0056

Jocament de La Rectoria

Campanya 1985. Quadre 2, S-0014

L'inventari d'individus analitzats és el següent:

S-0001 - PA.87.209 - Làmina 1.

1 fragment de vora i paret de TS Hispanica, forma Hisp. 7. Pasta de fractura rugosa, ataronjada, amb inclusions blanques petites, vermelles i fosques puntejades i brillants de fons. Presenta porcs i vacuoles. Vernís marró, ben conservat i de to mat. Presenta acanaladures a l'exterior de la vora i de la paret.

S-0002 - PA.87.196 - Làmina 1.

2 fragments de paret de TS Hispanica, forma Drag. 37. Pasta de fractura rugosa groguenca, amb partícules vermelles de tons i fosques puntejades. Presenta porcs, vacuoles i obertures. Vernís marró, amb despreniment aleatori a lletilles a l'interior i ben conservat a l'exterior. To mat. Presenta acanaladures i decoració a molts a l'exterior de la paret.

S-0003 - PA.87.7/4 - Làmina 1.

3 fragments de vora i paret de TS Hispanica, forma Drag. 37. Pasta de fractura rugosa i

esgraonada, groguenca, amb inclusiona blanques i vermelles puntejades i brillants de fons. Presenta pors i vacuoles. Vernís marró, erosionat i de to mat. Presenta baquetó i acanaladura a l'exterior de la vora i acanaladures i decoració a motlle a l'exterior de la paret.

S-0004 - PA.87.176 - Làmina 1.

2 fragments de paret, fons i peu de TS Hispanica, vas indeterminat. Pasta de fractura rugosa, groguenca, amb partícules vermelles i fosques puntejades i brillants de fons. Presenta pors. Vernís ataronjat, erosionat i de to mat. Presenta baquetó a l'exterior de la paret. Peu de secció triangular plana. Fons intern circular i extern pla, encara que incomplets.

S-0005 - PA.87.1 - Làmina 1.

1 fragment de vora i paret de TS Hispanica, forma Drag. 37. Pasta de fractura rugosa, ataronjada, amb inclusiones blanques i vermelles puntejades i brillants de fons. Presenta pors i vacuoles. Vernís marró, erosionat i de to mat. Presenta baquetó i acanaladures a l'exterior de la vora i acanaladures i decoració a motlle a l'exterior de la paret.

S-0006 - PA.87.17 /26 - Làmina 2.

3 fragments de paret, fons i peu de TS Hispanica, vas indeterminat. Pasta de fractura rugosa, ataronjada i amb inclusiones fosques puntejades. Presenta pors. Vernís ataronjat, erosionat i de to mat. Peu de secció triangular plana. Fons intern circular i extern circular amb melic.

S-0007 - PA.87.154 /3 - Làmina 2.

3 fragments de vora i paret de TS Hispanica, forma Drag. 37. Pasta de fractura llisa i rugosa, ataronjada i amb inclusiones fosques puntejades. Presenta pors. Vernís marró, ben conservat i de to mat. Presenta baquetó i acanaladura a l'exterior de la vora i acanaladura i decoració a motlle a l'exterior de la paret.

S-0008 - PA.87.5 /206 - Làmina 2.

2 fragments de vora i paret de TS Hispanica, forma Drag. 37. Pasta de fractura llisa i rugosa, ataronjada, amb inclusiones blanques i fosques puntejades i brillants de fons. Presenta

pors. Vernís ataronjat i marró, erosionat i de to mat. Presenta baquetó i acanaladura a l'exterior de la vora i acanaladura i decoració a motlle a l'exterior de la paret.

S-0009 - PA.87.155 - Làmina 2.

2 fragments de vora i paret de TS Hispanica, forma Drag. 37. Pasta de fractura rugosa i esgraonada, groguenca i amb inclusions fosques puntejades. Presenta pors. Vernís ataronjat i marró, erosionat i de to mat. Presenta baquetó i acanaladura a l'exterior de la vora i acanaladura i decoració a motlle a l'exterior de la paret.

S-0010 - PA.87.172 a 174 - Làmina 8.

1 fragment de vora i paret de TS Hispanica, forma Drag. 44. Pasta de fractura rugosa, groguenca i amb inclusions brillants de fons. No presenta macroporosita.. Vernís marró, erosionat i de to mat. Presenta acanaladures i baquetó a l'exterior de la paret.

S-0011 - PA.87.20 /1913 - Làmina 3.

4 fragments de paret, fons i peu de TS Hispanica, tancada indeterminada. Pasta de fractura llisa i rugosa, negra, amb inclusions blanques puntejades i fosques de fons. Presenta pors. Vernís negre, ben conservat i de to brillant. Presenta acanaladures i decoració impresa a l'exterior de la paret. Peu de secció triangular plana. Fons intern circular, encara que incomplet.

S-0012 - PA.87.183 - Làmina 3.

1 fragment de paret, fons i peu de TS Hispanica, forma Drag. 37. Pasta de fractura rugosa, groguenca i sense inclusions. Presenta pors. Vernís ataronjat, erosionat i de to mat. Presenta decoració a motlle a l'exterior de la paret. Peu de secció triangular plana. Fons intern circular, encara que incomplet.

S-0013 - PA.87.585.

2 fragments de vora i paret de TS Hispanica, vas indeterminat. Pasta de fractura rugosa, verda, amb inclusions blanques i fosques puntejades i brillants de fons. Presenta pors. Vernís

verdós, granulós i de to mat i brillant a l'interior i mat a l'exterior. Presenta acanaladura a l'exterior de la vora i acanaladura i baquetó a l'exterior de la paret. La peça està deformada i presenta una vitrificació a l'exterior de la paret.

S-0014 - NAVES.85.C.2 - Làmina 3.

2 fragments, forma sencera, de TS Hispanica, forma Drag. 18/31. Pasta de fractura rugosa, ataronjada, amb inclusions blanques i fosques puntejades i brillants de fons. Presenta pors. Vernís ataronjat i marró, erosionat i de to mat. Presenta baquetó i acanaladura a l'exterior de la vora i de la carena. Peu de secció triangular plana. Fons intern circular amb melic i extern circular amb baquetó. Presenta grafit a l'exterior de la paret.

S-0015 - PA.87.AN.

1 fragment de paret de TS Hispanica, forma indeterminada. Pasta de fractura llisa i rugosa, groguenca i fosca, amb inclusions blanques, vermelles i fosques puntejades. Presenta pors. Vernís marró i negrós, amb despreniment aleatori a lletilles i de to mat.

S-0016 - PA.87.186 /187 - Làmina 3.

1 fragment de paret, fons i peu de TS Hispanica, tancada indeterminada. Pasta de fractura rugosa, ataronjada, amb inclusions blanques i vermelles puntejades i brillants de fons. Presenta pors. Vernís marró, ben conservat i de to mat. Presenta acanaladures a l'exterior del fons. Peu de secció triangular plana. Fons intern circular i extern pla, encara que incomplets.

S-0017 - PA.87.38 - Làmina 4.

1 fragment de paret de TS Hispanica, forma Drag. 37. Pasta de color vermell clar i vernís de color vermell-ataronjat molt mal conservat. Presenta decoració a motlle a l'exterior de la paret.

S-0018 - PA.87.851 - Làmina 4.

1 fragment de base i peu de TS Hispanica, plat indeterminat. Pasta de fractura rugosa, verda

i fosca, amb inclusions blanques i fosques puntejades. Presenta porcs. Vernís marró i negre, erosionat i de to mat. Presenta acanaladures a l'interior del fons. Peu de secció triangular plana. Fons intern i extern pla, encara que incomplets.

S-0019 - PA.87.425 - Làmina 4.

1 fragment de paret de motlle de TS Hispanica. Pasta de color groc verdós. Mai envernissada. Presenta decoració impresa a l'interior de la paret.

S-0021 - PA.87.424 - Làmina 4.

1 fragment de vora i paret de motlle de TS Hispanica. Pasta de fractura rugosa, ataronjada i amb inclusions blanques puntejades. Presenta porcs. Mai envernissada. Presenta baquetó a l'exterior de la vora i acanaladura al seu interior, i acanaladura i decoració impresa a l'interior de la paret.

S-0022 - PA.87.418 - Làmina 4.

2 fragments, forma sencera, de motlle de TS Hispanica. Pasta de fractura rugosa, ataronjada, groguenca i fosca i sense inclusions. Presenta porcs. Mai envernissada. Presenta baquetó a l'exterior de la vora i acanaladura al seu interior, acanaladura, decoració impresa i baquetó a l'interior de la paret i acanaladures a l'exterior del fons. Sense peu de cares no similars.

S-0024 - PA.87.422 - Làmina 5.

2 fragments de vora i paret de motlle de TS Hispanica. Pasta de fractura rugosa, ataronjada i groguenca, amb inclusions blanques puntejades i fosques i brillants de fons. Presenta porcs i vacuoles. Mai envernissada. Presenta baquetó a l'exterior de la vora i acanaladura al seu interior, i acanaladura i decoració impresa a l'interior de la paret.

S-0025 - PA.87.426 - Làmina 5.

1 fragment de vora i paret de motlle de TS Hispanica. Pasta de fractura rugosa, groguenca i amb inclusions brillants de fons. Presenta porcs. Mai envernissada. Presenta baquetó a l'exterior de la vora i acanaladura al seu interior, i acanaladura, baquetó i decoració impresa

a l'interior de la paret.

S-0026 - S.26.

1 fragment de paret de canonada d'extracció de fums de forn. Pasta de fractura rugosa i esgraonada, fosca i amb inclusions blanques i vermelles puntejades i brillants de fons. Presenta pors, vacuoles i obertures. Mai envernissada.

S-0027 - S.27.

1 fragment de paret de canonada d'extracció de fums de forn. Pasta de fractura rugosa i esgraonada, ataronjada i verda, amb inclusions vermelles i fosques puntejades. Presenta pors. Mai envernissada.

S-0028 - S.28.

1 fragment de paret de canonada d'extracció de fums de forn. Pasta de fractura rugosa, groguenca, amb inclusions vermelles puntejades i brillants de fons. Presenta pors i vacuoles. Mai envernissada.

S-0029 - S.29.

1 fragment de paret de canonada d'extracció de fums de forn. Pasta de fractura rugosa i esgraonada, groguenca, amb inclusions blanques i fosques puntejades. Presenta pors i vacuoles. Mai envernissada.

S-0030 - PA.87.117. - Làmina 5.

1 fragment de paret, fons i peu de TS Hispanica, vas indeterminat. Pasta de fractura llisa i rugosa, groguenca i fosca, sense inclusions. Presenta pors. Vernís ataronjat i marró, erosionat i de to mat. Presenta acanaladures a l'interior del fons. Peu de secció triangular plana. Fons intern circular, encara que incomplet.

S-0031 - PA.87.24 - Làmina 5.

2 fragments de carena, fons i peu de TS Hispanica, forma Drag. 15/17. Pasta de fractura rugosa, ataronjada, amb inclusions vermelles i fosques puntejades i brillants de fons. Presenta

pors. Vernís marró, ben conservat i de to mat. Presenta acanaladura a l'exterior de la carena i baquetó al seu interior. Peu de secció triangular plana. Fons intern pla, encara que incomplet.

S-0032 - PA.87.AÑ.

1 fragment de paret de TS Hispanica, forma indeterminada. Pasta de fractura rugosa, verdosa i amb inclusions blanques puntejades. Presenta pors. Vernís negrós, ben conservat i de to mat a l'interior i mai envernissat a l'exterior.

S-0033 - PA.87.100 - Làmina 6.

2 fragments de paret de TS Hispanica, tancada indeterminada. Pasta de fractura llisa i esgraonada, negra, amb inclusions brillants de fons. Presenta pors. Vernís marró i negre, erosionat i de to mat. Presenta decoració impresa a l'exterior de la paret.

S-0034 - PA.87.193 - Làmina 6.

3 fragments de paret de TS Hispanica, forma Drag. 37. Pasta de fractura rugosa, ataronjada, amb inclusions vermelles puntejades, petites i grans i fosques puntejades. Presenta pors. Vernís ataronjat i marró, amb despreniment aleatori a lletilles a l'exterior i erosionat a l'interior, de to mat. Presenta acanaladures i decoració a motlle a l'exterior de la paret.

S-0035 - PA.87.167 - Làmina 6.

2 fragments de vora i paret de TS Hispanica, forma Ritt. 8. Pasta de fractura rugosa, ataronjada, amb inclusions blanques, vermelles i fosques puntejades i brillants de fons. Presenta pors. Vernís marró, amb despreniment aleatori a lletilles i erosionat i de to mat.

S-0036 - PA.87.192 - Làmina 6.

1 fragment de paret de TS Hispanica, forma Drag. 37. Pasta de fractura rugosa, ataronjada, amb inclusions vermelles puntejades. Presenta pors i vacuoles. Vernís marró, ben conservat i de to mat. Presenta acanaladures i decoració a motlle a l'exterior de la paret.

S-0037 - PA.87.37 /36 - Làmina 7.

2 fragments de paret de TS Hispanica, forma Drag. 37. Pasta de fractura rugosa, groguenca i sense inclusions. Presenta pors. Vernís vermell a l'interior i ataronjat a l'exterior, erosionat i de to mat. Presenta acanaladura i decoració a motlle a l'exterior de la paret.

S-0038 - PA.87.875 - Làmina 7.

1 fragment de paret de TS Hispanica, forma Drag. 37. Pasta de color vermell clar. Vernís vermell ataronjat. Presenta decoració a motlle a l'exterior de la paret.

S-0039 - PA.87.2 - Làmina 7.

1 fragment de vora i paret de TS Hispanica, forma Drag. 37. Pasta de fractura rugosa i esgraonada, ataronjada, amb inclusions blanques puntejades, fosques puntejades i petites i brillants de fons. Presenta pors. Vernís ataronjat i marró, erosionat i de to mat. Presenta baquetó a l'exterior de la vora.

S-0040 - PA.87.598 - Làmina 7.

1 fragment de paret de TS Hispanica, forma Drag. 37. Pasta de fractura rugosa, verda i fosca, amb inclusions blanques i vermelles puntejades. Presenta pors. Vernís groguenc i negre, ben conservat, a l'interior i negre, erosionat, a l'exterior. To mat. Presenta acanaladura i decoració a motlle a l'exterior de la paret.

S-0041 - PA.87.826 - Làmina 7.

1 fragment de vora de TS Hispanica, plat indeterminat. Pasta de fractura llisa i rugosa, groguenca, amb inclusions brillants de fons. Presenta pors. Vernís negre, ben conservat, a l'interior i marró i negre, erosionat, a l'exterior. To mat. Presenta acanaladura a l'exterior de la vora.

S-0042 - PA.87.588.

1 fragment de base de TS Hispanica, vas indeterminat. Pasta de fractura rugosa, ataronjada, amb inclusions blanques puntejades i brillants de fons. Presenta pors i vacuoles. Vernís totalment perdut.

S-0043 - PA.87.882 - Làmina 8.

1 fragment de paret de TS Hispanica, forma Drag. 37. Pasta de fractura rugosa, verda, sense inclusions. Presenta pors. Vernís marró, ben conservat i de to mat. Presenta acanaladura i decoració a motlle a l'exterior de la paret.

S-0044 - PA.87.AA.

1 fragment de paret de TS Hispanica, forma indeterminada. Pasta de fractura rugosa, negra, amb inclusions blanques puntejades i brillants de fons. Presenta pors i vacuoles. Vernís marró, ben conservat, a l'exterior i negre, amb despreniment aleatori a lentilles, a l'exterior. To mat.

S-0045 - PA.87.AB.

1 fragment de vora i paret de TS Hispanica, plat indeterminat. Pasta de fractura rugosa, groguenca, sense inclusions. Presenta pors. Vernís negre, erosionat, de to mat, a l'interior. Mai envernissat a l'exterior.

S-0046 - PA.87.AC - Làmina 8.

1 fragment de paret i carena de TS Hispanica, gerra indeterminada. Pasta de fractura rugosa, ataronjada, amb inclusions blanques puntejades. Presenta pors, vacuoles i obertures. Mai envernissat a l'interior. Vernís marró, erosionat, de to mat, a l'exterior. Presenta acanaladures a l'exterior de la carena i de la paret.

S-0047 - PA.87.AD.

2 fragments de paret de TS Hispanica, forma indeterminada. Pasta groguenca. Vernís vermell marronós fosc, molt mal conservat. Sense decoració.

S-0048 - PA.87.AE.

1 fragment de paret de TS Hispanica, forma indeterminada. Pasta de color vermell molt ben depurada. Vernís, vermell ataronjat, molt mal conservat. Sense decoració.

S-0049 - PA.87.AF.

1 fragment de paret de TS Hispanica, forma indeterminada. Pasta de color vermell clar, ben depurada. Vernís vermell ataronjat. Sense decoració.

S-0050 - PA.87.AG.

1 fragment de paret de TS Hispanica, forma indeterminada. Pasta de color rosa clar, ben depurada. Vernís perdut. Sense decoració.

S-0052 - PA.87.AI.

1 fragment de paret de TS Hispanica, forma indeterminada. Pasta de color marró molt pàl·lid. Vernís vermell marronós fosc. Sense decoració.

S-0053 - PA.87.AJ.

1 fragment de paret de TS Hispanica, forma indeterminada. Pasta de color vermell clar. Vernís de color vermell ataronjat. Sense decoració.

S-0054 - PA.87.AK.

1 fragment de paret de TS Hispanica, forma indeterminada. Pasta de fractura rugosa, ataronjada, amb inclusions blanques puntejades i petites i fosques puntejades. Presenta porcs i vacuoles. Vernís ataronjat, erosionat i de to mat.

S-0055 - PA.87.AL.

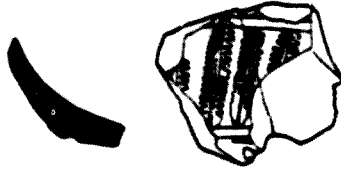
1 fragment de paret de TS Hispanica, forma indeterminada. Pasta de fractura rugosa, ataronjada, amb inclusions blanques, vermelles i fosques puntejades. Presenta porcs. Vernís vermell, erosionat a l'interior i ben conservat a l'exterior, de to mat.

S-0056 - PA.87.AM.

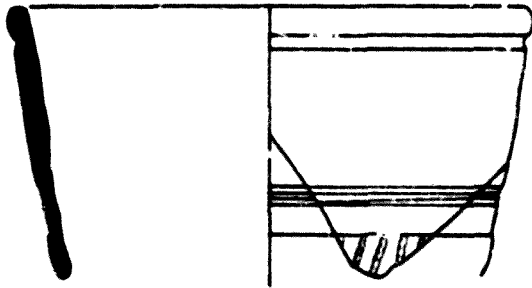
1 fragment de paret de TS Hispanica, forma indeterminada. Pasta de fractura rugosa, ataronjada, amb inclusions blanques puntejades i petites. Presenta porcs. Vernís vermell, ben conservat i de to mat.



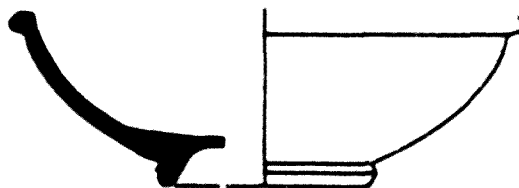
S-0001



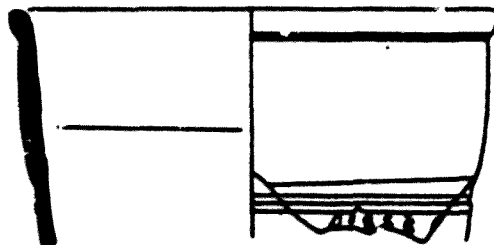
S-0002



S-0003



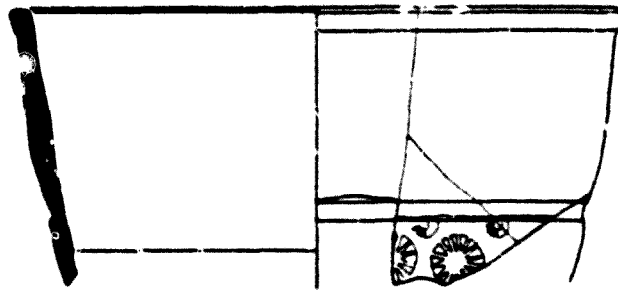
S-0004



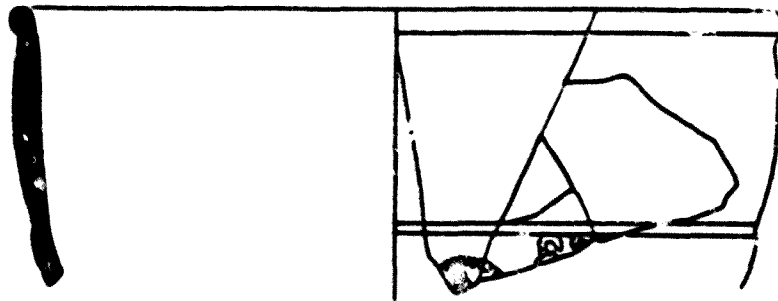
S-0005



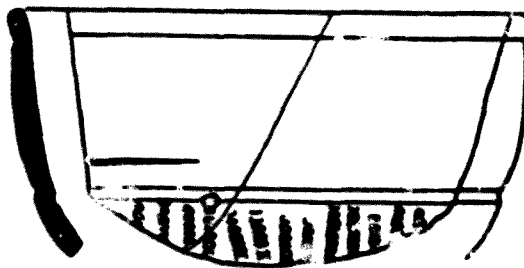
S-0006



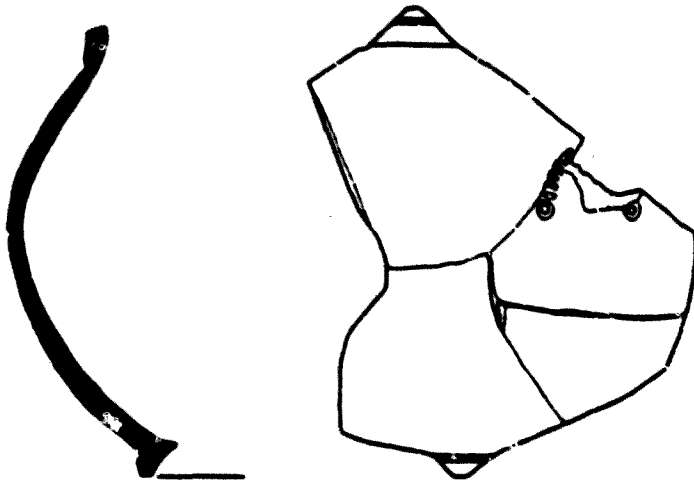
S-0007



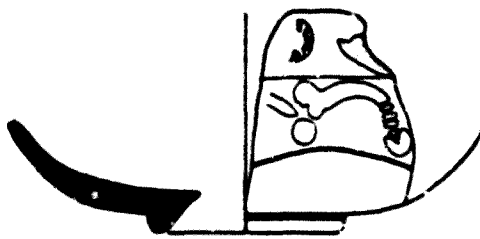
S-0008



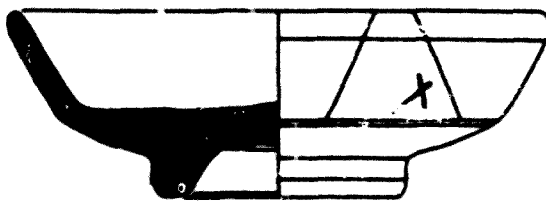
S-0009



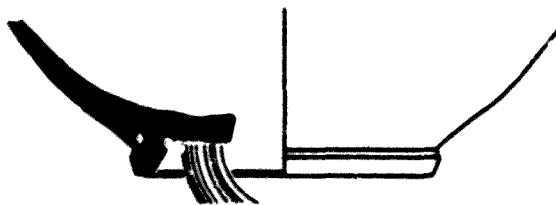
S-0011



S-0012



S-0014



S-0016



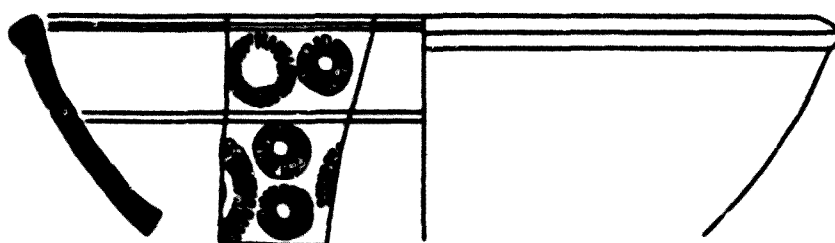
S-0017



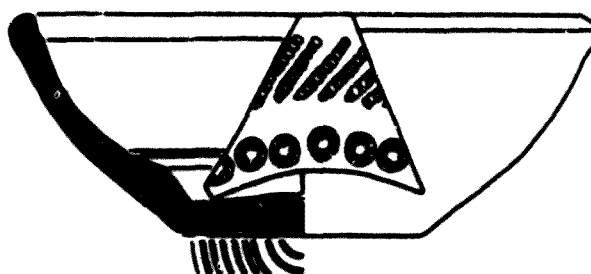
S-0018



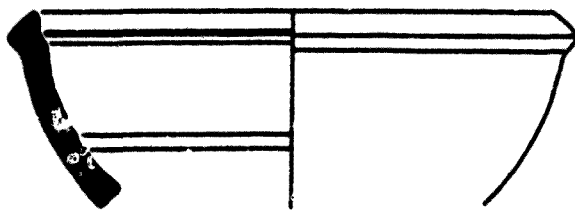
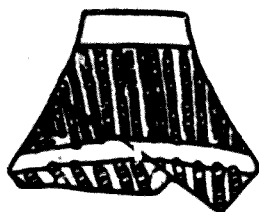
S-0019



