



# **GENERALIDADES DE CEMENTOS EN EL ECUADOR**

**AGOSTO 2020**



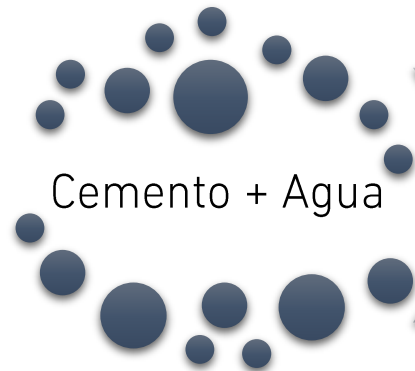
# TEMARIO

- DEFINICIÓN: CEMENTO
- ORIGEN DEL CEMENTO
- COMPONENTES Y FABRICACIÓN
- TIPOS DE CEMENTOS
- ATENAS GU
- ATENAS HE

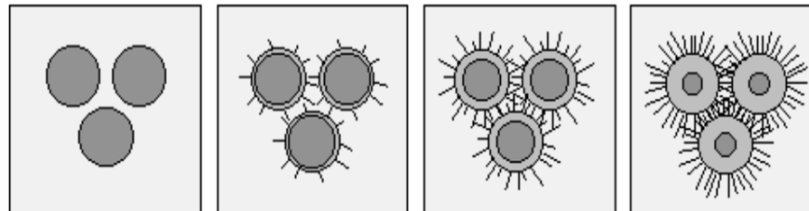
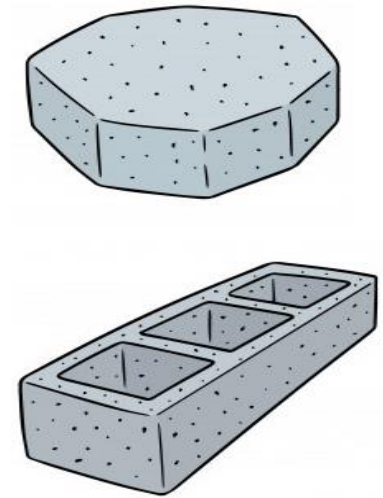
# DEFINICIÓN

## Cemento hidráulico:

Es un material aglutinante con propiedades de adherencia y cohesión, que en contacto con el agua reacciona químicamente dando resultado una masa plástica que en condiciones adecuadas fragua y endurece.



**Hidratación**



# ORIGEN DEL CEMENTO



# ORIGEN DEL CEMENTO



## MEDIEVALES

- Ningún progreso técnico notable.
- Inicio

## MODERNOS

- Inicia producción de ligantes hidráulicos.
- Faro de Eddyston (Smeaton).
- Estudios sobre la hidraulicidad (Vicat).



# ORIGEN DEL CEMENTO

- Joseph Apsdin patenta el cemento Portland (1824).
- Isaac Johnson es el primero en obtener Clinker (1844).

**ACTUALES**



**ECUADOR**

- José Rodríguez Bonín construyó la primera fábrica de cemento en Guayaquil (1923).
- Cemento "Condor".



