

Dr. Ferran Gomà i Ginestà
Professor de Patologia i Control de l'Edificació
E.T.S.A.B. UNIVERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA
Travessera de Gràcia, 266 àtic 1ª
Tel : +93 845 26 68 i Fax
08025 - B A R C E L O N A
LABORATORI DE RECERCA QUÍMICA
recercalabgoma@eresmas.net

CIMENTS COLLET S.L.
CIMENTS Naturals.
Colònia Collet d'Eyne
08694 GUARDIOLA DEL BERGUEDÀ

Referència: Collet8incontrol.FC.10-4

CONTROL DE LA QUALITAT DEL CIMENT NATURAL DE LA FÀBRICA DE CIMENTS COLLET, S.L. SEGONS NORMES VIGENTS

1.- INTRODUCCIÓ

En data setembre de 2008 hem rebut un sac de 20 kg de Ciment Natural Ràpid, amb la referència " MARFIL - PUR ", per tal de realitzar els assaigs pertinents i així avaluar la seva qualitat segons les normes vigents per aquests tipus de ciment.

El ciment natural ràpid de la fàbrica Ciments Collet, S.L. és l'únic ciment Natural de Catalunya que s'obté per explotació en mina per seguiment d'un estrat geològic conegut i de composició constant en tot l'estrat.

Des de principis del segle passat, s'explotà aquesta conca minera per part del Sr. Pujol Thomes amb el nom de "Ciments i calç Pujol Thomes", i a partir de l'any 1940 fou continuat amb el nom de "Ciments Collet, S.L.", els quals segueixen explotant el mateix estrat geològic en diferents punts, dins de la mateixa conca minera.

Aquesta condició de constància natural del cru el fa posseïdor d'una seguretat en la qualitat obtinguda, que cap altre tipus de ciment pot oferir.

És per aquesta raó que el considerem com especial pel que fa a la constància de paràmetres químics i per les seves propietats de resistència als sulfats, que no tenen els ciments Portland normals.

2.- SITUACIÓ ACTUAL DELS CANVIS DE NORMATIVA PELS CEMENTS NATURALS A ESPANYA

Les normes que regien aquests ciments fins ara eren les NORMES UNE 80309:1994 i UNE 80309:2003, d'AENOR. Aquestes normes consideraven el ciment natural com a mescles de pòrtland, en lloc de considerar-lo com a clínter d'entitat pròpia, d'una composició fixa i calcinat a una determinada temperatura.

Seguint aquestes normes el ciment natural no té entitat pròpia, i per tant no existeix com a tal.

Sortosament aquestes dues normes han estat substituïdes, i la comunitat europea a donat com a definició de ciment natural, comunitària pels diferents països, la següent:

“Un ciment natural és un conglomerat hidràulic obtingut per calcinació a temperatura suficientment elevada, però inferior a la de clinkerització, de margues de composició regular, sotmeses després a la molturació fina amb addició màxima d'un 5 % de substàncies no nocives, que compleixin amb les especificacions de la norma UNE 80309:2006”

3.- DETERMINACIONS EXPERIMENTALS ESPECIFICADES PER LA NORMA UNE 80309:2006

3.1 Característiques físiques i mecàniques

3.1.1 Determinació de la finesa

S'ha determinat la finesa del ciment segons la norma UNE 80122. Els resultats s'exposen en la següent taula.

TAULA I

Residu màxim (%) sobre:	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3	Valor mig	VALORS MÀXIMS UNE 80309:2006
Tamís 160 µm (ISO 565)	17,6	16,1	16,9	16,9	17
Tamís 80 µm (ISO 565)	35,4	34,3	34,8	34,8	35

La mostra rebuda compleix just el valor normatiu.

3.1.2 Determinació del temps de fraguat

Hem determinat el temps de fraguat del ciment natural rebut segons la norma UNE-EN 196-3. En la següent taula exposem els resultats obtinguts, així com els valors especificats per a ciments naturals ràpids per la norma UNE 80309:2006.

