



**EL ROL DEL
CEMENTO &
CONCRETO
DE CARA
AL CAMBIO
CLIMÁTICO**



**CONGRESO
Cemento & Concreto
Verde 2050**



06 AL **09** **2024**
MAYO



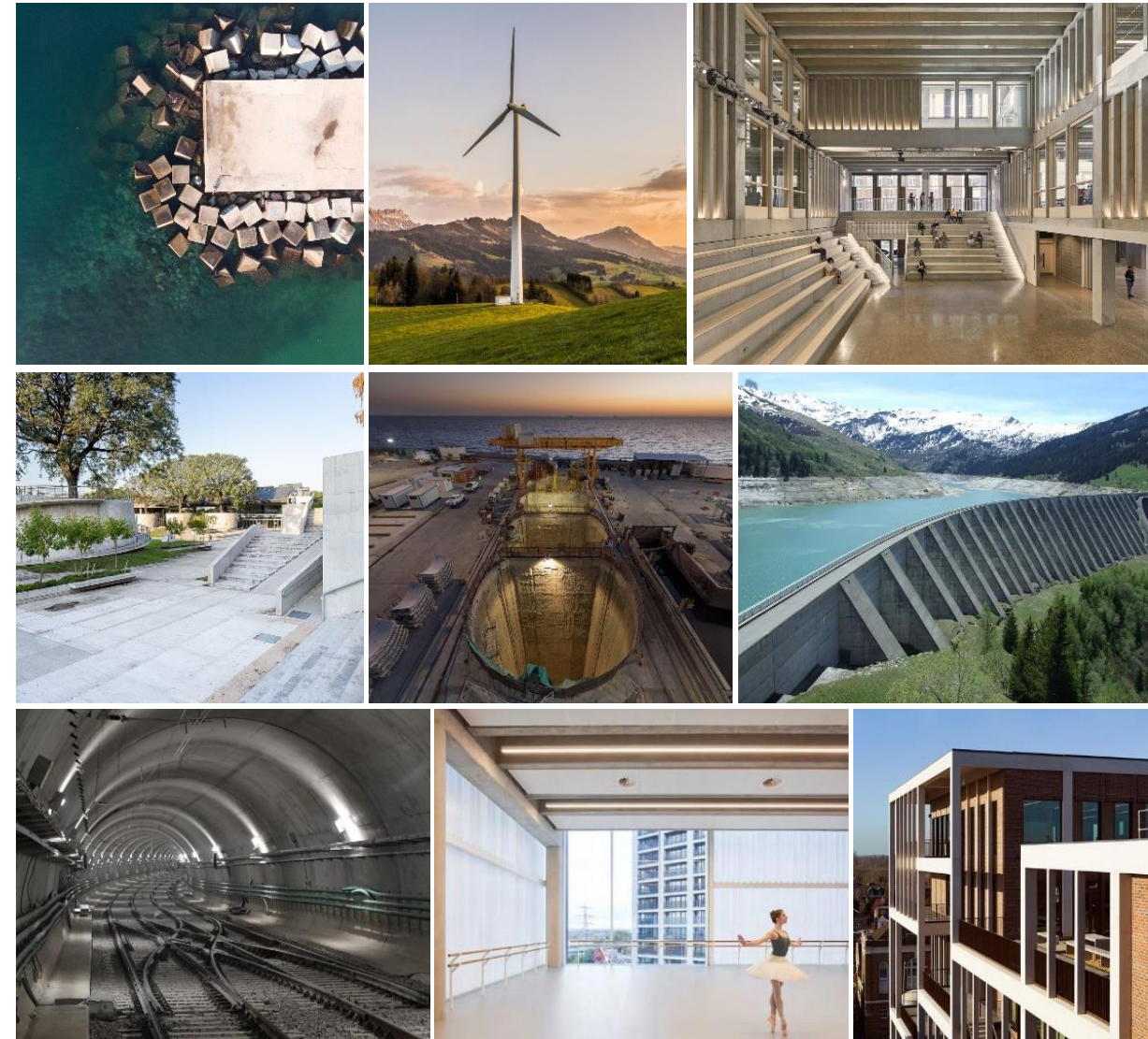
Ciudad de
Guatemala

**Panorama de normas técnicas de cementos
hacia la descarbonización en LAC**

Matías Polzinetti
FICEM Director Área Concreto

Índice

1. Una mirada histórica
2. Factores de cambio derivados de la agenda climática
3. ¿El enfoque prestacional como solución?
4. Panorama actual en la región
5. Novedades, oportunidades y barreras
6. Cierre



“Dime de dónde vienes y te diré quién eres”

- **Una de las áreas de dedicación normativa más antiguas** (ASTM: 1902; CSA: 1927; ABNT: 1935)
- **Dos grandes vertientes actuales: ASTM y EN**
- **Enfoque histórico basado en prescripción, con algunos requisitos orientados al desempeño**
 - Basadas en el conocimiento empírico
 - Relaciones causa-efecto no completamente establecidas
- **Inicialmente, un único cemento normalizado (hasta 1940) y pocos requisitos** (TF, RC 7 y 28 d, estabilidad, req químicos -PPC, RI, SO₃, MgO-), finura (R75).
- **Ha habido cambios...**
 - Incorporación de SCMs (Europa vs USA)
 - Aumento C3S en detrimento de C2S
 - Mayor contenido de álcalis
 - Mayor calor de hidratación (especialmente a edad temprana)
 - Mayor demanda de resistencia a corto plazo
 - Mayor finura
 - Minoritarios, aditivos, etc....
- **Las denominaciones de los cementos se han vuelto difíciles de asimilar por usuarios no especializados**
 - Desconfianza por falta de conocimiento (especialmente en cementos con adiciones)
 - Sobrediseño como medida de “protección”
 - Requisitos dispares de a/c y CUC en Códigos para ambientes semejantes y la misma vida útil.

