



**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

# **"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO"**

*INFORME DE ESTUDIO*

***DCSP, abril 2015***





## **"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

### **1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROPÓSITOS DEL ESTUDIO**

Un diagnóstico realizado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) y el Servicio Nacional del Consumidor (SERNAC) relevó la necesidad de efectuar análisis físicos, químicos, mecánicos y otros, del cemento envasado en sacos de papel que se ofrece en el mercado minorista, a fin de comprobar el cumplimiento de los requisitos técnicos exigibles. Esta iniciativa complementa los antecedentes aportados en un estudio previo que verificó la información contenida en la rotulación de los sacos de cemento.

Lo anterior, con el propósito de fortalecer la transparencia y calidad de la información que se entrega a los consumidores, para que estos puedan tomar decisiones informadas en el proceso de adquisición de este material destinado a la construcción.

### **2. INTRODUCCIÓN**

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) y el Servicio Nacional del Consumidor (SERNAC) han detectado que los productores, importadores y puntos de venta de ciertos materiales destinados a la construcción no entregan información suficiente a los consumidores respecto del cumplimiento de las condiciones, características y estándares que la normativa técnica, legal y reglamentaria vigente exige.

La necesidad de relevar los estándares de calidad y seguridad de los materiales destinados a la construcción, como de fortalecer la transparencia y calidad de la información que se les entrega a los consumidores, han inspirado al MINVU y a SERNAC a firmar un Convenio Marco de cooperación que permitirá desarrollar acciones conjuntas permanentes orientadas a la vigilancia de productos y mercados de aquellos materiales de construcción que cuenten con reglamentación técnica.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

Verificar el cumplimiento de los requisitos del cemento envasado que se comercializa en el mercado minorista formal de la ciudad de Santiago.

##### **3.1.1 Objetivo específico**

Evaluar mediante ensayos de laboratorio los requisitos del cemento que se comercializa envasado en sacos, con un contenido neto de 42,5 kilos, en conformidad a lo establecido en la norma NCh148.Of68 "Cemento - Terminología, clasificación y especificaciones generales."

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

#### **4. MARCO DE REFERENCIA LEGAL Y MARCO NORMATIVO.**

- **Ley 19.496, de protección de los derechos de los consumidores:**

Título II, Párrafo 1°, artículo 3°, letra b); párrafo 5°, artículo 23°

Título III, Párrafo 5°, artículo 33°

#### **Reglamentación general.**

- **Decreto Supremo N°77/1992 del MINVU y sus modificaciones, que fija el nuevo texto de la Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones.**

- Artículo 5.5.1 Decreto 77 del MINVU:

*"La calidad de los materiales y elementos industriales que la construcción y sus condiciones de aplicación a las obras quedará sujeta a las normas oficiales vigentes, y a la falta de ellas, a las reglas que la técnica y el arte de la construcción establezcan".*

*"El control de calidad de los materiales establecidos en el inciso anterior será obligatorio y lo efectuarán los Laboratorios de Control Técnico de Calidad de Construcción que estén inscritos en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, según el Decreto N° 10 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo del 15.01.02."*

#### **Reglamentación específica cemento.**

- **Decreto N°530/1941 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.**

- **Decreto N°243/1995 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.**

- **Mediante Decreto Supremo de Economía N° 288, publicado en el diario oficial de fecha 17 de febrero de 2006, se estableció para las importaciones de cemento susceptibles de ser empleados en la confección de elementos de resistencia de obras públicas y edificios, que deben disponer, previo a su desaduanamiento, de un certificado de calidad emitido por un Laboratorio de Control Técnico de Calidad de Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, establecido en el decreto supremo N° 10, de 2002, de dicho Ministerio.**

#### **5. VARIABLES Y CONCEPTOS RELEVANTES DEL ESTUDIO**

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

### 5.1 Conceptos relevantes en el estudio.

- a) **Cemento:** es un material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como en el aire.
- b) **Cemento con agregado tipo A:** es el producto que se obtiene de la molienda conjunta de clínquer, agregado tipo A y yeso y que pueda aceptar hasta un 3% de materias extrañas, excluido el sulfato de calcio hidratado.
- c) **Cemento puzolánico:** es el producto que se obtiene de la molienda conjunta de clínquer, puzolana y yeso y que puede aceptar hasta un 3% de materias extrañas, excluido el sulfato de calcio hidratado.
- d) **C clínquer:** es el producto que está constituido principalmente, por silicatos cálcicos. Se obtiene por calentamiento hasta una temperatura que no podrá ser inferior a la temperatura de fusión incipiente de una mezcla homogénea finamente molida en proporciones adecuadas, formada principalmente por óxidos de calcio ( $CaO$ ) y silicio ( $SiO_2$ ) y por óxidos de aluminio ( $Al_2O_3$ ) y hierro ( $Fe_2O_3$ ) en proporciones menores.
- e) **Agregado tipo A:** es una mezcla de sustancias compuestas de un material calcáreo-arcilloso que ha sido calcinado a una temperatura superior a 900 °C y otros materiales a base de óxidos de silicio, aluminio y hierro. El contenido de calcio del agregado, expresado como  $CaO$  total, fluctuará entre 5% mínimo y 30% máximo.
- f) **Puzolana:** es un material silíceo-aluminoso que aunque no posee propiedades aglomerantes por sí solo, las desarrolla cuando está finamente dividido y en presencia de agua, por reacción química con hidróxido de calcio a la temperatura ambiente.

#### Clasificación.

**Cemento con agregado tipo A:** Es el cemento en cuya composición entrará agregado tipo A en una proporción comprendida entre el 30% y 50% en peso del producto terminado.

**Cemento puzolánico:** Es el cemento en cuya composición entrará puzolana en una proporción comprendida entre el 30% y 50% en peso del producto terminado.

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 Tipo de estudio

Estudio de diagnóstico, con investigación exploratoria del mercado del cemento.