TAULA II

Referència de la Mostra	Preses Inicial minuts	Preses Final Minuts
Mostra 1	2' 00''	4' 00''
Mostra 2	2' 30''	4' 40''
Prescripcions de la Norma UNE 80309:2006		
CNR 4	> 1	< 8
CNR 8	> 1	< 8

Els temps de fraguats obtinguts corresponen a un ciment natural ràpid.

3.1.3 Resistència a compressió

En els diferents estudis dels anàlisis complets d'aquest ciment, s'ha trobat que té una mitjana entre 6-13 % de felpasts i inerts, i la utilització d'aquest ciment, pel que fa al seu ràpid fraguat i altes resistències, el fa molt útil per a la seva utilització pel paleta, sense l'addició de sorra.

Les condicions de posada en obra recomanada pel fabricant són les que corresponen a les utilitzades pràcticament pel paleta.

Per altre banda, l'avaluació de l'aglomerant, pel que fa a les resistències, s'ha de fer amb la consistència que la norma específica, és a dir, introduint sorra fins a trobar un desparrament de 100 mm.

Per tant l'avaluació de les corbes de resistències, les hem determinat de les dues maneres, amb i sense addició de sorra. En tots el cassos s'ha utilitzat àcid cítric com a retardant del fraguat, per tal de poder preparar les sèries de provetes amb suficient garantia.

Seguint la metodologia especificada per la norma, els resultats són els exposats a continuació.

A) Sense addició de sorra

Hem determinat la resistència a compressió senzilla segons la normativa vigent UNE 80.116 per mostra de ciment natural sense l'addició de sorra suplementària, per una relació de $a/c=0,32$, segons recomanacions del fabricant.

TAULA III

Mostra sense addició de sorra: Relació a/c= 0,32

	Tensió màxima, KN	Superfície, en mm ²	Resistència, en N/mm ²	VALORS MÍNIMS UNE 80309:2006	
				CNR 4	CNR 8
1 Hora	20.000	1600	12.5	0.5	1.0
3 “	29.600	1600	18.5	0.8	1.5
6 “	32.160	1600	20.1	1.0	2.0
24 “	35.680	1600	22.3	1.2	2.5
7 Dies	42.080	1600	26.3	2.0	5.2
28 “	50.560	1600	31.6	4.0	8.0

S'han determinat les constants estadístiques estàndard dels resultats obtinguts a 28 dies.

	Tensió màxima kN	R ₂₈ N/mm ²
1	47.520	29.7
2	49.120	30.7
3	50.080	31.3
4	51.040	31.9
5	51.680	32.3
6	53.760	33.6

R 28	\bar{X}_{R28}	31.6
	σ	1.23
	C.V. %	3.9

B) Amb addició de sorra normalitzada fins a tenir desparrament equivalent a 100 mm

Hem determinat la resistència a compressió senzilla segons la normativa vigent UNE 80.116 per mostra de ciment natural. Els resultats obtinguts són els exposats en la següent taula.

TAULA IV

Mostra amb sorra: Relació s/c=2,5, relació a/c= 0,5

	Tensió màxima, KN	Superfície, en mm ²	Resistència, en N/mm ²	VALORS MÍNIMS UNE 80309:2006	
				CNR 4	CNR 8
1 Hora	13.280	1600	8.3	0.5	1.0
3 “	17.600	1600	11.0	0.8	1.5
6 “	20.000	1600	12.5	1.0	2.0
24 “	21.920	1600	13.7	1.2	2.5
7 Dies	24.320	1600	15.2	2.0	5.2
28 “	28.000	1600	17.5	4.0	8.0

S'han determinat les constants estadístiques estàndard dels resultats obtinguts a 28 dies.