# COMPONENTES DEL CEMENTO



**CALIZA**



**ARCILLA**



**M. HIERRO**



**CLINKER**



**YESO**



**A. MINERALES**

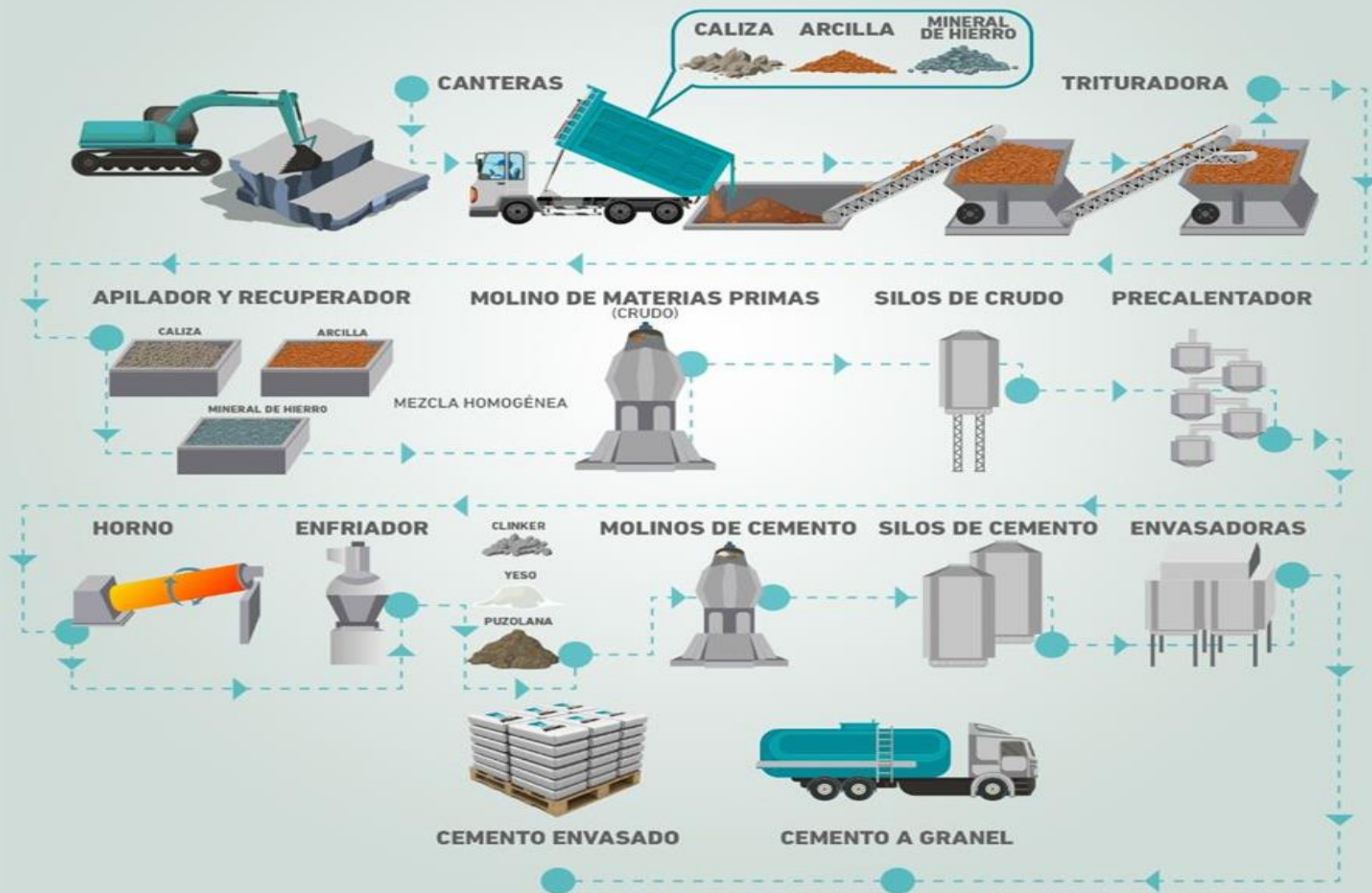


**CEMENTO**





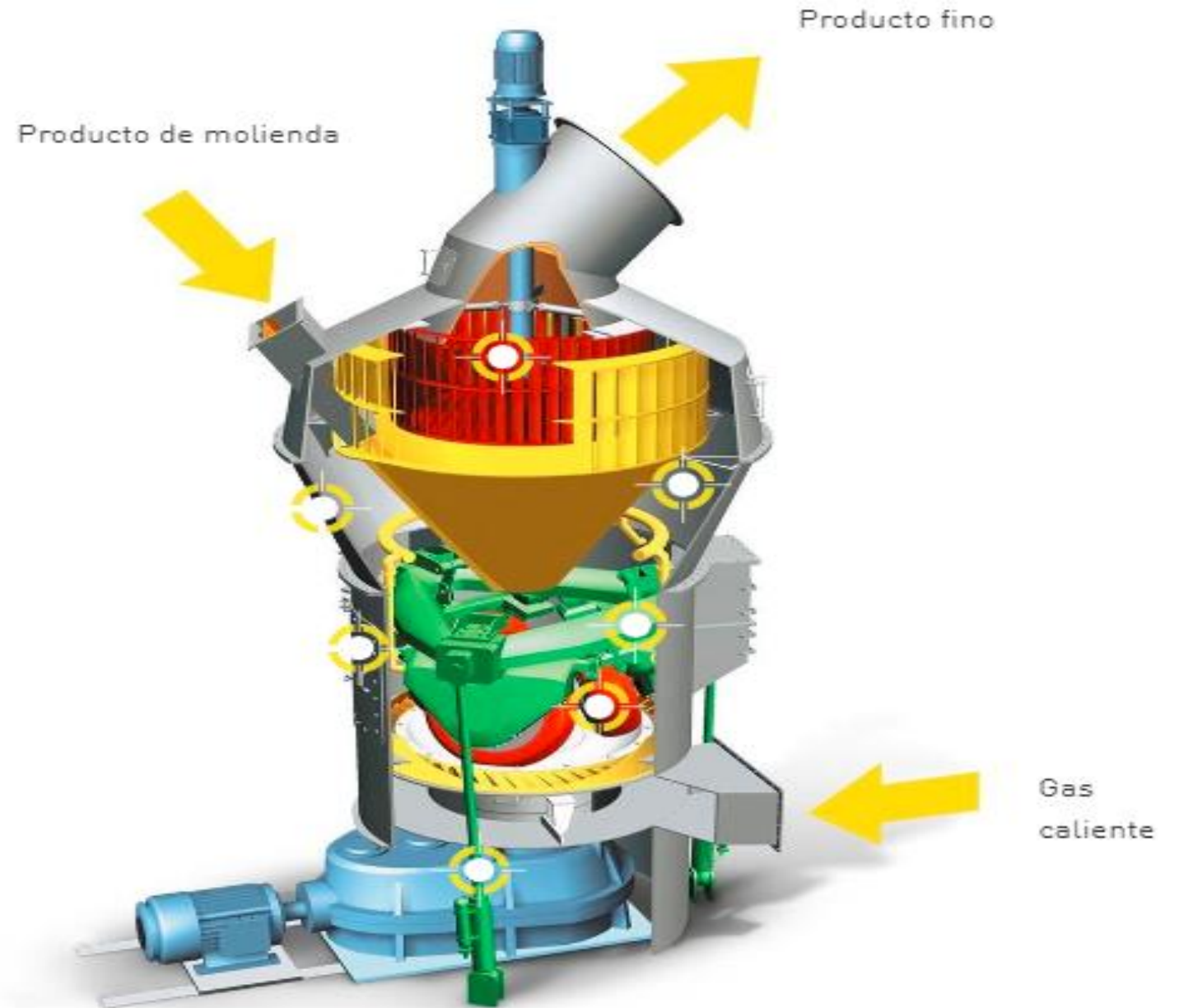
# ESQUEMA DE PRODUCCIÓN CEMENTO





**ATENAS**  
Ciencia aplicada a la construcción

# MOLINO VERTICAL DE CEMENTO





# TIPOS DE CEMENTO EN ECUADOR

# TIPOS DE CEMENTO

## ASTM C150 – NTE INEN 152

- Quinta revisión - 2012
- Cementos Portland Puros
- Clasificación por su composición química

## ASTM C595 – NTE INEN 490

- Quinta revisión - 2011
- Cementos Hidráulicos Compuestos
- Definen cantidad y calidad de las adiciones

## ASTM C1157 – NTE INEN 2380

- Segunda revisión - 2011
- Cementos Hidráulicos por desempeño

## ASTM C91 – NTE INEN 1806

- Segunda revisión - 2016
- Cementos Hidráulicos por desempeño

# TIPOS DE CEMENTO

La NTE INEN 2380 es la normativa más moderna de la industria cementera.



TÍTULO	NORMA NACIONAL	NORMA INTERNACIONAL	1 <sup>ra</sup> PUBLICACIÓN	EDAD
Cemento Portland. Requisitos.	NTE INEN 152	ASTM C150	1940	80 años
Cementos Hidráulicos Compuestos. Requisitos.	NTE INEN 490	ASTM C595	1967	53 años
Cemento Hidráulico. Requisitos de desempeño.	NTE INEN 2380	ASTM C1157	1992	28 años

# TIPOS DE CEMENTO

## **NTE INEN 152:**

Esta normativa establece los requisitos físicos y químicos que debe cumplir el cemento Portland. Los cementos Portland son el resultado de la pulverización de clinker y una o más formas de sulfato de calcio (yeso).

# NTE INEN 152:

## REQUISITOS DE COMPOSICIÓN NORMALIZADA

Tipo de cemento <sup>A</sup>	Norma de ensayo aplicable	I y IA	II y IIA	II(MH) y II(MH)A	III y IIIA	IV	V
Óxido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), % máximo	INEN 160	--	6,0	6,0	--	--	--