Necesidades de la acción por el clima

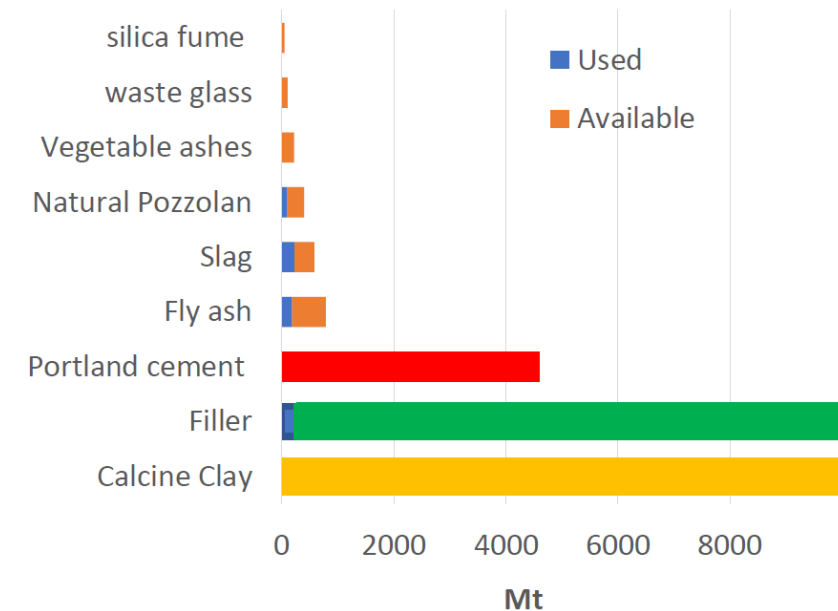
- Reducción pronunciada del **Factor Clinker**
 - Visión regional (Tabla): de **0,53** en 2030 y **0,51** en 2050 * **+ 66 %******
 - HR Chile: **0,63** en 2050 ** **+53 %******
 - HR Colombia: **0,56** en 2050 *** **+ 85 %******

Canal de distribución	2020	2030	2050
Sacos (Bolsas)	68 %	59 %	42 %
Fc Clk	60 %	45 %	40 %
RMX	25 %	33 %	48 %
Fc Clk	83 %	72 %	65 %
Dry Mix (Morteros, Grouts, etc)	5 %	5 %	5 %
Fc Clk	60 %	45 %	40 %
Precast	2 %	3 %	5 %
Fc Clk	90 %	85 %	85 %
Demanda consolidada (LAC)			
Cemento (Mt)	196	198	227
Clinker/Cemento	0.66	0.53	0.51
Clinker (Mt)	128	105	115
SCM (Mt)	67	93	111

Fuente: Overview of cement and concrete production in Latin America and the Caribbean with focus on the goals of reaching carbon neutrality. Villagrán-Zaccardi, Y; Pareja, R; Rojas, L; Irassar, EF; Torres Acosta, A; Tobón, J; John, V. RILEM. 2022.

* 0.66 en 2020 / ** 0.71 en 2020 / *** 0.69 en 2020 / **** Incluye reducción de consumo de cemento por mayor eficiencia en concreto y construcción

- Disponibilidad limitada en la mayoría de las alternativas tradicionales, implica abrir camino a **nuevas adiciones** (más diversas; de cercanía; menor escala), incluyendo las de baja reactividad.



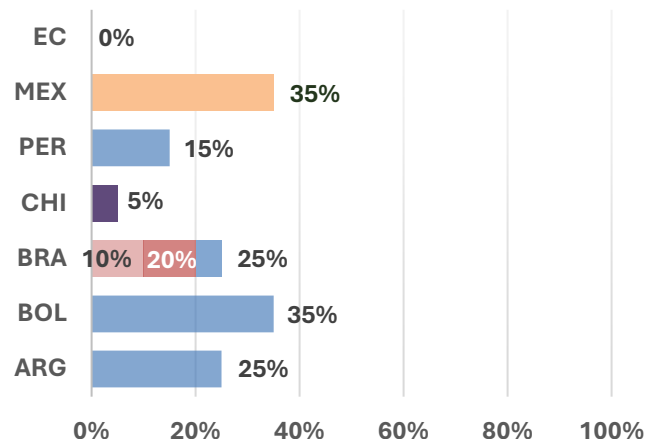
Fuente: Prof. Vanderley John. Congreso C2 Cemento y Concreto Verde (2023)

Límites máximos por tipo de adición (x composición)

América Latina y el Caribe (Cementos de uso estructural)

[Casos de países que cuentan con normas que incluyen límites de composición]

Caliza



- Como adición en Cemento Binario
- Como adición de un Cemento Compuesto
- Sólo si es una adición en un Cemento Compuesto
- Como componente minoritario

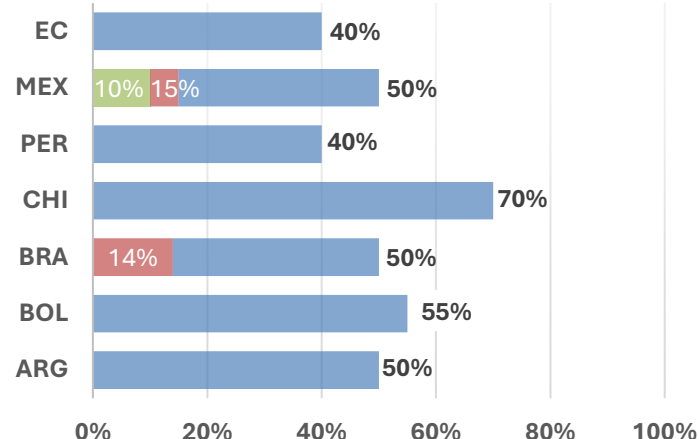
Argentina, Bolivia

- Sólo filler calcáreo

México, Brasil, Perú, Ecuador

- Caliza en general que cumple requisitos

Puzolana



- Como adición en Cemento Pozzolánico
- Como adición de un Cemento Compuesto
- Si la puzolana es Humo de Sílice

Argentina

- Puzolana natural, calcinada y ceniza volante tipo F.
- No incluye humo de sílice ni ceniza volante tipo C