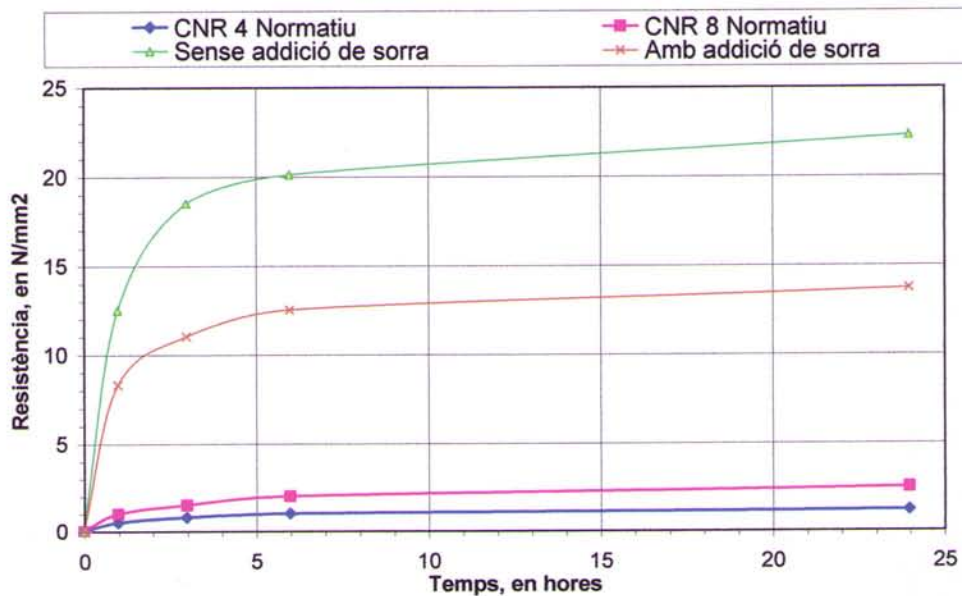
	Tensió màxima kN	R ₂₈ N/mm ²
1	25.440	15.9
2	26.080	16.3
3	27.200	17.0
4	29.120	18.2
5	29.760	18.6
6	30.400	19.0

R 28	\bar{X}_{R28}	17.5
	σ	1.17
	C.V. %	6.7

En les següents gràfiques exposem els resultats de les resistències a compressió obtingudes, amb i sense addició de sorra.

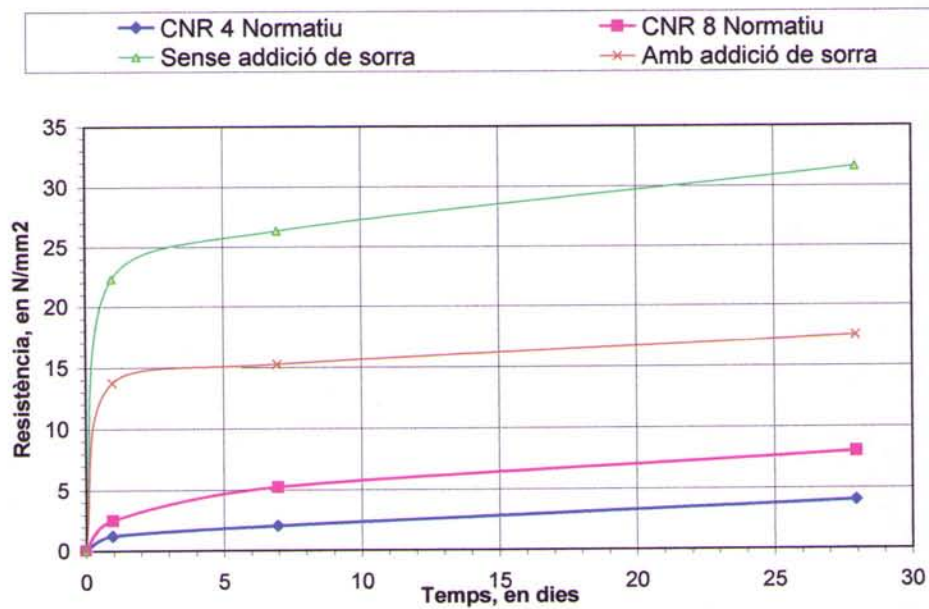
Gràfic 1

Resistències a compressió per Ciment Natural Ràpid
Les Primeres 24 hores



Gràfic 2

Resistències a compressió per ciment Natural Ràpid



3.1.4 Expansió per Le Chatelier

Hem determinat l'expansió d'acord amb l'assaig de Le Chatelier, segons la norma CEN 196-3. Els resultats s'exposen en la següent taula.

