

# **SOLUCIÓN DE TIPO QUÍMICO CON CARÁCTER BÁSICO PARA LA LIMPIEZA DE CERÁMICA ARQUEOLÓGICA: PRIMEROS RESULTADOS**

**Carmelo Fernández Ibáñez**  
Museo Arqueológico de Palencia  
[carmelofdez@delfin.retecal.es](mailto:carmelofdez@delfin.retecal.es)  
**Jacinta García Talegón**  
Dpto. Geología. Universidad de Salamanca  
[talegon@usal.es](mailto:talegon@usal.es)  
**Adolfo C. Iñigo Iñigo**  
I.R.N.A.S.A. (CSIC). Salamanca  
[adolfo@usal.es](mailto:adolfo@usal.es)

## **I.- PRELIMINAR**

Todos los temas que de una u otra manera forman parte del cada vez más complejo mundo de la Conservación-Restauración, y tal vez debido a la juventud de esta como disciplina, suponen hoy por hoy un gran campo de investigación, estudio y reflexión. Pero en modo alguno debe tratarse solo y exclusivamente de temas novedosos. Hay otros, como es la pléyade de tratamientos o parte de ellos que aún o no hemos comprendido, no hemos podido o sabido desarrollar, o bien, todavía no han sido rentabilizadas todas las ventajas que de ellos es posible obtener. Y justamente a partir de estas revisiones es posible inferir nuevos temas factibles de ser investigados. Precisamente a partir de este punto de vista ha sido desde el que hemos abordado nuestro trabajo, un tratamiento efectivo olvidado en su origen y aún más en su conocimiento en profundidad: comprensión, diversificación, incidencia y resultados.

## **II.- EL INICIO DE LA INVESTIGACION**

La necesidad de aplicar un tratamiento que resultase efectivo a un recipiente cerámico que presentaba manchas y concreciones de tipo desconocido, después de haber probado un sin fin de métodos nos hizo aplicar, modificar levemente y probar con éxito una positiva experiencia publicada hace treinta y cuatro años. La citada publicación se refería a un trabajo firmado por Bethume M. Gibson, del Laboratorio de Conservación del Museo Nacional de Historia Natural de Washintong (USA), y que ha pasado -aparentemente-desapercibida (Gibson, 1971). A este investigador se le presentó el problema de la eliminación de ciertas sustancias blancuzcas de entre 1-2 mm de espesor y extrema dureza, junto a otros focos de color negro formados sobre una cerámica vidriada antigua, de tipo griego o etrusco cuya superficie y pasta resultaban ser más blandas. Ambas sustancias eran en principio de origen, composición y por lo tanto clasificación totalmente desconocidas. De forma diligente se realizaron los pertinentes análisis cuyo resultado fue que la citada concreción blanca se trataba de un silicato hidratado de Aluminio,

Sodio y Calcio conocido con el nombre de *Chabacita* ( $\text{Ca}_6\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 4\text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$ ); los núcleos negruzcos resultaron ser hongos y por lo tanto fueron tratados de forma diferente.

Tras la aplicación de ácido clorhídrico con nulos resultados, se decidió este autor por un agente quelante del cual tenía noticia que había sido utilizado con éxito a nivel industrial para descomponer concreciones de tipo marino, disociando los iones metálicos presentes en su composición. Comenzó entonces un proceso de experimentación confeccionando soluciones en agua a base de Hidróxido sódico, Verseno 100/Versenex 80/Versenol 120 (sales tetrasódicas del ácido Etilendiaminotetracético) y Trietanolamina en diferentes proporciones, tiempos de inmersión, y aplicando el tratamiento en caliente (54-77°C) y en frío sobre diferentes fragmentos de cerámica que presentaban la concreción antedicha.

Los mejores resultados en la eliminación de las concreciones de chabacita se obtuvieron mediante una solución compuesta por un 4% de sal tetrasódica, 5% de Hidróxido sódico y un 2% de Tietanolamina, durante un lapso temporal de entre 10-15 minutos a 77° C. Los objetos se sumergían en la disolución habiéndolo hecho previamente en agua para que saturase los poros y de esta manera estuviese protegida el % de materia interior más inaccesible, y controlar mejor el tratamiento. Concluye el autor que se trata de una solución que mejora el aspecto de la cerámica, pero que su manejo deberá hacerse con precaución. Teniendo presente que la aplicación debería ser hecha exclusivamente sobre cerámica no alterada y sin decoración pictórica posterior a la cocción.