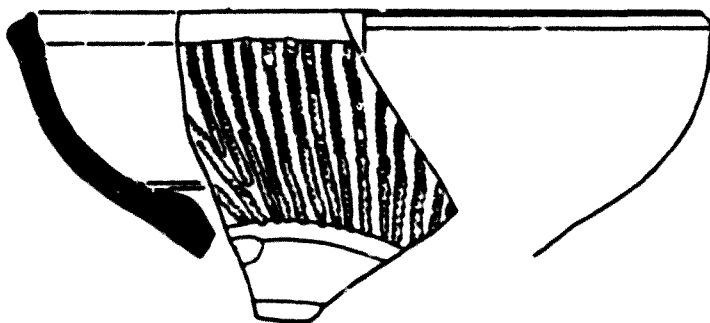
S-0021



S-0022



S-0024



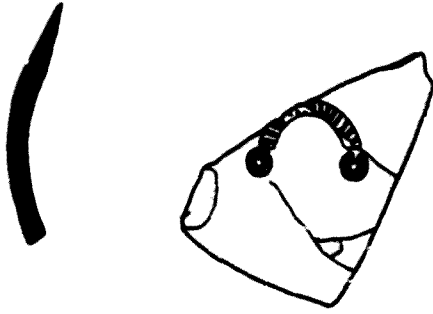
S-0025



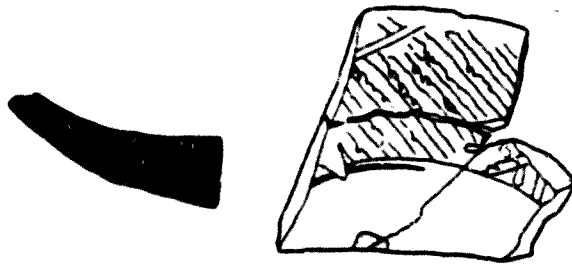
S-0030



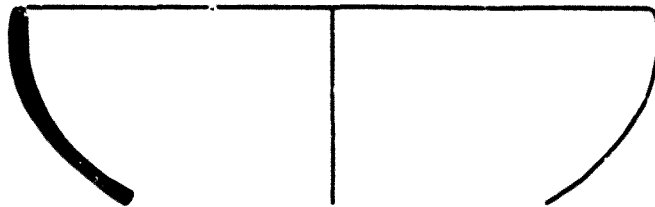
S-0031



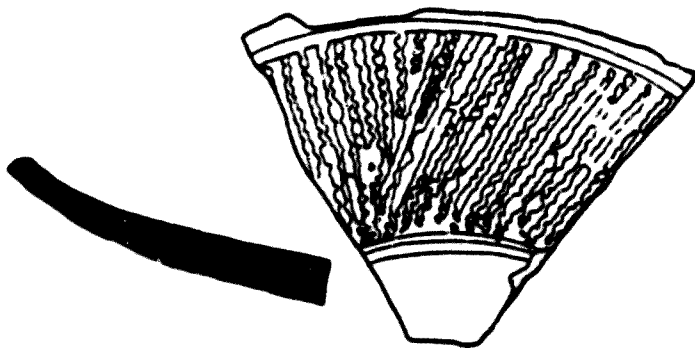
S-0033



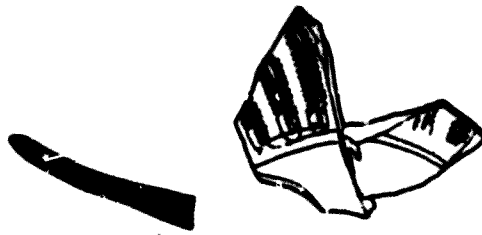
S-0034



S-0035



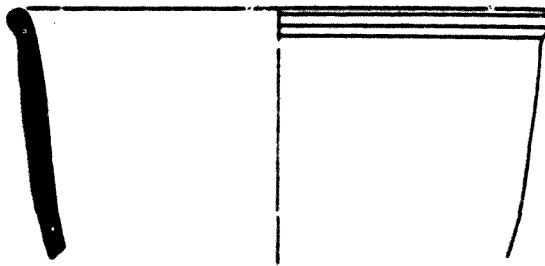
S-0036



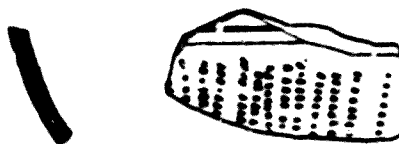
S-0037



S-0038



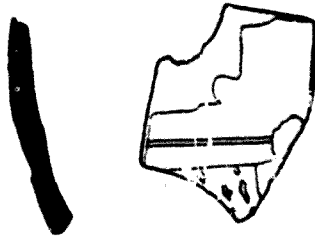
S-0039



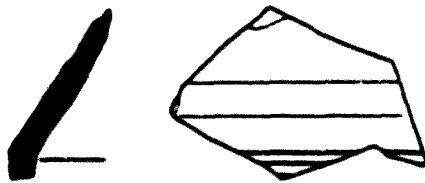
S-0040



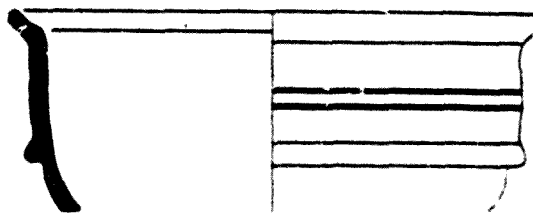
S-0041



S-0043



S-0046



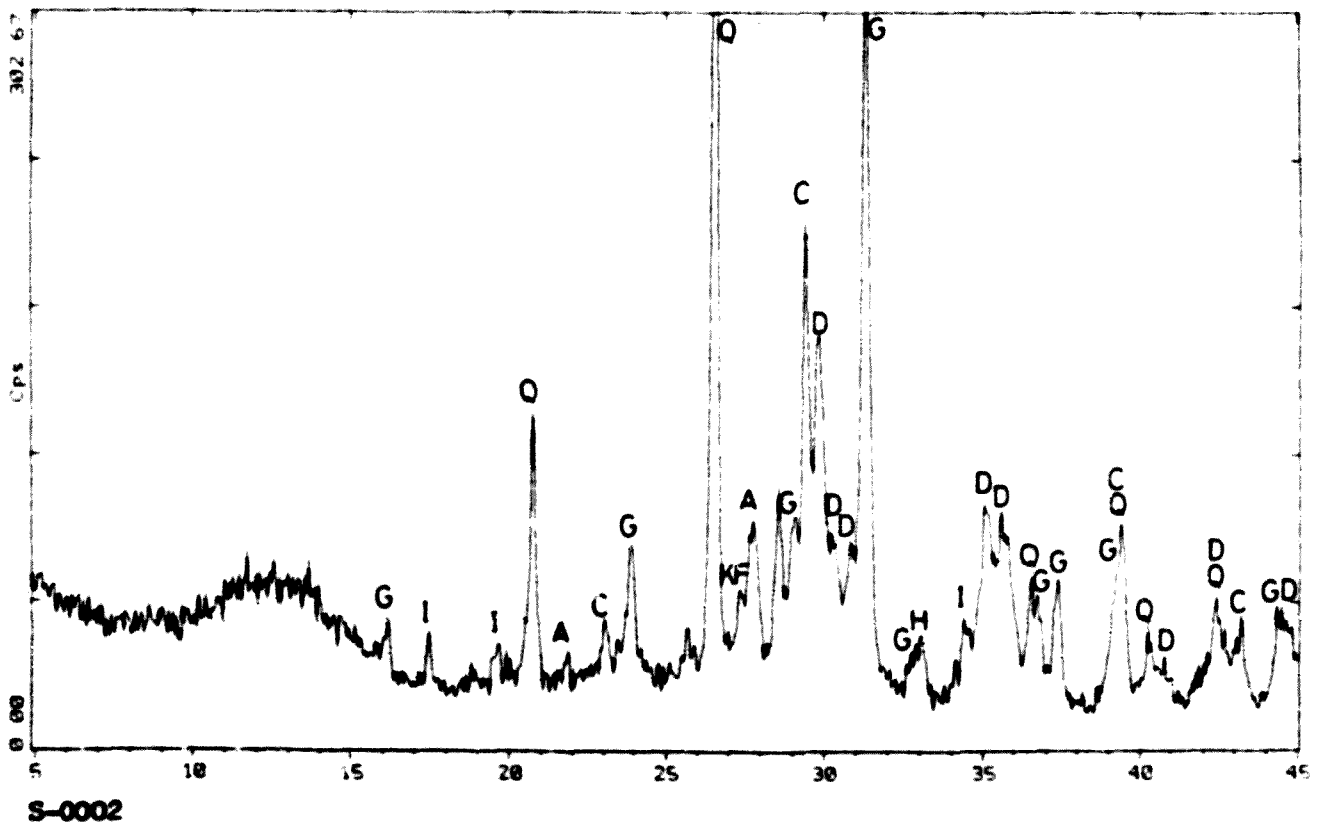
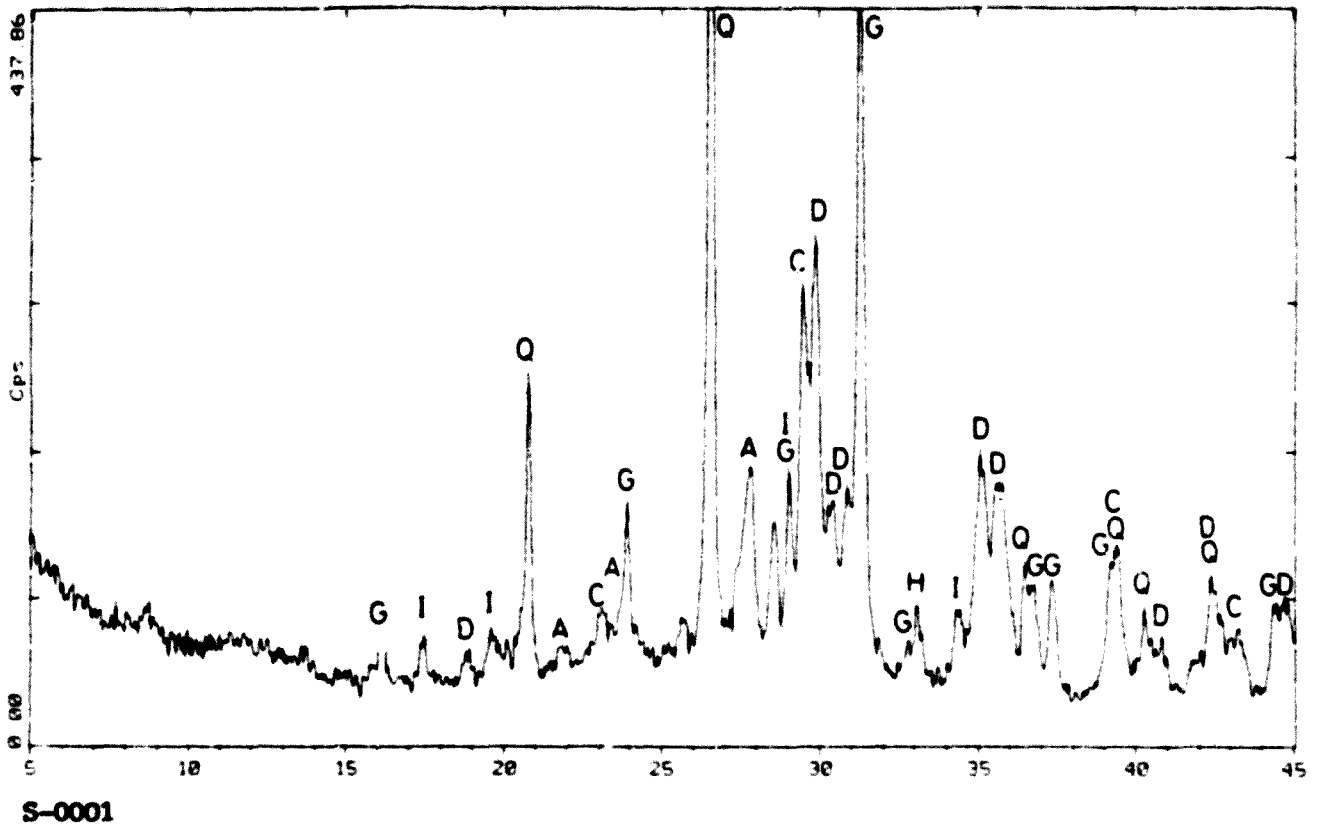
S-0010

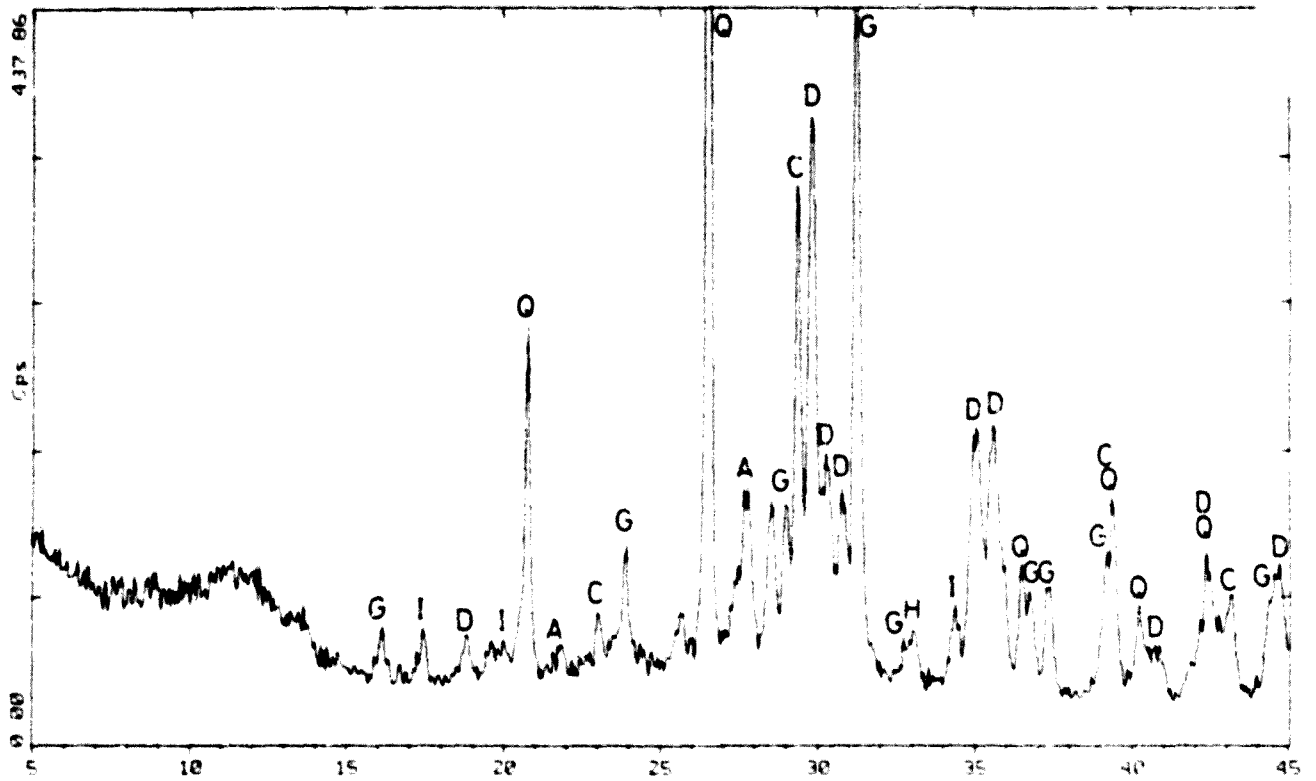
ANNEX 2. DIFRACTOGRAMES DELS INDIVIDUS D'ABELLA.

A continuació, i seguint l'ordre de l'inventari donat en l'Annex 1, reproduïm els difractogrames dels 53 individus analitzats d'Abella. D'aquests difractogrames, realitzats treballant amb la radiació K del Cu (longitud d'ona=1.5406 Å), amb monocromador de grafit en el feix difractat i una potència de treball de 1.2 kW (40 kV, 30 mA), mesurant a $1^{\circ}2\theta/\text{min}$ (tamany de pas= $0.05^{\circ}2\theta$ i temps=3 s) de 4 a $70^{\circ}2\theta$, utilitzant un difractòmetre per a mostres en pols Siemens D-500, donem l'espectre entre 5 i $45^{\circ}2\theta$ en l'eix d'abscises i la intensitat, en comptes per segon (CPS), en l'eix d'ordenades.

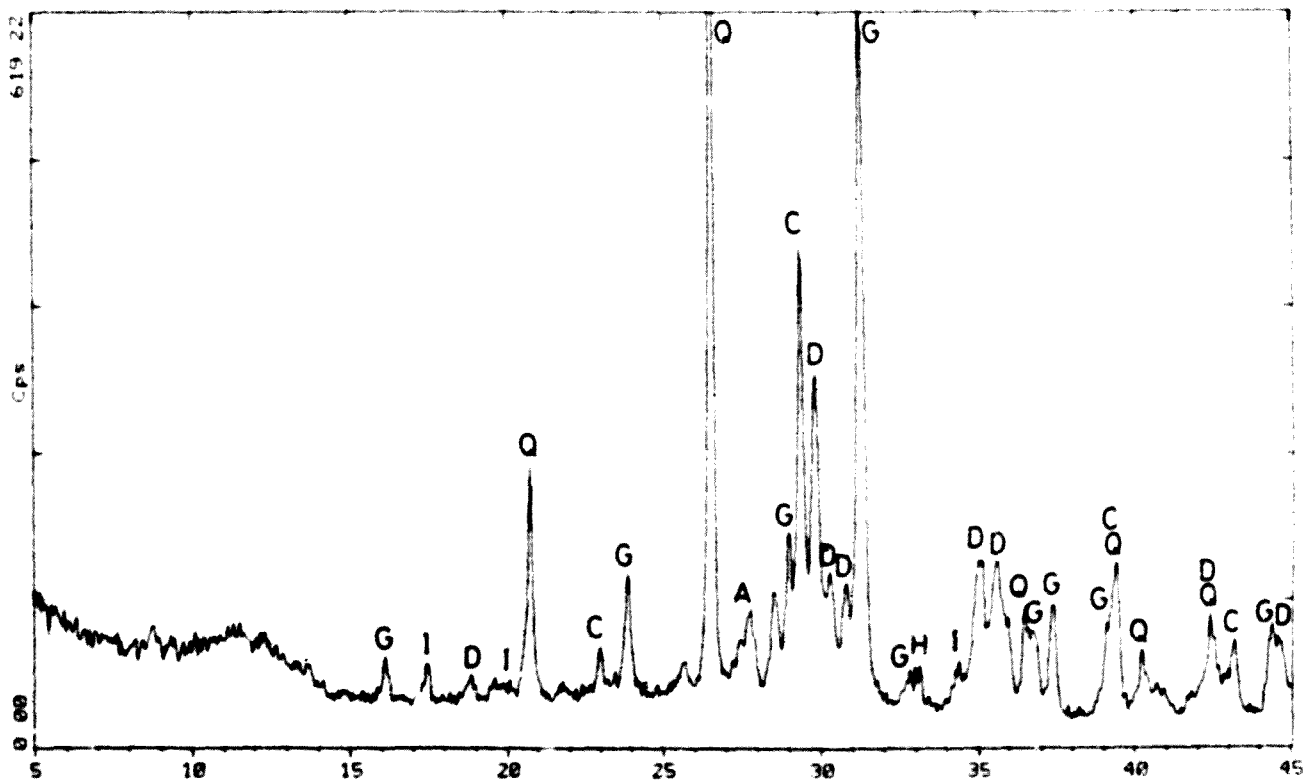
Les abreviatures emprades són:

A	anortita (plagiòclassi)
An	analcima
C	calcita
D	diòpsid (piroxens)
G	gehlenita
H	hematites
I	il.lita/moscovita (fil.losilicats)
KF	feldspat potàssic
L	leucita
M	maghaemita
Q	quars