### 6.2 Dimensiones y variables

- **Requisitos Químicos de cementos:**

- Pérdida por calcinación máxima (%)
- Residuo insoluble máximo (%)
- Contenido de  $SO_3$  máximo

- **Propiedades físicas y mecánicas:**

- Expansión en autoclave (%)
- Tiempos de fraguado (inicial y final, h:min)
- Resistencia mínima a la flexión (7 días y 28 días -  $kgf/cm^2$ )
- Resistencia mínima a la compresión (7 días y 28 días -  $kgf/cm^2$ )
- Agua de consistencia normal (%)
- Peso específico (g/mL)
- Superficie específica ( $cm^2/g$ )

#### Normas chilenas aplicables.

- NCh148.Of68 Cemento – Terminología, clasificación y especificaciones generales.
- NCh147.Of1969 Cementos – Análisis químico.
- NCh151.Of1969 Cemento – Método de determinación de la consistencia normal.
- NCh152.Of1971 Cemento – Método de determinación del tiempo de fraguado.
- NCh154.Of1969 Cemento – Determinación del peso específico relativo.
- NCh157.Of1967 Cemento – Ensayo de expansión en autoclave / a excepción de la cláusula 5.1.1, la determinación se realiza con una probeta.



## **"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

- *NCh158.Of1967 Cemento – Ensayo de flexión y compresión de morteros de cemento.*
- *NCh159.Of1970 Cemento – Determinación de la superficie específica por el permeabilímetro según Blaine.*
- *ASTM C114-11b Standard test methods for chemical analysis of hydraulic cement.*

### **6.3 Universo**

Todos los sacos de cemento envasado en sacos de papel, con contenido neto de 42,5 kilos, comercializados en el mercado minorista formal de la ciudad de Santiago, a disposición de los consumidores.

### **6.4 Muestra**

No probabilística, intencional y única, adquirida en el mercado formal de proveedores minoristas de la ciudad de Santiago, analizada en el Laboratorio IDIEM de la Universidad de Chile, Unidad Control de Cementos, Sección Tecnología del Cemento y Hormigón.

La muestra estuvo conformada por marcas de cemento puzolánico y con agregado tipo A, especial, grado corriente, envasado en sacos de papel con contenido neto de 42,5 kilos, elegida aleatoriamente por el laboratorio adjudicado, IDIEM de la Universidad de Chile, conforme al sondeo de mercado previo efectuado por la Unidad de Monitoreo de Mercado del Departamento de Estudios e Inteligencia de SERNAC, con fecha 27 al 29 de octubre de 2014, que determinó la presencia y prevalencia de estos productos específicos en el comercio establecido.

La muestra fue adquirida por el laboratorio IDIEM de la Universidad de Chile, con fechas 18 y 20 de febrero de 2015, de acuerdo a la distribución geográfica de los establecimientos que contaban con el mayor número de stock en el mercado de la ciudad de Santiago, base de datos que SERNAC precisó y adjuntó durante el proceso de licitación pública. Cada muestra (marca) se conformó de 5 unidades muestrales (5 sacos de cemento), para los ensayos de laboratorio.

Tamaño de la muestra: 4 marcas, es decir un tamaño total de 20 unidades muestrales (20 sacos de cemento).

### **6.5 Muestreo**

La selección de las diferentes marcas de cementos presentes en el mercado local se determinó en base a un sondeo previo efectuado por funcionarios de la Unidad de Monitoreo de Mercado del Departamento de Estudios e Inteligencia (DEI), acudiendo a aquellos mercados de mayor afluencia de público en los que se estimó pudiesen ser comercializados productos de este tipo, considerando diversas zonas geográficas del retail, grandes ferreterías y tiendas especializadas ubicadas en la ciudad de Santiago, lo que permitió identificar las marcas, tipos, precios y puntos de venta, previo a la compra efectiva de las muestras.



**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

**7. Antecedentes sobre la muestra.**

A continuación se presentan un Cuadro con la información correspondiente a la identificación de cada uno de las marcas de cemento, sus características, locales de venta, boletas de compraventa, precios y fotografías.

**Cuadro N° 1. Identificación de la muestra de cemento**

Muestra/ N° SAG	Marca	Clase	Tipo	Grado	Planta	Fecha envasado	Proveedor/Dirección/Comuna	Boleta compraventa/ fecha	Precio unitario (\$)	Fotografía	
1 / 13599	BÍO-BÍO	Puzolánico	Especial	Corriente	Curicó	13 enero 2015	CONSTRUMART Departamental 541, San Miguel	N° 8038084 18.02.2015	5.400.-		
2 / 13606						11 febrero 2015	HEMOCENTER SODIMAC Av. Pajaritos 4444, Maipú	N° 326547379 19.02.2015	5.400.-		
3 / 13609						13 febrero 2015	EASY Av. Américo Vespucio 1011, Maipú	N° 30502142 19.02.2015	5.400.-		
4 / 13630						02 febrero 2015	EASY Lo Marcoleta 315, Quilicura	N° 31018333 19.02.2015	5.400.-		
5 / 13631						16 diciembre 2014	PUNTO MAESTRO Lo Marcoleta 0290, Quilicura	N° 3021218 19.02.2015	5.400.-		
6 / 13590	LA UNIÓN	Puzolánico	Especial	Corriente	La Unión	02 febrero 2015	PUNTO MAESTRO Av. El Peñón 02749, Puente Alto	N°3020089 18.02.2015	4.840.-		
7 / 13591											
8 / 13592											
9 / 13593											
10 / 13594											
11 / 13597	MELÓN	Con agregado tipo A	Especial	Corriente	La Calera	30 enero 2015	IMPERIAL, Av. Santa Rosa 7876, La Granja	N° 13045170 18.02.2015	5.400.-		
12 / 13607						22 enero 2015	IMPERIAL, Alberto Llona 1097, Maipú	N° 13046765 19.02.2015	5.400.-		
13 / 13632						27 enero 2015	CONSTRUMART, Av. Las Rejas 115, Estación Central	N° 8104247 20.02.2015	5.400.-		
14 / 13633						23 enero 2015	IMPERIAL, AV. Américo Vespucio 1399, Huechuraba	N° 13048871 19.02.2015	5.400.-		
15 / 13634						05 febrero 2015	SODIMAC CONSTRUCTOR, Pedro Fontova 5810, Huechuraba	N° 323209520 19.02.2015	5.400.-		