### **III.- DESARROLLO DE LA NUEVA EXPERIENCIA**

Partiendo de aquellos productos y las concentraciones vistas hemos actualizado de alguna forma la solución de limpieza a partir de los productos de nuestro mercado. Además de haber experimentado con ella un espectro de diferentes problemáticas sobre un variado número de objetos cerámicos de diferentes épocas. Siempre y cuando nos fue posible, en función de un espectro de investigación preestablecido. A partir de ello, hemos obtenido diferentes resultados, comprobando que la solución resultaba eficaz para eliminar un variado número de elementos deposicionales sobre ciertos tipos de cerámica antigua ajenos a ella, aunque es totalmente desaconsejada para otros.

#### **III.1. El E.D.T.A. y sus aplicaciones**

Se conocen como agentes secuestrantes (también pueden citarse como complejantes o complexonas) a aquellos elementos químicos que se encuentran formados por moléculas polares con fuertes cargas negativas, que mediante uniones electrostáticas atraen (secuestran) a iones metálicos positivos rodeándolos y formando complejos solubles. Como cada una de estas moléculas secuestrantes posee al menos dos zonas donde puede realizarse esta unión, se habla de un “quelato” (pinza). Dichas uniones son muy estables y es lo que garantiza su

efectividad. El pH tiene gran importancia ya que modifica las propiedades de estos agentes químicos. El medio ácido bloquea la formación de quelatos, mientras que el básico resulta todo lo contrario y de ahí la presencia del Na en la solución. Quizás uno de los agentes mayormente utilizados sea el E.D.T.A. (Bertholon y Relier, 1990: 201), abreviatura inglesa del ácido etilendiaminotetracético, quelador de muchos cationes metálicos pero que resulta parcialmente soluble. Sus sales pueden ser mono-, di-, tri- o tetrasódicas, y cuantos más átomos contenga más soluble resulta y mayor será su pH.

De ahí que en conservación sean estas sales, y más en concreto la tetrasódica, la que se ha venido mayoritariamente utilizando. Esta sal de E.D.T.A. ha sido empleada fundamentalmente para desconcrecionar costras de carbonato tanto en cerámica arqueológica procedente del medio marino (Fernández Ibáñez, 2003: 319), como y sobre todo de pintura mural y piedra constituyendo parte fundamental en la llamada pappetta AB-57 (Lazzarini; Lauirenzei, 1986: 135-136). Aunque también para la eliminación de manchas ferruginosas sobre cerámica (Berducou, 1990: 102-103). Las complexonas son conocidas desde 1936 del pasado siglo XX denominándose *tritones* en Alemania y *celones* en Francia, teniendo aplicaciones en agricultura, química, medicina y biología (Bermejo Martínez, 1955).

### **III.2. Protocolo de actuación**

Partiendo de las concentraciones de Gibson hemos conformado una solución compuesta por un 2-4% de Sal Tetrasódica de E.D.T.A. <sup>(1)</sup> en lugar de Verseno, 5% de Hidróxido de Sodio y una pequeña cantidad de tensoactivo neutro (Teepol en lugar de Trietanolamina). La misión de este último es reducir la tensión superficial del agua en la superficie de los objetos y que por lo tanto nuestro líquido de limpieza percole mejor y más en profundidad. Lógicamente el pH adquiere el valor 14, que no varía a lo largo del tiempo que lo utilizamos. Antes de sumergir los fragmentos (o el recipiente más o menos completo) en la solución, será conveniente haberlos lavado previamente: con agua, detergente neutro y si es posible ultrasonidos. De esta manera habremos eliminado aquellas materias que no se encuentran encostradas en las superficies, y así dejar actuar los productos químicos sobre aquellas otras de más interés para nosotros por su mayor dificultad de disolución. Una vez haya finalizado el tiempo requerido y que a continuación comentaremos es imprescindible una eficaz neutralización, que también recomendaba Gibson. Nosotros la llevamos a cabo sumergiendo los objetos en agua desionizada levemente acidulada ( $\pm 2\%$ ).