TAULA V

	Relació aigua/ciment	Mesura inicial, en mm	Mesura després de bullir	Expansió, en mm.
Mostra 1	0,32	30	33	3
Mostra 2	0,32	31	33	2

Els resultats mostren que el ciment natural rebut no és expansiu segons l'assaig de Le Chatelier.

3.2 Característiques químiques

Les característiques químiques de la mostra de ciment estudiat, s'han determinat segons la norma UNE-EN 196-2. En la següent taula s'exposen els resultats obtinguts, així com els valors límits especificats per a ciments naturals per la norma UNE 80309:2006.

TAULA VI

	Mostra Ciment natural Collet	Valors límits especificats per la norma UNE 80309:2006.
% Òxid de silici (SiO ₂)	18.3	≥ 18 %
% Òxid de calci (CaO)	50.7	≥ 45 %
% Òxid de magnesi (MgO)	2.3	--
% Òxid d'alumini (Al ₂ O ₃)	8.6	≥ 5 %
% Òxid de ferro (Fe ₂ O ₃)	2.4	≥ 2 %
% Òxid de sofre (SO ₃)	3.8	≤ 4 %
% Òxid de potassi (K ₂ O)	1.4	--
% Òxid de sodi (Na ₂ O)	0.2	--
% pèrdues per calcinació		Total ≤ 16 %
Δ 100-550 ° C	0.5	
Δ 550-950 ° C	5.9	
% Residu Insoluble	6.0	≤ 10 %
% CaO lliure	1.40	--
Relació Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	3.5	≥ 2

4.0 DISCUSSIÓ DE RESULTATS

El ciment natural analitzat presenta unes característiques adients i compleix les condicions especificades per la norma UNE 80309:2006, tant pel que fa als resultats físics com químics.

L'ús generalitzat d'aquest ciment per part dels usuaris és el que correspon a la corba de resistències CNR 8, sense addició de sorra. La recomanació del fabricant és utilitzar el ciment sense addició de sorra, amb una relació aigua/ciment= 0,32, aleshores, com es posa de manifest en els resultats obtinguts, s'obté un increment molt important de resistències.

Per a l'avaluació de les condicions tècniques afegint sorra, per a un desparrament de 100 mm segons la norma UNE 80309:2006, el ciment estudiat també compleix la corba de resistències CNR 8.

Les resistències extraordinàriament altes d'aquest ciment s'expliquen perquè és un ciment natural sulfoaluminat càlcic belític (SCA-belític), i el fet que la seva composició sigui constant, perquè procedeix de mina d'un estrat específic del carbonífer, assegura la constància d'aquestes resistències per tota la producció d'aquest ciment.

Qualsevol altre ciment natural fet amb els materials d'una cantera a cel obert, no té la composició fixa, i per tant, les seves resistències no són constants, i a vegades, difícilment controlables.

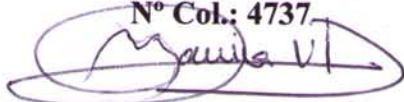
L'aplicació específica d'aquest ciment ha estat les voltes a la catalana, en substitució del que en un principi va ser el guix, el qual produïa problemes. Va ser possible fer les voltes del Modernisme gràcies a la valia excepcional d'aquest tipus de ciment.

5.0 CONCLUSIONS

El ciment natural analitzat presenta unes característiques adients i compleix les condicions especificades per la norma UNE 80309:2006, tant pel que fa als resultats físics com químics.

Les característiques específiques d'aquest ciment són les altes resistències a curt i llarg termini, i la resistència a l'atac per sulfat.

Signat Mònica Vicente
Llicenciada en Química
Nº Col.: 4737



Dr. F. Gomà
Nº Col.: 574
Barcelona 12-12-2008