Óxido férrico (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), % máximo	INEN 160	--	6,0 <sup>B</sup>	6,0 <sup>B,C</sup>	--	6,5	--
Óxido de magnesio (MgO), % máximo	INEN 160	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Trióxido de azufre (SO <sub>3</sub> ) <sup>D</sup> , % máximo Cuando (C <sub>3</sub> A) <sup>E</sup> es 8% o menor Cuando (C <sub>3</sub> A) <sup>E</sup> es mayor del 8%	INEN 160	3,0 3,5	3,0 F	3,0 F	3,5 4,5	2,3 F	2,3 F
Pérdida por calcinación, % máximo	INEN 160	3,0	3,0	3,0	3,0	2,5	3,0
Residuo insoluble, % máximo	INEN 160	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Silicato tricálcico (C <sub>3</sub> S) <sup>E</sup> , % máximo	Ver Anexo A	--	--	--	--	35 <sup>C</sup>	--
Silicato dicálcico (C <sub>2</sub> S) <sup>E</sup> , % mínimo	Ver Anexo A	--	--	--	--	40 <sup>C</sup>	--
Aluminato tricálcico (C <sub>3</sub> A) <sup>E</sup> , % máximo	Ver Anexo A	--	8	8	15	7 <sup>C</sup>	5 <sup>B</sup>
Suma de C <sub>3</sub> S + 4,75C <sub>3</sub> A <sup>G</sup> , % máximo	Ver Anexo A	--	--	100 <sup>C,H</sup>	--	--	--
Ferroaluminato tetracálcico más dos veces aluminato tricálcico (C <sub>4</sub> AF+2(C <sub>3</sub> A)), o solución sólida (C <sub>4</sub> AF + C <sub>2</sub> F), cuando sea aplicable, % máximo	Ver Anexo A	--	--	--	--	--	25 <sup>B</sup>





# TIPOS DE CEMENTO

## NTE INEN 490:

Un cemento compuesto es el producto resultante de la adición del 15% al 40% de material puzolánico al cemento portland.



### Compuestos Binarios (IP/IS)

Puzolanas

Escoria

### Compuestos Ternarios (IT)

Puzolanas  
+  
Escoria

Escoria  
+  
Cal



Clinker  
Portland



Cementos  
Compuestos

# TIPOS DE CEMENTO

## NTE INEN 490:

- **TIPO IS:** Cemento Portland de escoria de altos hornos.
- **TIPO IP:** Cemento Portland puzolánico.
- **TIPO IT:** Cemento compuesto ternario.

