



INGENIERIE EUROPE

GROUPE



GINGER CEBTP

Bayona, a 23 de julio de 2010

**PIEDRA DEL ALTO ARAGÓN  
22373 FISCAL (HUESCA)**

**ENSAYOS SOBRE PIEDRAS NATURALES**

**Dossier N° SBA3.9.0125/05**

Este documento consta de 10 páginas

Salvo autorización previa, sólo podrá utilizarse su reproducción íntegra para fines comerciales o publicitarios. Los resultados obtenidos no son generalizables si no se justifica la representatividad de las muestras y los ensayos. Salvo petición expresa, no se conservarán las muestras tras el envío del informe de pruebas.



**GINGER CEBTP**

**Agence de BAYONNE**

ZA Saint Frédéric - Rue de Chalibardon

64100 BAYONNE

Téléphone : 05 59 55 88 10

Télécopie : 05 59 55 58 30

Email : [cebtp.bayonne@gingergroupe.com](mailto:cebtp.bayonne@gingergroupe.com)

## SUMARIO



<b><u>1.- PRESENTACIÓN</u></b>	<b><u>P3</u></b>
<b><u>2 – PROGRAMA DE ENSAYOS</u></b>	<b><u>P3</u></b>
<b><u>4 – RESULTADOS DE LOS ENSAYOS</u></b>	<b><u>P4</u></b>

## 1.- PRESENTACIÓN

A petición y por cuenta de la sociedad PIEDRA DEL ALTO ARAGÓN, 22373 FISCAL, la sociedad GINGER-CEBTP, CEE de Bayona ha procedido a realizar algunos ensayos sobre piedras naturales.

Las muestras han sido recogidas por el cliente y depositadas en nuestro laboratorio de BAYONA (64100).

## 2 – PROGRAMA DE ENSAYOS

Los ensayos se llevaron a cabo de conformidad con el presupuesto presentado SBA3.9.0149 del 19/10/2009 y han consistido en:

- Examen petrográfico para caracterización de la piedra;
- Determinación de la masa volúmica y porosidad según la norma NF EN 1936;
- Evaluación de la resistencia a la compresión según la norma NF EN 1926;
- Evaluación de la resistencia a la flexión según la norma NF EN 12372;
- Determinación de la absorción de agua por capilaridad según la norma NF EN 1925;
- Evaluación de dureza Mohs;
- Evaluación de la resistencia al deslizamiento (péndulo de fricción) según la norma NF EN 14157;
- Prueba de desgaste al disco metálico según norma NF EN 14157;
- Prueba de gelividad (144 ciclos) según norma NF EN 12371.

## 3 – RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

### 3.1 – Examen petrográfico

El examen muestra que se trata de una arenisca lítica – calcarenita.

### 3.2 - Determinación de la masa volúmica y de la porosidad abierta

Los ensayos se llevaron a cabo según la norma NF EN 1936.

	Probetas cúbicas 75 x 73 x 70 mm					
Referencia	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6
MVA (kg /m <sup>3</sup> )	2688	2689	2687	2687	2674	2686
Porosidad abierta (%)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4

Media masa volúmica = 2685 kg/m<sup>3</sup>  
Media porosidad abierta = 0,35 %

### 3.3 – Prueba de compresión

Los ensayos se llevaron a cabo en probetas cúbicas de 70 x 70 x 70 mm, según las modalidades de la norma NF EN 1926.

<b>Referencia probeta</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>Tensión de compresión (MPa)</b>
1	1007	143.8
2	1039	174.7
3	1026	142.0
4	1024	147.9
5	1022	130.6
6	1014	162.5
7	1022	154.9
8	1013	150.2
9	1030	146.5
10	1039	141.2
<b>Media Rc</b>		149.4

### 3.4 - Evaluación de la resistencia a la flexión según la norma NF EN 12372

Las pruebas se llevaron a cabo en probetas de dimensiones 300 x 50 x 50 mm, según las modalidades de la norma NF EN 12372.

<b>Referencia probeta</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>Tensión de compresión (MPa)</b>
1	2081	24.1
2	2125	24.7
3	2126	16.8*
4	2124	25.9
5	2126	28.3
6	2127	26.5
7	2078	23.5
8	2109	16.2*
9	2135	24.7
10	2123	25.9
<b>Media Rf</b>		23.7

\* Plano de ruptura situado a más del 15 % de la distancia entre los apoyos.

**3.5 - Determinación de la absorción de agua por capilaridad**

El ensayo de absorción de agua por capilaridad se efectuó siguiendo las especificaciones de la norma NF EN 1925.

