



**LABORATORIO DEL IGME**

C/ LA CALERA, 1. 28760 –TRES CANTOS (MADRID) Tf. 91 7286166. FAX 91 7286150  
Correo electrónico: s.delbarrio@igme.es

Laboratorio de ensayo acreditado por ENAC con acreditación N° 62/LE169 "Aguas continentales"  
y N° 62/LE127 "Piedra natural".

Los ensayos marcados (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación

INFORME DE LABORATORIO N° 06/187-06	Hoja 1 de 10
Solicitante: Sr. D. Juan Menduïña Fernández. IGME Dirección: c/ Calera nº 1 28760 Tres Cantos  Correo electrónico: j.menduina@igme.es Teléfono: 91728 61 52 Fax: 91 728 61 50	
Fecha recepción: -----	Fecha/s de ensayo: del 13-12-2006 al 22-02-2007
Muestreo: a cargo del cliente	
Procedimiento/s de ensayo:  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la absorción de agua a presión atmosférica. UNE-EN 13755:2002. (PTE-ET-042 ED. 3)</li> <li>- Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la densidad aparente y la porosidad abierta. UNE-EN 1936:1999. (PTE-ET-041 ED.4)</li> <li>- Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la cristalización de sales. UNE-EN 12370:1999. (PTE-ET-057 ED. 0)(*)</li> </ul>	
Observaciones:	
Los resultados expuestos afectan en exclusiva a las muestras sometidas a ensayo. Este informe no podrá reproducirse, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita del Laboratorio.	
Realizado: 	VºBº Jefe de Lab/Dpto de Ensayos Tecnológicos 
Fdo: Bárbara Fdez.-Revuelta	Fdo: Santiago del Barrio Martín
Fecha: 01-03-2007	

Las muestras quedarán a disposición del solicitante durante un periodo de tres meses siguientes a la emisión y entrega de este informe, a partir de los cuales podrán ser eliminadas.



## 1 Identificación de las muestras.

Las muestras ensayadas son probetas cúbicas de 50 mm de arista que provienen de otros ensayos solicitados con anterioridad por el cliente, y que permanecían en el laboratorio de Ensayos Tecnológicos.

Las probetas se han sometido al ensayo de cristalización de sales según norma UNE EN 12370:1999. Debido al gran número de probetas ensayado, no se ha podido utilizar un baño termostático, y el ensayo se ha realizado en un recinto climatizado. Se ha efectuado un control de la temperatura máxima y mínima en cada uno de los ciclos de ensayo. El cliente fue informado de esta variación sobre la norma y emitió su consentimiento.

Por tratarse de un proyecto de investigación, el cliente ha solicitado verbalmente que se realicen los ensayos de densidad aparente y porosidad abierta cuando finaliza el ensayo de cristalización de sales. Por el mismo motivo las probetas tienen 50 mm de arista en vez de los 40 mm que indica la norma, y el número de probetas puede ser distinto de seis.

Identificación cliente	Identificación laboratorio
TOR	06/187-01
RED	06/187-02
ZAR	06/187-04
ALP	06/187-05



## 2 Muestra 06/187-01 (TOR).

### 2.1 Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la cristalización de sales. UNE-EN 12370:1999 (PTE-ET-051 ED.0).

Probeta nº	Lado 1 (mm)	Lado 2 (mm)	Lado 3 (mm)	Variación Masa (%)	Incertidumbre V.M. (%)
1-9	53.03	52.76	52.95	<b>-15.84</b>	0.01
1-10	52.77	52.23	52.92	<b>-10.84</b>	0.01
1-13	52.90	52.80	52.70	<b>-33.38</b>	0.01
1-14	52.64	52.55	53.10	<b>-15.49</b>	0.01
1-20	52.63	52.96	53.29	<b>-12.58</b>	0.01
1-21	52.26	53.02	53.11	<b>-4.65</b>	0.01
1-22	52.83	51.15	51.81	<b>-7.67</b>	0.01
1-30	52.98	52.85	52.82	<b>-5.21</b>	0.01

El signo negativo de la Variación de Masa (%) indica **pérdida de peso**.