# TIPOS DE CEMENTO

## NTE INEN 490:

### REQUISITOS DE COMPOSICIÓN NORMALIZADA

TIPO DE CEMENTO <sup>A</sup>	Método de ensayo aplicable	IS (< 70), IT(P<S<70)	IS (≥ 70), IT(S≥70)	IP, IT(P≥S)
Oxido de magnesio (MgO), % máximo	INEN 160	--	--	6,0
Sulfato, reportado como (SO <sub>3</sub> ), % máximo <sup>B</sup>	INEN 160	3,0	4,0	4,0
Sulfuro, reportado como S <sup>2-</sup> , % máximo	INEN 160	2,0	2,0	--
Residuo insoluble, % máximo	INEN 160	1,0	1,0	--
Pérdida por calcinación, % máximo	INEN 160	3,0	4,0	5,0

# TIPOS DE CEMENTO

## NTE INEN 490:

## REQUISITOS FÍSICOS

TIPO DE CEMENTO <sup>A</sup>	NORMA APLICABLE	IS (<70), IT(P<S<70), IP, IT(P≥S)	IS (<70) (MS), IT(P<S<70) (MS), IP(MS), IT(P≥S) (MS)	IS (<70) (HS), IT(P<S<70) (MS), IP(HS), IT(P≥S) (HS)	IS (≥70), IT(S≥70)	IP (LH) <sup>B</sup> , IT(P≥S) (LH) <sup>B</sup>
Finura	NTE INEN 196, NTE INEN 957	c	c	c	c	c
Expansión en autoclave, % máximo	NTE INEN 200	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Contracción en autoclave, % máximo <sup>D</sup>	NTE INEN 200	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Tiempo de fraguado, Ensayo de Vicat: <sup>E</sup>	NTE INEN 158					
Fraguado, minutos, no menor a		45	45	45	45	45
Fraguado, horas, no mayor a		7	7	7	7	7
Contenido de aire en el mortero, volumen % máximo <sup>A</sup>	NTE INEN 195	12	12	12	12	12
Resistencia a la compresión, mínimo <sup>A</sup> , MPa	NTE INEN 488					
3 días		13,0	11,0	11,0	--	--
7 días		20,0	18,0	18,0	5,0	11,0
28 días		25,0	25,0	25,0	11,0	21,0
Calor de hidratación máximo: <sup>F</sup>	NTE INEN 199					
7 días, kJ/kg		290	290	290	--	250
(cal/g)		(70)	(70)	(70)	--	(60)
28 días, kJ/kg		330	330	330	--	290
(cal/g)		(80)	(80)	(80)	--	(70)
Requerimiento de agua, % máximo, en peso del cemento,	NTE INEN 488	--	--	--	--	64
Contracción por secado, % máximo.	NTE INEN 2 504	--	--	--	--	0,15
Expansión en mortero, % máximo: <sup>G</sup>	NTE INEN 867					
14 días		0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
8 semanas		0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Resistencia a los sulfatos, % máximo: <sup>H</sup>	NTE INEN 2 503					
Expansión a 180 días		(0,10) <sup>I</sup>	0,10	0,05	--	(0,10) <sup>I</sup>
Expansión a 1 año		--	--	0,10	--	--

# TIPOS DE CEMENTO

## NTE INEN 2380:

Los cementos que cumplen con la Norma INEN 2380 satisfacen requisitos de **desempeño físico**, oponiéndose a restricciones de ingredientes o de composición química del cemento, las cuales se pueden encontrar en otras especificaciones.



# TIPOS DE CEMENTO

**NTE INEN 2380:**

**ATRIBUTOS BASADOS EN EL  
DESEMPEÑO EN HORMIGÓN**

Resistencia

R. Sulfatos

Calor  
Hidratación

R. Actividad  
álcali-sílice

**Nota:** El desempeño depende de varios factores como: materiales, diseño, producción, manejo, curado y condiciones ambientales.