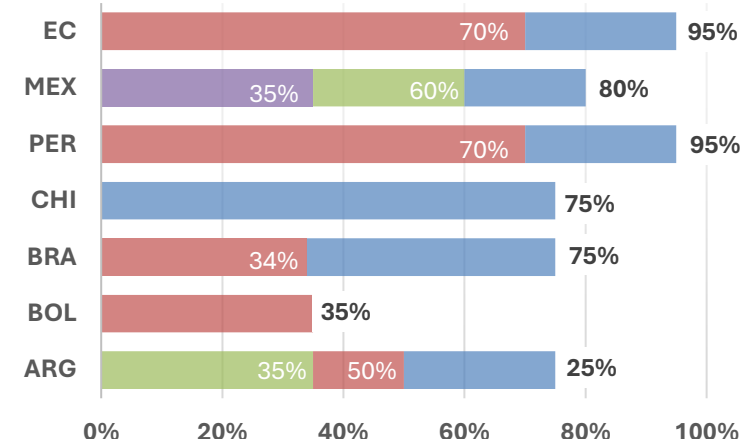
Bolivia, México

- Incluye puzolanas de origen natural, artificial (calcinadas) o subproductos industriales

Ecuador y Perú

- Puzolana natural, ceniza volante, humo de sílice.
- No incluye puzolana calcinada

Escoria



- Como adición en Cemento Siderúrgico (Cemento Alto Horno)
- Como adición de un Cemento Compuesto
- Como adición de un Cemento con Escoria

Argentina, Bolivia, Brasil, Chile y México

- Sólo admiten escoria granulada de alto horno

Ecuador y Perú

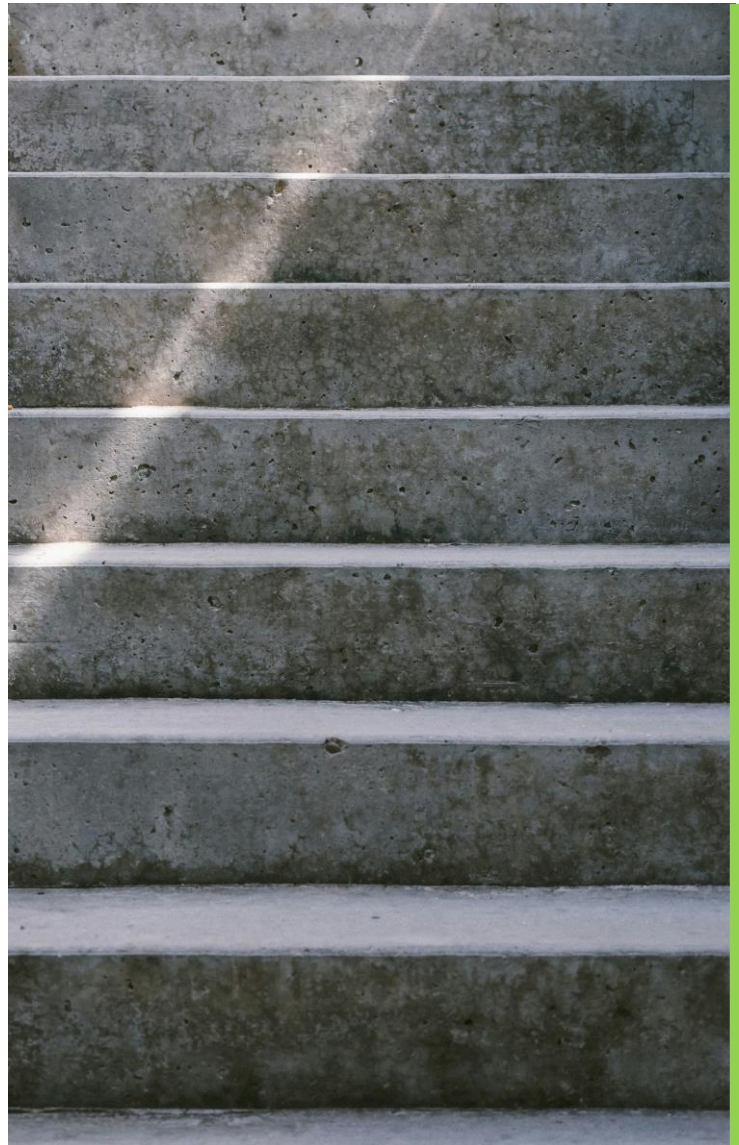
- Lineamiento ASTM (escorias de alto horno, granuladas o no)

Directrices generales normas ASTM x EN

Requisito	ASTM C150 “Portland Cement”	ASTM C595 “Blended Hydraulic Cements”	ASTM C1157 “Performance Spec for Hydraulic Cement”	EN 197-1 “Cemento”
RC Mínima	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
RC Máxima	NO	NO	NO	SÍ
Estabilidad en volumen	NO *	SÍ	SÍ	SÍ
Tiempo de fraguado	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Contenido de álcalis	Opcional	NO	NO	NO
Requisitos químicos	SÍ	SÍ	NO	SÍ
Finura	SÍ	NO	NO	NO
Aire incorporado	SÍ	SÍ	NO	NO
Límites de composición	SÍ	SÍ	NO	SÍ
Acepta minoritarios	SÍ (sólo casos identificados)	NO	SÍ	SÍ
Tipos y subtipos de cementos	<ul style="list-style-type: none"> Clasificación en base atributos de desempeño esperados 10 tipos 	<ul style="list-style-type: none"> Clasificación basada en la(s) adiciones presentes en el cemento. 4 tipos y 11 propiedades especiales 	<ul style="list-style-type: none"> 6 tipos Clasificación basada en atributos de desempeño esperados 	<ul style="list-style-type: none"> 5 tipos con 27 subtipos Clasificación basada en composición y clase de resistencia (3). SR opcional
Alcance y limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> Sólo admite caliza como adición y en hasta 5 % Minoritarios: máx 5 % y sólo 1 componente. Si el contenido es >1%, debe cumplir además con ASTM C465 Admite calizas dolomíticas 	<ul style="list-style-type: none"> Admite escoria, puzolana y caliza, o combinaciones de 2 de ellas Límites: Caliza 15 %; Escoria: 90 %; Puzolana: 40 % Puz. admit: Nat, FA, SF Límites químicos restringen % adiciones (LOI, RI, etc) Cemento ternario: total de adiciones hasta 70 %, con caliza ≤ 15 %, puzolana ≤ 40 % No admite arcillas calcinadas ni calizas dolomíticas 	<ul style="list-style-type: none"> No hay restricciones en los componentes ni en la cantidad utilizada. 	<ul style="list-style-type: none"> Admite caliza, escoria, puzolana natural y calcinada, ceniza volante, esquistos calcinados, humo de sílice Minoritarios: hasta 5 %; descuentan del % de adición Aditivos: < 1% Cemento Portland Compuesto: adición hasta 35 % Cemento Compuesto (Esc + Puz): adición hasta 49 %

* Fue eliminado en la última revisión (2022) Fuentes: ASTM C150:2021; ASTM C595:2021; ASTM C1157:2020; EN 197-1:2011.