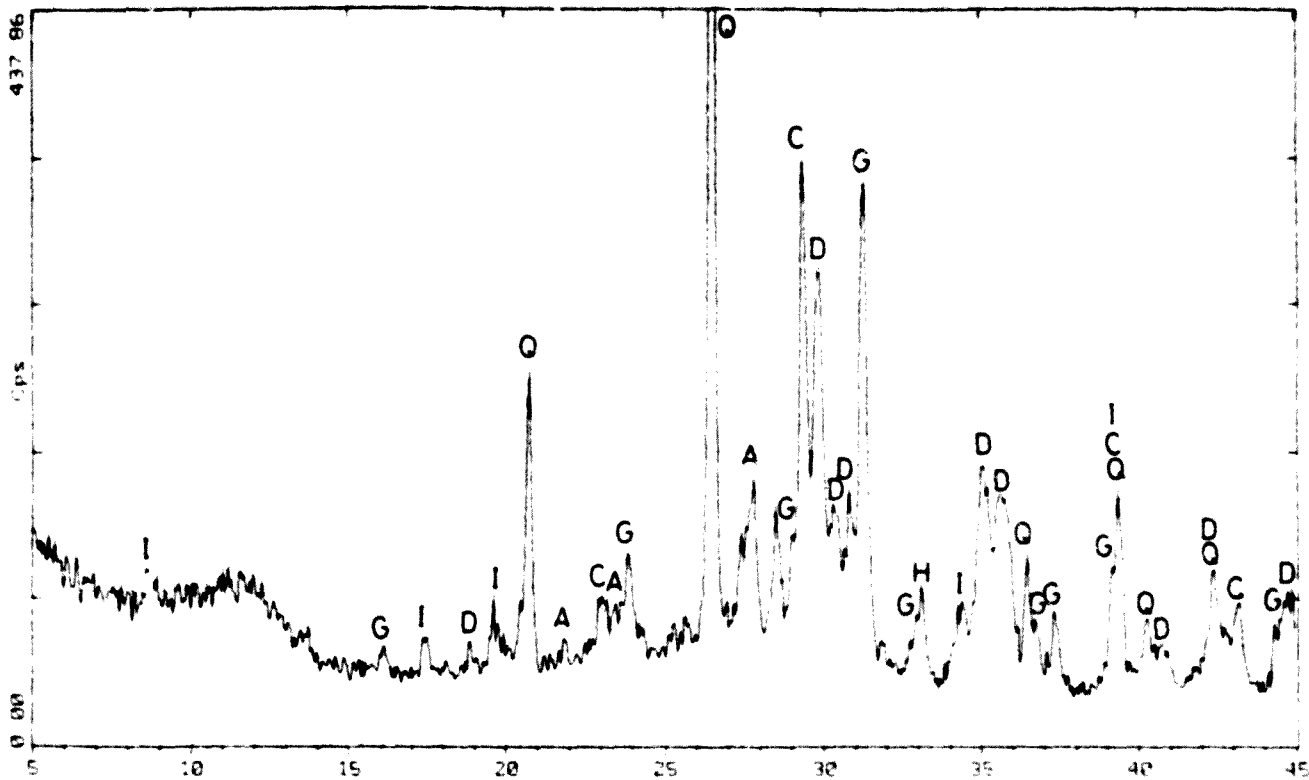




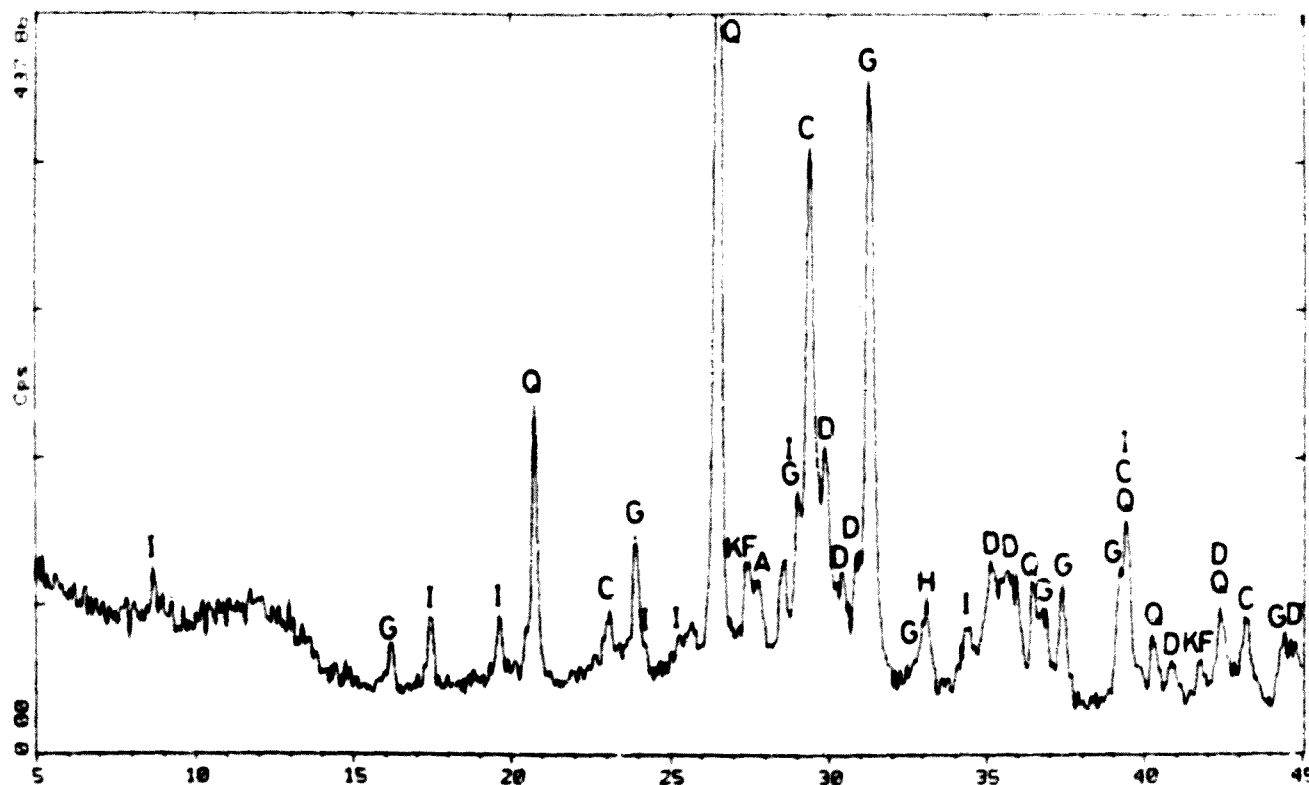
S-0003



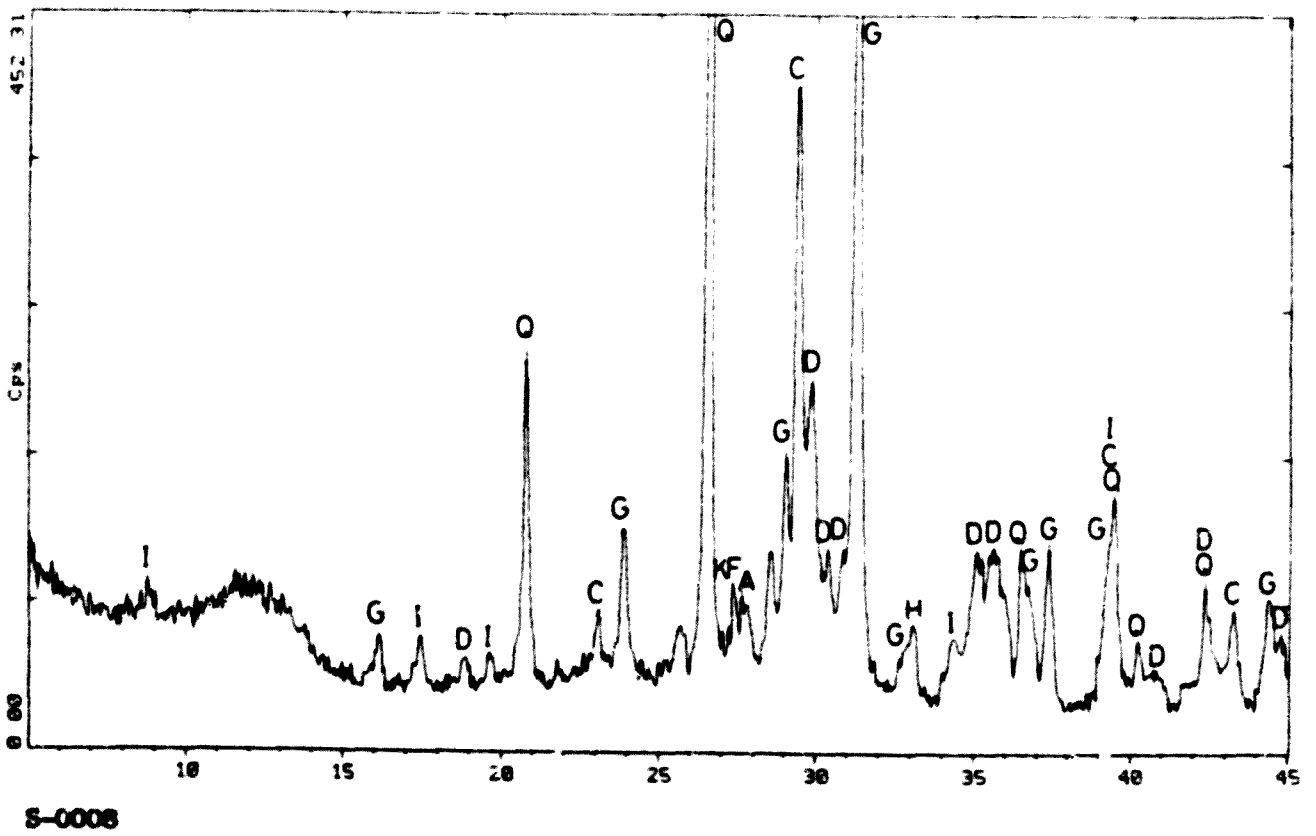
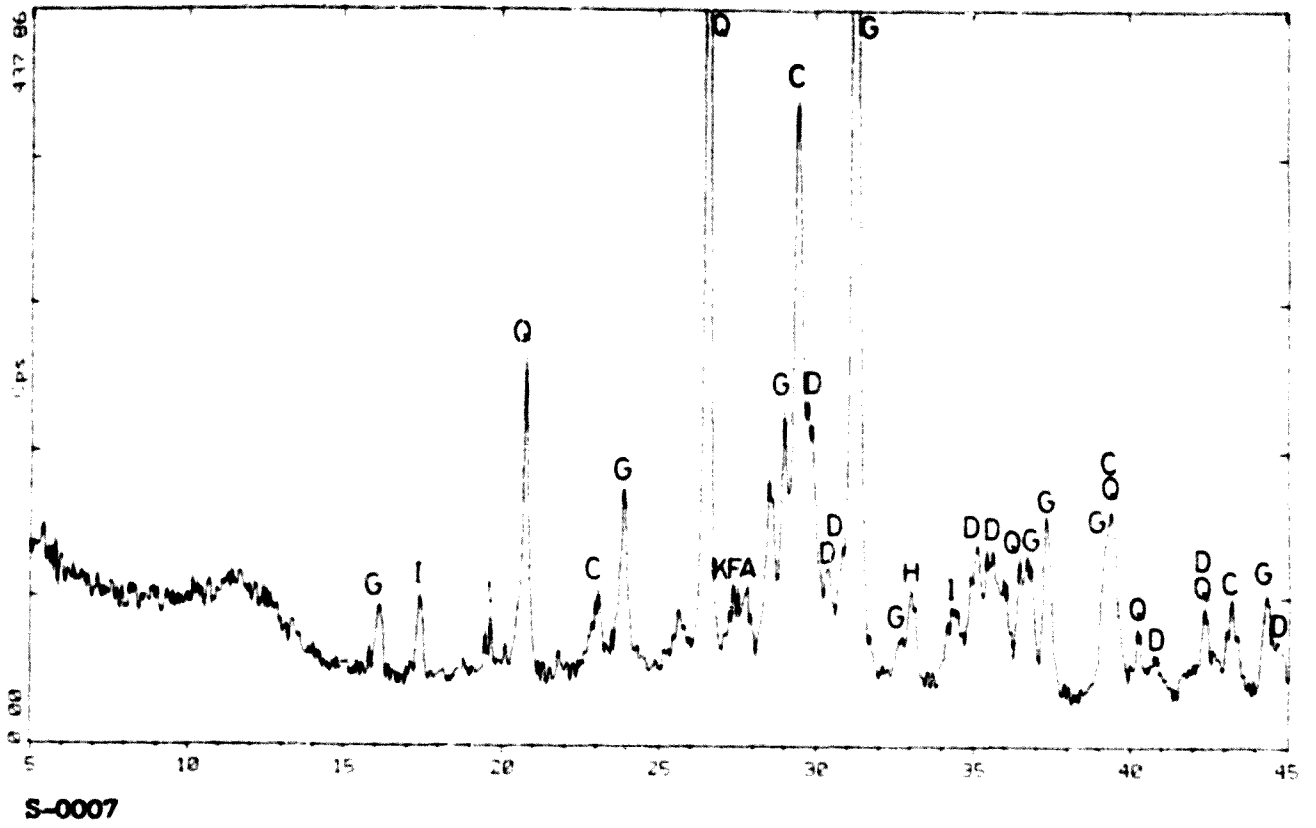
S-0004