# TIPOS DE CEMENTO

## TIPOS NTE INEN 2380

**GU:** Uso general

**HE:** Alta resistencia inicial

**MS:** Moderada resistencia a los sulfatos

**HS:** Alta resistencia a los sulfatos

**MH:** Moderado calor de hidratación

**LH:** Bajo calor de hidratación



# TIPOS DE CEMENTO

## NTE INEN 2380:

### REQUISITOS FÍSICOS

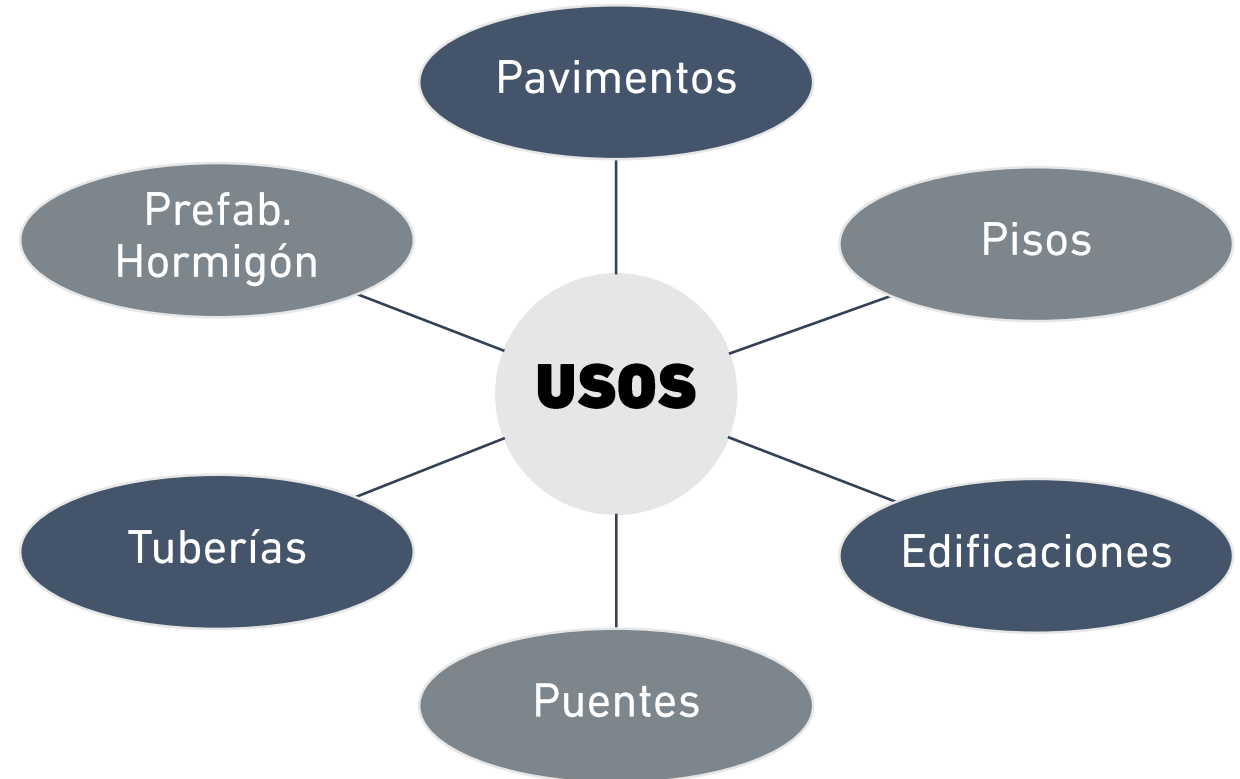
Tipo de cemento	Norma de ensayo aplicable	GU	HE	MS	HS	MH	LH
Finura	INEN 196	A	A	A	A	A	A
Cambio de longitud por autoclave, % máximo	INEN 200	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Tiempo de fraguado, método de Vicat <sup>B</sup>	INEN 158						
Inicial, no menos de, minutos		45	45	45	45	45	45
Inicial, no más de, minutos		420	420	420	420	420	420
Contenido de aire del mortero, en volumen, %	INEN 195	C	C	C	C	C	C
Resistencia a la compresión, MPa, mínimo <sup>D</sup>	INEN 488						
1 día		--	12	--	--	--	--
3 días		13	24	11	11	5	--
7 días		20	--	18	18	11	11
28 días		28	--	--	25	--	21
Calor de hidratación	INEN 199						
7 días, kJ/kg (kcal/kg), máximo		--	--	--	--	290 (70)	250 (60)
28 días, kJ/kg (kcal/kg), máximo		--	--	--	--	--	290 (70)
Expansión en barra de mortero	INEN 2 529						
14 días, % máximo		0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Expansión por sulfatos (resistencia a sulfatos) <sup>E</sup>	INEN 2 503						
6 meses, % máximo		--	--	0,10	0,05	--	--
1 año, % máximo		--	--	--	0,10	--	--



# TIPOS DE CEMENTO EN ECUADOR

## USOS DEL CEMENTO GU:

Cuando no existe un requerimiento específico en el proyecto, el tipo de cemento adecuado a utilizar es el GU (Uso General).



# TIPOS DE CEMENTO

## NTE INEN 1806:

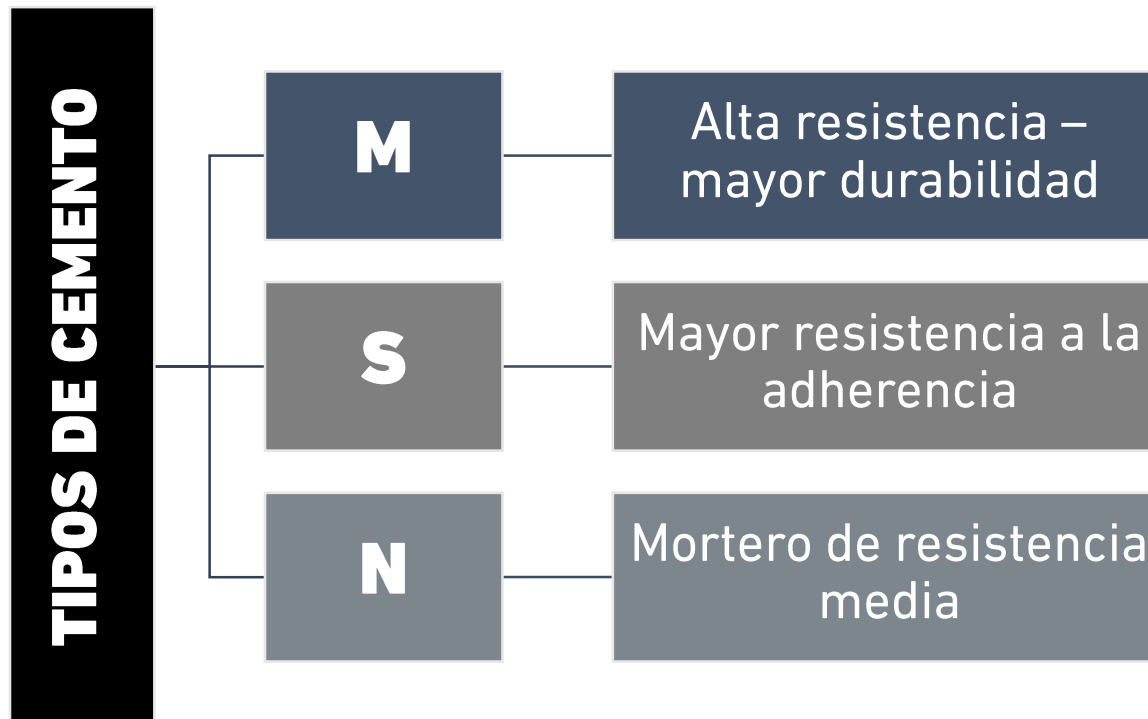
### CEMENTO DE MAMPOSTERÍA:

Cemento hidráulico, utilizado principalmente en mampostería y construcción de recubrimientos, consiste en una mezcla de cemento portland o cemento hidráulico compuesto plastificantes junto con otros materiales para aumentar una o más propiedades.

# TIPOS DE CEMENTO

## NTE INEN 1806:

Esta normativa establece tres tipos de cemento para mampostería.





**CEMENTO HIDRÁULICO**  
PARA CONSTRUCCIÓN EN GENERAL

[www.cementoatenas.com](http://www.cementoatenas.com)

**ATENAS GU**



# ATENAS GU

## CEMENTO ATENAS GU:

Atenas decidió fabricar un Cemento Hidráulico por Desempeño que cumpla los requerimientos que los constructores necesitan para garantizar la calidad de sus obras.



Desempeño ✓

Resistencia ✓

Durabilidad ✓

# ATENAS GU

## ESTADO FRESCO:

Se denomina hormigón en estado fresco al material que permanece en estado fluido, es decir desde el instante que todos los componentes son mezclados hasta que inicia el endurecimiento de la masa



## ESTADO ENDURECIDO:

Se denomina hormigón en estado endurecido al material que ha fraguado, endurecido y ha ganado resistencia. El hormigón en estado endurecido se caracteriza por su resistencia y durabilidad.



# ATENAS GU: BENEFICIOS

## DESEMPEÑO EN ESTADO FRESCO:

- La mezcla permanece en estado fresco en un tiempo óptimo.
- Requiere menos cantidad de agua para lograr una trabajabilidad adecuada.
- Una mayor manejabilidad permite una adecuada colocación de la mezcla.
- Alta adherencia, disminuye la cantidad de desperdicios e incrementa la productividad.



# ATENAS GU: BENEFICIOS

## DESEMPEÑO EN ESTADO ENDURECIDO:

- Mayor resistencia que los cementos puzolánicos.
- El uso de menos agua permite que existan menor porosidad (vacíos) en los elementos.
- Los elementos son menos permeables por las relaciones a/c bajas.
- La resistencia continua creciendo hasta los 60 días.







#ESTAMOS LISTOS

PARA CONSTRUIR UN NUEVO COMIENZO

# ATENAS GU: BENEFICIOS



**MAYOR**

Resistencia

Durabilidad

Trabajabilidad



**MENOR**

Costo

Consumo de agua

Consumo de aditivos



**EVITA**

Corrosión del acero

Fisuras y grietas

Contaminación ambiental

CEMENTO  
**ATENAS**

# ATENAS GU: BENEFICIOS



**MAYOR  
RESISTENCIA**



- Obtener mejor calidad
- Optimizar dosificación
- Reducir la cantidad de cemento



Genera un ahorro  
en materia prima



**MAYOR  
DURABILIDAD**



- Mayor tiempo de vida útil



Genera un ahorro  
en mantenimiento



**MAYOR  
TRABAJABILIDAD**



- Obtener mejor terminado
- Aumentar el rendimiento  
del personal



Genera un  
ahorro de  
producción en  
las obras

# ATENAS GU: BENEFICIOS

## CARACTERÍSTICAS DE LOS CEMENTOS POR DESEMPEÑO Y PUZOLÁNICOS:

Variable	Norma aplicable	GU	IP	OBSERVACIONES
<b>Tiempo de fraguado (Min)</b>				Los Cementos Hidráulicos GU y los Cementos Portland Puzolánicos IP por requisitos tienen el mismo tiempo de fraguado, inicial no debe ser menos que 45 min ni mayor que 420 min.
<b>Inicial: no menos de</b>	INEN 158	45	45	
<b>Final: no más de</b>		420	420	
<b>Resistencia a la compresión (Mpa)</b>				Los Cementos Hidráulicos GU deben tener como mínimo 28 Mpa a los 28 días, los Cementos Portland Puzolánico IP deben tener como mínimo 25 Mpa de resistencia a los 28 días.
<b>1 día</b>	INEN 488	-	-	
<b>3 días</b>		13	13	
<b>7 días</b>		20	20	
<b>28 días</b>		28	25	

REFORZAMOS NUESTRO COMPROMISO POR UN

# FUTURO SOSTENIBLE

#DíaDeLaTierra



## ATENAS GU: BENEFICIOS



### Resistencia

La norma INEN 2380 exige a los 28 días una resistencia de 28 MPa.