“Solo al que le aprieta el zapato sabe dónde le duele”



1. **Habilitar nuevas adiciones minerales** (locales, costo-eficientes), incluyendo las de baja reactividad y disponibilidad.
2. **Sistemas ternarios y cuaternarios, con combinaciones múltiples.**
3. **Requisitos compatibles con cemento de alto contenido de adición y nuevas adiciones** (Req. químicos, R56 vs R28, etc)
4. **Mayor flexibilidad a los límites de composición y químicos** (si existen), o admitir validación por desempeño
5. **Evaluación de resistencia con agua fija**
6. **No obstaculizar uso de aditivos químicos y circularidad**
7. **Armonizar los 3 niveles normativos** (cemento – concreto - códigos)
8. **Complejidad normativa asumible por el usuario**
9. **Transición del laboratorio al mercado**
10. **De la predicción empírica a modelos de Inteligencia Artificial**

Panorama de la región

Entre **17 PAISES**:

- **10 países emplean normas con límites de composición y req. químicos (+80 % capacidad integrada*), 3 por prestación (10-12 %) y 4 aplican simultáneamente ambos tipos.**
- **ASTM es el principal antecedente normativo, salvo en ARG, BR, CU, PY.** En otros 5 países (BO, CH, CR, RD, UR), la influencia de ASTM es compartida con EN.
- ASTM C1157 es la única referencia (salvo ajustes país) para países que optan por eliminar los límites de composición y químicos.
- **En 12 países, las normas son de aplicación obligatoria.** Entre los que consideran un enfoque prestacional, sólo 1 país estipula cumplimiento mandatorio.



Gráfico: Adaptado de "Overview of cement and concrete production in Latin America and the Caribbean with focus on the goals of reaching carbon neutrality. Villagrán-Zaccardi, Y; Pareja, R; Rojas, L; Irassar, EF; Torres Acosta, A; Tobón, J; John, V. FICEM. 2022.]”

* Considerando datos de los 17 países relevados. Fuente datos: Global Cement 2023

Experiencias con la ASTM C1157

Estados Unidos de Norteamérica

- ASTM C150 y C595 son normas más aceptadas.
- Uso de adiciones: contexto país
- Primeros años, ASTM C1157 no era aceptada por ACI 318 y 301.
- Hacia 2000, solo 6 DOTs aceptaban cementos según ASTM C1157, pero sí admitían cementos según ASTM C595.
- Entre 2005 y 2012, sólo el 0,5 % del despacho anual era de cementos con 15 % F. Cuando ese cemento se incluyó en la ASTM C595, la participación aumentó a 1 % (2016).

Algunas de las razones que lo explican:

- Origen basado en durabilidad
- Coexistencia con ASTM C150 y C595
- Difícil coordinación con códigos y especificaciones técnicas
- Propiedades no incluidas
- Ausencia de límites (max o min) para algunos requisitos
- Categoría resistencia más baja, sin R28 d
- Inicialmente clasificación compleja (6 tipos y 5 clases de resistencia)

América Latina y el Caribe

- Ha sido un **aporte para flexibilizar la producción** e incorporación de nuevas composiciones del cemento.
- La **aceptabilidad** fue mayormente positiva, aunque:
 - Clientes especializados aún solicitan composición
 - Capacitación necesaria para educar al usuario
- **Coexistencia** con normas basadas en prescripción no incentiva el cambio en los usuarios
- Investigación interna recobró aún mayor relevancia en la práctica industrial cementera, incluyendo desarrollo de nuevas capacidades técnicas
- Para el usuario final, la **productividad** en obra sigue siendo un aspecto más sustancial que su compromiso con la sostenibilidad
- Para concreto, normativa basada en desempeño es prácticamente inexistente. El enfoque por desempeño aún no trasciende downstream de la producción de cemento

Factor clinker x Normas técnicas

Indicador	Unidad	Ecuador	Guatemala	Colombia	Argentina	Chile	Brasil	Rep Dominicana	México	Perú
Factor Clinker	%	66	66	68	68	69	71	73	73	76
Producción Cemento	Mt/año	5,0	3,2	11,9	13,4	2,2	63,5	3,7	47,5	10,5
Yeso	%	3	4	6	5	5	4	5	4	5
Caliza	%	16	6	17	18	1	15	9	11	6
Puzolana natural	%	15	23	4	3	22	1	12	7	11
Escoria Granul. Alto H.	%	0	0	4	5	0	7	0	0	2
Ceniza volante	%	0	0	1	0	2	1	1	0	0
Otros	%	0	1	1	2	0	1	0	3	0
¿Límites de composición y requisitos químicos?	--	AMBOS ENFOQUES	NO (+15 años)	NO (+10 años)	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	AMBOS ENFOQUES