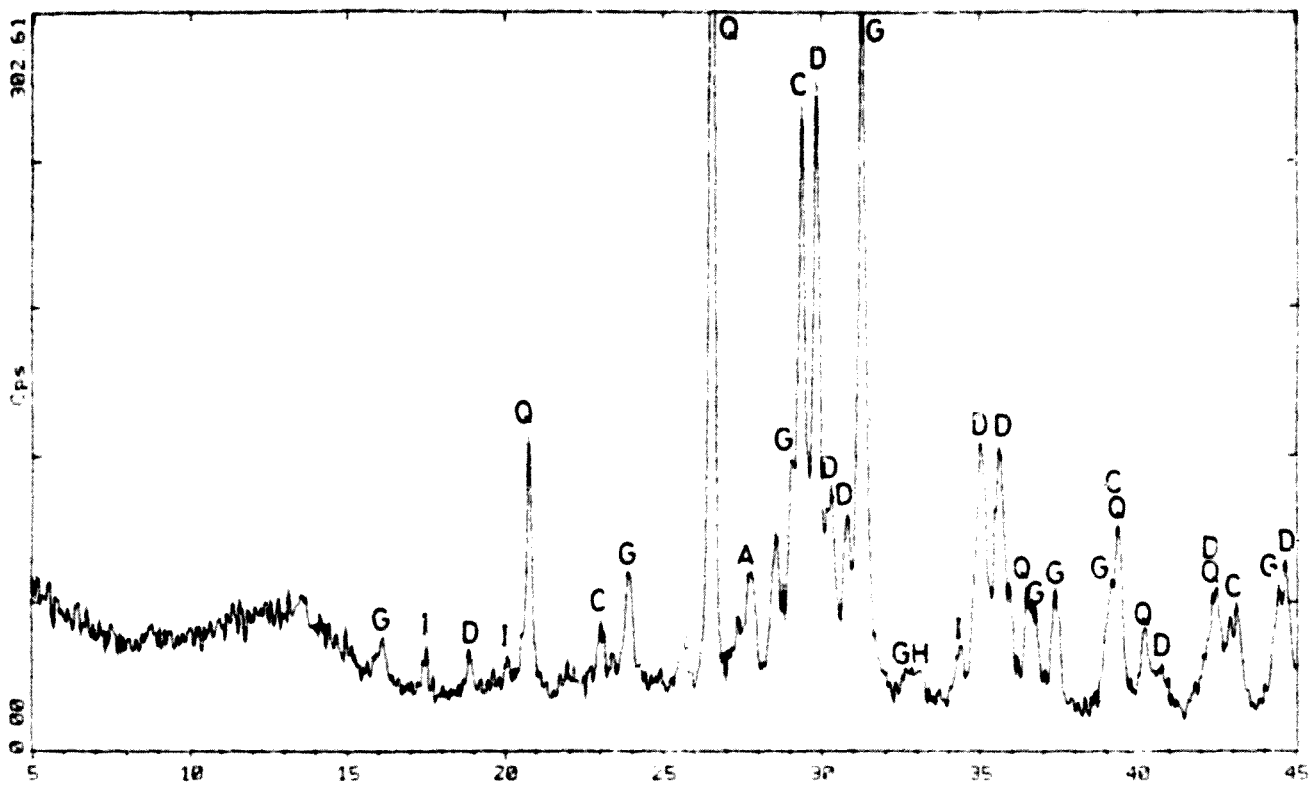


S-0005

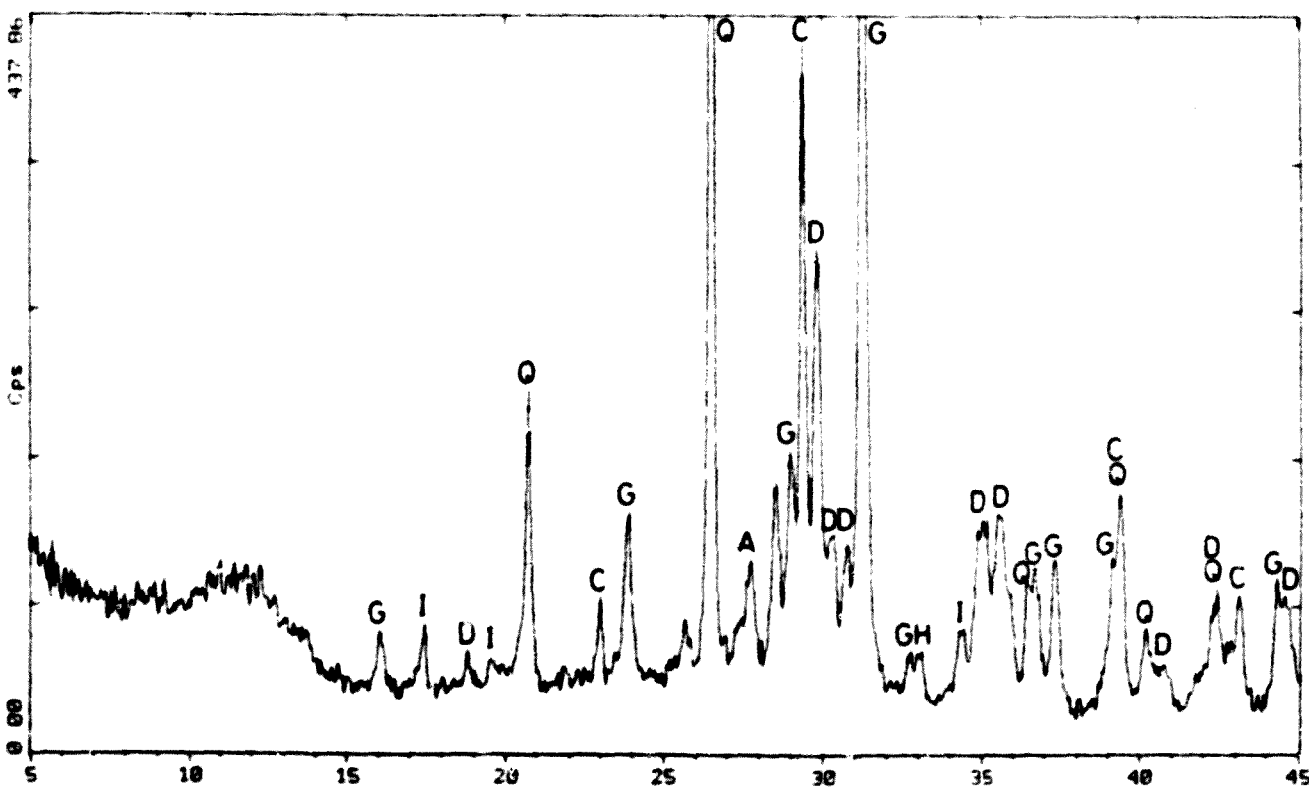


S-0006

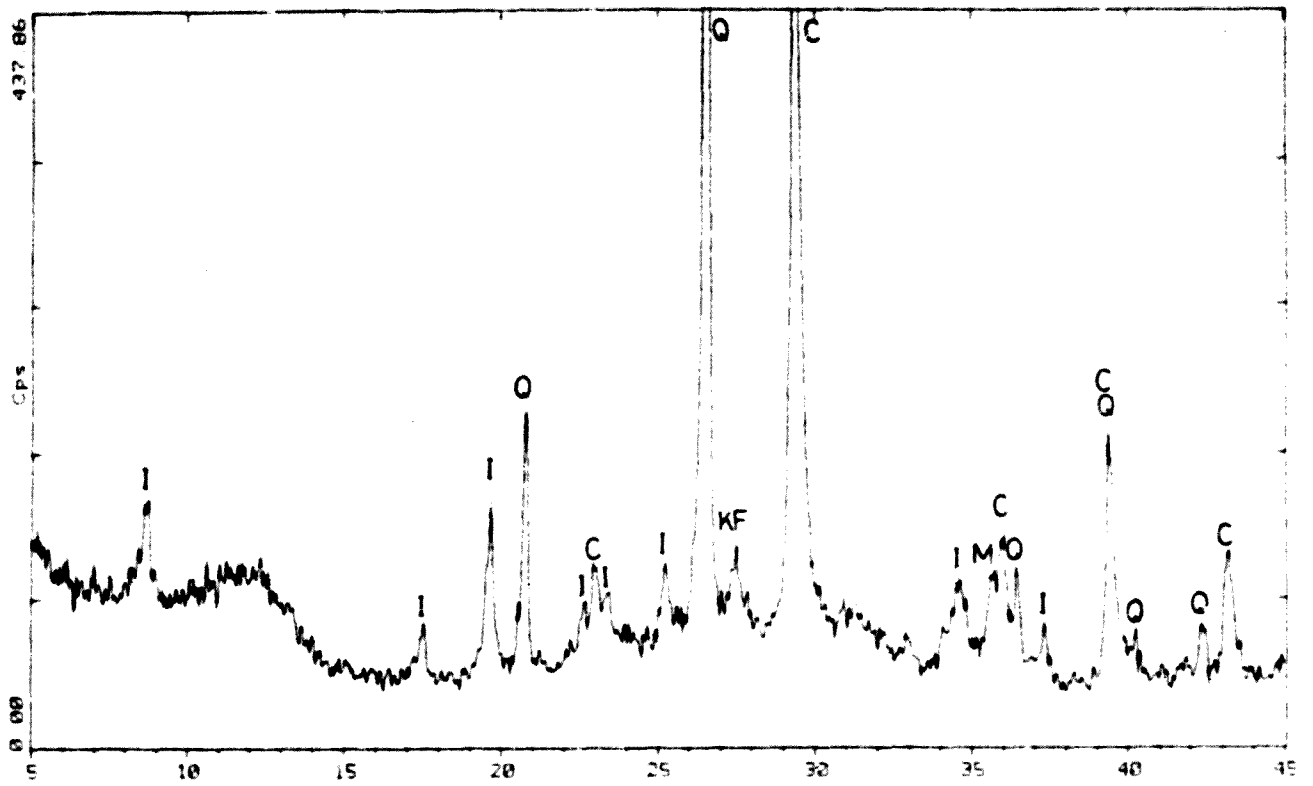




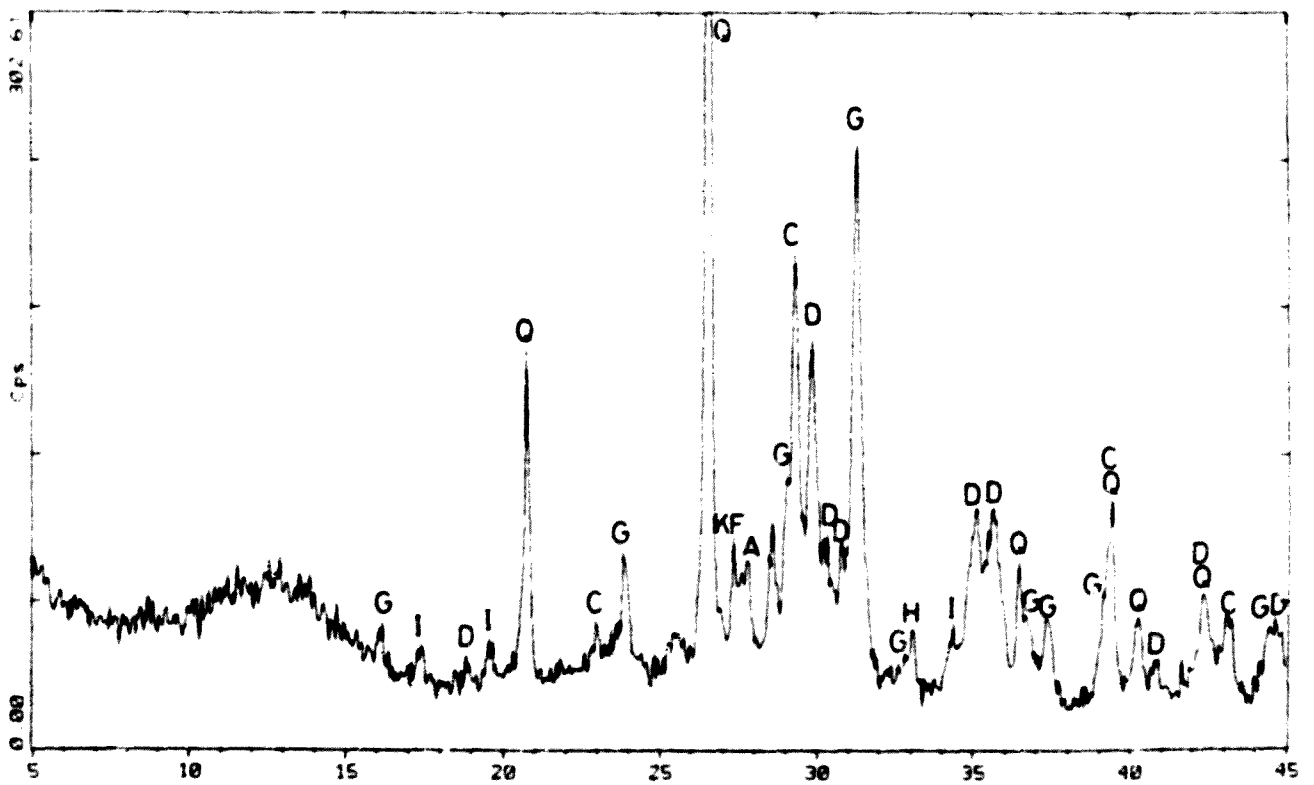
S-0009



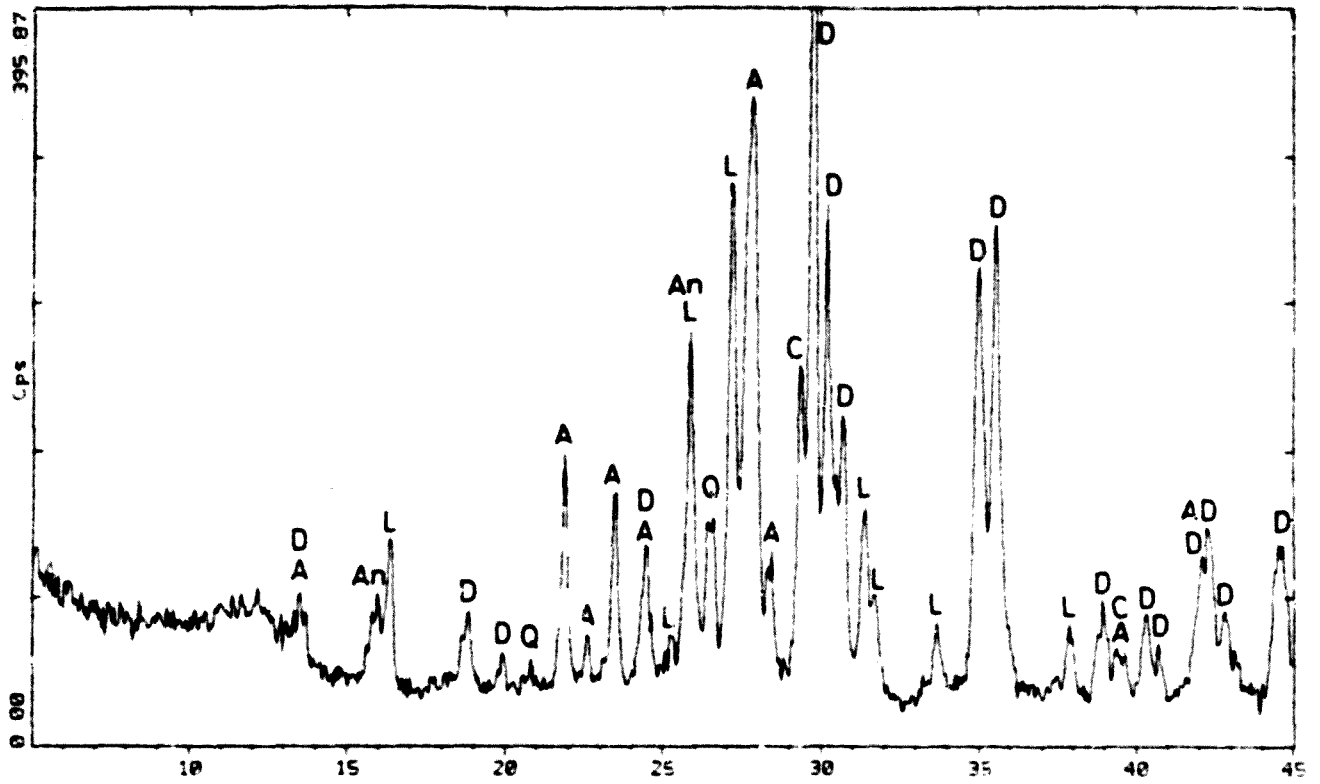
S-0010



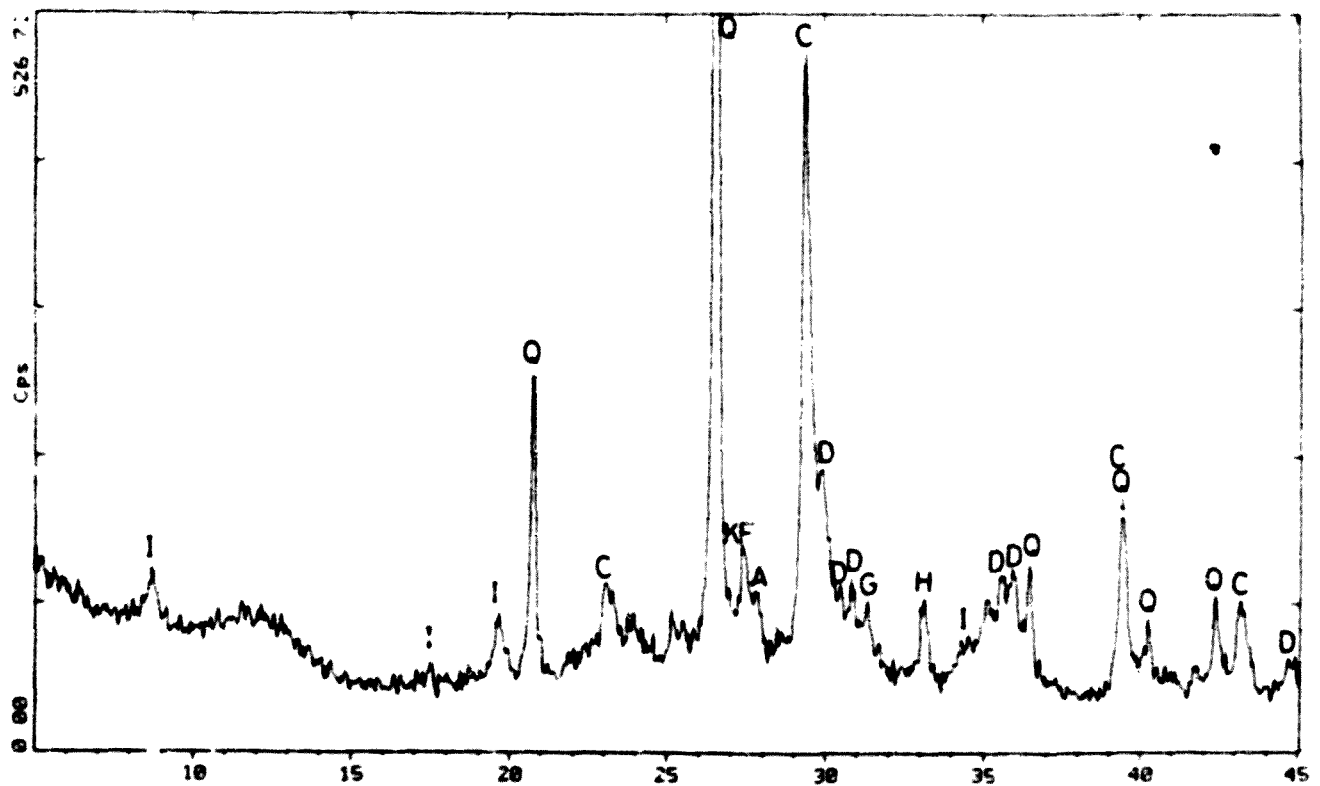
S-0011



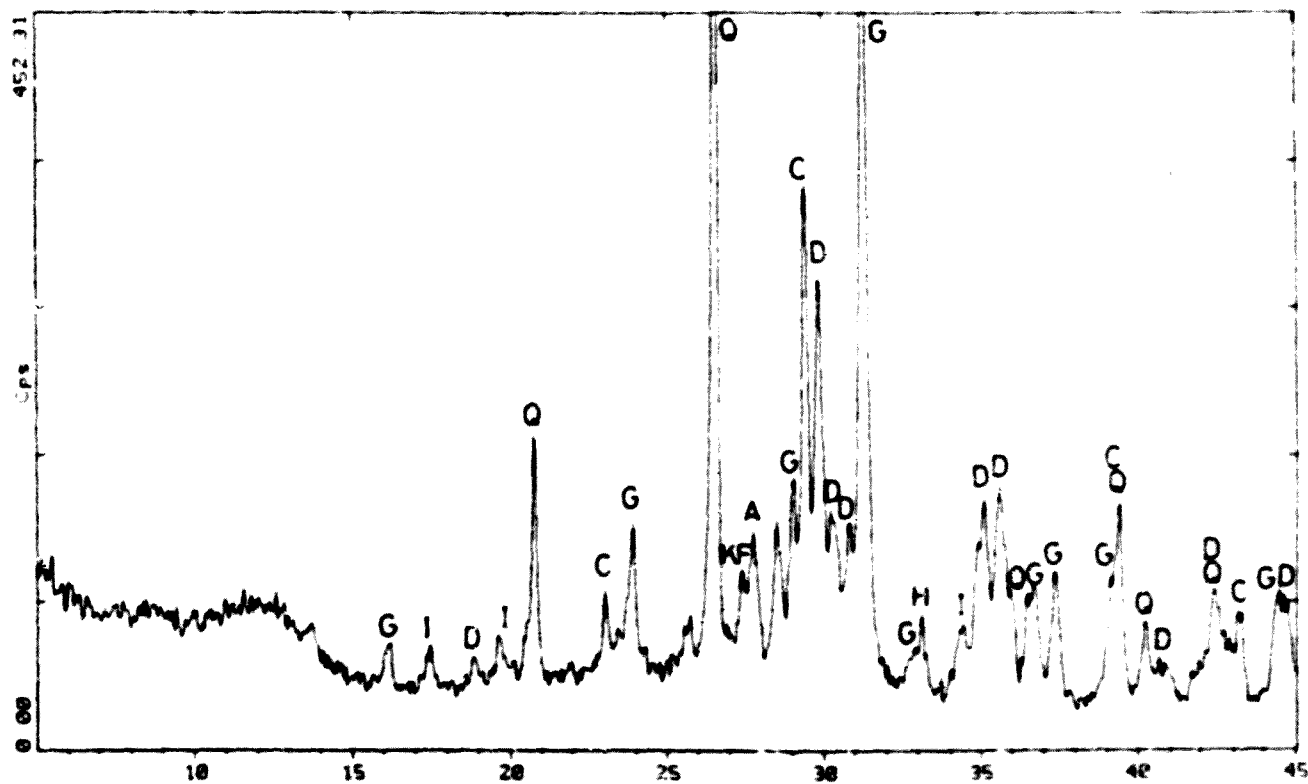
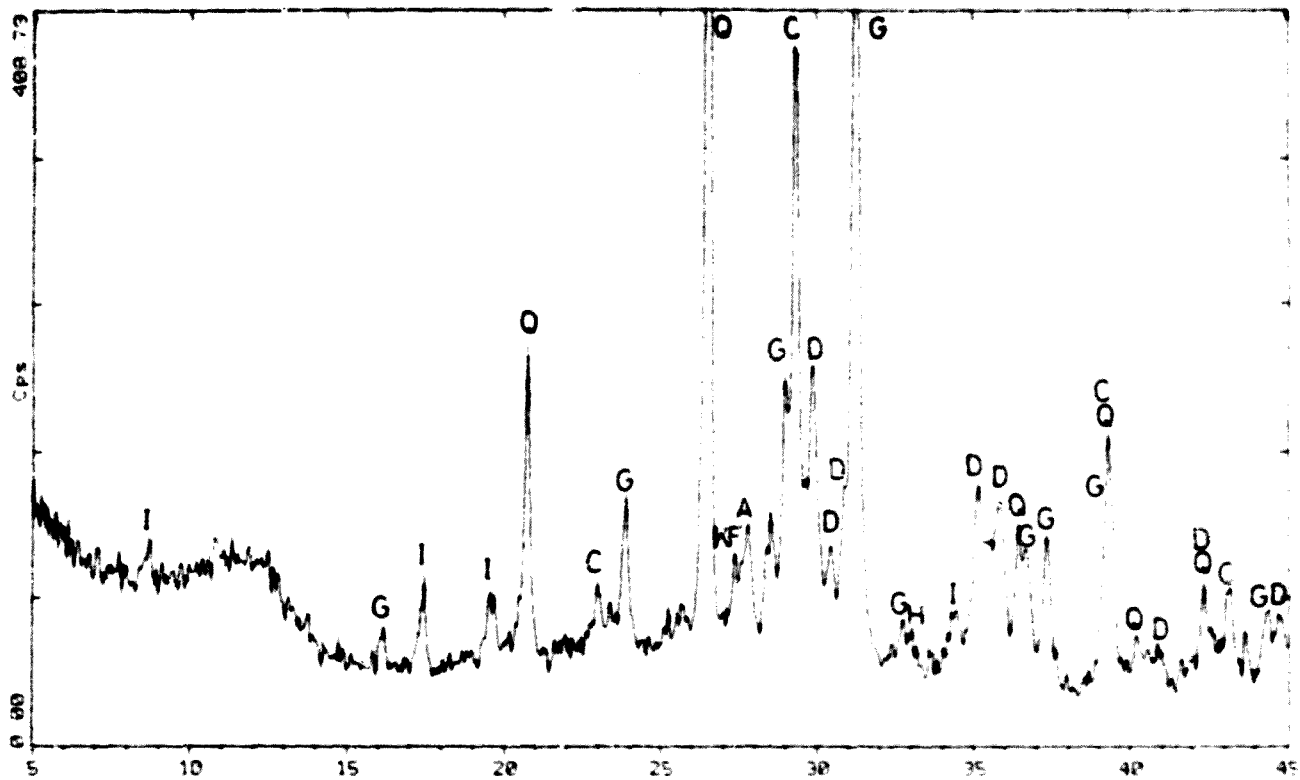
S-0012

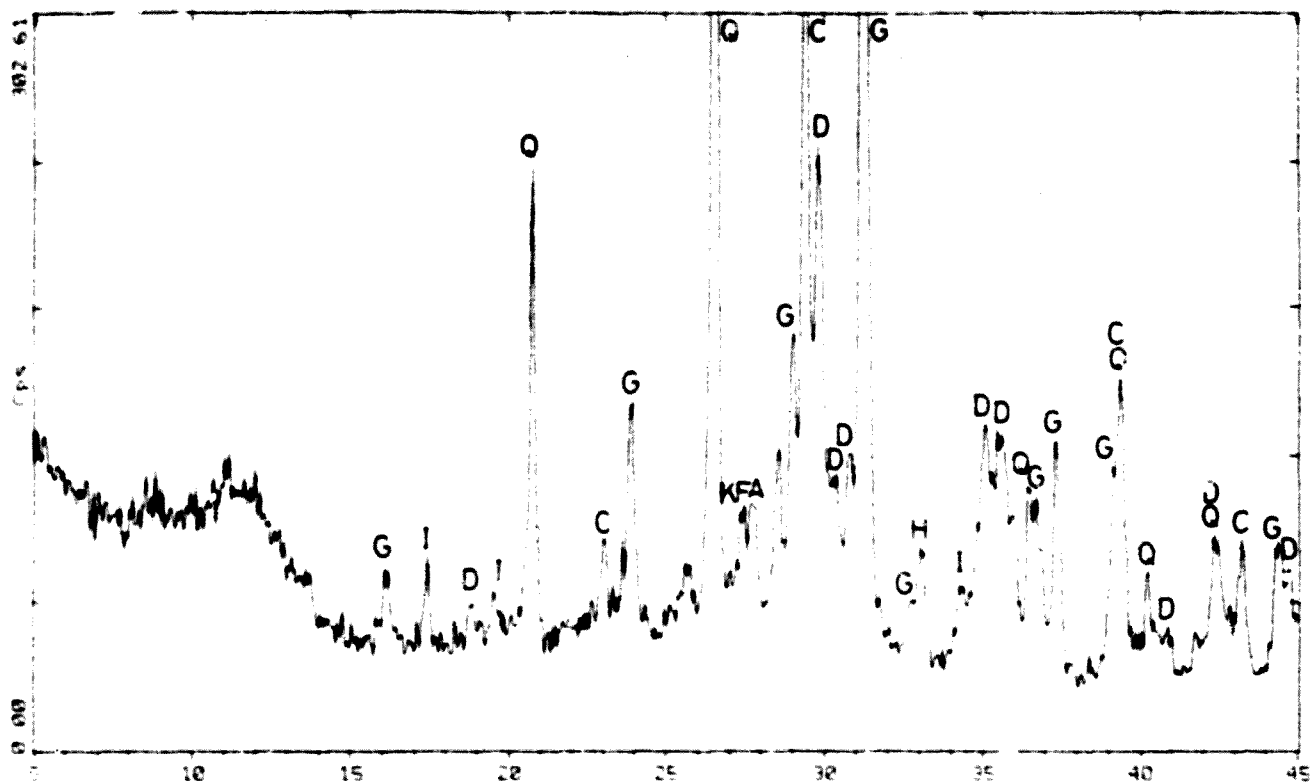


S-0013

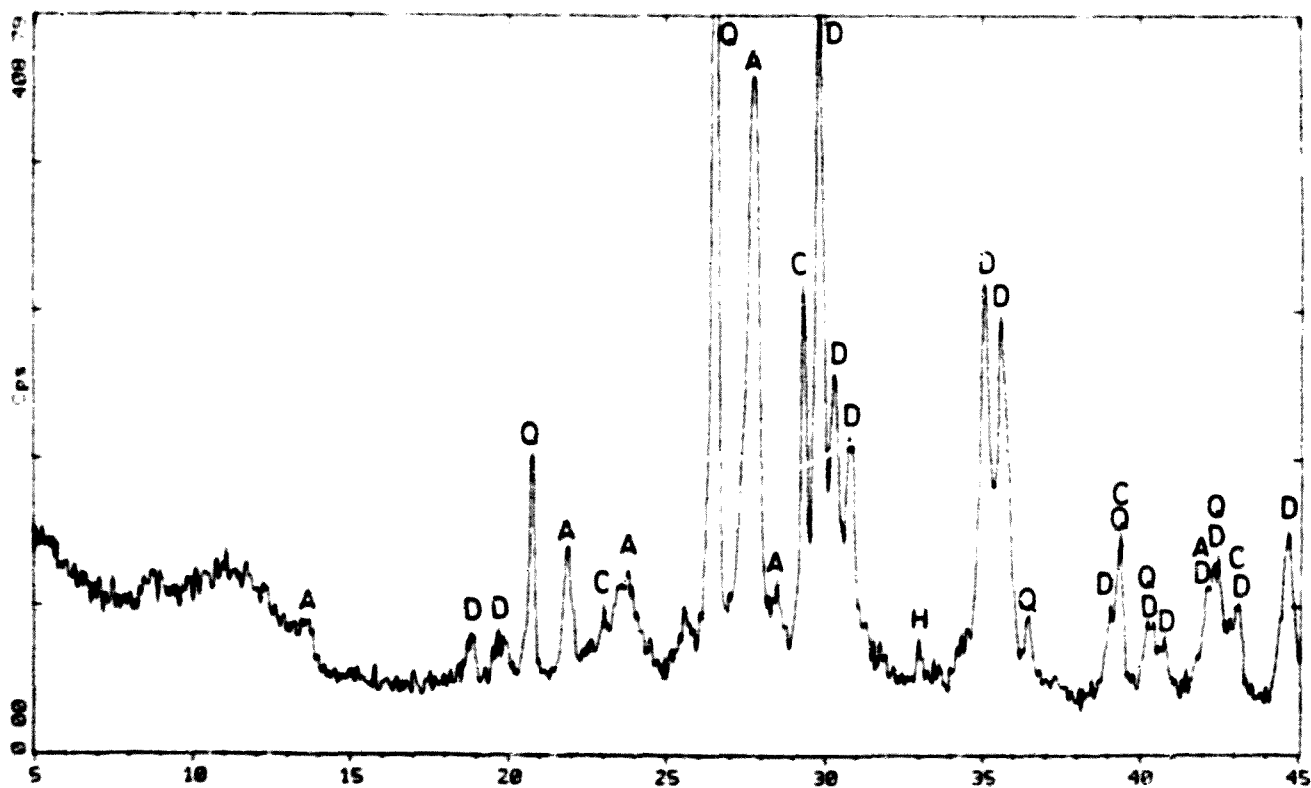


S-0014

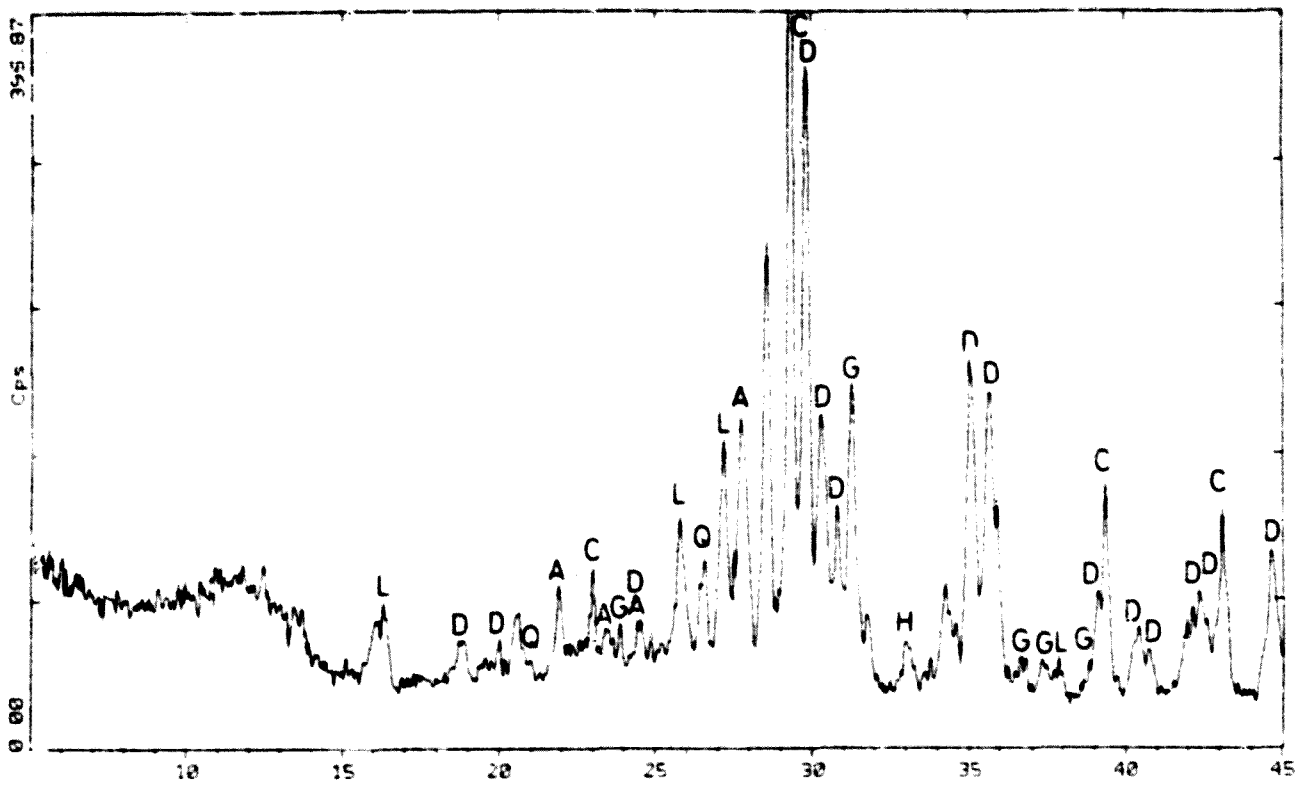




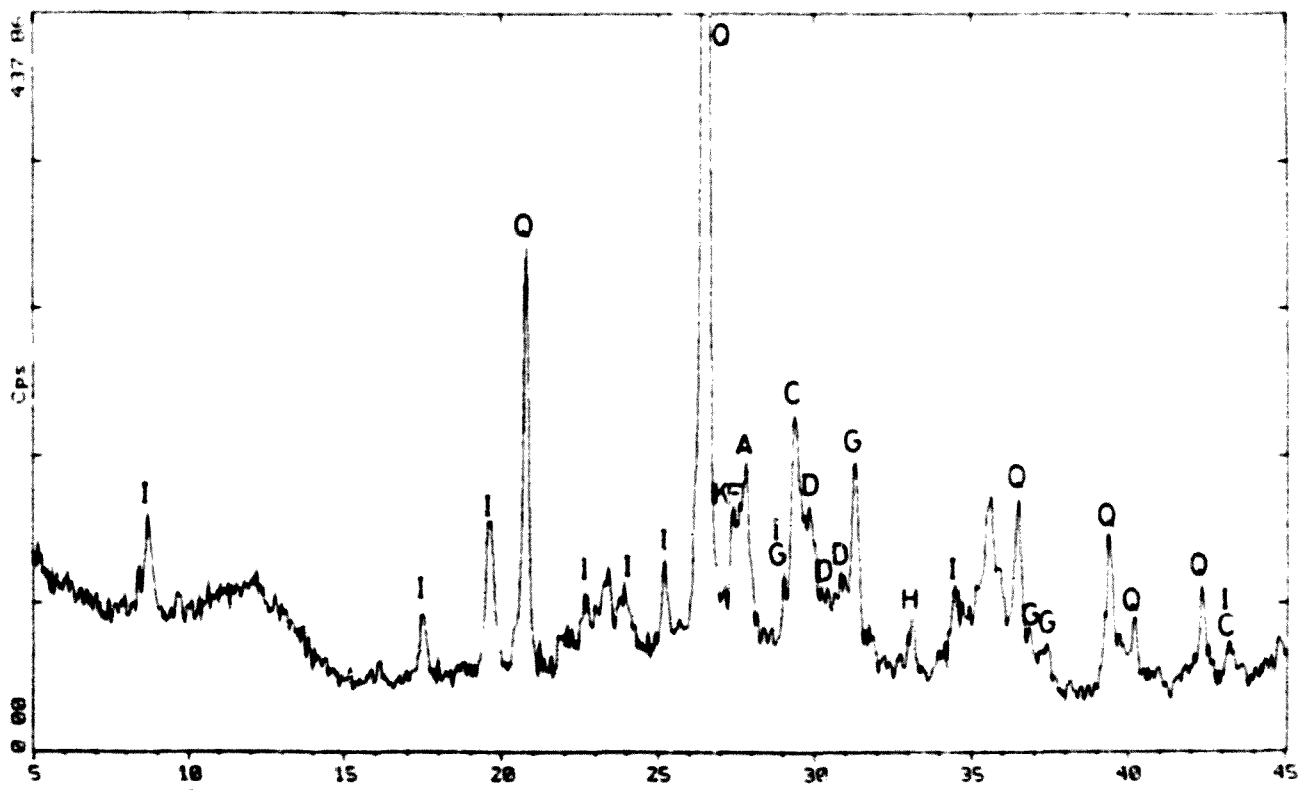
S-0017



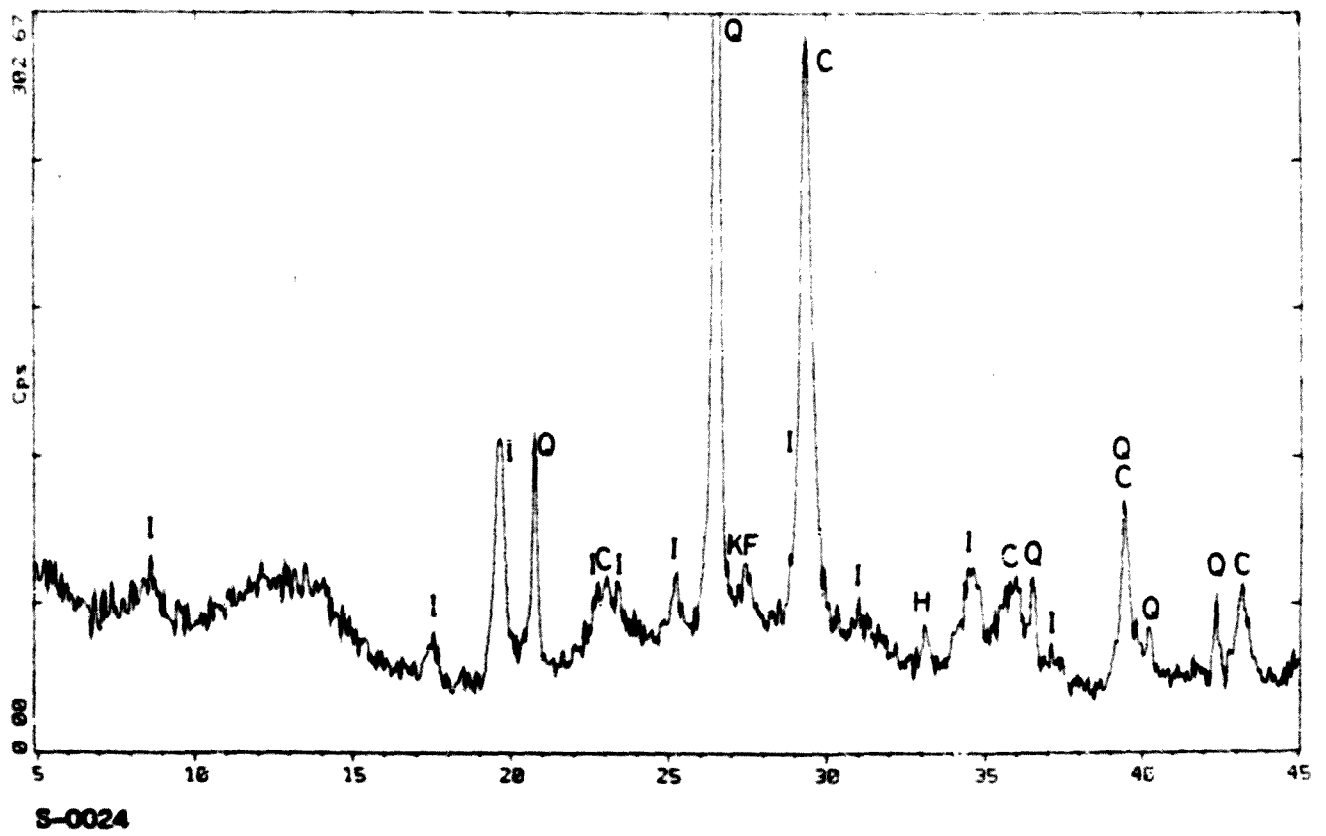
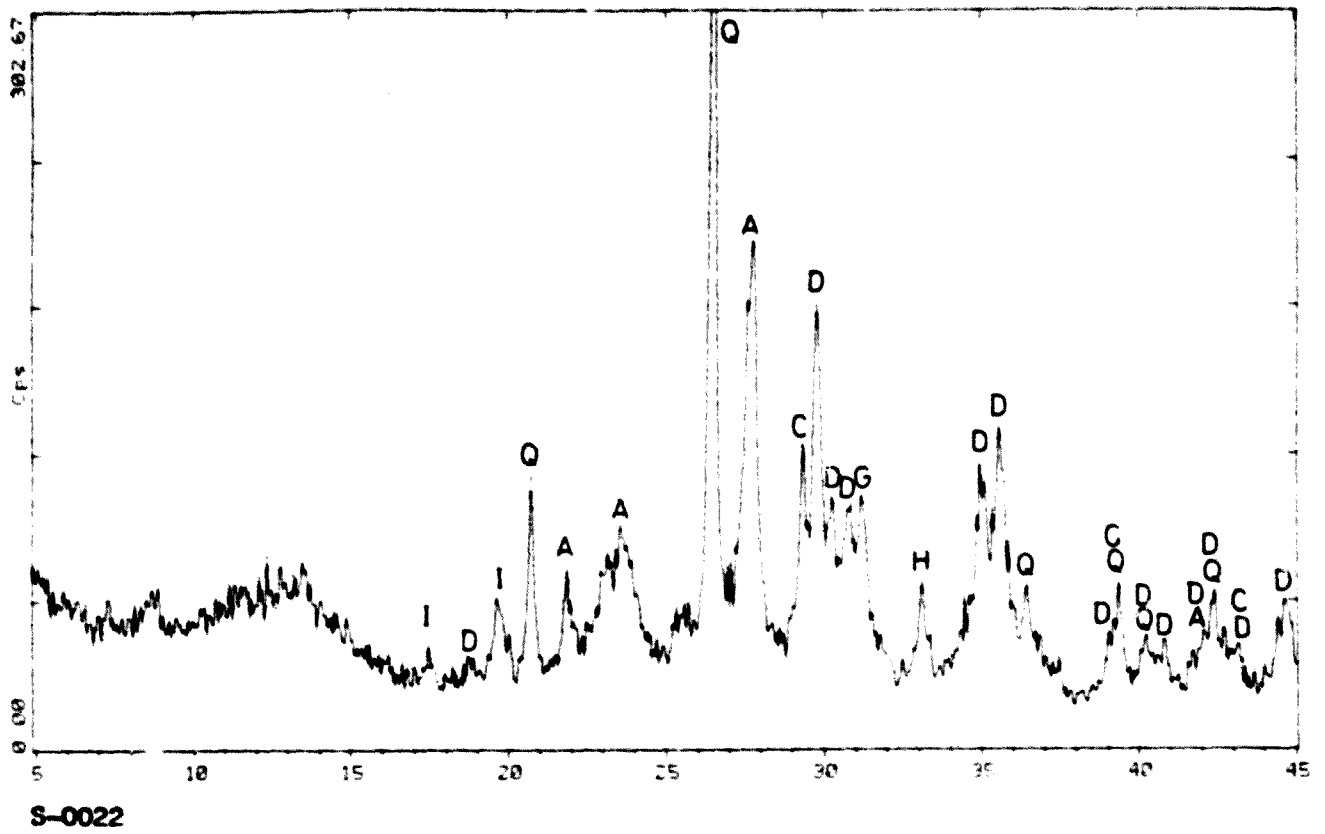
S-0018