Su aplicación puede ser en frío o en caliente. Aumentando la temperatura entre los 50° C – 70° C es factible los procesos que luego veremos se vean acelerados, pero también cierto tipo de alteraciones. Hemos obtenido siempre buenos resultados con el tratamiento sin calor, donde incluso repitiendo los lavados las limpiezas resultan mucho más controladas. Los tiempos de limpieza suelen variar en función de la composición de la o las materia/s a

disgregar y el grado de adherencia de ésta/s a la superficie de la cerámica. Una acción prudente es hacer controles sobre la acción del producto, por ejemplo cada quince minutos. Por nuestra parte y de forma experimental hemos empleado normalmente tiempos de inmersión entre 1 y 5 horas, e inclusive más, no habiendo percibido diferencia alguna. La disolución comentada puede almacenarse (conviene filtrarla) y ser reutilizada bastantes veces, pero al cabo del tiempo hemos comprobado que se pierde eficacia, por lo cual será necesario reemplazarla. Aunque no obstante suele cundir bastante.

Gibson con posterioridad a su propuesta de tratamiento no observó (o no dejó constancia) de alteración alguna en la masa ni en la superficie de la cerámica, y ahí concluyó su investigación. No habla de reacciones secundarias o tratamientos posteriores de tipo preventivo o curativo. Ahí es donde también nosotros retomamos su investigación. De tal manera que observamos desde un primer momento la absoluta necesidad de una neutralización más eficiente, así como de una eliminación más profunda de los productos químicos empleados, máxime si éstos son de tipo salino. Para ello y como es aconsejable en cualquier tratamiento de cerámica, la limpieza de los objetos se debe de realizar como paso previo a la desalación (Fernández Ibáñez, 2003: 311-318), de tal manera que ejecutemos con eficacia tres fases en profundidad de una sola vez: neutralización, desalación y aclarado. Ya desde el primer objeto que desalamos tras haber empleado esta solución de limpieza, observamos que al poco tiempo de ser introducido en agua desionizada para su inmediata desalación, ésta comenzaba cada vez con mayor intensidad a teñirse de una coloración marronácea muy oscura que tiende a decantarse, y que a las veinticuatro horas se transforma en negra habiéndola teñido por completo.

Si procedemos a su cambio cada 24 h. habiendo cepillado previamente continente y contenido, observamos que la cantidad de producto tiznante se va reduciendo día a día hasta llegar a su completa desaparición, aproximadamente al cabo de 8-10 días. Aunque la variación real, se encuentra en función de la porosidad de los objetos tratados, su cantidad y el tiempo de inmersión. Se trata de sales solubles procedentes tanto -y sobre todo- de los productos químicos empleados como de los que las piezas puedan contener tanto del enterramiento como del almacenamiento prolongado (Fernández Ibáñez, 1998: 39-40), por lo cual el pHmetro y el conductímetro nos serán de utilidad. Una vez los objetos se encuentran desalados no se ha percibido efecto secundario alguno al cabo del tiempo, por lo cual se puede asegurar que se encuentran estabilizados. Hemos conseguido solamente una cierta reducción en el tiempo de esta fase del tratamiento, si se calienta el agua y aumenta el número de cambios en el baño.

### **III.3. El espectro de limpieza y desconcreción**

La solución que estamos analizando resulta de una gran eficacia según las pruebas que durante años venimos realizando en decenas de

recipientes y fragmentos, sobre toda una serie de productos ajenos a la constitución de la propia cerámica de la antigüedad. En primer lugar y como ya señaló C.Pearson (1984: 111-112) la sal tetrasódica de E.D.T.A. resulta un eficaz y recomendable sustituto del ácido tradicional para la disolución de las costras de carbonato de calcio, aunque el tiempo de exposición a aquel producto deberá ser mayor que con este. Hodges (1993: 155) señala que la presión del dióxido de carbono generado por la disolución del carbonato a partir de un ataque ácido así como la violencia de la efervescencia consecuente, descompone la masa cerámica. Los agentes quelantes tales como el Hexametafostato de sodio han resultado muy eficaces limpiadores de todo tipo de productos adheridos a la pasta de la cerámica arqueológica (Fernández Ibáñez, 1998: 40; Pearson, 1984: 112) <sup>(2)</sup> o bien porcelana (Buys; Oakley, 1998: 91).