Probetas cúbicas 70 x 70 x 70 mm						
Referencia	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6
$\frac{C}{g/m^2 \cdot s^{0.5}}$	115	135	148	121	140	133

$$\text{Media} = 132 \text{ g/m}^2 \cdot \text{s}^{0.5}$$

**3.6 - Evaluación de dureza Mohs**

Probetas D 145 x 97 x 21 mm						
Referencia	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6
Dureza Mohs	5 <sup>1/2</sup>	5 <sup>1/2</sup>	6	5 <sup>1/2</sup>	6	6

Según la escala de dureza Mohs, el vidrio (5 ½) y la ortosa (6) no producen más de una rayadura en las probetas testadas (ensayo adaptado según la norma EN 101 en los azulejos cerámicos).

**3.7 – Evaluación de la resistencia al deslizamiento**

Las pruebas se realizaron utilizando el péndulo de fricción

Principio de la prueba:

Esta prueba permite apreciar el aspecto de rugosidad de una superficie por fricción de una zapata de caucho a escasa velocidad sobre dicha superficie.

La finalidad de la prueba es medir un coeficiente de fricción que es, por definición, la media dividida por cien de un determinado número de lecturas efectuadas en la escala del péndulo.

Antes de llevar a cabo la prueba deberán mojarse abundantemente la superficie de contacto y la zapata.

Probetas D 145 x 95 x 20 mm						
Referencia	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6
Número de lectura	66	61	68	64	69	70

$$\text{Coeficiente de fricción media} = 0.66$$

### 3.8 – Prueba de desgaste al disco metálico

Los ensayos se llevaron a cabo según la norma NF EN 14157 (método A).

Se determinó la longitud de cada huella formada por un disco de acero (diám. 200 mm  $\pm$  1 mm, anchura 70 mm  $\pm$  1 mm) que gira durante 60 s a una velocidad de 75 r.p.m. sobre la superficie frontal de las muestras.

Entre el disco y la muestra se deposita óxido de aluminio blanco (corindón F 80).

Un contrapeso se encarga de ejercer una presión de la muestra contra el disco.

Se realizan dos huellas en cada muestra. Sólo se registra el valor individual máximo alcanzado.

	Probetas D 100 x 70 mm					
Referencia	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6
Longitud de huella (mm)	20.5	19.5	21.0	21.5	19.0	19.0

**Valor medio = 20,0 mm**

### 3.9 - Determinación de la resistencia al hielo según la norma NF EN 12371 – Mayo 2003

#### 3.9.1 – Modo operativo

Los prismas recibidos son sometidos a ciclos de hielo en el aire y de deshielo en el agua, respetando los ciclos y las temperaturas de exposición impuestas por la norma.

El ensayo practicado es la prueba de identificación (Ensayo B): Se introducen 7 prismas en el recinto de frío. La toma de temperatura se realiza en el interior de una de las probetas, estando sometida a esta medida la regulación del recinto. Cada ciclo está constituido por 6 h de hielo en el aire, seguido de 6 h de deshielo en el agua.

Según la norma NF EN 12371 (parte 7.3.2.4) la prueba continúa hasta que al menos 2 probetas sean consideradas como alteradas según alguno de los siguientes criterios:

#### - Examen visual

Las alteraciones visibles en el examen se comunican siguiendo una escala de evolución que va de 0 a 5 (disgregación, fisura, exfoliación, astillado y ruptura). El umbral de alteración se alcanza con una nota de 3.

#### - Volumen aparente

La evolución del volumen aparente se mide mediante pesajes hidrostáticos. La disminución del volumen aparente deberá ser inferior al 1 %. Esta disminución traduce una pérdida de material.

#### - Módulo de elasticidad dinámica

La disminución del módulo de elasticidad dinámica se determina por medio de la frecuencia de resonancia fundamental (NF EN 14146). Esta disminución del módulo de elasticidad dinámica produce la aparición de microfisuras no visibles. El umbral de alteración se alcanza al observar una disminución del 30 % de este módulo.

**3.9.2 - Resultados**

Petrografía:	Arenisca lítica - Calcarenita	Fecha de entrega:	12/01/2010
Nombre comercial:	NC	Fecha de preparación:	19/03/2010
Lugar de extracción:	Fiscal-Broto, Huesca, Aragón, España	Inicio de la prueba:	22/03/2010
Proveedor:	Piedra del Alto Aragón	Nº de probetas:	7
Recogido por:	Piedra del Alto Aragón	Responsable de las pruebas:	PA/JN

Muestras			1	2	3	4	5	6	7
Longitud	L	mm	301.0	301.0	301.0	301.0	301.0	301.0	301.0
Base 1		mm	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Base 2		mm	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Masa de la probeta saturada tras inmersión en el agua y antes de hielo	$M_{s0}$	g	2121.8	2125.0	2118.8	2108.9	2110.5	2144.0	2078.2
Volumen aparente de la probeta antes de hielo	$V_{b0}$	ml	790.9	791.9	789.3	785.5	786.5	798.1	775.1
Masa Volúmica húmeda real		kg/m <sup>3</sup>	2682.8	2683.4	2684.4	2684.8	2683.4	2686.4	2681.2