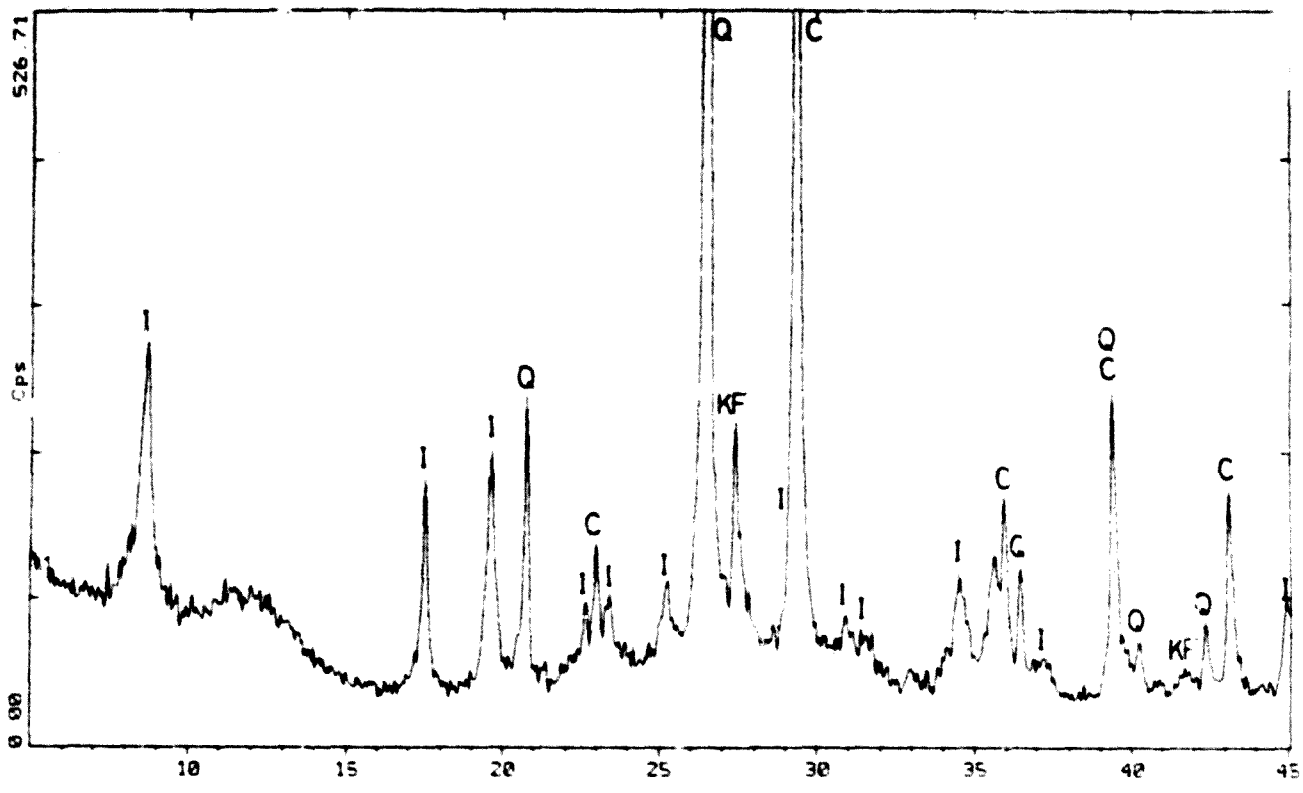


S-0019

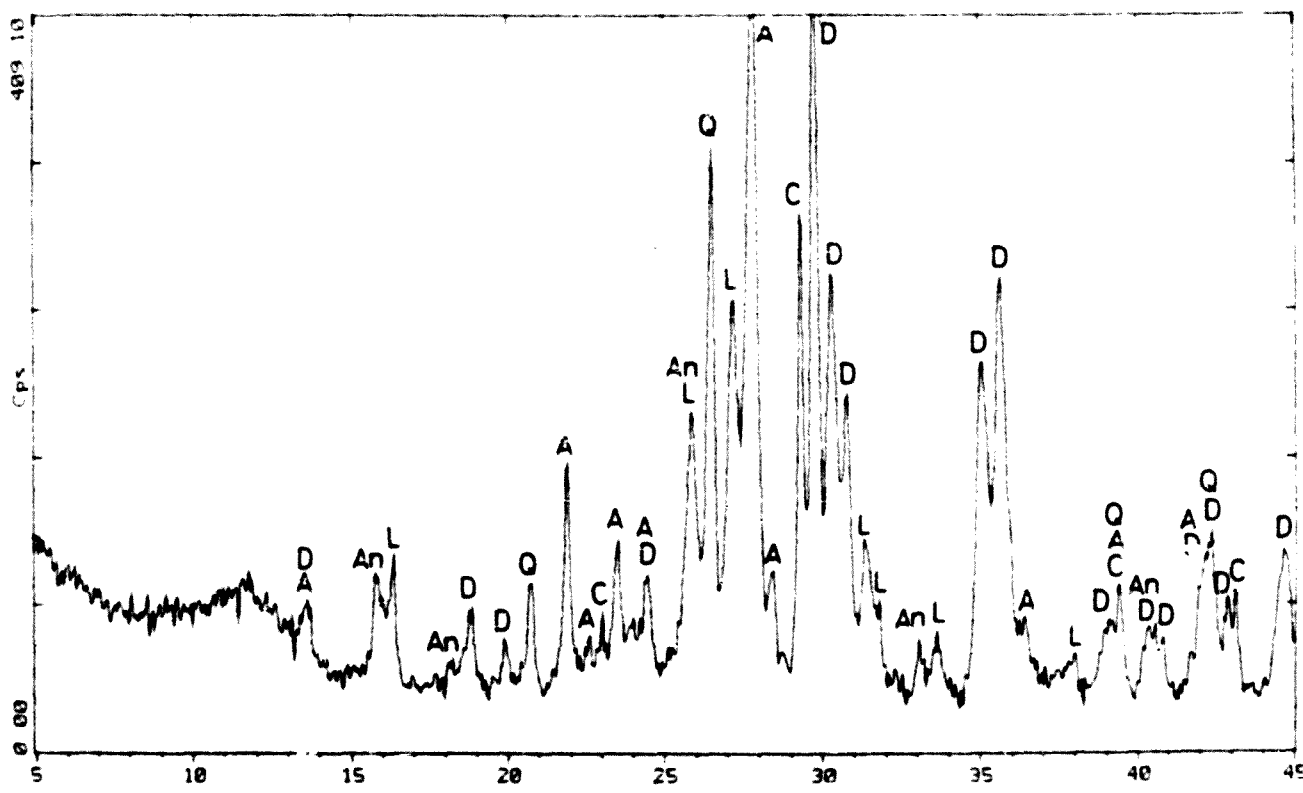


S-0021

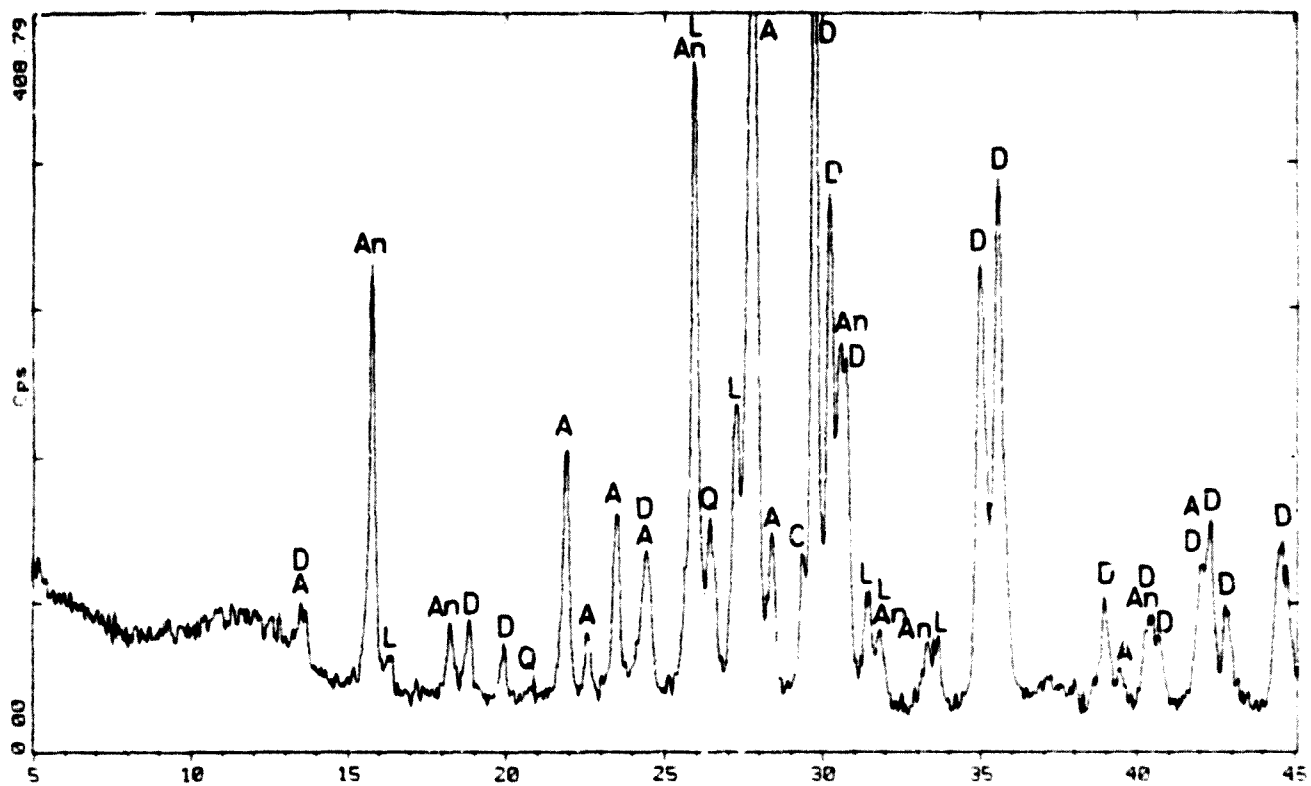




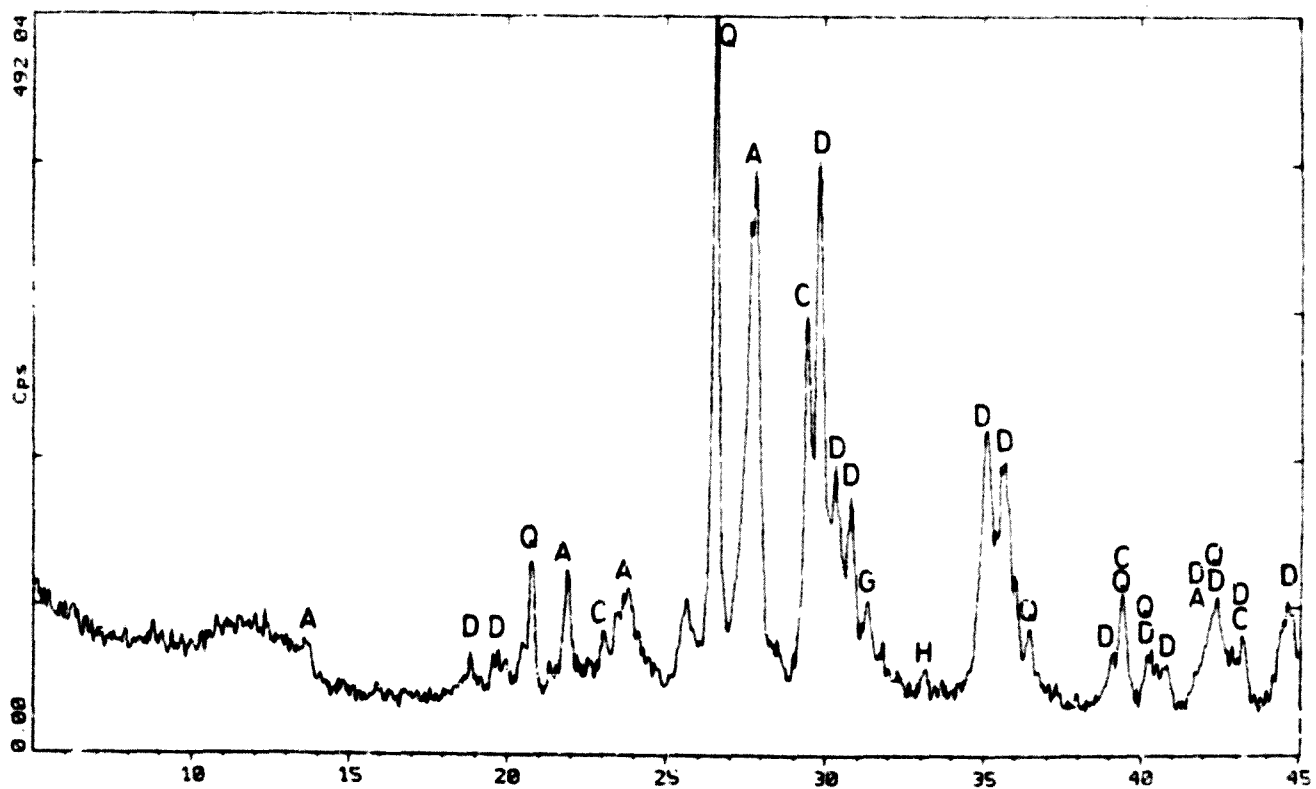
S-0025



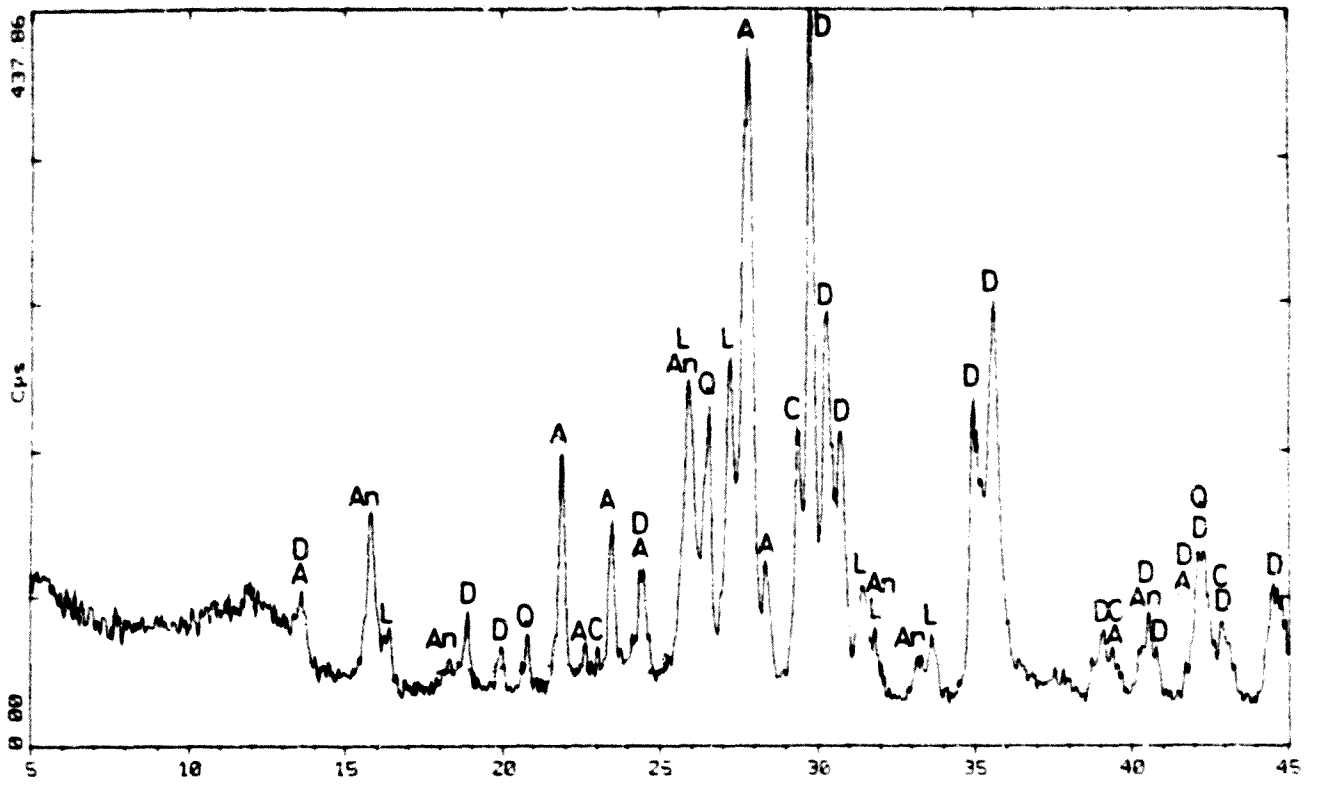
S-0026



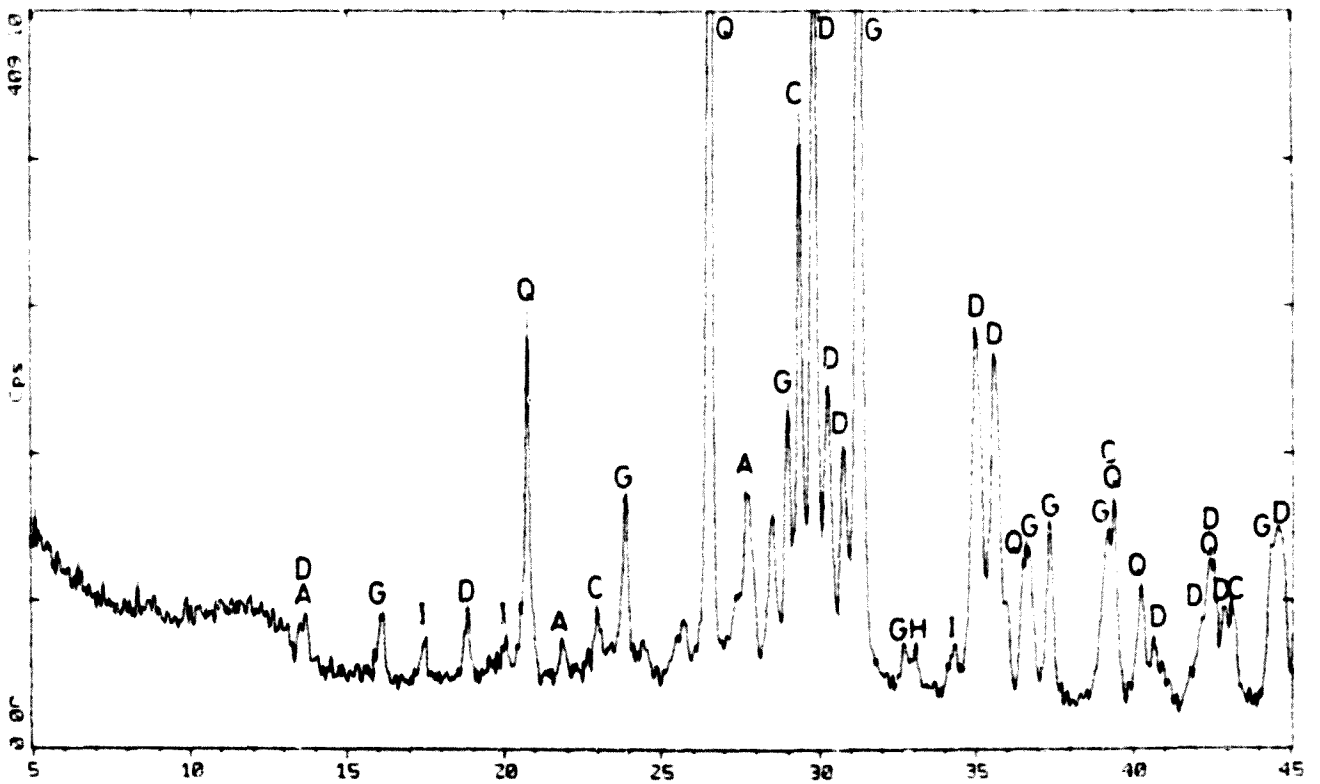
S-0027



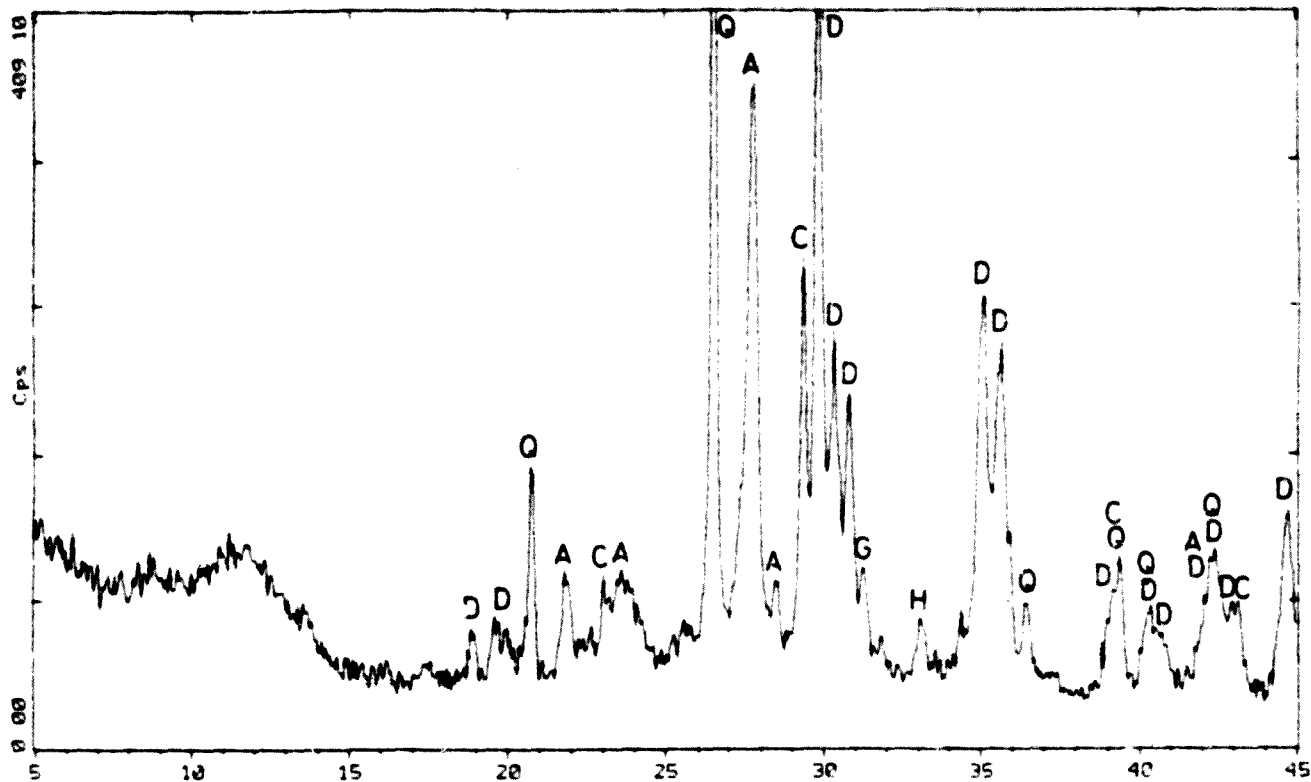
S-0028



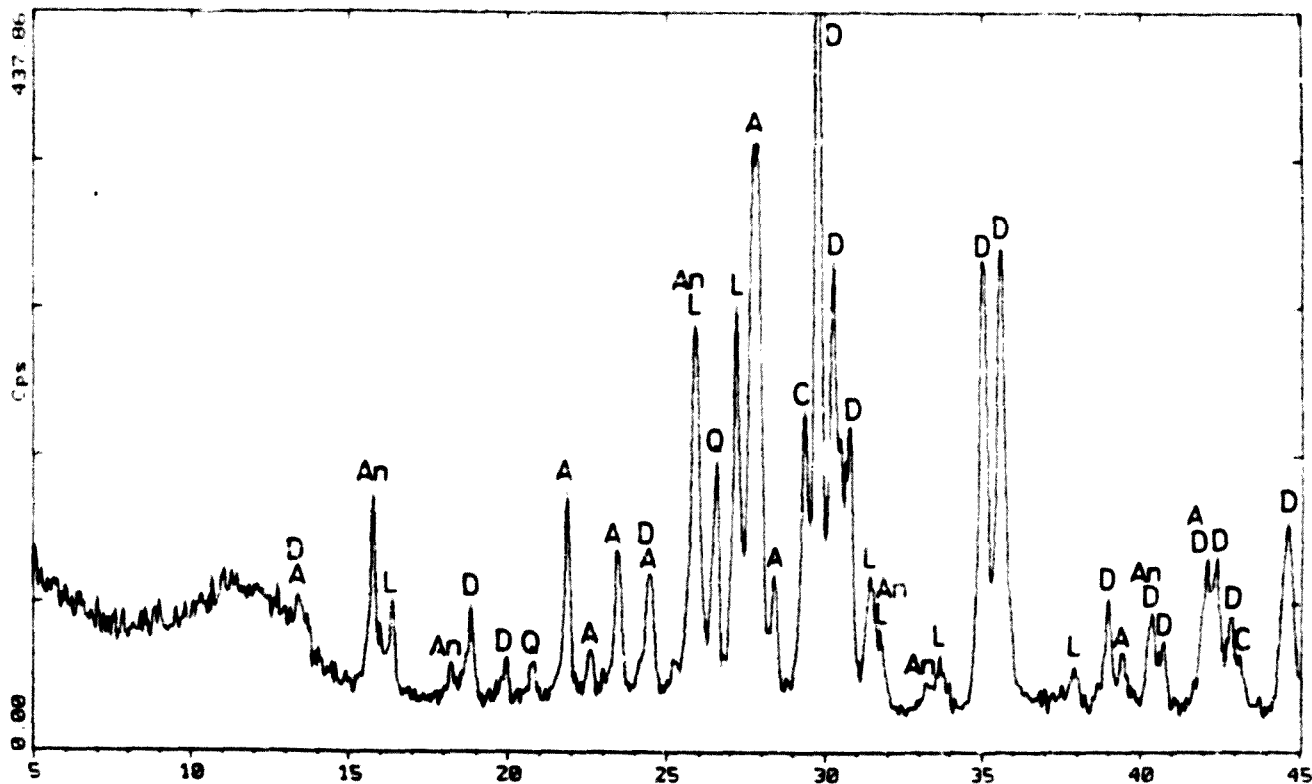
S-0029