Y por lo tanto la solución aquí analizada también puede utilizarse como eficaz producto limpiador (Figuras 1 – 2), que en modo alguno deberá ser empleado de forma indiscriminada. Para la eliminación de productos, tanto de tipo orgánico como inorgánico procedentes del enterramiento o bien de proveniencia post-deposicional. El agente secuestrante produce su efecto sobre los elementos metálicos, mientras que la sosa que le proporciona la base alcalina para su actuación, barre cualquier componente orgánico como grasas, etc... Particularmente eficaz se comporta sobre manchas y adherencias de muy diferente tipo, buen número de ellas con carácter desconocido, y que solo una utópica batería de análisis individuales diarios permitiría determinar sus características. Bien es verdad que su total eliminación de manera efectiva en la mayor parte de los casos resultaba imposible. Como ejemplo pondremos, los duros y multicolores líquenes que suelen desarrollarse sobre el material expuesto al aire libre durante decenios en un determinado yacimiento arqueológico, e incluso las coloraciones negruzcas que cubren los objetos cerámicos. Si el recipiente o fragmento a tratar tiene pintura, esta no se ve afectada si previamente a ser sumergido en la disolución, cubrimos los motivos pintados mediante una película de Paraloid B-72 al 5-8% en disolventes tales como Tolueno o Acetona (Figuras – 3 y 4). Hemos comprobado dicha inalterabilidad después de varias horas de inmersión.

#### **IV.- COMPROBACIÓN ANALÍTICA DE ALTERABILIDAD**

Una vez probada la eficacia macroscópica del producto en la cerámica antigua solo restaba analizar su incidencia sobre la materia a nivel microscópico. Si su incidencia era nula o si de alguna manera la afectaba, y de esta forma validar o no su utilización. La posibilidad de disolución de ciertos componentes de la masa cerámica en función de los elementos secuestrados, suponía en principio y a nivel teórico un riesgo evidente. La disolución de componentes de pastas y vidriados, sobre todo de la fracción calcárea, era una de las propuestas (Berducou, 1990: 101-102). Para nosotros de particular interés, pues la mayor parte de nuestras últimas experiencias se habían realizado sobre

un tipo de cerámica antigua clasificada dentro de las calcáreas como era la Terra Sigillata romana (Heimann; Maggetti, 1981).

Para comprobar todo ello en primer lugar hemos partido de un fragmento<sup>(3)</sup> que seccionamos en tres partes más o menos del mismo tamaño, numerándolas. La primera suponía la muestra de referencia sobre el estado primigenio de la materia, por lo tanto permaneció inalterada. La segunda y tercera muestras permanecieron sumergidas en la disolución compuesta por un 4% de NaOH y un 5% de EDTA tetrasódica durante un lapso temporal cifrado en diecisiete horas, al cabo de las cuales tan solo la segunda muestra fue sometida a un proceso de desalación durante varios días en un gran recipiente para asegurar su total limpieza. Finalmente ambas secaron durante varias horas en estufa de aireación forzada a 110° C. Seguidamente se realizó de cada una de ellas un estudio por Microscopía Electrónica de Barrido con sistema de microanálisis elemental análisis por EDAX<sup>(4)</sup> e imágenes digitales de los distintos puntos de las muestras analizadas (Figuras 5 – 6). En cada una de las muestras se han llevado a cabo análisis puntuales de la superficie vidriada<sup>(5)</sup> y la pasta constituyente, dando como resultado los porcentajes que se detallan en la siguiente tabla:

	LUGAR ANALIZADO	Al %	Si %	Ca %	K %	Fe %	Na %	Mg %	Ti %
MUESTRA N°1 (sin tratar)	Vidriado	22.00	44.80	3.46	15.57	14.16	-	-	-
	Pasta	13.22	40.13	35.93	2.13	8.58	-	-	-
MUESTRA N°2 (limpia y desalada)	Vidriado	25.19	44.11	2.06	15.22	12.82	-	-	-
	Pasta	15.46	56.92	1.38	26.25	-	-	-	-
MUESTRA N°3 (limpia y sin desalar)	Vidriado	24.23	41.53	2.36	15.64	15.50	-	-	0.74
	Pasta	14.22	51.39	19.47	2.67	5.30	4.53	2.43	-

Estos resultados se complementan con los aportados por el análisis químico realizado mediante Espectrometría ICP de Masas también sobre las tres muestras anteriormente vistas, en el Servicio General de Análisis Químico Aplicado de la Universidad de Salamanca, y proporcionando el siguiente resultado:

	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	MgO %	CaO %	NaO <sub>2</sub> %	K <sub>2</sub> O %	TiO <sub>2</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>2</sub> %	M.V. %
MUESTRA N°1	55.83	18.09	6.10	0.06	2.46	9.24	0.28	3.74	0.58	0.15	<b>2.09</b>
MUESTRA N°2	56.46	18.53	5.96	0.06	2.53	8.94	0.43	3.65	0.59	0.12	<b>2.97</b>
MUESTRA N°3	54.50	18.36	6.13	0.06	2.57	8.74	1.17	3.66	0.56	0.13	<b>2.98</b>

Finalmente en el Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario (I.T.A.G.R.A.) de Palencia, se realizaron dos analíticas de cinco elementos diferentes de muestras obtenidas de la solución de limpieza y desconcreción que aquí exponemos. La llamada Muestra N°1 es el producto resultante después de haber tratado en él un número de fragmentos de Terra Sigillata Romana, en torno a las cien unidades. Con el contenido de la Muestra N°2 solamente tratamos una docena. El resultado fue el siguiente:

	Ca (ppm)	Mg (ppm)	K (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)
<b>MUESTRA N°1</b>	170.5	7	116.5	0.56	2.28
<b>MUESTRA N°2</b>	89	2.5	63	0.26	1.05

Como conclusión y con intención de contar con datos comparativos, realizamos una última analítica de una muestra correspondiente a un líquido, compuesto única y exclusivamente por NaOH al 5% en agua desionizada, en la cual incluimos varios fragmentos del mismo tipo de cerámica romana visto hasta ahora.

Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	K (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)
1.10	0.08	242.5	0.37	1.60

## V.- CONCLUSION PROVISIONAL Y DISCUSION

Nos encontramos ante una solución de limpieza y desconcreción de evidente interés (Figuras 1 – 4) cuyos resultados venimos ensayando hace aproximadamente una quincena de años. Actúa provocando una reacción de descomposición, disolviendo concreciones y manchas por medio de eliminar ciertos componentes de aquellas. Resulta particularmente útil para con la cerámica antigua que incluso si se encuentra decorada con pintura que previamente haya sido protegida de forma convencional. El tratamiento es particularmente efectivo sobre las manufacturas cocidas en atmósferas oxidantes, preferentemente a partir de 1000° C cuyas pastas presentan coloraciones anaranjadas, grises, ocre... De textura fina con planos de rotura casi vítreos en muchas ocasiones como pueda ser el caso de la cerámica griega, romana, medieval... y posterior en el tiempo, en las cuales las técnicas de manufactura y sobretodo de cochura iban perfeccionándose y daban como resultado masas compactas. Supone además un mejor conocimiento de las sales del ácido etilendiamonotetracético y su incidencia, cuando entra a formar parte como tratamiento de conservación de Bienes Culturales de tipo arqueológico.

Analizado los resultados de las analíticas anteriormente expuestas, se desprende que las diferenciaciones cuantificables de los elementos constitutivos apenas sufren variaciones entre los fragmentos antes y después del tratamiento de limpieza y desconcreción. Así lo apreciamos en los análisis de Espectroscopia ICP de Masas donde apenas hay mermas dignas de consideración. Se rastrean pérdidas de

Ca, Fe y K mayoritariamente en torno al 1% en el primer componente, aunque de manera única, pues en el resto de componentes es cuestión de decimales. Por supuesto algo despreciable desde cualquier punto de vista material, ético o histórico. Ya que la variación porcentual de los componentes vistos y que aportan, por ejemplo, otros análisis de Terra Sigillata procedentes de un área geográfica diferente como pueda ser el N.E. de la Península Ibérica, indican, que las cantidades de un fragmento a otro respecto de mismo elemento puede llegar a ser un guarismo mucho mayor que el visto para la disolución, tras la utilización de la solución de limpieza aquí vista (Bruxeda i Garrigós; Campillo i Quintana, 2000-01: Tabla 2).

En cuanto a los microanálisis realizados con el microscopio electrónico de barrido también son el Ca, K y Fe los elementos de las pastas más susceptibles disolución y los que más varían de una muestra a otra. Pero en ciertos casos de ambas analíticas esta variación quizás debería interpretarse más como una composición natural de tipo diferencial que como una disolución. Así, el resultado tan reducido del Ca en la Muestra N°2 con respecto a las otras. O la cantidad tan reducida de K de las Muestras N°s 1 y 3 con relación a la cantidad proporcionalmente tan elevada que aporta la N°2, etc.... En sentido contrario el aparente enriquecimiento de un elemento entre una muestra y otra en donde debería corresponder a una pérdida, sería una muestra más de lo que venimos diciendo.