Fecha:	22/03/2010								
Número de ciclos:	0								
Examen visual			0	0	0	0	0	0	0
Volumen aparente de la probeta antes de hielo	$V_{b0}$	ml	790.9	791.9	789.3	785.5	786.5	798.1	775.1
Módulo de elasticidad dinámica de la probeta húmeda a $n$ ciclos	$E_0$	MPa	70426.7	69849.1	69446.7	70430.0	70228.4	71586.1	70783.1

Fecha:	29/03/2010								
Número de ciclos:	14								
Examen visual			0	0	0	0	0	0	0
Volumen aparente de la probeta a $n$ ciclos	$V_{bn}$	ml	790.4	791.8	789.1	785.4	786.4	798	774.9
Variación del volumen aparente de la probeta	$\Delta V_b$	%	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Módulo de elasticidad dinámica de la probeta húmeda a $n$ ciclos	$E_n$	MPa							
Variación del módulo de elasticidad dinámica	$\Delta E$	%							

Fecha:	06/04/2010								
Número de ciclos:	28								
Examen visual			0	0	0	0	0	0	0
Volumen aparente de la probeta a $n$ ciclos	$V_{bn}$	ml	791.2	792.1	789.4	785.6	786.9	798.2	775.2
Variación del volumen aparente de la probeta	$\Delta V_b$	%	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0
Módulo de elasticidad dinámica de la probeta húmeda a $n$ ciclos	$E_n$	MPa	69815.6	68896.4	69380.9	68424.6	69043.5	69481.4	69807.9
Variación del módulo de elasticidad dinámica	$\Delta E$	%	0.9	1.4	0.1	2.8	1.7	2.9	1.4

Petrografía:	Arenisca lítica - Calcarenita	Fecha de entrega:	12/01/2010
Nombre comercial:	NC	Fecha de preparación:	19/03/2010
Lugar de extracción:	Fiscal-Broto, Huesca, Aragón, España	Inicio del ensayo:	22/03/2010
Proveedor:	Piedra del Alto Aragón	Nº de probetas:	7
Recogido por:	Piedra del Alto Aragón	Responsable de los ensayos:	PA/JN

Muestras			1	2	3	4	5	6	7
Fecha:	16/04/2010								
Número de ciclos:	42								
Examen visual			0	0	0	0	0	0	0
Volumen aparente de la probeta a $n$ ciclos	$V_{bn}$	ml	791	792.1	789.3	785.3	786.7	798.3	775.1
Variación del volumen aparente de la probeta	$\Delta V_b$	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Módulo de elasticidad dinámica de la probeta húmeda a $n$ ciclos	$E_n$	MPa							
Variación del módulo de elasticidad dinámica	$\Delta E$	%							

Fecha:	27/04/2010								
Número de ciclos:	56								
Examen visual			0	0	0	0	0	0	0
Volumen aparente de la probeta a $n$ ciclos	$V_{bn}$	ml	790.6	791.8	789.2	785.4	786.4	797.8	775
Variación del volumen aparente de la probeta	$\Delta V_b$	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Módulo de elasticidad dinámica de la probeta húmeda a $n$ ciclos	$E_n$	MPa	69141.7	68896.4	67731.3	68310.5	68961.5	69119.9	69363.9
Variación del módulo de elasticidad dinámica	$\Delta E$	%	1.8	1.4	2.5	3.0	1.8	3.4	2.0

Fecha:	07/05/2010								
Número de ciclos:	70								
Examen visual			1	1	1	1	1	1	1
Volumen aparente de la probeta a $n$ ciclos	$V_{bn}$	ml	791.1	792.2	790	785.6	786.9	798.5	774.3
Variación del volumen aparente de la probeta	$\Delta V_b$	%	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.1
Módulo de elasticidad dinámica de la probeta húmeda a $n$ ciclos	$E_n$	MPa							
Variación del módulo de elasticidad dinámica	$\Delta E$	%							

Fecha:	17/05/2010								
Número de ciclos:	88								
Examen visual			1	2	1	2	1	1	1
Volumen aparente de la probeta a $n$ ciclos	$V_{bn}$	ml	790.2	791.7	789.2	785.4	786.6	798.1	774.9
Variación del volumen aparente de la probeta	$\Delta V_b$	%	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Módulo de elasticidad dinámica de la probeta húmeda a $n$ ciclos	$E_n$	MPa	69272.9	68716.4	67650.2	68375.7	68879.7	67391.8	69363.9
Variación del módulo de elasticidad dinámica	$\Delta E$	%	1.6	1.6	2.6	2.9	1.9	5.9	2.0