**El valor medio de las ocho probetas ensayadas es -9.45%.**

Durante todo el proceso de inmersión se ha controlado la temperatura ambiente de la sala con un



termohigrómetro. La temperatura se ha mantenido dentro del intervalo de 20.5-19.5 °C que marca la norma. Sólo en dos ciclos la temperatura mínima ha descendido a 19.3 °C.

Una vez finalizado el ensayo, y antes de determinar el peso final, las probetas se someten a un proceso de lavado por inmersión en agua desionizada. Transcurridas 24 horas se mide la conductividad del agua, si ésta es superior a 20 µS/cm, se cambia el agua y se mantienen otras 24 horas, repitiéndose el proceso de medida. El lavado se detiene cuando se obtienen dos medidas de la conductividad inferiores a 20 µS/cm.

Para esta muestra el proceso de lavado duró desde el 18-12-2006 hasta el 17-01-2007.

## 2.2 Métodos de ensayo para piedra natural Determinación de la densidad aparente y de la porosidad abierta. UNE-EN 1936 : 1999 (PTE-ET-041 Ed 4).

El ensayo se realizó sobre las probetas provenientes del ensayo de cristalización de sales. Como las probetas presentan formas muy irregulares no se han tomado medida de la longitud de las aristas. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla. La incertidumbre asociada a las medidas de porosidad abierta para un factor de recubrimiento  $k=2$  es menor del 0.1%.

PROBETA	DENSIDAD APARENTE (kg/m <sup>3</sup> )	INCERTIDUMBRE D.A. (kg/m <sup>3</sup> )	POROSIDAD ABIERTA (%)
1-9	<b>2481</b>	1	<b>10.9</b>
1-10	<b>2484</b>	1	<b>11.0</b>
1-13	<b>2428</b>	1	<b>12.3</b>
1-14	<b>2485</b>	1	<b>11.5</b>
1-20	<b>2496</b>	1	<b>10.7</b>
1-21	<b>2542</b>	1	<b>9.1</b>
1-22	<b>2480</b>	1	<b>11.2</b>
1-30	<b>2543</b>	1	<b>9.1</b>

	DENSIDAD APARENTE (kg/m <sup>3</sup> )	POROSIDAD ABIERTA (%)
Valor medio	<b>2492</b>	<b>10.7</b>



## 2.3 Métodos de ensayo para piedra natural, Determinación de la absorción de agua a presión atmosférica, UNE EN 13775:2002 (PTE-ET-042 Ed 3).

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla, la incertidumbre asociada a las medidas para un factor de recubrimiento  $k=2$  es menor del 0,1%.

PROBETA	ABSORCIÓN (%)
1-9	3.8
1-10	3.6
1-13	4.5
1-14	3.8
1-20	3.6
1-21	2.1
1-22	3.7
1-30	2.9

	ABSORCIÓN (%)
Valor medio	3.4



### 3 Muestra 06/187-02 (RED).

#### 3.1 Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la cristalización de sales. UNE-EN 12370:1999 (PTE-ET-051 ED.0).

Las probetas sólo se han ensayado durante 7 ciclos, porque el grado de alteración tan elevado que presentaban algunas de ellas, hacía prever que se desintegrasen si se continuaba con el ensayo.

Probeta nº	Lado 1 (mm)	Lado 2 (mm)	Lado 3 (mm)	Variación Masa (%)	Incertidumbre V.M. (%)
2-2	53.59	53.86	53.40	-18.59	0.01
1-4	53.66	53.41	53.66	-12.51	0.01
1-6	53.71	53.66	53.68	-8.54	0.01
1-9	53.75	53.88	53.65	-5.21	0.01
3-14	52.95	52.92	52.98	-32.00	0.01
1-21	53.65	53.64	53.83	-6.04	0.01
1-22	53.63	53.78	53.76	-22.06	0.01
1-27	53.73	53.54	53.25	-4.41	0.01

El signo negativo de la Variación de Masa (%) indica **pérdida de peso**.