Los análisis realizados en el líquido de limpieza E.D.T.A + NaOH ponen en evidencia una serie de elementos disueltos, cuya presencia según demuestra la otra analítica de solo NaOH deben estar presentes al exterior de la superficie cerámica, y que lo más factible es que se correspondan mayoritariamente con el ecosistema deposicional del enterramiento en donde las cerámicas se encontraban. O incluso donde (o en contacto con lo que) estuvieron almacenadas durante decenios, cuando así hubiese ocurrido. En el caso de nuestras muestras así ha sido.

Pero el tratamiento cuenta con sus lógicas limitaciones, ya que este nunca debería ser empleado sobre cerámica que tiznase la piel al simple roce. Este tipo de alteración es muy característico en aquellas masas que en algún momento han perdido por disolución algún componente que ejerce la función de ligante / cimentante (Fernández Ibáñez, 1988). La desprotección que presentan estas pastas debido a su alta porosidad, hacen incrementar la alteración. Producciones de tipo celtibérico, romano en terra sigillata o ibérico son tres ejemplos de diferentes tipos donde hemos podido observar el modo de alteración que describimos. Tampoco es recomendable en cerámica prehistórica o protohistórica cocida a baja temperatura (menos de 1000° C) como la que caracteriza a poblaciones de la prehistoria reciente y Edad del Hierro del Norte de la Península Ibérica. El tipo de estructura friable allí es conocido como “acorchado” debido a la semejanza con sus características formales (Olaetxea, 1995). La disolución va lógicamente en aumento y por lo tanto la alteración consecuente. Hemos comprobado asimismo que la película de bruñido que se obtiene tras el pulido en “dureza de cuero”, desaparece quedando una

superficie opaca y ligeramente áspera tras la inmersión prolongada en esta disolución, por compacta que sea la masa de aquella primitiva cerámica.

## NOTAS

(1) Escogida a partir de las recomendaciones de C.Pearson (1984: 111-112; 1987; 254) quien recomienda la sal tetrasódica para la eliminación de las concreciones marinas. Nuestras pruebas no han obtenido un resultado diferente empleando una sal disódica.

(2) Producto que ha resultado muy útil para la disgregación de sedimentos durante las campañas de excavación arqueológica con el fin de recuperar residuos de tipo orgánico (Crowe, 1985: 66-67).

(3) Hemos de agradecer a D. Javier Pérez Rodríguez, director del Museo de Palencia, la amabilidad y el interés sobre nuestro trabajo, además de habernos cedido material de análisis.

(4) Se utilizó un Microscopio Electrónico de Barrido ZEISS DMS 940 con sistema de microanálisis elemental por EDX (Z II de Tracor Northem), del Servicio General de Microscopía Electrónica de la Universidad de Salamanca.

(5) Se utilizó la Espectrometría ICP de Masas VG TS-250, en el Servicio General de Análisis Químico Aplicado de la Universidad de Salamanca.

La superficie de la Terra Sigillata romana no se considera un verdadero vidrio, si no más bien un vidrio en formación, vitrificación incipiente o pseudo-vidriado, por lo que se le ha denominado “engobe sinterizado”, así como la de las cerámicas griegas y campanienses (Alarçao, 1991: 11, nota 9). Se puede entender por sinterización, la fusión de partículas de un elemento determinado ente los 700°-800° C.

## BIBLIOGRAFIA

ALARÇAO, A. (1991): “Técnicas de recolha dos vestígios arqueológicos”, *Paleoecolôgia e Arqueologia II*, Vila Nova de Famalicão, 1-11.

BERMEJO MARTÍNEZ, F. (1955): “Las complexonas y sus aplicaciones industriales”, *Boletín de la Universidad Compostelana* 63, Santiago, 11-40.

BERDUCU, M. (1990): “La céramique archéologique”, *La Conservation en Archéologie* (M.C.Berducu ed.), Paris, 78-119.

BERTHOLON, R.; RELIER, C. (1990): “Les métaux archéologiques”, *La Conservation en Archéologie* (M.C.Berducu ed.), Paris, 162-221.

BRUXEDA I GARRIGÓS, F.; CAMPILLO I QUINTANA, J. (2000-01): “Identificació arqueològica de noves produccions de Terra Sigillata Hispànica a l'àrea dels pirineus catalans”, *Pyrenae* 31-32, Barcelona, 113-131.