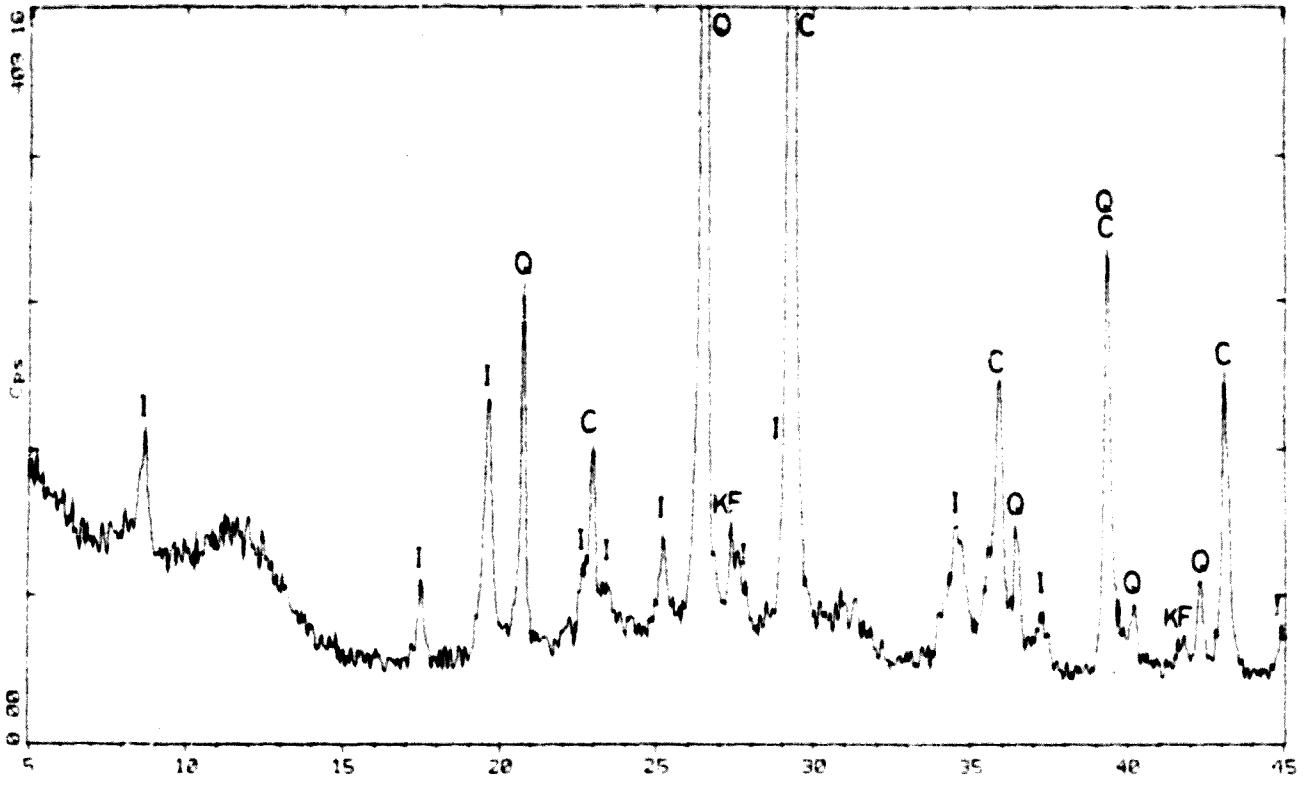
S-0030



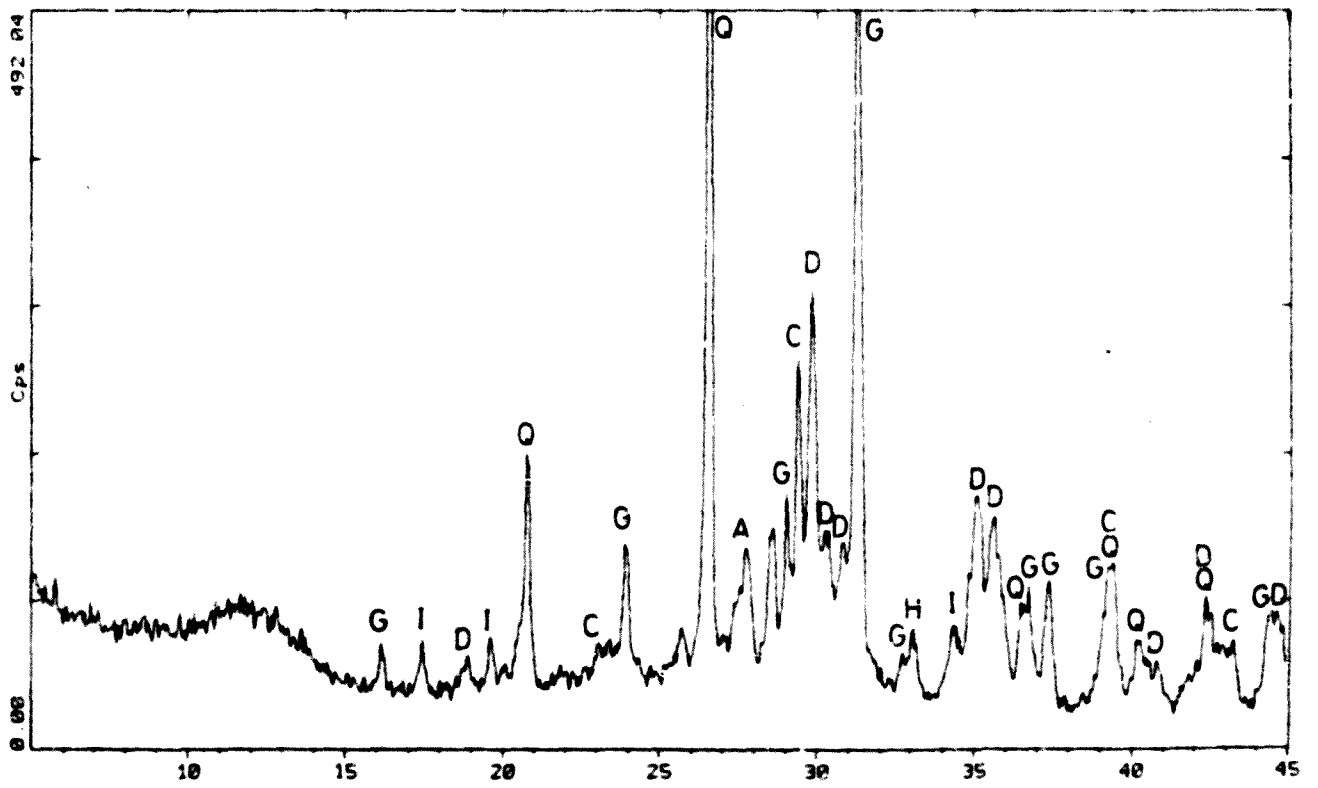
S-0031



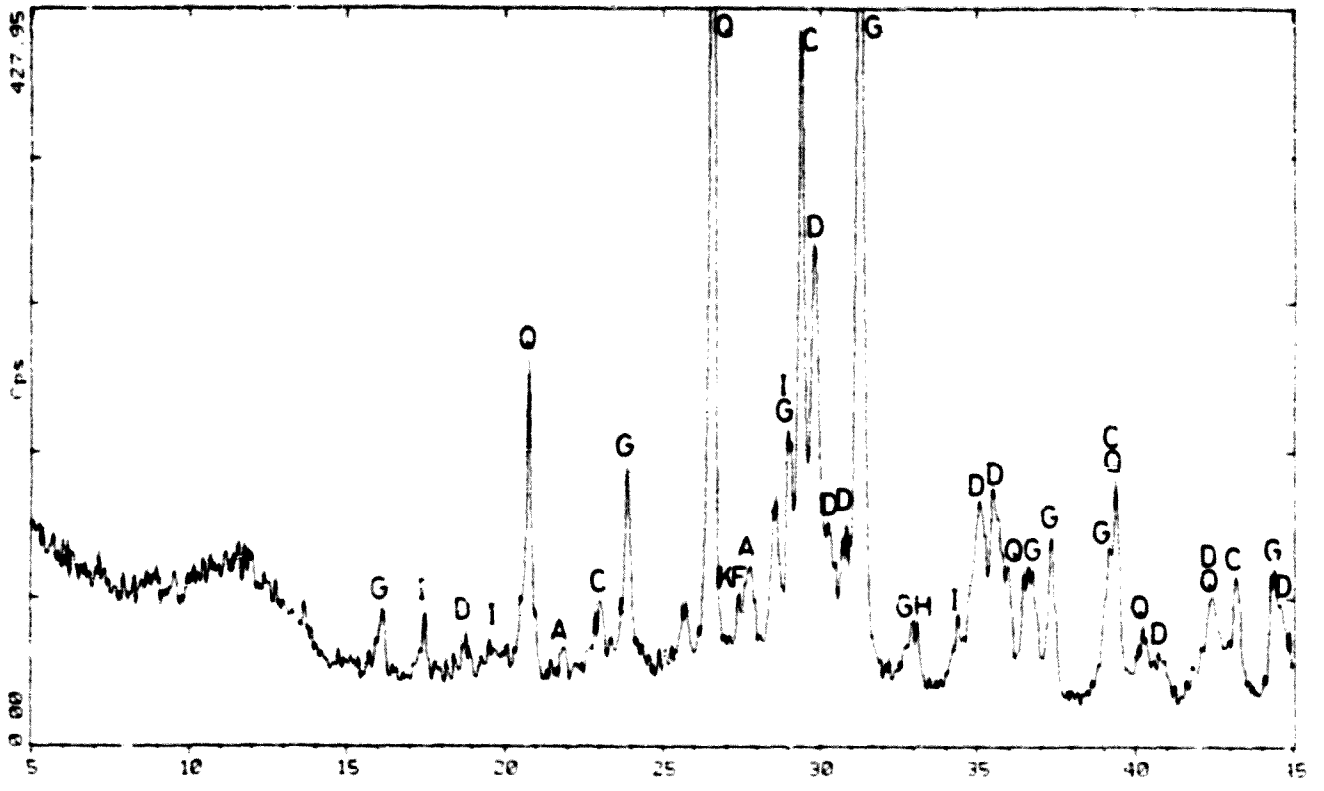
S-0032



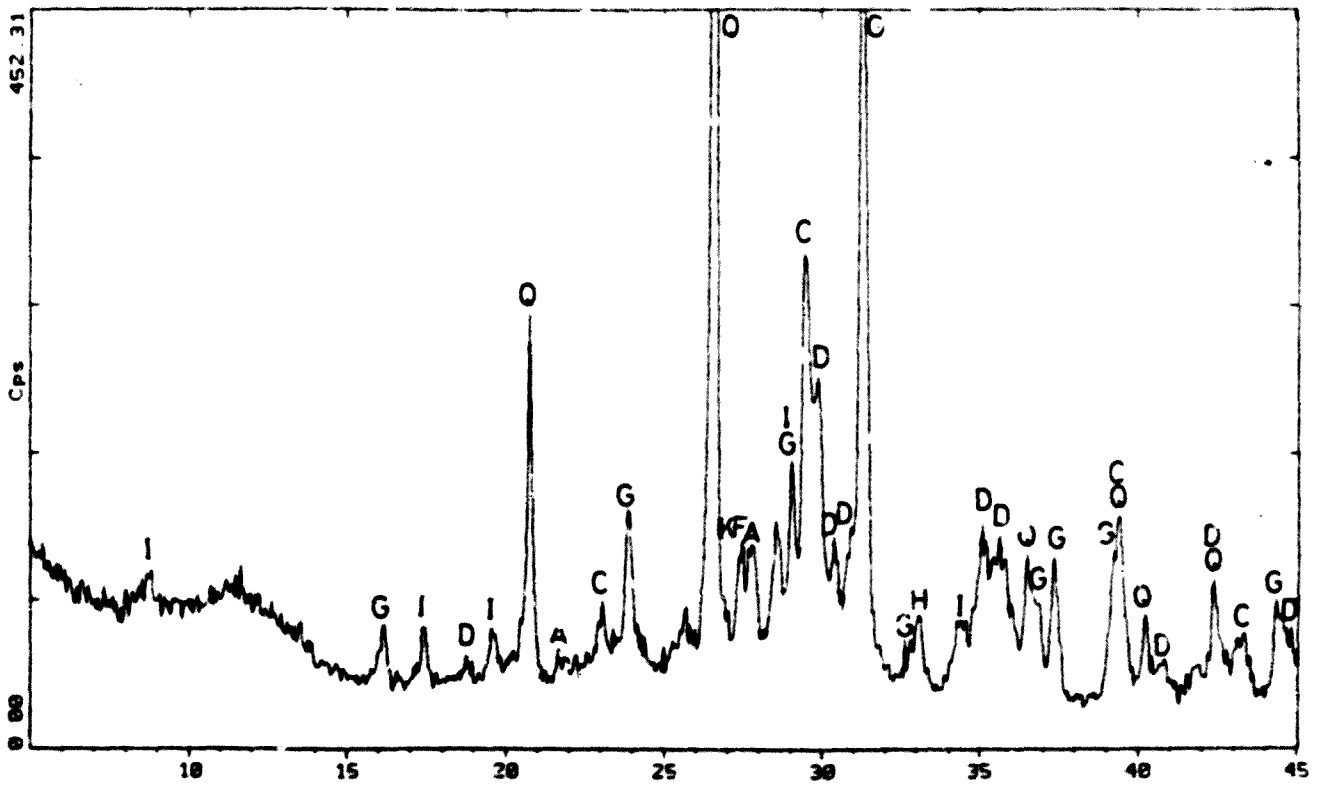
S-0033



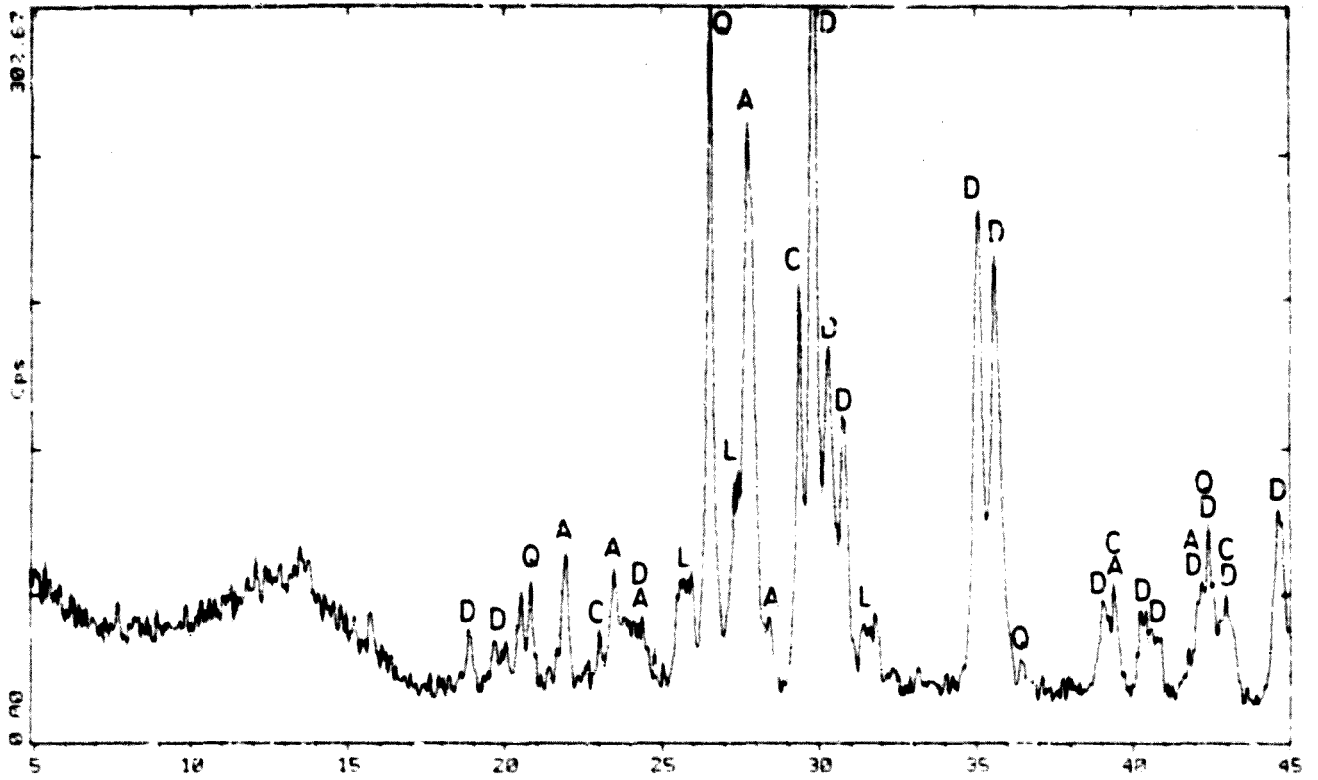
S-0034



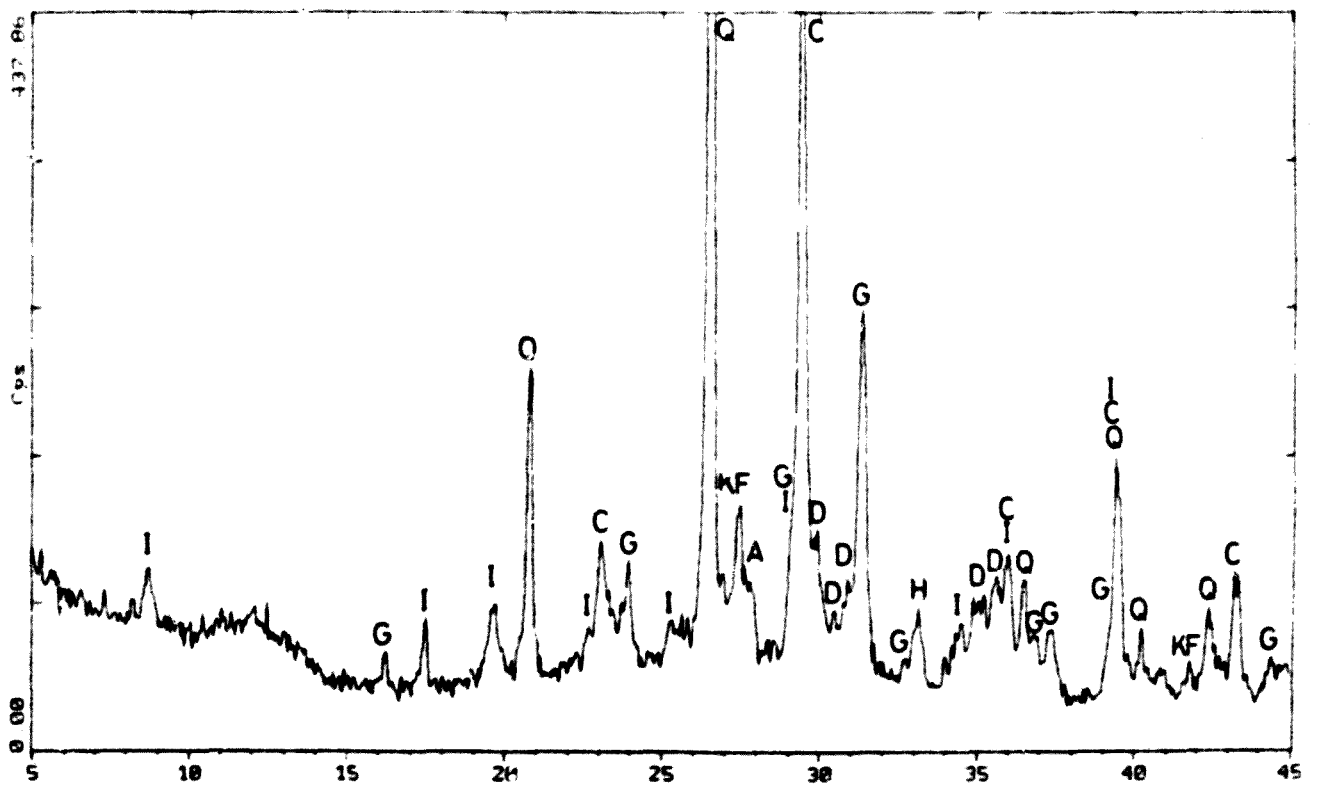
S-0035



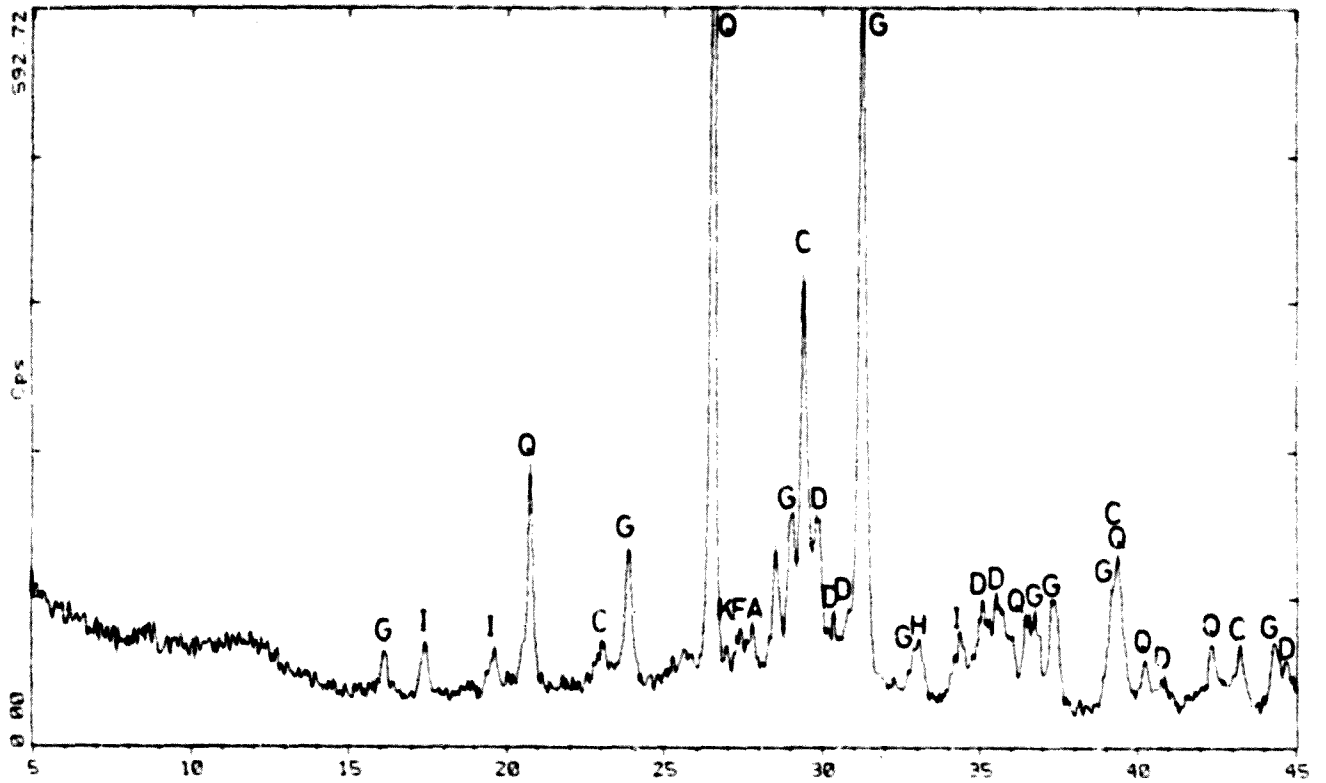
S-0036



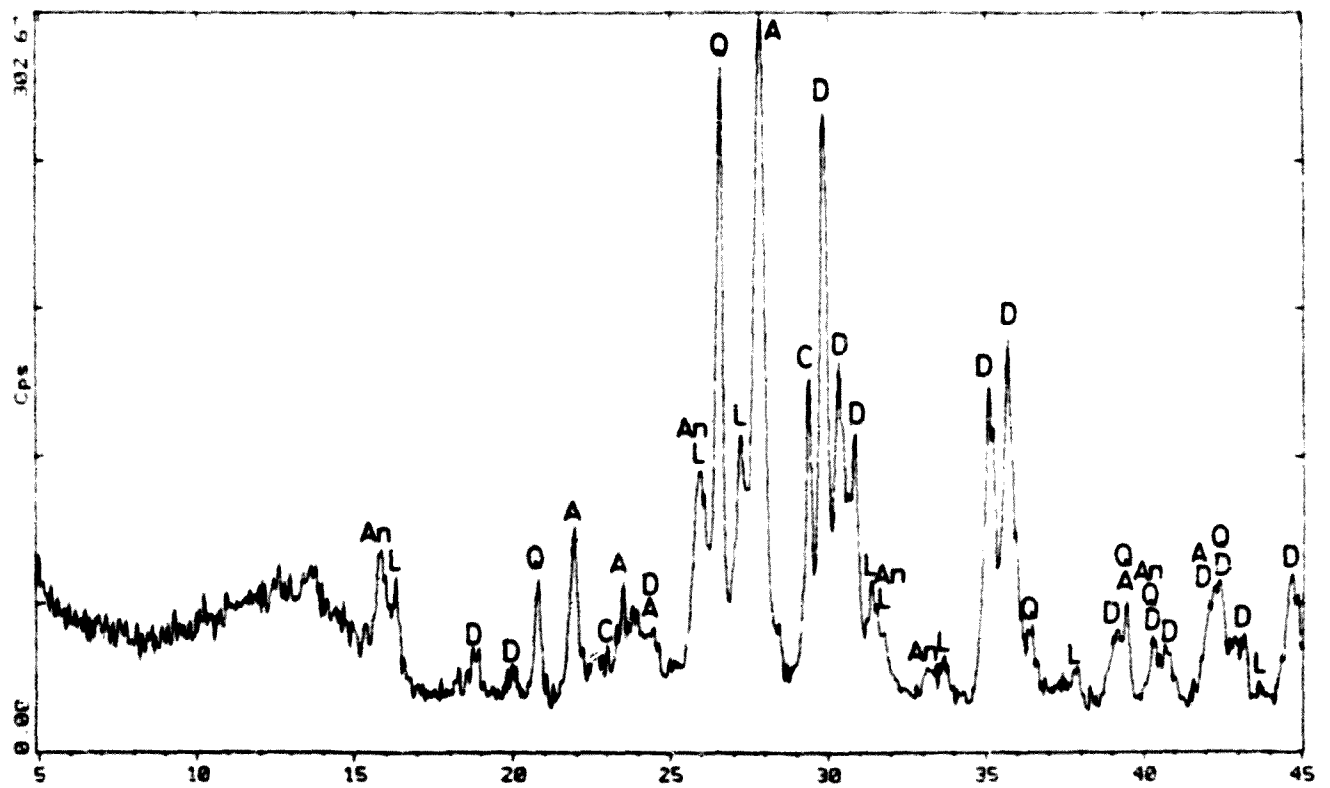