**El valor medio de las ocho probetas ensayadas es -13.43 %.**

Durante todo el proceso de inmersión se ha controlado la temperatura ambiente de la sala con un termohigrómetro. La temperatura se ha mantenido dentro del intervalo de 20.5-19.5 °C que marca la norma.

Una vez finalizado el ensayo, y antes de determinar el peso final, las probetas se someten al proceso de lavado

descrito en el apartado 2.1. El lavado se detuvo antes de obtener dos medidas de la conductividad inferiores a 20  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , porque las probetas tenían una elevada pérdida de masa en cada lavado.

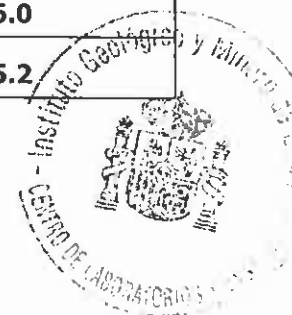
Para esta muestra el proceso de lavado duró desde el 04-10-2006 hasta el 13-10-2006.

3.2 Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la densidad aparente y de la porosidad abierta. UNE-EN 1936 : 1999 (PTE-ET-041 Ed 4).

El ensayo se realizó sobre las probetas provenientes del ensayo de cristalización de sales. Como las probetas presentan formas muy irregulares no se han tomado medidas de la longitud de las aristas. No se han podido ensayar las probetas 2-2 y 3-14 porque después del proceso de lavado estaban muy degradadas. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla. La incertidumbre asociada a las medidas de porosidad abierta para un factor de recubrimiento  $k=2$  es menor del 0.1%.

PROBETA	DENSIDAD APARENTE (kg/m <sup>3</sup> )	INCERTIDUMBRE D.A. (kg/m <sup>3</sup> )	POROSIDAD ABIERTA (%)
1-4	<b>2120</b>	1	<b>25.2</b>
1-6	<b>2274</b>	1	<b>19.0</b>
1-9	<b>2252</b>	1	<b>19.5</b>
1-21	<b>2342</b>	1	<b>16.1</b>
1-22	<b>2082</b>	1	<b>26.0</b>
1-27	<b>2363</b>	1	<b>15.2</b>

	DENSIDAD APARENTE (kg/m <sup>3</sup> )	POROSIDAD ABIERTA (%)
Valor medio	<b>2239</b>	<b>20.2</b>



3.3 Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la absorción de agua a presión atmosférica. UNE EN 13775:2002 (PTE-ET-042 Ed 3).

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla, la incertidumbre asociada a las medidas para un factor de recubrimiento  $k=2$  es menor del 0,1%.



PROBETA	ABSORCIÓN (%)
1-4	9.7
1-6	7.0
1-9	6.9
1-21	5.6
1-22	10.6
1-27	5.1

	ABSORCIÓN (%)
Valor medio	7.5



#### 4 Muestra 06/187-04 (ZAR).

##### 4.1 Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la cristalización de sales. UNE-EN 12370:1999 (PTE-ET-051 ED.0).

Probeta nº	Lado 1 (mm)	Lado 2 (mm)	Lado 3 (mm)	Variación Masa (%)	Incertidumbre V.M. (%)
10	53.65	53.88	53.75	-0.10	0.01
16	53.64	53.81	53.73	-0.08	0.01
19	53.61	53.84	54.01	-0.08	0.01
26	53.69	53.40	54.21	-0.15	0.01
34	53.16	54.27	53.60	-0.23	0.01
35	53.57	53.90	54.51	-0.16	0.01

El signo negativo de la Variación de Masa (%) indica **pérdida de peso**.