Petrografía:	Arenisca lítica - Calcarenita	Fecha de entrega:	12/01/2010
Nombre comercial:	NC	Fecha de preparación:	19/03/2010
Lugar de extracción:	Fiscal-Broto, Huesca, Aragón, España	Inicio del ensayo:	22/03/2010
Proveedor:	Piedra del Alto Aragón	Nº de probetas:	7
Recogido por:	Piedra del Alto Aragón	Responsable de los ensayos:	PA/JN



Muestras			1	2	3	4	5	6	7
Fecha:	27/05/2010								
Número de ciclos:	98								
Examen visual			1	2	1	2	1	1	1
Volumen aparente de la probeta a $n$ ciclos	$V_{bn}$	ml	790.5	791.8	788.9	785.1	786.3	797.6	774.7
Variación del volumen aparente de la probeta	$\Delta V_b$	%	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1
Módulo de elasticidad dinámica de la probeta húmeda a $n$ ciclos	$E_n$	MPa							
Variación del módulo de elasticidad dinámica	$\Delta E$	%							

Fecha:	03/06/2010								
Número de ciclos:	112								
Examen visual			1	2	1	2	1	1	1
Volumen aparente de la probeta a $n$ ciclos	$V_{bn}$	ml	790.1	791.5	788.9	784.8	786.2	797.6	774.6
Variación del volumen aparente de la probeta	$\Delta V_b$	%	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1
Módulo de elasticidad dinámica de la probeta húmeda a $n$ ciclos	$E_n$	MPa	68112.5	68292.0	67083.5	68147.5	67982.3	68906.8	68676.0
Variación del módulo de elasticidad dinámica	$\Delta E$	%	3.3	2.2	3.4	3.2	3.2	3.7	3.0

Fecha:	16/06/2010								
Número de ciclos:	126								
Examen visual			1	2	1	2	1	1	1
Volumen aparente de la probeta a $n$ ciclos	$V_{bn}$	ml	790.5	791.5	789.1	784.8	786.4	797.5	774.8
Variación del volumen aparente de la probeta	$\Delta V_b$	%	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
Módulo de elasticidad dinámica de la probeta húmeda a $n$ ciclos	$E_n$	MPa							
Variación del módulo de elasticidad dinámica	$\Delta E$	%							

Fecha:	26/06/2010								
Número de ciclos:	144								
Examen visual			1	2	1	2	1	1	1
Volumen aparente de la probeta a $n$ ciclos	$V_{bn}$	ml	790	791.3	788.8	784.5	785.6	797.2	773.9
Variación del volumen aparente de la probeta	$\Delta V_b$	%	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Módulo de elasticidad dinámica de la probeta húmeda a $n$ ciclos	$E_n$	MPa	67803.6	67950.1	66599.6	68163.8	67966.1	68710.4	68414.8
Variación del módulo de elasticidad dinámica	$\Delta E$	%	3.7	2.7	4.1	3.2	3.2	4.0	3.3

### 3.9.3 - Comentarios

#### - **Resultados**

Tras 144 ciclos de hielo-deshielo, la variación del volumen aparente es estable y relativamente homogénea entre las probetas.

A partir de 70 ciclos de hielo-deshielo, se observa un redondeado de los ángulos y las aristas que no compromete la integridad física de las probetas, la escala de calificación prevé una nota de 1.

En el ciclo 88, las probetas nº 2 y 4 han perdido cada una un fragmento de un área inferior a 10 mm<sup>2</sup>. Por consiguiente, obtienen una nota de 2.

Hasta el ciclo 144, los defectos constatados en las probetas no evolucionan. La calificación es idéntica que en el ciclo 88.

La variación de los módulos de elasticidad dinámica tras 144 ciclos de hielo-deshielo sigue siendo escasa, estable y relativamente homogénea entre las probetas. La disminución está comprendida entre 2.7 % y 4.1 %.

- **Acabado especial de la superficie de las probetas: superficies en sierra.**

#### - **Comentarios**

Según la norma NF EN 12371, las probetas no han sobrepasado ningún umbral de alteración. La finalidad de las pruebas hielo/deshielo se termina cuando 2 probetas de una misma serie se consideran alteradas. Por consiguiente, la serie de piedra testada es considerada como resistente a 144 ciclos de hielo-deshielo.

*Hecho en BAYONA, el 23/07/10*

**El encargado de negocios  
CEE BAYONNE**

**B. BOUFFAUT**



**El responsable de la agencia  
CEE BAYONNE**

**A. BARRIERE**