S-0037



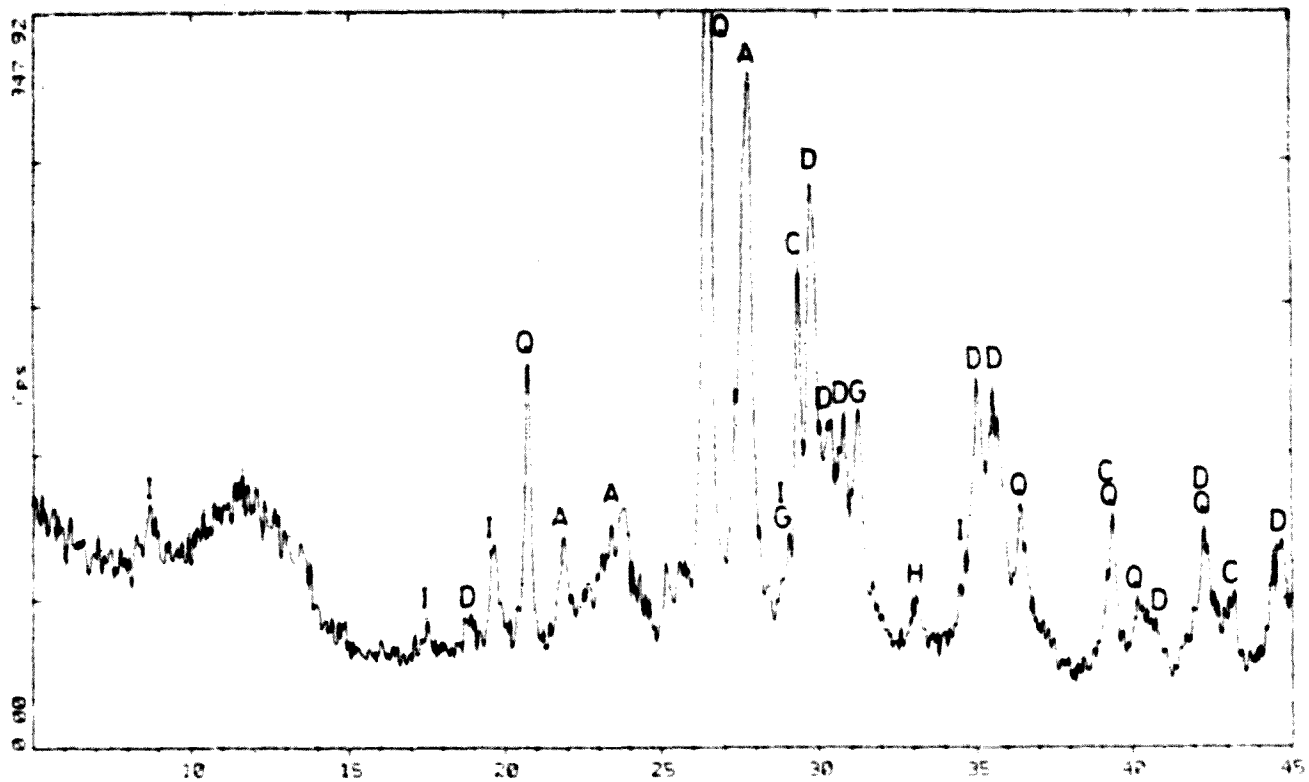
S-0038



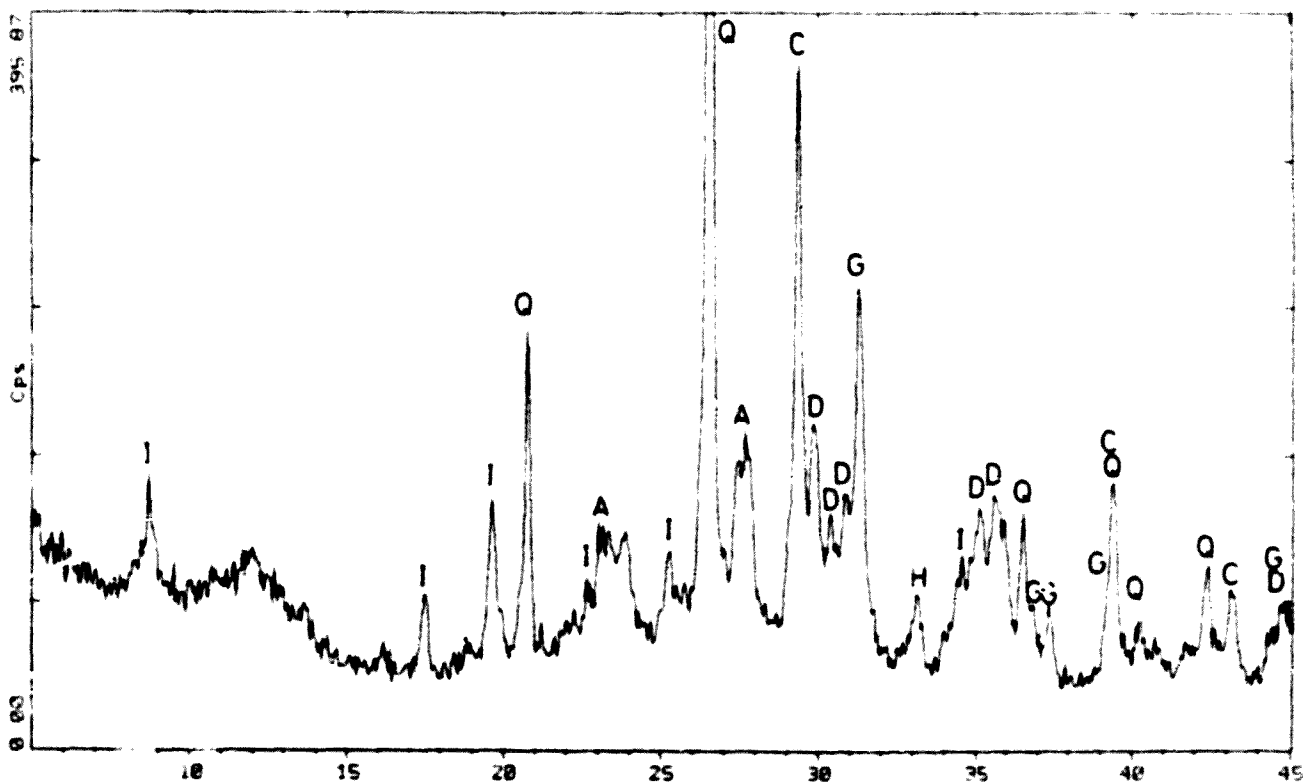
S-0039



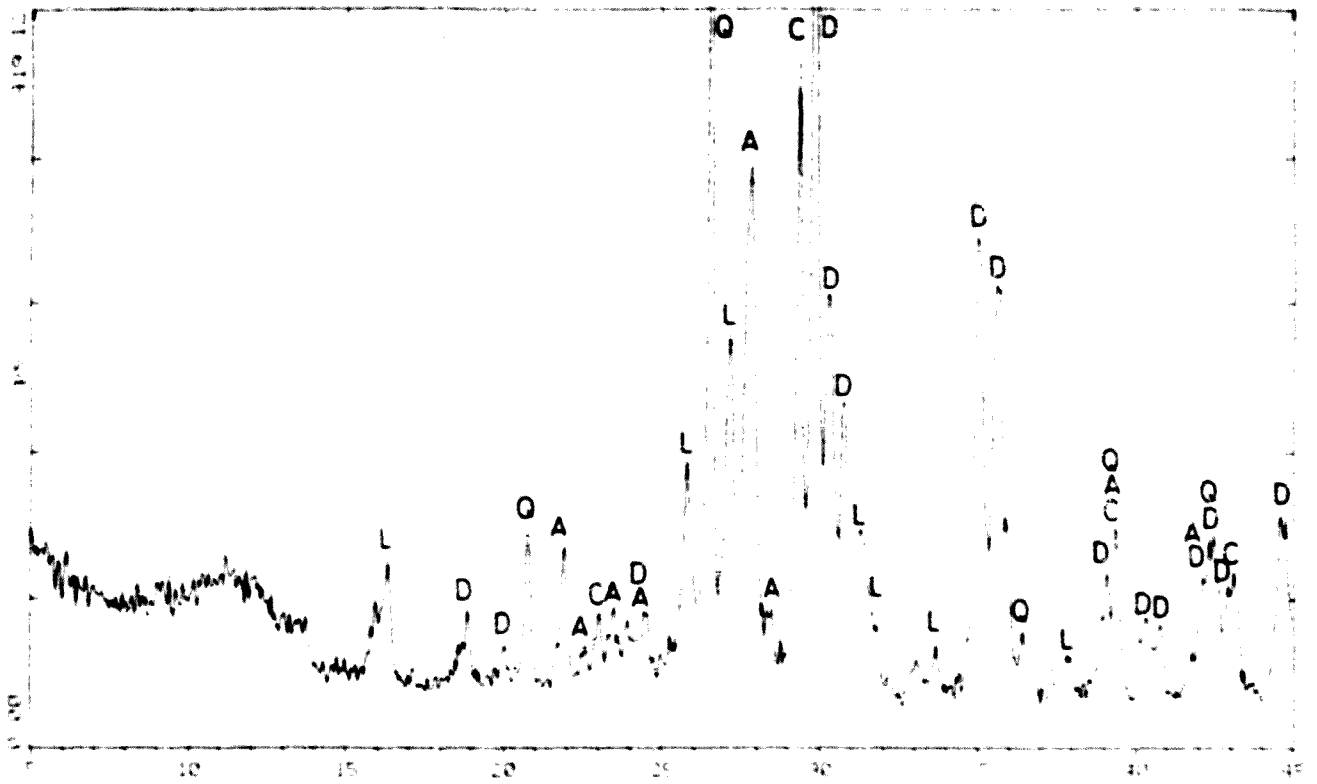
S-0040



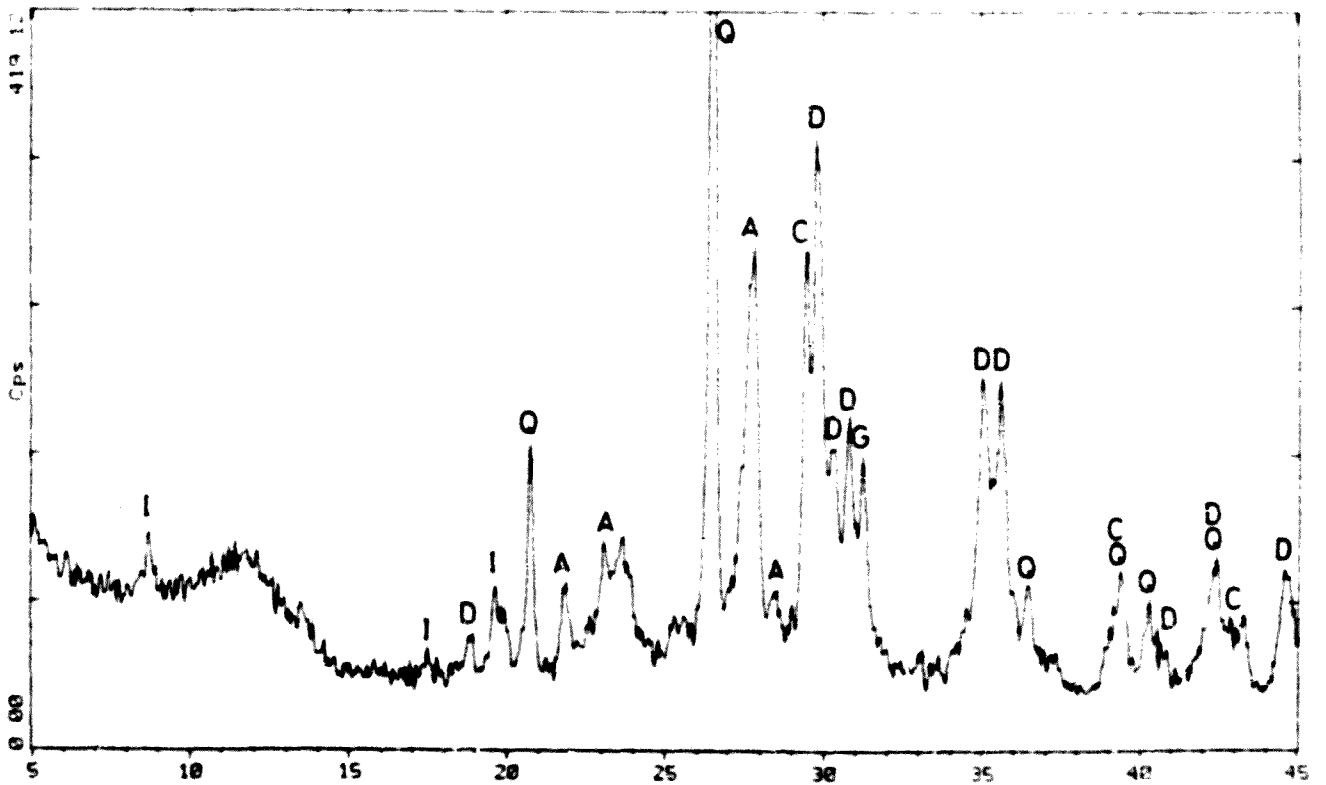
S-0041



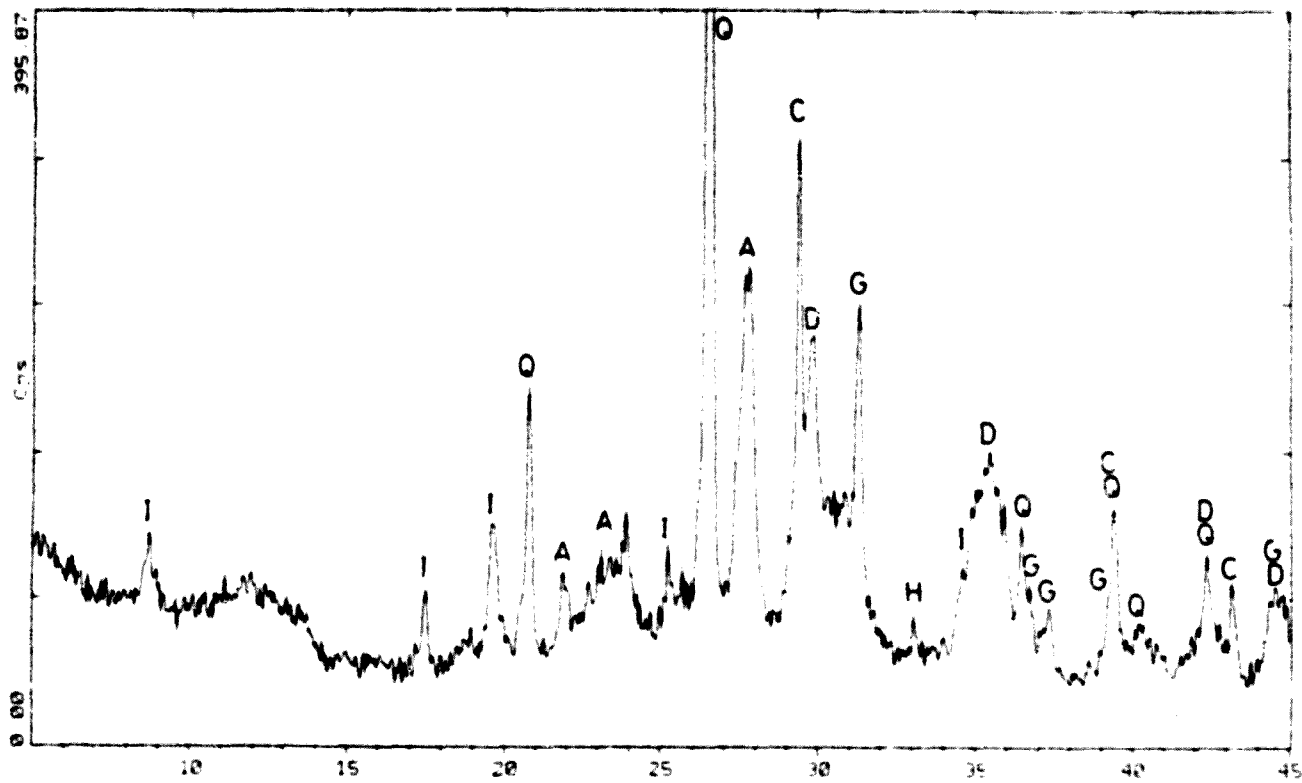
S-0042



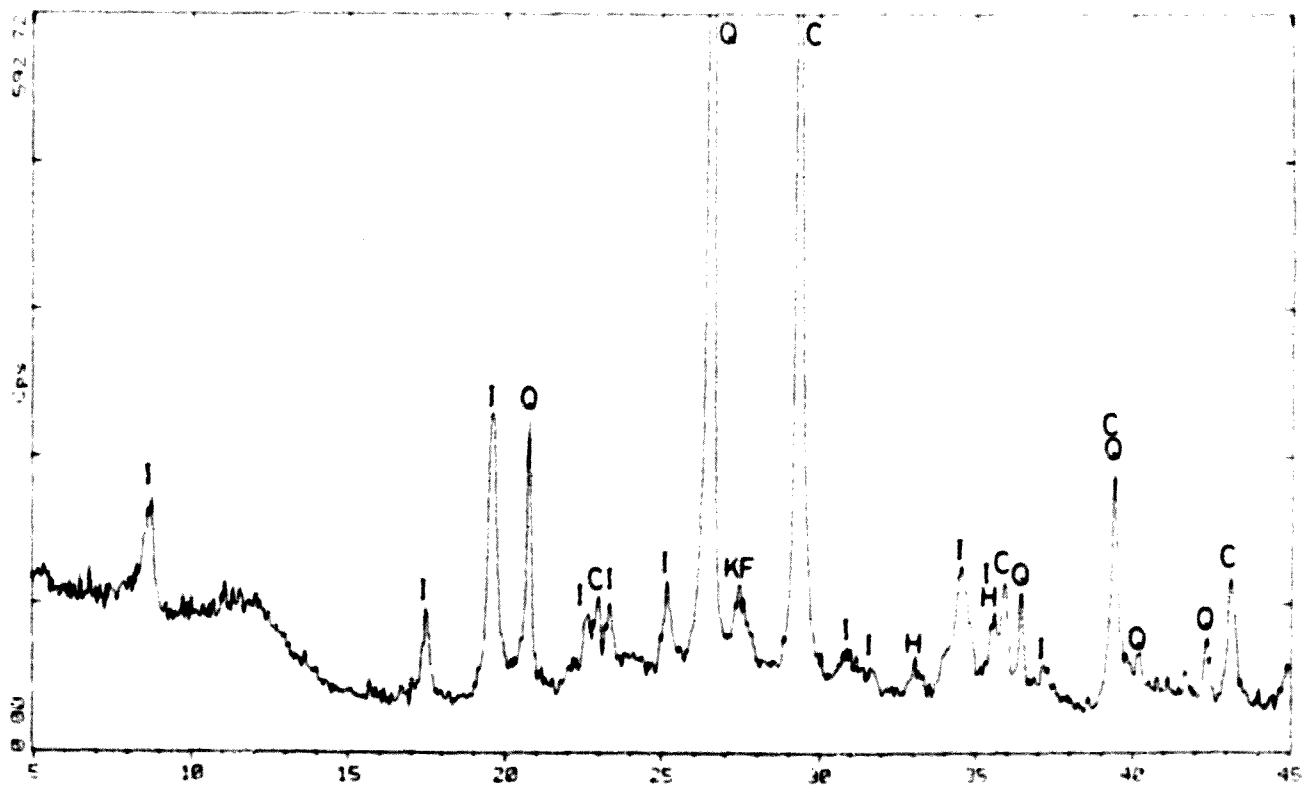
S-0043



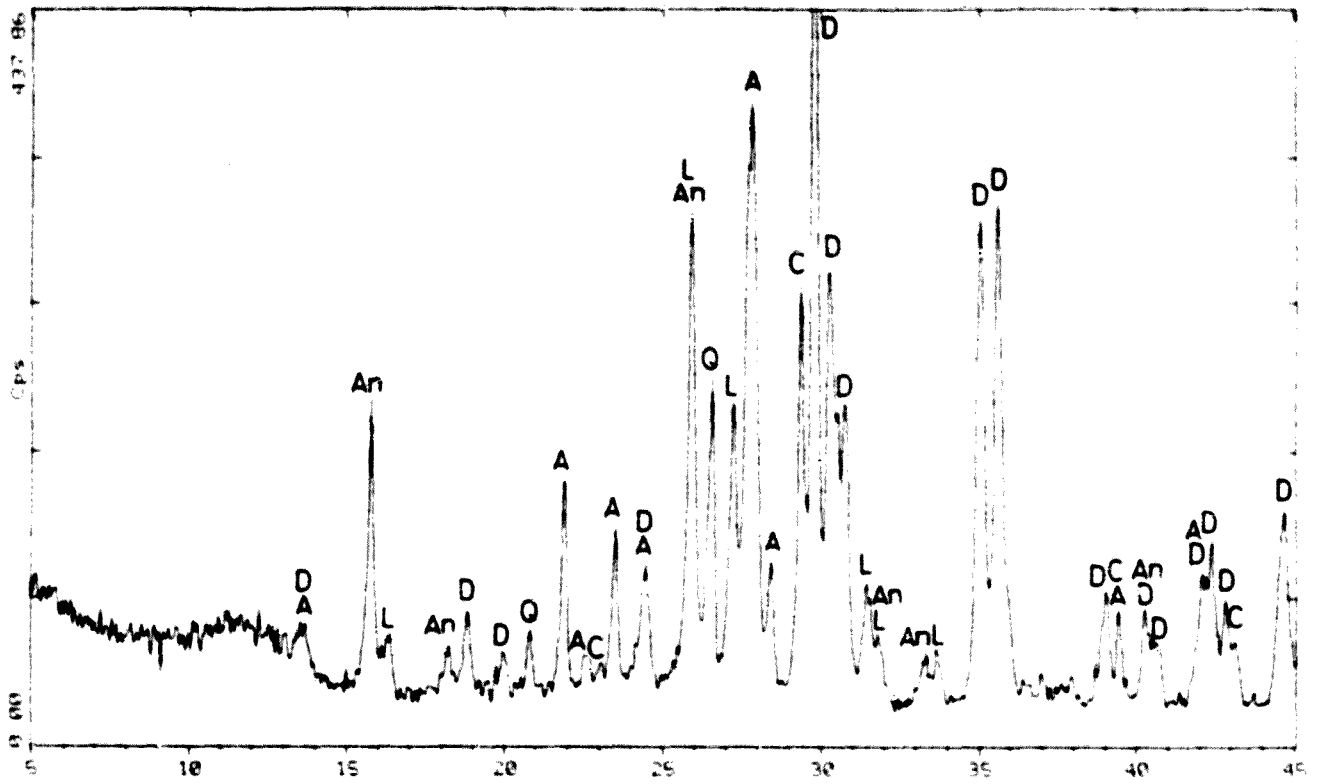
S-0044



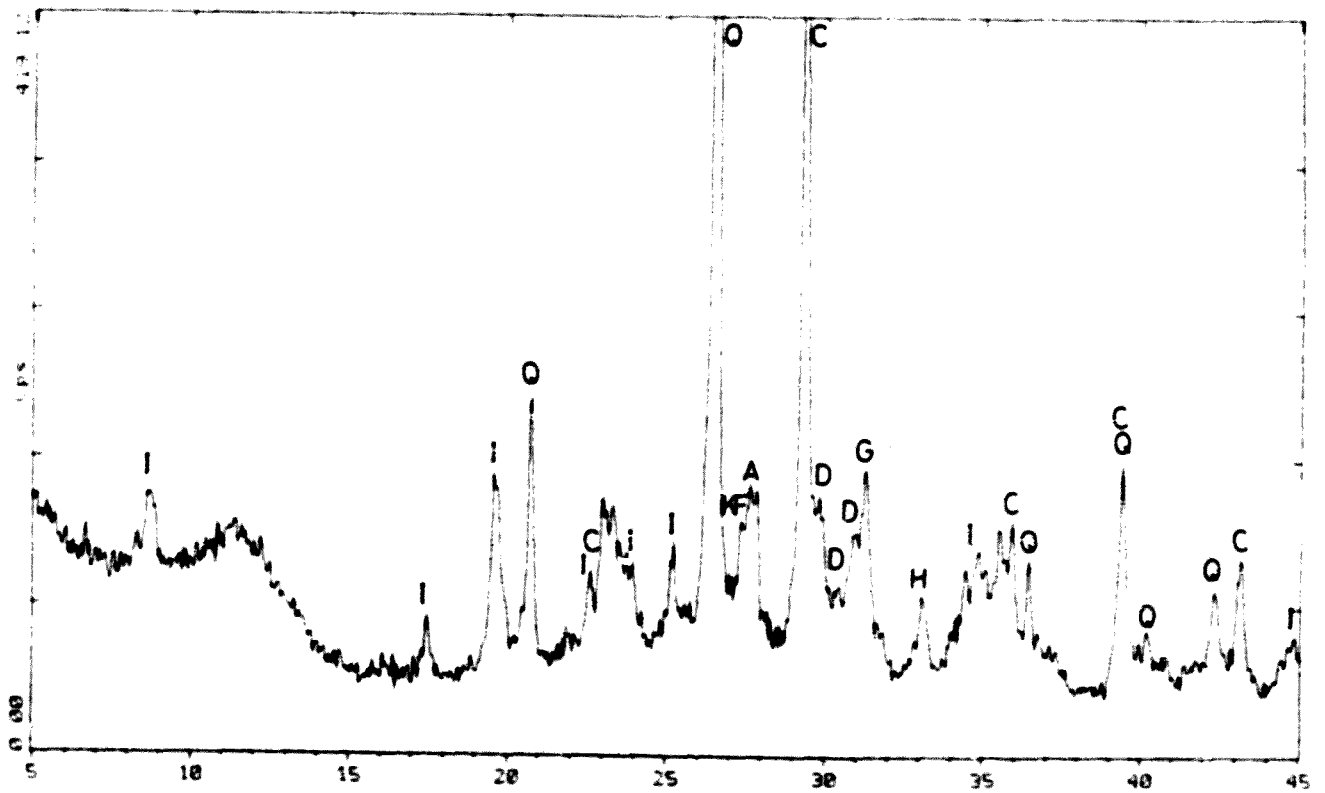