Algunos ejemplos de nuevas adiciones por incluir en el marco normativo regional



Arcillas calcinadas



Calizas Dolomíticas



Finos reciclados de residuos de concreto y construcción



Escoria siderúrgica y de otras áreas de la metalurgia



Residuos de industria del ladrillo y cerámica



**Cenizas agroalimentarias
Cenizas de biomasa**



Relaves mineros



Vidrio molido



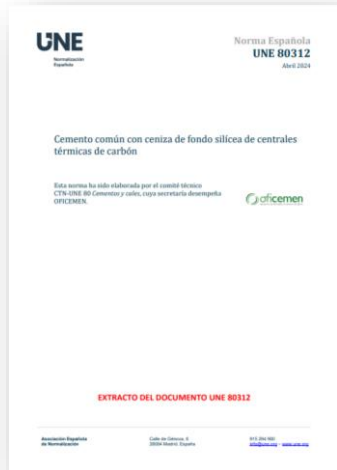
Fillers minerales



Margas

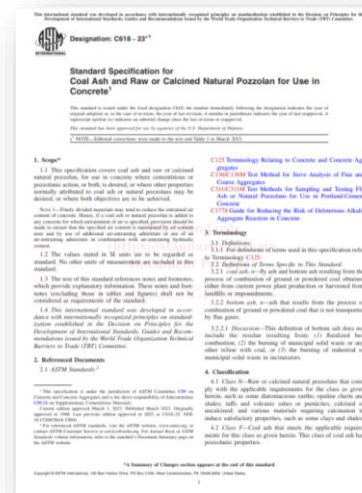
.... Otros

Algunas novedades del último tiempo en la normalización



UNE 80312:2024 Ceniza de fondo de termoeléctricas a base de carbón

- Vigente desde Abril-24
- Incorpora nuevas variantes de cemento con ceniza de fondo (Bottom Ash) de termoeléctricas a base de carbón
- Pendiente homologación administrativa oficial para comercialización en el mercado español, reglamentación en código estructural e instrucción de recepción de cementos



ASTM C618-23 Standard Specification for Coal Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete

- Vigente desde Mar-23
- Incorpora cenizas de fondo en una categoría única "Coal Ash"
- Requisitos unificados entre fly ash y bottom ash.
- Admitido para uso como adición al concreto. Aún se se incorporó en la ASTM C595

Tipos principales	Notación	Composición (% en masa)			
		Constituyentes mayoritarios		Constituyentes minoritarios	
		Clínker	Ceniza de fondo		
		K	G		
CEM II	Cementos Portland con ceniza de fondo	CEM II/A-G	80-94	6-20	0-5
		CEM II/B-G	65-79	21-35	0-5
CEM IV	Cemento puzolánico	CEM IV/A (G)	65-89	11-35	0-5
		CEM IV/B (G)	45-64	36-55	0-5

3.2.1 *coal ash, n*—fly ash and bottom ash resulting from the process of combustion of ground or powdered coal obtained either from current power plant production or harvested from landfills or impoundments.

3.2.2 *bottom ash, n*—ash that results from the process of combustion of ground or powdered coal that is not transported by flue gases.

3.2.2.1 *Discussion*—This definition of bottom ash does not include the residue resulting from: (1) fluidized bed combustion, (2) the burning of municipal solid waste or any other refuse with coal, or (3) the burning of industrial or municipal solid waste in incinerators.

Algunas novedades del último tiempo en la normalización

EN 197-5 Cementos compuestos de alta adición y calizas dolomíticas

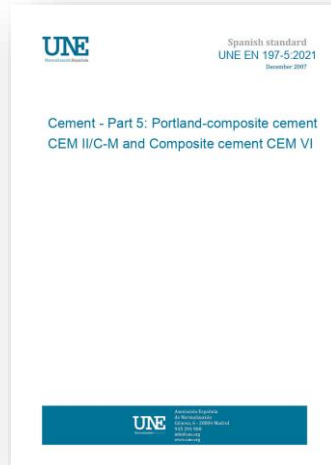


Tabla 1 - Cemento Portland compuesto CEM II/C-M y cemento compuesto CEM VI

Tipos principales	Designación de los productos (tipos de cemento)		Composición (% en masa ^a)											Componentes adicionales minoritarios
			Componentes principales										Caliza	
			Clinker	Escoria de horno alto	Humo de sílice	Puzolana		Cenizas volantes		Esquistos calcinados	L ^c	LL ^c		
natural	natural calcinada	silíceas				caláreas								
	Tipo de nombre	Tipo de designación	K	S	D ^b	P	Q	V	W	T	L ^c	LL ^c		
CEM II	Cemento Portland compuesto ^d	CEM II/C-M	50-64	← Amplía hasta 50% →	-	-	-	36-50	-	-	-	-	0-5	
CEM VI	Cemento compuesto	CEM VI (S-P)	35-49	31-59	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM VI (S-V)	35-49	31-59	-	-	-	6-20	-	-	-	-	0-5	
		CEM VI (S-L)	35-49	31-59	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0-5	
		CEM VI (S-LL)	35-49	31-59	-	-	-	-	-	-	-	6-20	0-5	

a Los valores de la tabla son la suma de los componentes mayoritarios y minoritarios.
 b En el caso del humo de sílice, el contenido de humo de sílice está limitado al 6-10% en masa.
 c En el caso de la caliza, el contenido de caliza (suma de L, LL) está limitado al 6-20% en masa.
 d El número de constituyentes mayoritarios además del clinker, está limitado a dos, y estos constituyentes mayoritarios deben declararse en la designación del cemento (véase el capítulo 6 para encontrar ejemplos).

Sin embargo, se debe aplicar el siguiente requisito para la caliza (L, LL) sustituyendo al apartado 5.2.6 a) de la Norma EN 197-1:2011:

El contenido de carbonato de calcio (CaCO₃) calculado a partir del contenido de óxido de calcio debe ser como mínimo del 40% en masa y la suma de carbonato de calcio (CaCO₃) y de carbonato de magnesio (MgCO₃) calculado a partir del contenido de óxido de calcio y de óxido de magnesio, respectivamente, debe ser como mínimo del 75% en masa.

- Vigente desde Feb-21
- Amplía al 50 % adición en CEM II (nuevo CEM II/C)
- Incorpora al CEM VI, cemento ternario de clinker, escoria (31-59) y una adición activa adicional o caliza
- Admite dolomías

IRAM 50000-2024

En vigencia desde 07-Abr-24

Tabla 1 - Tipos de cemento y composición ⁽¹⁾

Tipo de cemento	Designación	Composición ⁽²⁾ (g/100 g)				Componentes minoritarios ⁽³⁾
		Componentes principales				
		Clinker + sulfato de calcio	Escoria granulada de alto horno (E)	Adiciones		
Puzolana y/o ceniza volante silíceas (P y/o CV)	"Filler" calcáreo (FC)					
Cemento portland normal	CPN	100-95	-	-	-	0-5
Cemento portland con "filler" calcáreo	CPF	94-75	-	-	6-25	0-5
Cemento portland con escoria	CPE	94-65	6-35	-	-	0-5
Cemento portland compuesto	CPC A ⁽⁴⁾	64-50	-	dos o más, con: 6 ≤ (P y/o CV + E + FC) ≤ 35 y con (FC) ≤ 25	dos o más, con: 36 ≤ (P y/o CV + E + FC) ≤ 50 y con (FC) ≤ 25	0-5
Cemento portland puzolánico	CPP	85-50	-	15-50	-	0-5
Cemento de alto horno	CAH	64-25	36-75	-	-	0-5