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

**Cuadro N° 1. Identificación de la muestra de cemento (continuación)**

Muestra/ N° SAG	Marca	Clase	Tipo	Grado	Planta	Fecha envasado	Proveedor/Dirección/Comuna	Boleta compraventa/ fecha	Precio unitario (\$)	Fotografía
16 / 13598	POLPAICO	Con agregado tipo A	Especial	Corriente	Cerro Blanco	16 enero 2015	CONSTRUMART, Av. Departamental 541, San Miguel	N° 8038084 18.02.2015	5.400.-	
17 / 13605						13 febrero 2015	HOMECENTER SODIMAC, Av. Pajaritos 4444, Maipú	N° 326547379 19.02.2015	5.400.-	
18 / 13608						19 enero 2015	EASY, Av. Américo Vespucio 1011, Maipú	N° 30502142 19.02.2015	5.400.-	
19 / 13610						05 febrero 2015	PUNTO MAESTRO, Camino Melipilla 7739, Cerrillos	N° 3020957 19.02.2015	5.400.-	
20 / 13635						12 febrero 2015	SODIMAC CONSTRUCTOR, Av. Pedro Fontova 5810, Huechuraba	N° 323209520 19.02.2015	5.400.-	

**8. Descripción de los ensayos realizados.**

- **Peso específico:** peso absoluto o densidad real, es la relación entre el peso del cemento y el volumen real que ocupan los granos. Este se determina en el matraz Le Chatelier, en el cual se mide el desplazamiento de un líquido producido por 64 g de cemento (NCh154.Of69).
- **Superficie específica:** ensayo basado en la determinación de la finura del cemento mediante la velocidad del paso del aire a través de una capa de material con determinada porosidad, en función del número y tamaño de los huecos existentes en la capa, los cuales dependen del tamaño de las partículas del material y por lo tanto, de la superficie de ésta, determinada por medio del permeabilímetro Blaine. (NCh159.Of70).
- **Agua de consistencia normal:** es la cantidad de agua expresada como porcentaje de la masa del cemento, que confiere a la pasta una plasticidad determinada. La consistencia normal se determina con la sonda de Tetmajer. Esta consiste en un vástago pulido de 1 cm de diámetro que se hace penetrar en la pasta con un peso de 300 g. Se considera que la pasta tiene consistencia normal cuando la sonda se detiene a 6 mm del fondo (NCh151.Of68).
- **Tiempo de Fraguado:** Es el tiempo que transcurre entre el instante en que el cemento se mezcla con el agua para formar una pasta y el momento en que la pasta pierde su plasticidad y adquiere una rigidez tal que ya no admite moldearse. Se determina con un instrumento denominado Aparato de Vicat y consiste en una aguja de 1 mm<sup>2</sup> de superficie con un peso de 300 g, la cual se hace penetrar en la pasta de consistencia normal colocada en un molde. Al momento en que la aguja se

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

detiene a 4 mm del fondo, se le considera como tiempo de "principio de fraguado" y cuando la aguja penetra solamente 0,5 mm se considera como tiempo de "fin de fraguado" (NCh152.Of70).

- **Expansión en autoclave:** este ensayo pretende determinar en forma acelerada la expansión que experimentará el cemento y, por lo tanto, el mortero u hormigón en el que se utilice, cuando se halla sometido durante largo tiempo a condiciones de humedad permanente o variable (NCh157.Of67).
- **Resistencia Mecánica a la Flexión y Compresión:** los cementos deben ser capaces de conferir resistencias iguales o superiores a las indicadas por las normas, en probeta tipo RILEM preparadas con un mortero cuyos componentes, fabricación, conservación y ensayos están normalizados (NCh158.Of67).
- **Pérdida por calcinación:** pérdida de masa del cemento. Indica los constituyentes accidentales que se eliminan por el calentamiento de temperaturas entre 900°C a 1000°C, esto representa normalmente el agua higroscópica, la de cristalización, la de hidratación y el dióxido de carbono (NCh147.Of69).
- **Contenido de trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>):** comprende todo el azufre bajo la forma de sulfatos, de calcio principalmente. Consiste en la precipitación del sulfato de una solución ácida con cloruro de bario (BaCl<sub>2</sub>), luego el precipitado se calcina y se pesa como sulfato de bario (BaSO<sub>4</sub>), finalmente se calcula como SO<sub>3</sub> equivalente. (NCh147.Of69).
- **Residuo insoluble:** representa las materias insolubles que se encuentran en el cemento, constituidas principalmente por cuarzo y silicatos que se disuelven en ácido clorhídrico diluido. El ensayo se fundamenta en la determinación del residuo insoluble mediante el tratamiento de la muestra con HCl y posteriormente con NaOH. (NCh147.Of69).

## 9. RESULTADOS.

A continuación se presentan los cuadros con los resultados de la evaluación físico, mecánica y química de las diferentes marcas de cemento analizadas.