### Durabilidad

A partir de los 28 días la resistencia sigue aumentando hasta los 60 días.



### Fraguado

El fraguado inicial del cemento tipo GU en condiciones óptimas dura alrededor de 190 minutos por su composición y módulo de finura.



### Formulación

Un cemento tipo GU tiene un reducido nivel de puzolana y nuevas adiciones que generan mayor resistencia, menor contaminación y menor consumo de agua.

# ATENAS GU: USOS



**HORMIGÓN**

**PREFABRICADOS**



# ATENAS GU

## REQUISITOS FISICOS

REQUISITO		UNIDAD	NTE INEN 2380	ATENAS GU
Finura	Retenido en tamiz 45 $\mu\text{m}$	%	A	3,80
	Superficie especifica	$\text{cm}^2/\text{g}$	A	4360
Cambio de longitud en autoclave (máx.)		%	0,80	0,00
Tiempo de fraguado (Vicat)	Inicial, no menos de:	minutos	45	251
	Inicial, no más de:		420	301
Contenido de aire en mortero		%	A	7,00
Expansión en barras de mortero (máx.)		%	0,020	0,015
Densidad		$\text{g}/\text{cm}^3$	A	2,90

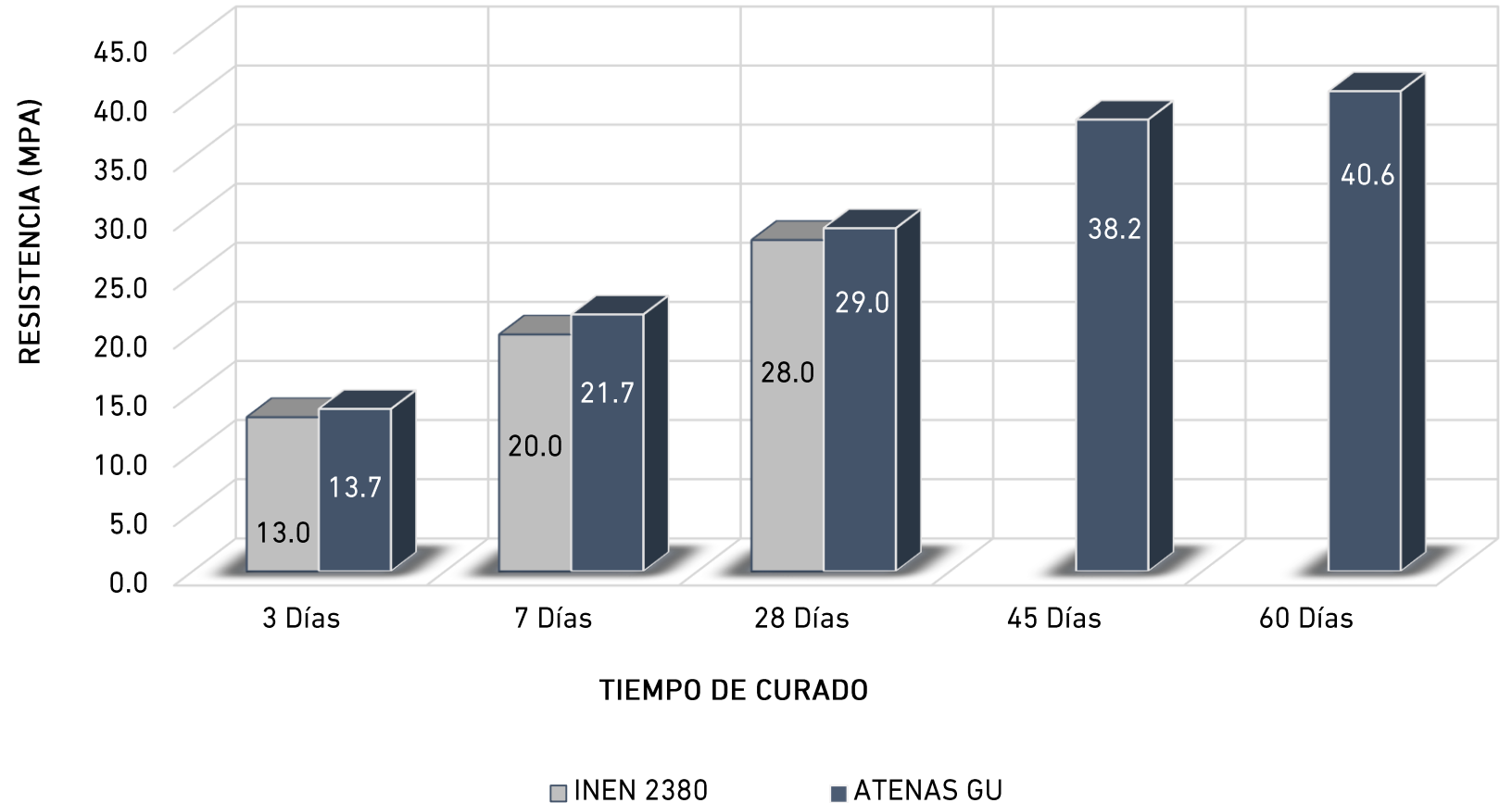
A: Límite no especificado por la NTE INEN 2380. Resultado reportado solo como información