(1) La suma de los contenidos de puzolana y/o ceniza volante, escoria, "filler" calcáreo y de los componentes minoritarios, no modifica el contenido mínimo de clinker más sulfato de calcio. Esto significa que el porcentaje de incorporación del componente minoritario debe reducir al de la puzolana y/o ceniza volante, escoria, "filler" calcáreo.
 (2) A solicitud de los usuarios, los fabricantes deben informar la composición detallada del cemento requerido.
 (3) Los componentes minoritarios deben estar correctamente preparados, es decir, seleccionados, homogeneizados, secados y pulverizados, en función de su estado de producción o suministro.
 (4) La designación CPC A se diferencia del CPC por su mayor contenido de adiciones.

Algunas novedades del último tiempo en la normalización

EN 197-6 Cemento con Materiales de Construcción Reciclados

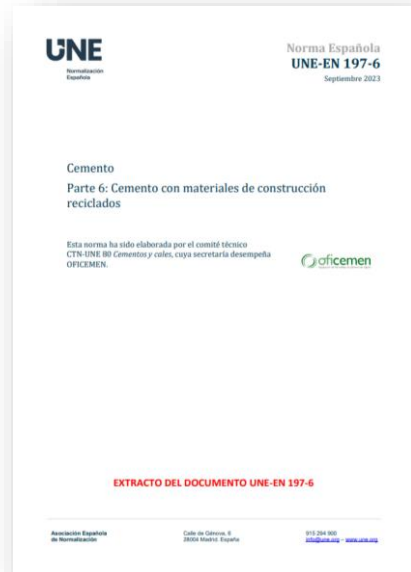


Table 1 — Cement with recycled concrete fines

Main types	Notation of the products (types of cement)		Composition (percentage by mass) ^a									
			Clinker	Recycled concrete fines	Blast-furnace slag	Silica fume	Pozzolana		Fly ash		Burnt limestone	Minor additional constituents
							natural	natural calcined	siliceous	calc		
Type name	Type notation	K	F	S	D ^b	P	Q	V				
CEM II	Portland-recycled-fines cement	CEM II/A-F	80-94	6-20	—	—	—	—	—	—		
		CEM II/B-F	65-79	21-35	—	—	—	—	—	—		
	Portland-composite cement ^d	CEM II/A-M	80-88	6-14	←----- 6-14 -----							
CEM II/B-M		65-79	6-29	←----- 6-29 -----								
		CEM II/C-M	50-64	6-20	←----- 16-44 -----							
CEM VI	Composite cement	CEM VI	35-49	6-20	31-59	—	—	—	—	—		

^a The values in the table refer to the sum of the main and minor additional constituents.
^b In case of the use of silica fume, the proportion of silica fume is limited to 6% to 10% by mass.
^c In case of the use of limestone, the proportion of the sum of limestone and recycled concrete fines (sum of L, LL and F) is limited to 10% by mass.
^d The number of main constituents other than clinker is limited to two and these main constituents shall be declared by designating them as P and Q. In case of the use of both F and (L or LL) in the composition, the number of main constituents other than clinker is limited to three and these main constituents shall be declared by designation of the cement.

4.2 Recycled concrete fines

Recycled concrete fines is a specially selected and prepared mineral material

- coming from plants or units producing coarse, all-in and/or fine recycled concrete aggregates; or
- reclaimed from concrete production operations; or
- coming from reclaimed crushed aggregates as defined in EN 206:2013+A2:2021.

NOTE Recycled concrete fines can be considered to be suitable if the recycled coarse concrete aggregates produced in the recycling plants or units fulfil the constituent requirements for R_{CU90} , R_{b10} , R_{a1} , FL_2 , and XR_{g1} according to EN 12620:2002+A1:2008, Table 20:

- R_{CU90} : $\geq 90\%$ by mass concrete, concrete products, mortar, concrete masonry units, unbound aggregate, natural stone, hydraulically bound aggregate;
- R_{b10} : $\leq 10\%$ by mass clay masonry units (i.e. bricks and tiles), calcium silicate masonry units, aerated non-floating concrete;
- R_{a1} : $\leq 1\%$ by mass bituminous materials;
- FL_2 : $\leq 2\text{ cm}^3/\text{kg}$ floating material in volume;
- XR_{g1} : $\leq 1\%$ by mass glass and other materials.

Recycled concrete fines are mainly non-reactive. A residual hydraulic or pozzolanic reactivity is possible but does not contribute substantially to the cement reactivity.

The recycled concrete fines may be further processed in the cement plant, if necessary.

Recycled concrete fines shall fulfil the following requirements:

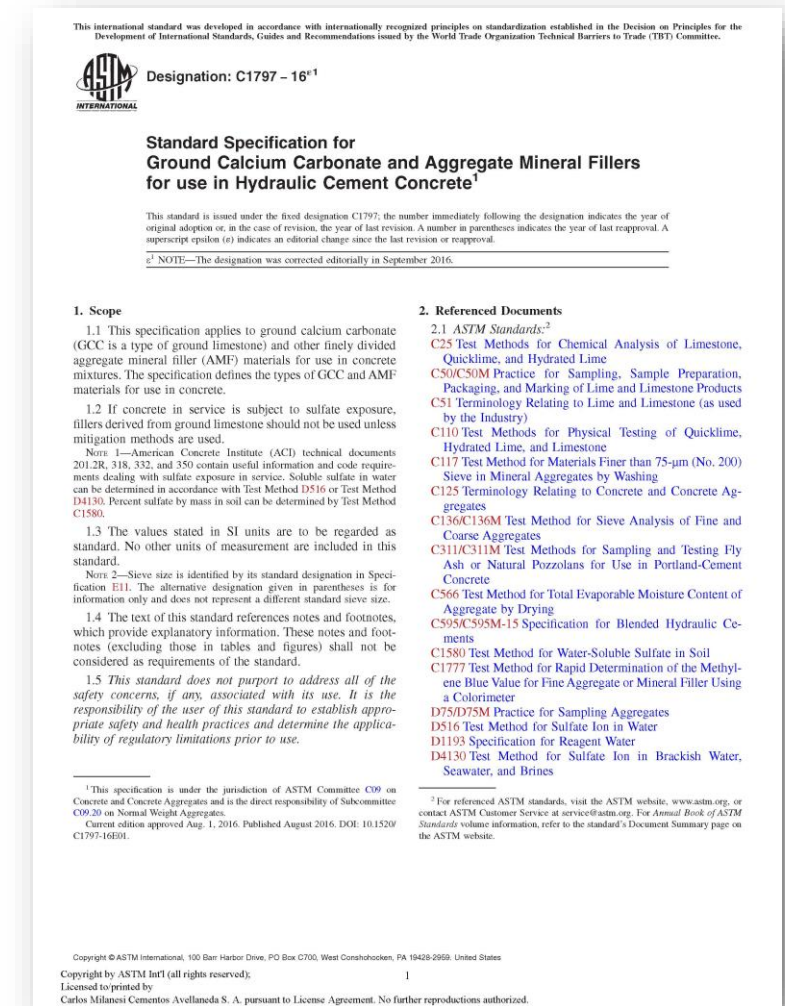
- TOC content $\leq 0,8\%$ by mass, tested in accordance with EN 13639;
- Sulfate content (as SO_3) $\leq 2,0\%$ by mass, tested in accordance with EN 196-2;
- the clay content, determined by the methylene blue test in accordance with EN 933-9, shall not exceed 1,20 g/100 g. For this test, the recycled concrete fines shall be ground to a fineness of approximately 5 000 cm^2/g determined as specific surface in accordance with EN 196-6.

- Vigente desde Sept-23
- Instaura aceptación de los finos de concreto reciclado como adición mineral al cemento

“... material mineral especialmente seleccionado y preparado
 • procede de plantas o centros de producción de áridos reutilizados
 • es recuperado de las operaciones de producción del hormigón
 • procede de áridos de machaqueo, tal y como se define en la norma UNE-EN 206:2013+A2:2021.”

Algunas novedades del último tiempo en la normalización ASTM

- **Filler mineral y carbonático para concreto**
(ASTM C1797) **Material fino (packing, reología, uso de material pulverulento)**
- **Especificación para puzolana de vidrio esmerilado para uso en concreto**
(ASTM C1866) **Vidrio para envases, vidrio plano o vidrio E**
- **Especificación para cementos que requieren curado por carbonatación**
(ASTM C1905) **Curado por carbonatación (Concreto sin refuerzo)**
- **Métodos alternativos para evaluar la reactividad de SCMs por calorimetría isotérmica y agua combinada (RILEM R3 test methods)**
(ASTM C1897) **Métodos alternativos para evaluar SCMs**
- **En progreso:**
 - Especificación para sílica coloidal
 - Especificación por desempeño para SCMs
 - Actualización de la ASTM C595

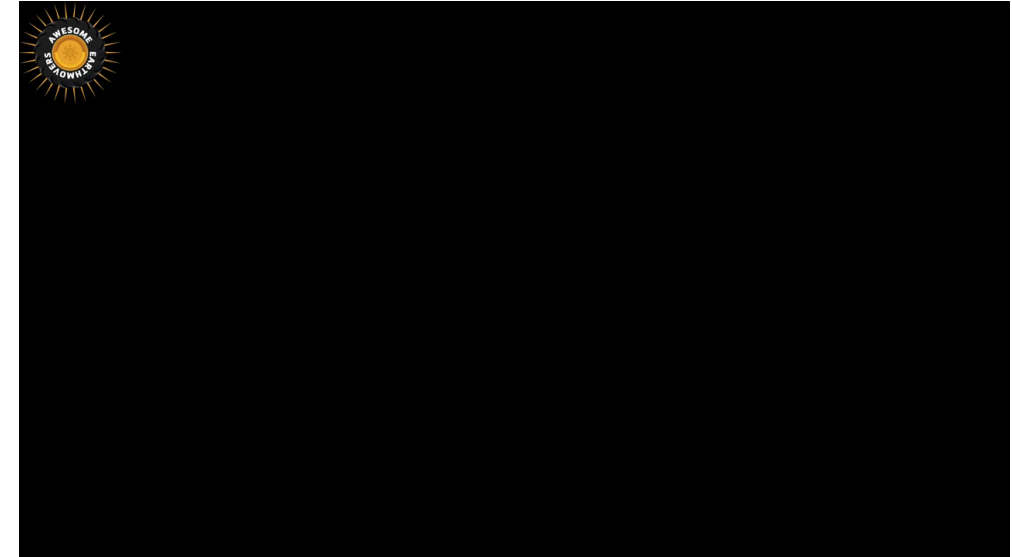


La especialización como oportunidad



UNE EN 13282-1/2/3 Conglomerantes hidráulicos viales

- Desarrollados en la década del 80's en Alemania y Francia.
 - Estabilización de suelos
 - Tratamiento de materiales con cemento
 - Rehabilitación de pavimentos
- Fraguado hidráulico con cinética distinta
- No aptos para uso estructural
- Producto terminado en fábrica, evitando mezclado de componentes en sitio de obra
- El uso de adiciones en el cemento para estabilización de suelos contribuye a una menor tendencia a la fisuración, a través de:
 - Menor calor de hidratación
 - Resistencias a largo plazo
 - Efecto puzolánico en combinación con cal
 - Menor contenido de C3A



Componentes principales

- Clinker (≥ 20 % endurec. aceler; <20 % endurec. Normal)
- Escoria
- Puzolana natural (calcinada o no)
- Ceniza volante silíceo y calcáreo
- Esquisto calcinado
- Caliza
- Cales
- Cenizas de lodos de papeleras
- Escoria cristalizada de horno de oxígeno básico
- Otros