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

**Cuadro N° 2. Evaluación físico, mecánica y química de Cemento BÍO-BÍO, puzolánico, especial, grado corriente, Planta Curicó**

Ensayos realizados	Unidad	Muestra 1 / SAG 13599	Muestra 2 / SAG 13606	Muestra 3 / SAG 13609	Muestra 4 / SAG 13630	Muestra 5 / SAG 13631	Requisitos según NCh148.Of1968
Peso Específico	g/ml	2,67	2,71	2,71	2,68	2,67	No aplica
Superficie específica	cm <sup>2</sup> /g	4550	4700	4700	4550	4550	No aplica
Agua de consistencia normal <sup>(1)</sup>	%	32,25	35,50	36,00	36,50	32,75	No aplica
Tiempos de fraguado Inicial	h:min	3:00	3:30	3:20	3:10	2:50	≥ 01:00 h:min
Tiempos de fraguado Final	h:min	4:50	4:50	5:00	5:00	5:00	≤ 12:00 h:min
Expansión en autoclave <sup>(2)</sup>	%	-0,04	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	≤ 1,00 %
Resistencia a Flexión a 7 días	kgf/cm <sup>2</sup>	45	47	47	47	47	≥ 35 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia a Flexión a 28 días	kgf/cm <sup>2</sup>	64	64	68	67	73	≥ 45 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia a Compresión a 7 días	kgf/cm <sup>2</sup>	216	237	241	228	225	≥ 180 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia a Compresión a 28 días	kgf/cm <sup>2</sup>	302	331	344	336	337	≥ 250 kgf/cm <sup>2</sup>
Pérdida por calcinación <sup>(3)</sup>	%	4,5	4,0	4,0	4,0	4,8	≤ 5 %
Contenido de SO <sub>3</sub> <sup>(3)</sup>	%	2,41	2,40	2,26	2,39	2,23	≤ 4 %
Residuo insoluble <sup>(3)</sup>	%	43,7	40,4	41,5	41,7	40,7	≤ 50 %

<sup>(1)</sup> Mezclado de la pasta realizado en máquina. Determinación de consistencia realizada en molde cilíndrico y con aparato Vicat sin freno.

<sup>(2)</sup> Calculado sobre una determinación. <sup>(3)</sup> Resultado de acuerdo a metodología NCh147.Of1969.

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

**Cuadro N° 3. Evaluación físico, mecánica y química de Cemento LA UNIÓN, puzolánico, especial, grado corriente, Planta La Unión**

Ensayos realizados	Unidad	Muestra 6 / SAG 13590	Muestra 7 / SAG 13591	Muestra 8 / SAG 13592	Muestra 9 / SAG 13593	Muestra 10 / SAG 13594	Requisitos según NCh148.Of1968
Peso Específico	g/ml	2,77	2,77	2,79	2,74	2,72	No aplica
Superficie específica	cm <sup>2</sup> /g	4600	4600	4650	4550	4500	No aplica
Agua de consistencia normal <sup>(1)</sup>	%	32,00	32,25	32,50	32,50	32,50	No aplica
Tiempos de fraguado Inicial	h:min	3:00	3:00	3:00	3:00	3:00	≥ 01:00 h:min
Tiempos de fraguado Final	h:min	4:10	4:10	4:10	4:10	4:10	≤ 12:00 h:min
Expansión en autoclave <sup>(2)</sup>	%	0,05	0,05	0,07	0,05	0,07	≤ 1,00 %
Resistencia a Flexión a 7 días	kgf/cm <sup>2</sup>	45	47	45	44	43	≥ 35 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia a Flexión a 28 días	kgf/cm <sup>2</sup>	64	64	65	61	64	≥ 45 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia a Compresión a 7 días	kgf/cm <sup>2</sup>	242	227	229	225	228	≥ 180 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia a Compresión a 28 días	kgf/cm <sup>2</sup>	343	348	330	329	335	≥ 250 kgf/cm <sup>2</sup>
Pérdida por calcinación <sup>(3)</sup>	%	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	≤ 5 %
Contenido de SO <sub>3</sub> <sup>(3)</sup>	%	2,42	2,46	2,32	2,47	2,33	≤ 4 %
Residuo insoluble <sup>(3)</sup>	%	39,2	38,9	39,4	39,5	39,7	≤ 50 %

<sup>(1)</sup> Mezclado de la pasta realizado en máquina. Determinación de consistencia realizada en molde cilíndrico y con aparato Vicat sin freno.

<sup>(2)</sup> Calculado sobre una determinación. <sup>(3)</sup> Resultado de acuerdo a metodología NCh147.Of1969.

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

**Cuadro N° 4.**  
Evaluación físico, mecánica y química de Cemento MELÓN, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta La Calera

Ensayos realizados	Unidad	Muestra 11 / SAG 13597	Muestra 12 / SAG 13607	Muestra 13 / SAG 13632	Muestra 14 / SAG 13633	Muestra 15 / SAG 13634	Requisitos según NCh148.Of1968
Peso Específico	g/ml	2,75	2,78	2,83	2,78	2,77	No aplica
Superficie específica	cm <sup>2</sup> /g	4250	4250	4250	4350	4300	No aplica
Agua de consistencia normal <sup>(1)</sup>	%	33,00	33,25	33,25	33,25	33,00	No aplica
Tiempos de fraguado Inicial	h:min	3:40	3:30	3:50	3:40	3:30	≥ 01:00 h:min
Tiempos de fraguado Final	h:min	4:50	4:50	5:10	4:40	4:30	≤ 12:00 h:min
Expansión en autoclave <sup>(2)</sup>	%	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	≤ 1,00 %
Resistencia a Flexión a 7 días	kgf/cm <sup>2</sup>	47	48	47	53	48	≥ 35 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia a Flexión a 28 días	kgf/cm <sup>2</sup>	73	55	71	77	73	≥ 45 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia a Compresión a 7 días	kgf/cm <sup>2</sup>	237	219	220	251	228	≥ 180 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia a Compresión a 28 días	kgf/cm <sup>2</sup>	363	346	348	378	337	≥ 250 kgf/cm <sup>2</sup>
Pérdida por calcinación <sup>(3)</sup>	%	3,0	3,0	3,2	3,1	2,9	≤ 9 %
Contenido de SO <sub>3</sub> <sup>(3)</sup>	%	2,69	2,32	2,64	2,78	2,40	≤ 4 %
Residuo insoluble <sup>(3)</sup>	%	30,6	31,4	30,2	28,5	36,1	≤ 35 %

<sup>(1)</sup> Mezclado de la pasta realizado en máquina. Determinación de consistencia realizada en molde cilíndrico y con aparato Vicat sin freno.