**El valor medio de las seis probetas ensayadas es -0.14 %.**

Durante todo el proceso de inmersión se ha controlado la temperatura ambiente de la sala con un termohigrómetro. La temperatura se ha mantenido dentro del intervalo de 20.5-19.5 °C que marca la norma, excepto en dos ocasiones que se ha sobrepasado el límite superior: 20.6 y 20.8, y en cuatro ocasiones que se ha obtenido una temperatura inferior al límite mínimo: 19.2, 19.4, 19.3 y 19.3.

Debido a la pequeña variación en peso que se ha obtenido el cliente solicita verbalmente que se repita el ensayo, obteniéndose los resultados que se indican a continuación:



Probeta nº	Variación Masa (%)	Incertidumbre V.M. (%)
10	<b>-0.71</b>	0.01
16	<b>-0.60</b>	0.01
19	<b>-0.67</b>	0.01
26	<b>-0.74</b>	0.01
34	<b>-1.35</b>	0.01
35	<b>-1.03</b>	0.01

La temperatura se ha mantenido dentro del intervalo de 20.5-19.5 °C que marca la norma, excepto en una ocasión en la que se ha obtenido una temperatura mínima de 19.3 °C.

**El valor medio de las seis probetas ensayadas es -0.85 %.**

Si consideramos los pesos secos iniciales, la pérdida global tras los 30 ciclos coincide con los valores mostrados en la tabla anterior, por lo que **el valor medio de las seis probetas tras 30 ciclos es -0.85 %.**

Una vez finalizado el ensayo, y antes de determinar el peso final, las probetas se someten al proceso de lavado descrito en el apartado 2.1. Para esta muestra el proceso de lavado duró desde el 08-01-2007 hasta el 01-02-2007.

#### 4.2 Métodos de ensayo para piedra natural Determinación de la densidad aparente y de la porosidad abierta. UNE-EN 1936 : 1999 (PTE-ET-041 Ed 4).

El ensayo se realizó sobre las probetas provenientes del ensayo de cristalización de sales. Las dimensiones de las probetas y los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla. La incertidumbre asociada a las medidas de porosidad abierta para un factor de recubrimiento  $k=2$  es menor del 0.1%.

PROBETA	LADO 1 (mm)	LADO 2 (mm)	LADO 3 (mm)	DENSIDAD APARENTE (kg/m <sup>3</sup> )	Incertidumbre D.A. (kg/m <sup>3</sup> )	POROSIDAD ABIERTA (%)
10	54.33	53.76	53.95	<b>2636</b>	1	<b>2.0</b>
16	53.84	53.81	53.97	<b>2629</b>	1	<b>1.9</b>
19	53.78	53.92	53.90	<b>2624</b>	1	<b>2.0</b>
26	53.75	53.99	53.46	<b>2638</b>	1	<b>1.9</b>
34	53.06	53.58	53.83	<b>2643</b>	1	<b>1.8</b>
35	53.84	53.81	54.85	<b>2643</b>	1	<b>1.9</b>

	DENSIDAD APARENTE (kg/m <sup>3</sup> )	POROSIDAD ABIERTA (%)
Valor medio	<b>2636</b>	<b>1.9</b>



4.3 Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la absorción de agua a presión atmosférica, UNE EN 13775:2002 (PTE-ET-042 Ed 3).

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla, la incertidumbre asociada a las medidas para un factor de recubrimiento  $k=2$  es menor del 0,1%.

PROBETA	ABSORCIÓN (%)
10	0.7
16	0.7
19	0.7
26	0.7
34	0.7
35	0.6

	ABSORCIÓN (%)
Valor medio	0.7



5 Muestra 06/187-05 (ALP).

5.1 Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la cristalización de sales. UNE-EN 12370:1999 (PTE-ET-051 ED.0).