BUYS, S.; OAKLEY, V. (1998): *Conservation and restoration of ceramics*, London (3ª edc.).

CROWE, W. (1985): “Técnicas de recuperación integral de los datos obtenidos en los sedimentos de yacimientos prehistóricos”, *Excavaciones en la Cueva del Juyo*, Centro de Investigación y Museo de Altamira, Madrid, 63-74.

FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, C. (1988): “Primeros datos acerca de los problemas de conservación planteados por la T.S.H. de Julióbriga (Cantabria). Causas y efectos”, *Pátina* 3, Madrid, 38-40.

- FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, C. (1998): “Algunhas observacións sobre conservación e restauración de cerámica arqueolóxica en Galicia”, *Labris* 1, Pontevedra, 38-46.
- FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, C. (2003): “Las sales y su incidencia en la conservación de la cerámica arqueológica”, *La Conservación del Material Arqueológico Subacuático* (C.Fernández Ibáñez y R.Palacio).
- HEIMANN, R. B.; MAGGETTI, M. (1981): “Experiment s on simulated burial of calcareous terra sigillata (mineralogical change). Preliminary results”, *Scientific Studies in Ancien Ceramics, British Museum Ocasional Paper* 19, London, 163-177.
- RAMOS EDS., *Monte Buciero* 9, Santoña, 288-308.
- GIBSON, B. M. (1971): “Methods of removing white and black deposits from ancient pottery”, *Studies in Conservation* 16, London, 18-23.
- HODGES, H. W. M. (1993): “Tratamiento de conservación de la cerámica en el campo”, *Conservación Arqueológica In Situ*, México, 152-157.
- LAZZARINI, L.; LAURENZI, M. (1986): *Il restauro della pietra*, Padova.
- OLAETXEA, C. (1995): “La disolución de los desgrasantes de calcita en las cerámicas de los poblados de le Edad del Hierro en Guipúzcoa. Análisis petrográficos. Implicaciones en cuanto a su conservación”, *Estudios sobre Cerámica Antigua. Actes del Simposi sobre Ceràmica Antigua* (M.Vendrell-Saz et alii. eds.), Barcelona, 95-97.
- PEARSON, C. (1984): “La conservation du patrimoine subaquatique”, *La Sauvegarde du Patrimoine Subaquatique, Museos y Monumentos XI*, UNESCO, Paris, 79-136.
- PEARSON, C. (1987): “Conservation of ceramics, glas and stone”, *Conservation of Marine Archaeological Objects*, Oxford, 253-267.

## CURRICULUM VITAE

**Carmelo Fernández Ibáñez.** Restaurador-Conservador con especialidad en arqueología, desarrolla su trabajo en el Museo de Palencia desde 1996. Anteriormente lo fue durante diez años en el Museo de Ourense. Autor de numerosos trabajos de investigación y ediciones monográficas, su área de estudio se centra en la problemática de la cerámica y el metal arqueológicos.

**Jacinta García Talegón,** Doctora en Ciencias Geológicas y **Adolfo.C. Iñigo Iñigo,** Doctor en Ciencias Químicas y Doctor en Farmacia, son autores de numeras publicaciones y han participado en proyectos europeos, nacionales y regionales. Son miembros de la Unidad Asociada "Química del Estado Sólido", un grupo interdisciplinar de químicos, geólogos y estadísticos, que se constituyó en Julio 1996 entre el Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca (CSIC) y la Universidad de Salamanca. Su principal objetivo es la profundización en el conocimiento de la naturaleza, comportamiento, formas de empleo y conservación racional de los materiales pétreos empleados en construcción, ornamentación y

restauración de los bienes culturales, que constituyen el patrimonio histórico.

### **PIES DE FIGURAS**

**Figura 1:** Terra Sigillata Hispánica lisa. Plato antes de la limpieza y tratamiento.

**Figura 2:** Plato de la figura anterior después de la limpieza y tratamiento.

**Figura 3:** Fragmento de cerámica pintada medieval (Siglo X).

**Figura 4:** Fragmento pintado después de la limpieza

**Figura 5:** Imagen MEB de la superficie analizada de la Muestra N°3: 1.- Vidriado, 3.- Pasta cerámica..

**Figura 6:** Imagen MEB de la zona de la pasta cerámica analizada en la Muestra N°1.