<sup>(2)</sup> Calculado sobre una determinación. <sup>(3)</sup> Resultado de acuerdo a metodología NCh147.Of1969.

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

**Cuadro N° 5.**

**Evaluación físico, mecánica y química de Cemento POLPAICO, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta Cerro Blanco**

Ensayos realizados	Unidad	Muestra 16 / SAG 13598	Muestra 17 / SAG 13605	Muestra 18 / SAG 13608	Muestra 19 / SAG 13610	Muestra 20 / SAG 13635	Requisitos según NCh148.Of1968
Peso Específico	g/ml	2,91	2,88	2,88	2,91	2,87	No aplica
Superficie específica	cm <sup>2</sup> /g	4000	4300	4200	4300	4200	No aplica
Agua de consistencia normal <sup>(1)</sup>	%	29,25	29,50	29,50	29,25	29,00	No aplica
Tiempos de fraguado Inicial	h:min	1:50	1:20	1:30	1:40	1:30	≥ 01:00 h:min
Tiempos de fraguado Final	h:min	3:10	3:20	3:20	3:40	3:20	≤ 12:00 h:min
Expansión en autoclave <sup>(2)</sup>	%	0,05	0,04	0,04	0,06	0,04	≤ 1,00 %
Resistencia a Flexión a 7 días	kgf/cm <sup>2</sup>	47	44	41	43	46	≥ 35 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia a Flexión a 28 días	kgf/cm <sup>2</sup>	64	54	55	60	61	≥ 45 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia a Compresión a 7 días	kgf/cm <sup>2</sup>	212	200	183	199	211	≥ 180 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia a Compresión a 28 días	kgf/cm <sup>2</sup>	318	252	284	293	313	≥ 250 kgf/cm <sup>2</sup>
Pérdida por calcinación <sup>(3)</sup>	%	8,0	8,6	8,1	8,3	8,5	≤ 9 %
Contenido de SO <sub>3</sub> <sup>(3)</sup>	%	1,68	1,66	1,73	1,56	1,79	≤ 4 %
Residuo insoluble <sup>(3)</sup>	%	23,1	21,6	24,9	22,4	22,0	≤ 35 %

<sup>(1)</sup> Mezclado de la pasta realizado en máquina. Determinación de consistencia realizada en molde cilíndrico y con aparato Vicat sin freno.

<sup>(2)</sup> Calculado sobre una determinación. <sup>(3)</sup> Resultado de acuerdo a metodología NCh147.Of1969.

## 10. Interpretación de los resultados.

### Peso específico (g/ml)

**Los datos que se obtuvieron en el análisis de laboratorio, solamente se consideran a modo referencial, puesto que los requisitos establecidos para esta variable en la NCh148.Of1968, no resultan aplicables para los cementos puzolánicos y con agregado tipo A.**

- La muestra de cemento marca Bío-Bío, puzolánico, especial, grado corriente, Planta Curicó, arrojó valores que fluctuaron entre 2,67 y 2,71 g/ml.

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

- La muestra de cemento marca La Unión, puzolánico, especial, grado corriente, Planta La Unión, arrojó valores que fluctuaron entre 2,72 y 2,79 g/ml.
- La muestra de cemento marca Melón, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta La Calera, arrojó valores que fluctuaron entre 2,75 y 2,83 g/ml.
- La muestra de cemento marca Polpaico, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta Cerro Blanco, arrojó valores que fluctuaron entre 2,87 y 2,91 g/ml.

**Superficie específica (cm<sup>2</sup>/g)**

**Los datos que se obtuvieron en el análisis de laboratorio, solamente se consideran a modo referencial, puesto que los requisitos establecidos para esta variable en la NCh148.Of1968, no resultan aplicables para los cementos puzolánicos y con agregado tipo A.**

- La muestra de cemento marca Bío-Bío, puzolánico, especial, grado corriente, Planta Curicó, arrojó valores que fluctuaron entre 4550 y 4700 cm<sup>2</sup>/g.
- La muestra de cemento marca La Unión, puzolánico, especial, grado corriente, Planta La Unión, arrojó valores que fluctuaron entre 4500 y 4650 cm<sup>2</sup>/g.
- La muestra de cemento marca Melón, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta La Calera, arrojó valores que fluctuaron entre 4250 y 4350 cm<sup>2</sup>/g.
- La muestra de cemento marca Polpaico, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta Cerro Blanco, arrojó valores que fluctuaron entre 4000 y 4300 cm<sup>2</sup>/g.

**Agua de consistencia normal (%)**

**Los datos que se obtuvieron en el análisis de laboratorio, solamente se consideran a modo referencial, puesto que los requisitos establecidos para esta variable en la NCh148.Of1968, no resultan aplicables para los cementos puzolánicos y con agregado tipo A.**

- La muestra de cemento marca Bío-Bío, puzolánico, especial, grado corriente, Planta Curicó, arrojó valores que fluctuaron entre 32,25 y 36,5%.

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

- La muestra de cemento marca La Unión, puzolánico, especial, grado corriente, Planta La Unión, arrojó valores que fluctuaron entre 32 y 32,5%.
- La muestra de cemento marca Melón, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta La Calera, arrojó valores que fluctuaron entre 33 y 33,25%.
- La muestra de cemento marca Polpaico, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta Cerro Blanco, arrojó valores que fluctuaron entre 29 y 29,5%.