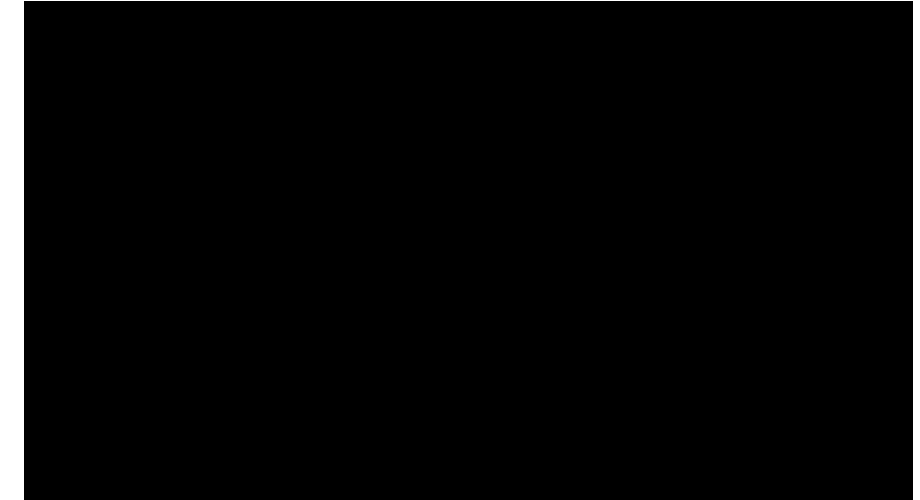
Componentes minoritarios: hasta 10 %

Otro caso: **Cementos de Albañilería**

Pero, ¡cuidado! Así no ...

IRAM 50002 Cemento para hormigón de uso vial, aplicable con tecnología de alto rendimiento (TAR)

- Vigente en **Argentina desde 2009**.
- Orientada al cemento utilizado en la elaboración de concreto que se utilice en la **ejecución de calzadas de pavimentos con tecnología (terminadoras) de alto rendimiento**.
 - Concreto para pavimentos con otras tecnologías no están afectados
- En comparación con la especificación general de cementos para la construcción, **restringe el contenido de adiciones a un 20 %**.
 - **Razones:** poner a salvo una tecnología constructiva; la relación con los clientes.
 - **No existe una regulación semejante en otro país**
 - **Débil relación causa-efecto**, que se vuelve contraproducente frente a medidas de durabilidad (pe. RAS)
 - Se debería actualizar basado en la prestación esperable de un ligante para este uso:
 - Finura
 - Resistencia a 12 h
 - Estabilidad en volumen (química y autógena)
 - Validación final en mezcla de prueba (TF, RC1 y RC28)



Tipo de cemento ⁽⁵⁾	Nomenclatura	Composición ⁽²⁾ (g/100 g)				
		Clínker + sulfato de calcio	Puzolana o ceniza volante silíceas (P ó CV)	Escoria (E)	"Filler" calcáreo (F)	Comp. minoritarios
Cemento pórtland normal	CPN	100-95	---	---	---	0-5
Cemento pórtland con "filler" calcáreo	CPF	94-80	---	---	6-20	0-5
Cemento pórtland con escoria	CPE	94-80	---	6-20	---	0-5
Cemento pórtland compuesto ⁽³⁾	CPC	94-80	dos o más, con: $6 \leq (P \text{ ó } CV + E + F) \leq 20$			0-5
Cemento pórtland puzolánico ⁽⁴⁾	CPP	85-80	15-20	---	---	0-5

¿Por qué los cambios normativos no avanzan más rápido?



- Aprobación por **consenso**
- Aceptación basada en **experiencias**
- Múltiples **intereses**. Todas las opiniones son igualmente atendidas.
- Usualmente se necesitan **al menos 3 actores de mercado** en capacidad de producir lo que se propone normalizar (pe. ASTM y CSA)
- **Nuevos materiales** pueden requerir **nuevos métodos de ensayo**, junto con **especificaciones diferentes** a las de los materiales que sustituirían
- Para aprobar un cambio, **todas las observaciones deben ser resultas**
- **Temor / Resistencia / Incertidumbre al cambio**
- Tratamiento no inicia con un **planteo claro** de lo que se propone modificar o normalizar
- **Límites legales** a la frecuencia de actualizaciones
- **Participación discontinua o ausencia de actores clave**

¿Soluciones?

- | | |
|--|--|
| - Normas experimentales | - Normas con alcance limitado |
| - Normas para aplicaciones específicas | - Guías de buenas prácticas |
| - Construir consenso previo | - Workshop / foros de discusión técnica previa |
| - Anexos informativos | |

Cierre

- Hasta hoy, la **normalización basada en prescripción predomina**. Con caminos diferentes, el punto de llegada hasta hoy no ha sido tan diferente.
- El **enfoque prestacional** abre nuevas oportunidades. Hasta el momento ha sido fundamentalmente una herramienta de mayor flexibilidad productiva. ¿Repensar la norma ASTM C1157?
- El **enfoque prescriptivo podría mantener su vigencia** en la medida que se logre una actualización inteligente, que acompañe las propuestas de acción local. La integración con códigos y en la relación con usuarios podría verse facilitada.
- **Normalización plana** (“Cementos para hacer de todo”) puede inhabilitar oportunidades
- **Planificar la actuación en los organismos de normalización:** decisión, estrategia, táctica y perseverancia.
- Los usuarios del cemento y concreto hoy toman decisiones fundamentalmente influidas por la productividad, costo y repetición de prácticas que “no fallaron”. Las **decisiones basadas en CO2 eficiencia** aún son muy infrecuentes.
- Un enfoque “puro” por desempeño incluyendo al concreto y la construcción puede ser muy retador.
- **Involucramiento y capacitación** a toda la cadena de valor

Trabajemos juntos

Los invito al Subcomité de Normalización y Calidad de FICEM

Objetivos

1. Identificar necesidades de modificación o nueva normativa y consensuar posiciones.
 - Acción climática
 - Mejoras en encuadramiento normativo y en métodos de ensayo
 2. Discutir proyectos de actualización y nueva normativa en estudio por los Comités CO1 y C09 de ASTM.
- **Dependiente del Comité Técnico y Académico**
 - **Reuniones cada 45 días (VC)**

Integrantes





Gracias

EL ROL DEL
CEMENTO &
CONCRETO
DE CARA
AL CAMBIO
CLIMÁTICO



CONGRESO
Cemento & Concreto
Verde 2050



06 AL 09
MAYO 2024



Ciudad de
Guatemala