S-0045



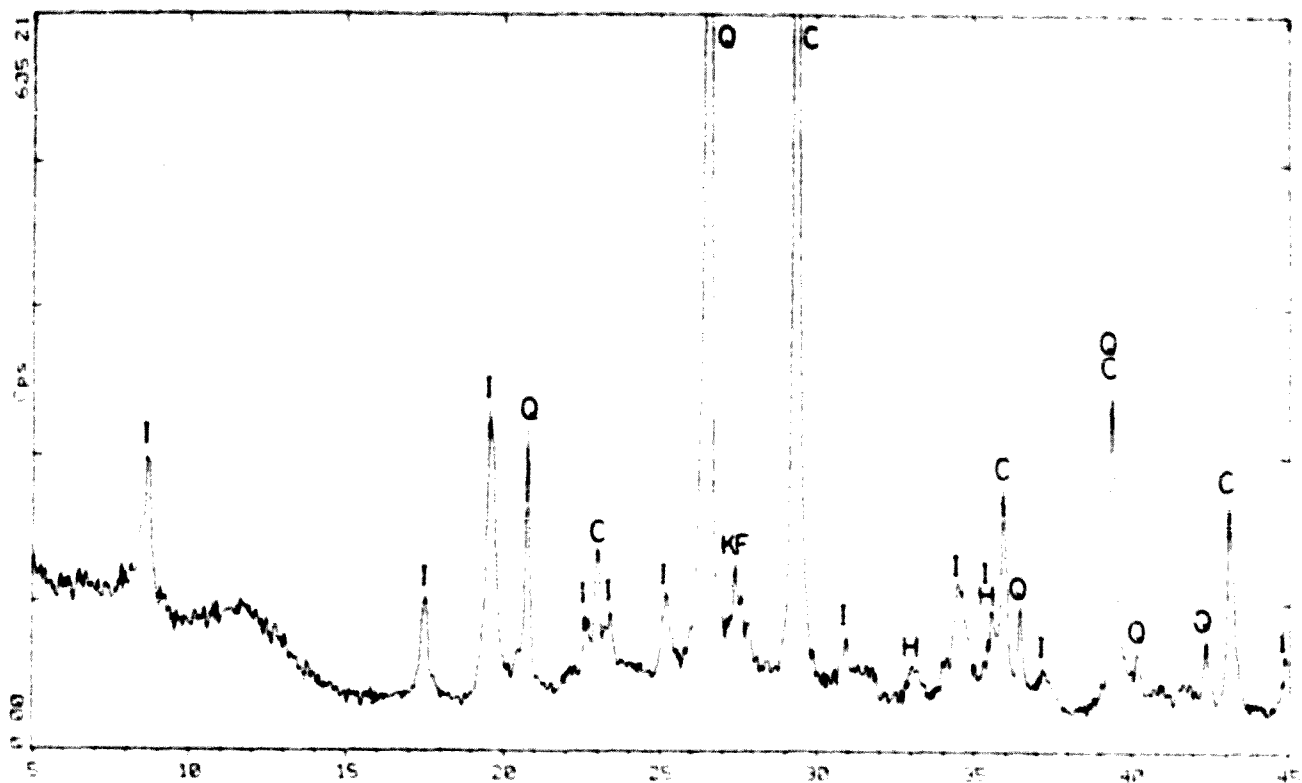
S-0046



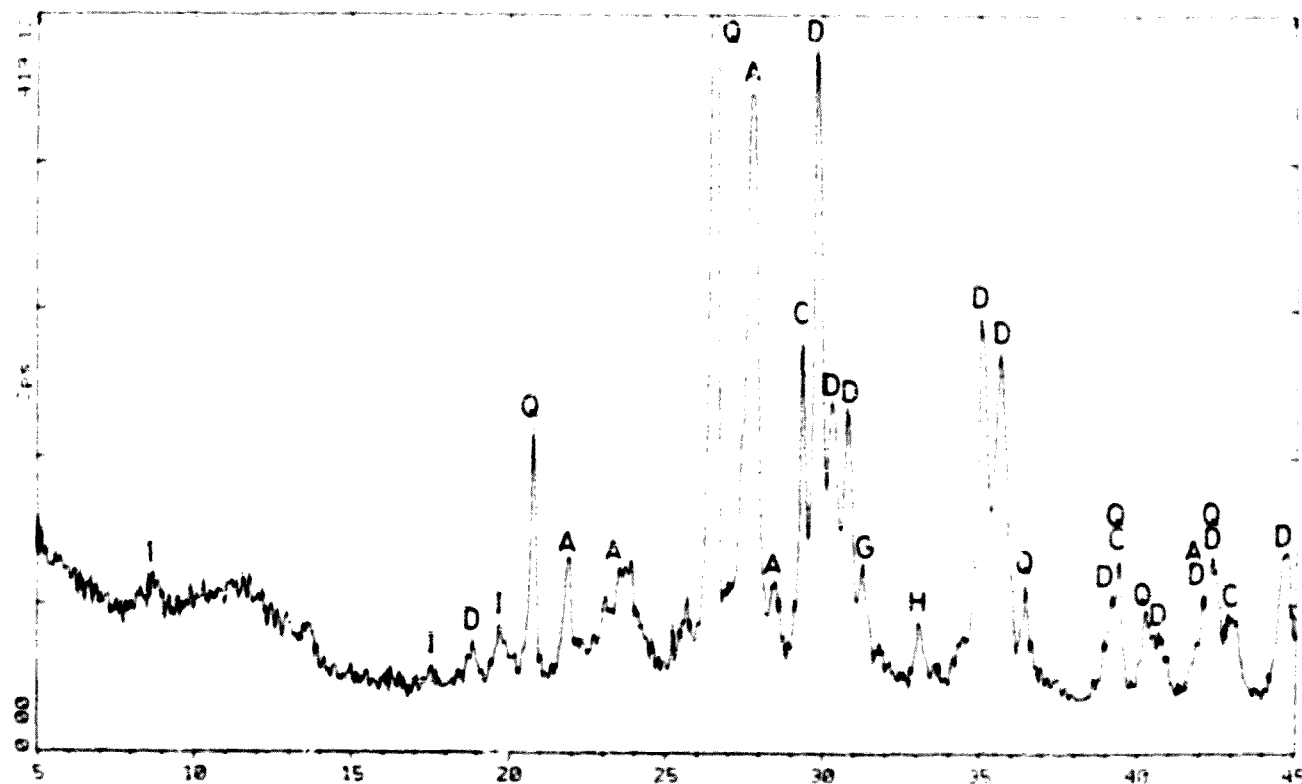
S-0047



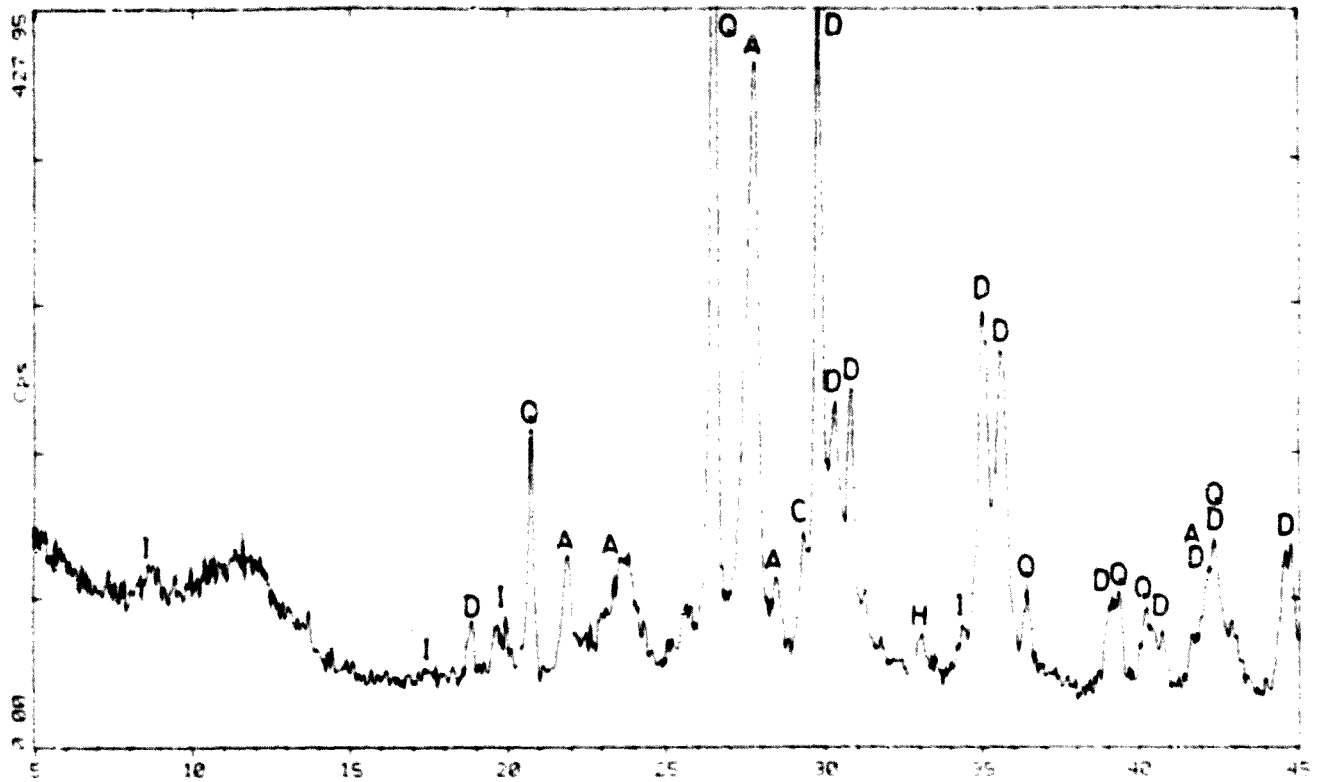
S-0048



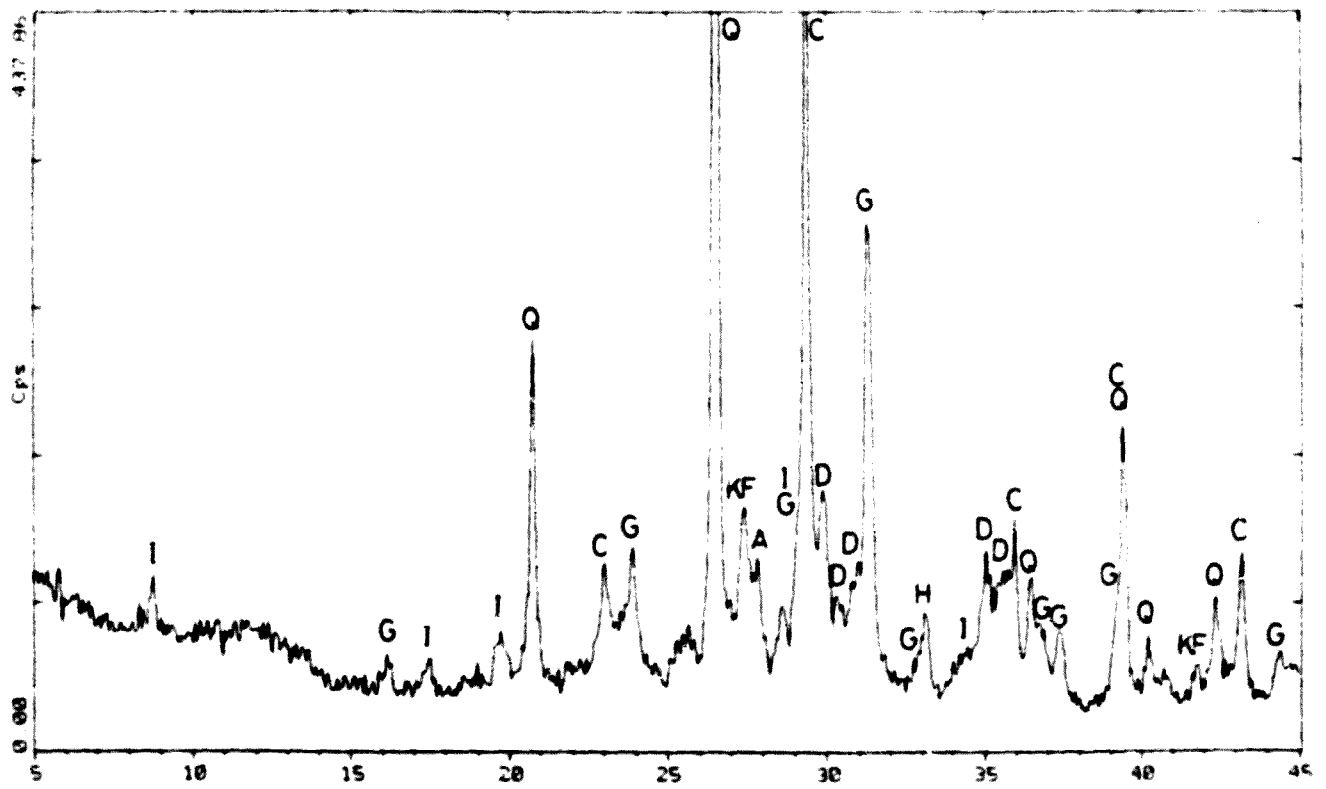
S-0049



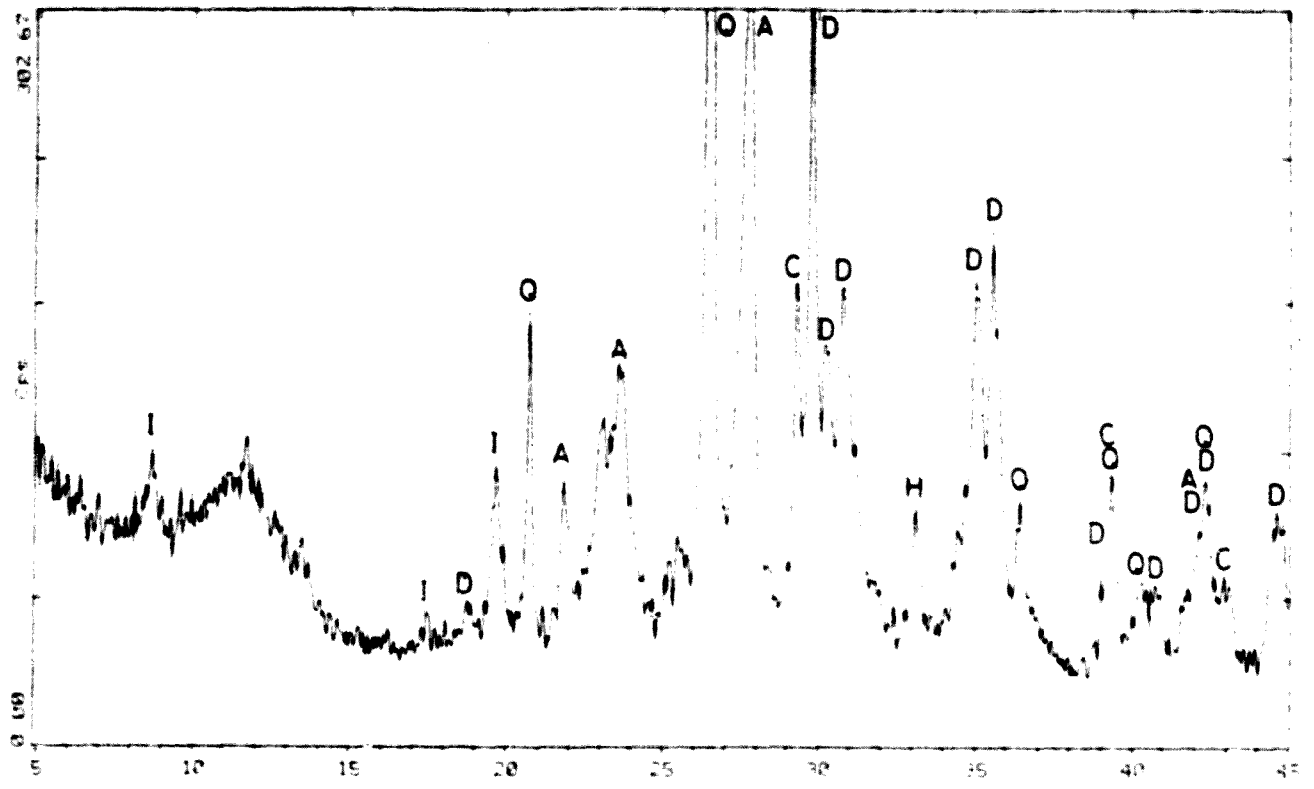
S-0050



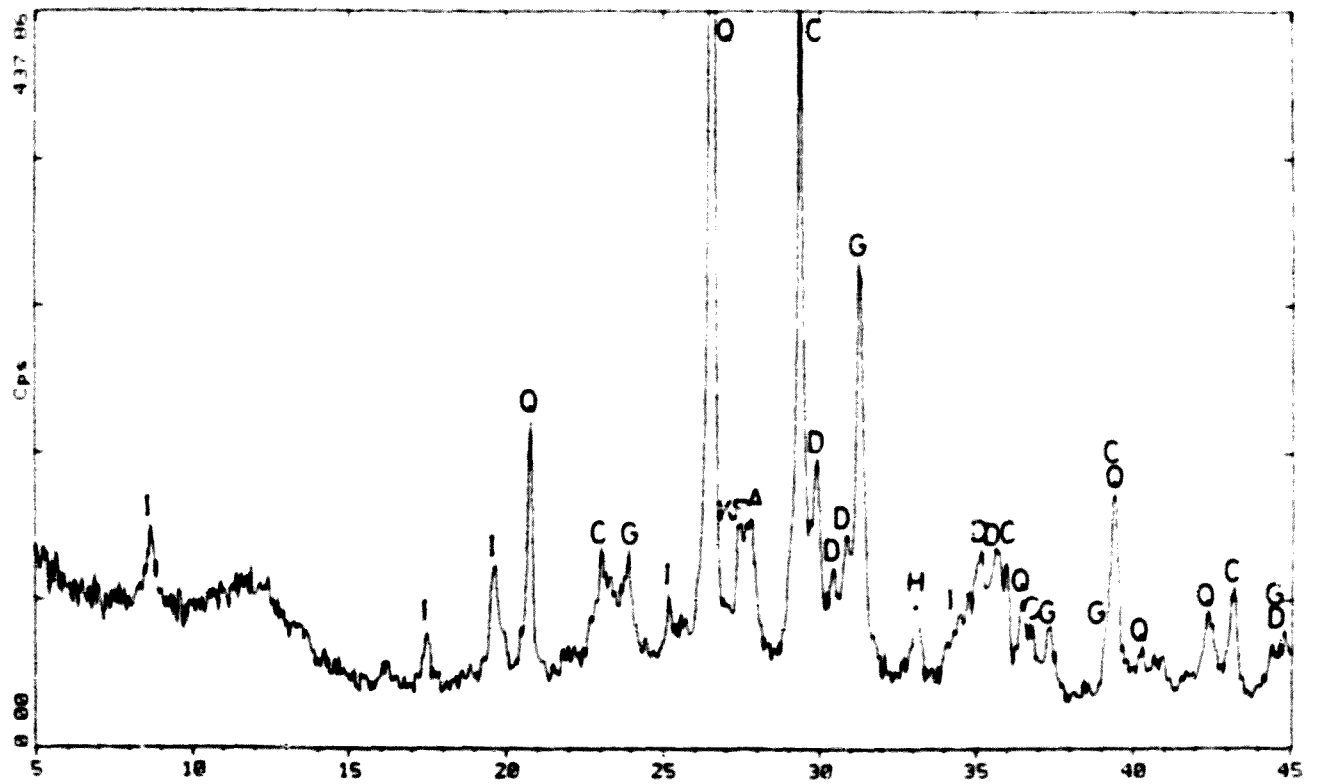
S-0052



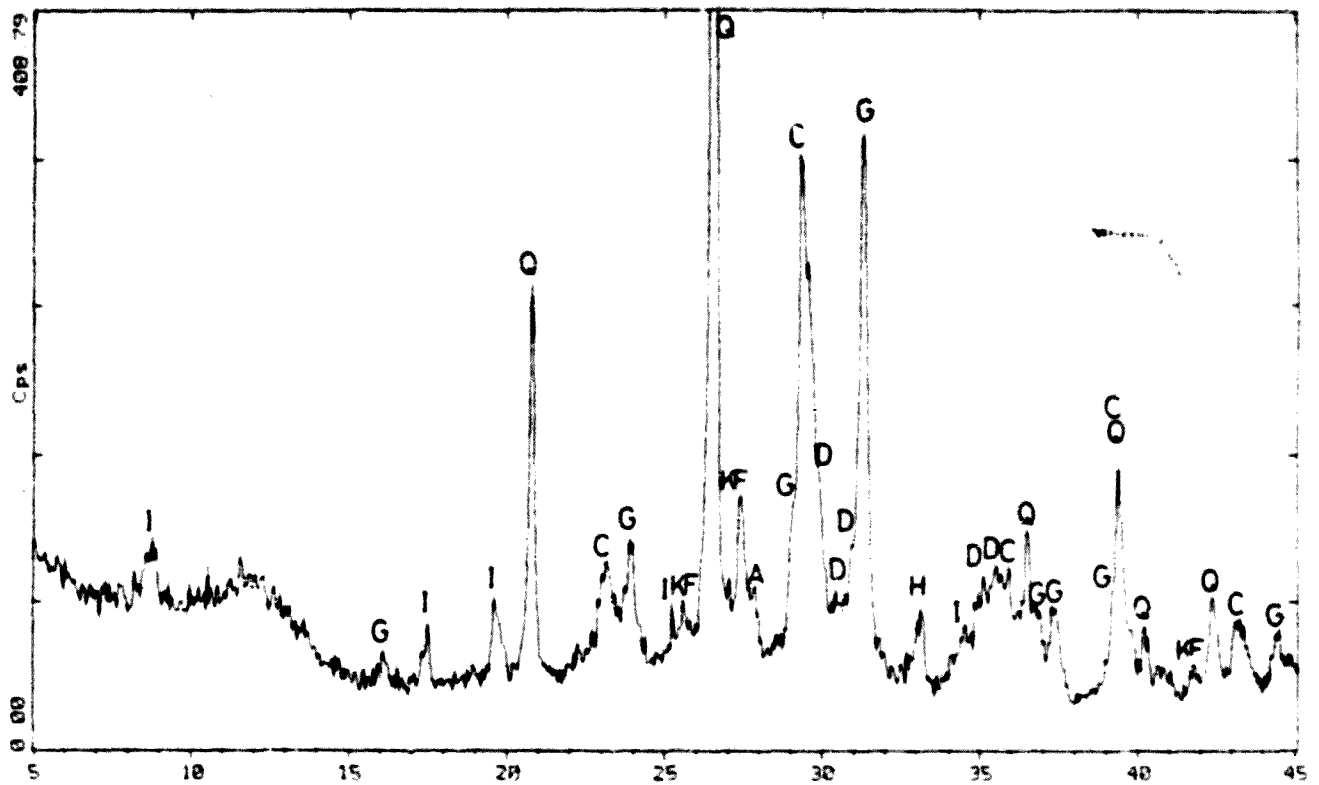
S-0053



S-0054



S-0055



S-0056