**Tiempo de fraguado inicial (Requisito:  $\geq$  01:00 h:min)**

- La muestra de cemento marca Bío-Bío, puzolánico, especial, grado corriente, Planta Curicó, arrojó valores que fluctuaron entre 2 h 50 min y 3 h 30 min, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca La Unión, puzolánico, especial, grado corriente, Planta La Unión, arrojó un valor estándar de 3 h para todos los sacos analizados, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca Melón, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta La Calera, arrojó valores que fluctuaron entre 3 h 30 min y 3 h 50 min, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca Polpaico, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta Cerro Blanco, arrojó valores que fluctuaron entre 1 h 20 min y 1 h 50 min, conforme a requisito establecido en la norma.

**Tiempo de fraguado final (Requisito:  $\leq$  12:00 h:min)**

- La muestra de cemento marca Bío-Bío, puzolánico, especial, grado corriente, Planta Curicó, arrojó valores que fluctuaron entre 4 h 50 min y 5 h, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca La Unión, puzolánico, especial, grado corriente, Planta La Unión, arrojó un valor estándar de 4 h 10 min para todos los sacos analizados, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca Melón, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta La Calera, arrojó valores que fluctuaron entre 4 h 30 min y 5 h 10 min, conforme a requisito establecido en la norma.

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

- La muestra de cemento marca Polpaico, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta Cerro Blanco, arrojó valores que fluctuaron entre 3 h 10 min y 3 h 40 min, conforme a requisito establecido en la norma.

**Expansión en autoclave (Requisito:  $\leq 1,00$  %)**

- La muestra de cemento marca Bío-Bío, puzolánico, especial, grado corriente, Planta Curicó, arrojó valores que fluctuaron entre -0,01 y -0,04%, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca La Unión, puzolánico, especial, grado corriente, Planta La Unión, arrojó valores que fluctuaron entre 0,05 y 0,07%, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca Melón, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta La Calera, arrojó valores que fluctuaron entre 0,03 y 0,04%, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca Polpaico, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta Cerro Blanco, arrojó valores que fluctuaron entre 0,04 y 0,06%, conforme a requisito establecido en la norma.

**Resistencia a la flexión a 7 días (Requisito:  $\geq 35$  kgf/cm<sup>2</sup>)**

- La muestra de cemento marca Bío-Bío, puzolánico, especial, grado corriente, Planta Curicó, arrojó valores que fluctuaron entre 45 y 47 kgf/cm<sup>2</sup>, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca La Unión, puzolánico, especial, grado corriente, Planta La Unión, arrojó valores que fluctuaron entre 43 y 47 kgf/cm<sup>2</sup>, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca Melón, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta La Calera, arrojó valores que fluctuaron entre 47 y 53 kgf/cm<sup>2</sup>, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca Polpaico, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta Cerro Blanco, arrojó valores que fluctuaron entre 41 y 47 kgf/cm<sup>2</sup>, conforme a requisito establecido en la norma.

**Resistencia a la flexión a 28 días (Requisito:  $\geq 45$  kgf/cm<sup>2</sup>)**

- La muestra de cemento marca Bío-Bío, puzolánico, especial, grado corriente, Planta Curicó, arrojó valores que fluctuaron entre 64 y 73 kgf/cm<sup>2</sup>, conforme a requisito establecido en la norma.

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

- La muestra de cemento marca La Unión, puzolánico, especial, grado corriente, Planta La Unión, arrojó valores que fluctuaron entre 61 y 65 kgf/cm<sup>2</sup>, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca Melón, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta La Calera, arrojó valores que fluctuaron entre 55 y 73 kgf/cm<sup>2</sup>, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca Polpaico, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta Cerro Blanco, arrojó valores que fluctuaron entre 54 y 64 kgf/cm<sup>2</sup>, conforme a requisito establecido en la norma.

**Resistencia a la compresión a 7 días (Requisito:  $\geq 180$  kgf/cm<sup>2</sup>)**

- La muestra de cemento marca Bío-Bío, puzolánico, especial, grado corriente, Planta Curicó, arrojó valores que fluctuaron entre 216 y 241 kgf/cm<sup>2</sup>, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca La Unión, puzolánico, especial, grado corriente, Planta La Unión, arrojó valores que fluctuaron entre 225 y 242 kgf/cm<sup>2</sup>, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca Melón, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta La Calera, arrojó valores que fluctuaron entre 219 y 251 kgf/cm<sup>2</sup>, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca Polpaico, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta Cerro Blanco, arrojó valores que fluctuaron entre 183 y 212 kgf/cm<sup>2</sup>, conforme a requisito establecido en la norma.

**Resistencia a la compresión a 28 días (Requisito:  $\geq 250$  kgf/cm<sup>2</sup>)**

- La muestra de cemento marca Bío-Bío, puzolánico, especial, grado corriente, Planta Curicó, arrojó valores que fluctuaron entre 302 y 344 kgf/cm<sup>2</sup>, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca La Unión, puzolánico, especial, grado corriente, Planta La Unión, arrojó valores que fluctuaron entre 329 y 348 kgf/cm<sup>2</sup>, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca Melón, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta La Calera, arrojó valores que fluctuaron entre 337 y 378 kgf/cm<sup>2</sup>, conforme a requisito establecido en la norma.

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

- La muestra de cemento marca Polpaico, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta Cerro Blanco, arrojó valores que fluctuaron entre 252 y 318 kgf/cm<sup>2</sup>, conforme a requisito establecido en la norma.

**Pérdida por calcinación cementos puzolánicos (Requisito: ≤ 5 %)**

- La muestra de cemento marca Bío-Bío, puzolánico, especial, grado corriente, Planta Curicó, arrojó valores que fluctuaron entre 4 y 4,8%, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca La Unión, puzolánico, especial, grado corriente, Planta La Unión, arrojó un valor estándar de un 3,3% para todos los sacos analizados, conforme a requisito establecido en la norma.