Probeta nº	Lado 1 (mm)	Lado 2 (mm)	Lado 3 (mm)	Variación Masa (%)	Incertidumbre V.M. (%)
9	53.69	53.51	53.20	0.03	0.01
15	53.26	53.51	53.04	0.05	0.01
16	53.42	53.33	53.08	0.05	0.01
17	53.76	52.94	53.61	0.05	0.01
21	53.67	53.89	53.63	0.04	0.01
28	53.68	54.29	53.88	0.04	0.01

El signo positivo de la Variación de Masa (%) indica **ganancia de peso**. Esto se debe a que, se ha dado por finalizado el proceso de lavado antes de tiempo. Como se va a continuar el ensayo otros 15 ciclos, no se reanuda el lavado.

Durante todo el proceso de inmersión se ha controlado la temperatura ambiente de la sala con un termohigrómetro. La temperatura se ha mantenido dentro del intervalo de 20.5-19.5 °C que marca la norma, excepto en dos ocasiones que se ha sobrepasado el límite superior: 20.6 y 20.8, y en cuatro ocasiones que se ha obtenido una temperatura inferior al límite mínimo: 19.2, 19.4, 19.3 y 19.3.

Los datos de los siguientes 15 ciclos se muestran en la siguiente tabla:



Probeta nº	Variación Masa (%)	Incertidumbre V.M. (%)
9	<b>-0.17</b>	0.01
15	<b>-0.15</b>	0.01
16	<b>-0.28</b>	0.01
17	<b>-0.18</b>	0.01
21	<b>-0.17</b>	0.01
28	<b>-0.14</b>	0.01



La temperatura se ha mantenido dentro del intervalo de 20.5-19.5 °C que marca la norma, excepto en una ocasión en la que se ha obtenido una temperatura mínima de 19.3 °C.

**El valor medio de las seis probetas ensayadas es -0.18 %.**

Si consideramos los pesos secos iniciales, la pérdida global tras los 30 ciclos coincide con los valores mostrados en la tabla anterior, por lo que **el valor medio de las seis probetas tras 30 ciclos es -0.18%.**

Una vez finalizado el ensayo, y antes de determinar el peso final, las probetas se someten al proceso de lavado descrito en el apartado 2.1. Para esta muestra el proceso de lavado duró desde el 08-01-2007 hasta el 01-02-2007.

5.2 Métodos de ensayo para piedra natural Determinación de la densidad aparente y de la porosidad abierta. UNE-EN 1936 : 1999 (PTE-ET-041 Ed 4).

El ensayo se realizó sobre las probetas provenientes del ensayo de cristalización de sales. Las dimensiones de las probetas y los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla. La incertidumbre asociada a las medidas de porosidad abierta para un factor de recubrimiento  $k=2$  es menor del 0.1%.

PROBETA	LADO 1 (mm)	LADO 2 (mm)	LADO 3 (mm)	DENSIDAD APARENTE (kg/m <sup>3</sup> )	Incertidumbre D.A. (kg/m <sup>3</sup> )	POROSIDAD ABIERTA (%)
9	53.55	53.53	53.30	<b>2660</b>	1	<b>1.0</b>
15	53.54	53.37	53.20	<b>2660</b>	1	<b>1.0</b>
16	53.93	53.52	53.01	<b>2650</b>	1	<b>1.2</b>
17	53.47	53.81	53.89	<b>2666</b>	1	<b>1.0</b>
21	53.91	53.70	53.98	<b>2659</b>	1	<b>1.0</b>
28	53.65	54.15	53.86	<b>2665</b>	1	<b>0.8</b>

	DENSIDAD APARENTE (kg/m <sup>3</sup> )	POROSIDAD ABIERTA (%)
Valor medio	<b>2660</b>	<b>1.0</b>



5.3 Métodos de ensayo para piedra natural, Determinación de la absorción de agua a presión atmosférica, UNE EN 13775:2002 (PTE-ET-042 Ed 3),

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla, la incertidumbre asociada a las medidas para un factor de recubrimiento  $k=2$  es menor del 0,1%.

PROBETA	ABSORCIÓN (%)
9	0.4
15	0.4
16	0.4
17	0.4
21	0.3
28	0.3

	ABSORCIÓN (%)
Valor medio	0.4