Fecha del análisis: Mayo/2020



# ATENAS GU

## RESISTENCIA A COMPRESIÓN





**ATENAS**  
**HE**





# ATENAS HE

**Atenas Tipo HE**, es un cemento de altas resistencias iniciales compuesto de: clinker, yeso y adiciones minerales de excelente calidad.

Cumple con los requisitos de la normativa más moderna de la industria cementera, **NTE INEN 2380:2011**. Destaca por su alto desempeño, resistencia y durabilidad.





# ATENAS HE

## REQUISITOS FÍSICOS

REQUISITO		UNIDAD	NTE INEN 2380	ATENAS GU
Finura	Retenido en tamiz 45 $\mu\text{m}$	%	A	Cumple
	Superficie especifica	$\text{cm}^2/\text{g}$	A	Cumple
Cambio de longitud en autoclave (máx.)		%	0,80	0,03
Tiempo de fraguado (Vicát)	Inicial, no menos de:	minutos	45	223
	Inicial, no más de:		420	265
Expansión en barras de mortero (máx.)		%	0,020	Cumple
Densidad		$\text{g}/\text{cm}^3$	A	3,00

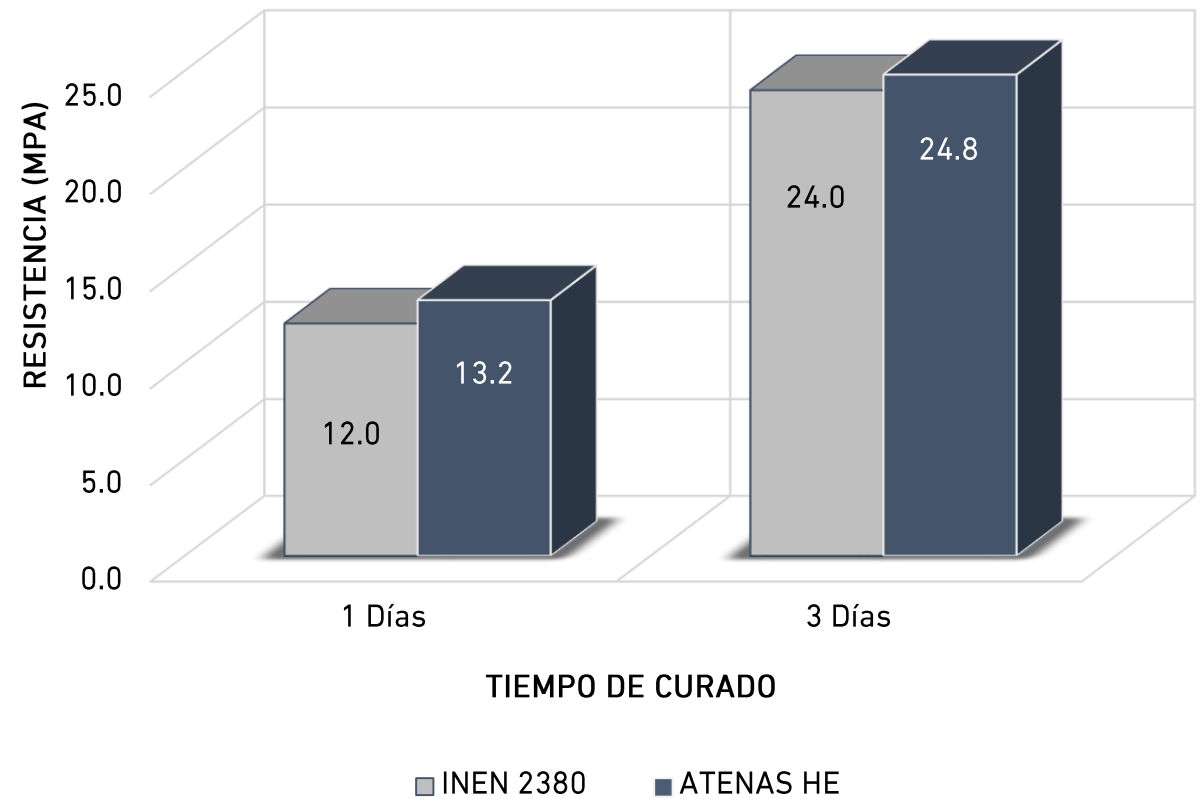
A: Límite no especificado por la NTE INEN 2380. Resultado reportado solo como información

Fecha del análisis: Agosto/2020



# ATENAS HE

## RESISTENCIA A COMPRESIÓN



# CONCLUSIONES



El control de calidad exhaustivo nos permiten verificar que nuestros cementos cumplen con las especificaciones.



Ensayos bien ejecutados que proporcionan resultados confiables y validados.

Los resultados son interpretados objetivamente para tomar las mejores decisiones.