**Pérdida por calcinación cementos con Agregado Tipo A (Requisito: ≤ 9 %)**

- La muestra de cemento marca Melón, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta La Calera, arrojó valores que fluctuaron entre 2,9 y 3,2%, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca Polpaico, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta Cerro Blanco, arrojó valores que fluctuaron entre 8 y 8,6%, conforme a requisito establecido en la norma.

**Contenido de SO<sub>3</sub> (Requisito: ≤ 4 %)**

- La muestra de cemento marca Bío-Bío, puzolánico, especial, grado corriente, Planta Curicó, arrojó valores que fluctuaron entre 2,23 y 2,41%, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca La Unión, puzolánico, especial, grado corriente, Planta La Unión, arrojó valores que fluctuaron entre 2,33 y 2,47%, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca Melón, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta La Calera, arrojó valores que fluctuaron entre 2,32 y 2,78%, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca Polpaico, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta Cerro Blanco, arrojó valores que fluctuaron entre 1,56 y 1,79%, conforme a requisito establecido en la norma.

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

**Residuo insoluble cementos puzolánicos (Requisito:  $\leq$  50 %)**

- La muestra de cemento marca Bío-Bío, puzolánico, especial, grado corriente, Planta Curicó, arrojó valores que fluctuaron entre 40,4 y 43,7%, conforme a requisito establecido en la norma.
- La muestra de cemento marca La Unión, puzolánico, especial, grado corriente, Planta La Unión, arrojó valores que fluctuaron entre 38,9 y 39,7%, conforme a requisito establecido en la norma.

**Residuo insoluble cementos con Agregado Tipo A (Requisito:  $\leq$  35 %)**

- La muestra de cemento marca Melón, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta La Calera, arrojó valores que fluctuaron entre 28,5 y 31,4% para 4 de los 5 sacos analizados, conforme a requisito establecido en la norma. Sin embargo, un saco **arrojó un valor que superó en 1,1% (36,1%), el requisito establecido en la norma.**
- La muestra de cemento marca Polpaico, con agregado tipo A, especial, grado corriente, Planta Cerro Blanco, arrojó valores que fluctuaron entre 21,6 y 24,9%, conforme a requisito establecido en la norma.

**11. CONCLUSIONES.**

- **Es importante relevar que el estudio demostró que las muestras de cemento puzolánico y cemento con agregado tipo A analizadas, cumplen con los requisitos establecidos en la normativa chilena**, salvo 1 de los 5 sacos de cemento Melón, con agregado tipo A, que no cumplió con el requisito establecido para el porcentaje de *residuo insoluble*.
- Lo anterior, evidencia que el proceso de certificación de este producto se está desarrollando de conformidad a lo establecido en la normativa y reglamentación oficial vigente.
- La dispersión de valores de algunas variables en particular que se han detectado en las muestras analizadas, puede obedecer a diversos factores, entre ellos:
  - *Materias primas utilizadas*
  - *Cambios en la dosificaciones*

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

**Algunas consideraciones en materia de calidad del cemento que reflejan los ensayos químicos, físicos y mecánicos desarrollados en laboratorio:**

- **El peso específico** de un cemento no es indicador de la calidad del cemento; su uso principal se tiene en los cálculos de proporcionamiento de mezclas en volumen<sup>1</sup>.
- Normalmente, una pérdida significativa de la masa del cemento en el ensayo de **pérdida por calcinación**, es un indicador de prehidratación y carbonatación, las cuales pueden ser resultantes del almacenamiento prolongado o de manera incorrecta, o de la adulteración en el transporte<sup>1</sup>.
- **La resistencia a la compresión** es, en términos estructurales, la capacidad más destacable de los cementos y, puede verse afectada por el paso del tiempo, la incidencia de las inclemencias meteorológicas y el mal almacenamiento del clínquer<sup>2</sup>.
- La determinación del **residuo insoluble** es para saber si la clínquerización ha sido, o no, completa, es decir, es un índice que señala si el proceso de fabricación ha sido bien efectuado<sup>3</sup>.
- Es importante señalar que el cemento es un conglomerado hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente molido que amasado con agua, forma una pasta que fragua y endurece por medio de reacciones y procesos de hidratación y que, una vez endurecido conserva su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua<sup>4</sup>.
- Dosificado y mezclado apropiadamente con agua y áridos debe producir un hormigón o mortero que conserve su trabajabilidad durante un tiempo suficiente, alcanzar unos niveles de resistencias preestablecido y presentar una estabilidad de volumen a largo plazo<sup>4</sup>.

**Información rotulada en los envases de los cementos puzolánicos y con Agregado Tipo A analizados en el presente estudio, a tomar en cuenta por los usuarios:**

- Tanto los cementos envasados puzolánicos como los con Agregado Tipo A, especial, grado corriente, están recomendados para *obras tradicionales*:
  - ✓ Cimientos simples
  - ✓ Radieres (base para cimientos, flexit o alfombra) y sobrecimientos sin armar
  - ✓ Pilares, cadenas, losas, vigas y sobrecimientos armados
  - ✓ Pavimentos tránsito vehicular menor

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

- ✓ Mortero de pega (ladrillo prensado)
- ✓ Estuco exterior

**Es importante además, considerar la información especificada en la rotulación de los envases de cemento analizados, que dice relación con las *dosificaciones* que se deben emplear para cada tipo de obra, recomendaciones de *almacenamiento, duración y aspectos de manipulación o seguridad*.**

- ✓ **Dosificación:** Señala la cantidad de sacos de cemento, baldes de ripio, baldes de arena, litros de agua, rendimiento en litros, rendimientos de sacos por m<sup>3</sup>, fórmula de cálculo aplicable, recomendaciones para un buen hormigonado y consejos para el mezclado, según tipo de obra a ejecutar.
- ✓ **Almacenamiento:** Para almacenar los sacos de cemento en óptimas condiciones se debe proteger del aire húmedo guardándolo en bodegas ventiladas y secas, aislado del suelo y separado de los muros. En caso de bodegaje prolongado cubrir los sacos con polietileno o carpas, acopiando no más de 10 sacos de altura o en 2 pallets de altura.
- ✓ **Duración:** Se recomienda utilizar el cemento dentro de los 60 días posteriores a la fecha de envasado registrada en el saco. Luego de esa fecha se recomienda verificar su calidad. En condiciones de humedad ambiental alta, se recomienda reducir el período de almacenamiento.
- ✓ **Manipulación o seguridad:** Se recomienda manipular el cemento en ambientes ventilados, evitando la inhalación prolongada del producto. Para tales efectos utilizar elementos de seguridad tales como: ropa de trabajo y calzado adecuado, casco, antiparras, mascarilla anti polvo y guantes. Se debe levantar los sacos rectos hacia arriba, doblando las rodillas, manteniendo la espalda recta. En caso de contacto con la piel lavar con agua y jabón. Evitar contacto de cemento con los ojos. Si esto se produce, lavar con abundante agua limpia.

## 12. Referencias bibliográficas.

1. <http://descom.jmc.utfsm.cl/proi/materiales/CEMENTO/CEMENTO.htm>
2. <https://sites.google.com/site/cemyhor/el-cemento-portland-componentes/propiedades-fisicas-y-quimicas-del-cemento-portland>
3. [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:XMdIQD7YS7YJ:https://www.ucursos.cl/ingenieria/2009/2/CI52C/1/material\\_docente/bajar%3Fid\\_material%3D249010+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=c](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:XMdIQD7YS7YJ:https://www.ucursos.cl/ingenieria/2009/2/CI52C/1/material_docente/bajar%3Fid_material%3D249010+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=c)
4. [https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id\\_rep=179](https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179)

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

- RECOMENDACIONES EN EL USO DEL CEMENTO POR MARCA.**

<b>DOSIFICACIONES RECOMENDADAS CEMENTO CON AGREGADO TIPO A, ESPECIAL, GRADO CORRIENTE</b>						
Elemento a construir	Sacos de cemento	Baldes de ripio	Baldes de arena	Litros de agua	Rendimiento (Litros)	Rendimiento (sacos)
Cimientos	1	17	15	33	250 L	4,0 sacos/m <sup>3</sup>
Radieres y sobrecimientos sin armar	1	12	9	23	167 L	6,0 sacos/m <sup>3</sup>
Pilares, cadenas, losas y sobrecimientos armados	1	10	7,5	20	143 L	7,0 sacos/m <sup>3</sup>
Pavimentos tránsito vehicular menor	1	7,5	6	16	111 L	9,0 sacos/m <sup>3</sup>
Mortero de pega (ladrillo prensado)	1	-	11	30	111 L	0,26* sacos/m <sup>3</sup>
Estuco exterior	1	-	10	31	106 L	0,24** sacos/m <sup>3</sup>

\* Rendimiento por superficie de albañilería de ladrillo prensado. Para ladrillo fiscal considerar 0,5 sacos/m<sup>3</sup>  
 \*\*Rendimiento por superficie de revestimiento de 2,5 cm de espesor.

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

**RECOMENDACIONES PARA UN BUEN HORMIGONADO CEMENTO CON AGREGADO TIPO A, ESPECIAL, GRADO CORRIENTE.**

**Previo a la colocación.**

- ✓ Limpiar las enfierraduras con escobilla de acero o frotarlas con arpillera
- ✓ Lavar el moldaje con agua y humedecer para que no absorba el agua del hormigón
- ✓ Evitar pozas de agua en la zona del hormigonado
- ✓ Limpiar as juntas entre el hormigón endurecido y el fresco

**Colocación del hormigón.**

- ✓ Si la estructura supera los 2 m de altura no se debe vaciar el hormigón directamente, porque esto produce segregación en la mezcla. Para estos casos se debe disminuir la altura de vaciado por medio de un tubo vertical, cuya parte inferior esté a 0,50 m del fondo de la estructura, o confeccionando ventanas intermedias.

**Compactación del hormigón.**

La manera eficiente y correcta de compactar el hormigón es utilizar Vibradores de Inmersión de alta frecuencia (superior a 7.000 pulsaciones por minuto).

- ✓ Colocar el hormigón en capas horizontales de 30 a 35 cm de espesor
- ✓ Introducir verticalmente el vibrador en el hormigón hasta penetrar la capa inferior
- ✓ Mantenerlo hasta que aflore "lechada" en la superficie y luego sacarlo lentamente
- ✓ Demasiada vibración produce segregación; particularmente cuando hay exceso de arena y/o agua
- ✓ Repetir la operación en puntos distanciados aproximadamente 30 cm
- ✓ No hacer funcionar el vibrador en el aire, porque se calienta y se daña
- ✓ No hacer correr el hormigón con el vibrador, porque éste lo segrega

**Curado del hormigón.**

Mantener el hormigón húmedo se denomina Curado del Hormigón. Este Curado deberá comenzar inmediatamente después de efectuadas las operaciones de terminación de las superficies expuestas.

**Algunos métodos tradicionales de curado:**

- ✓ Curado por riego; lluvia fina de agua

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

- ✓ Arpilleras mojadas
- ✓ Diques de agua
- ✓ Membranas de curado

**Consejos para mezclado en obra.**

- ✓ Usar gravas y arenas libres de impurezas
- ✓ Respetar la cantidad de agua especificada
- ✓ Colocar entre +5°C y +30°C
- ✓ Después de la aplicación proteger del sol, lluvia y viento

**DOSIFICACIÓN CEMENTO LA UNIÓN, PUZOLÁNICO, ESPECIAL, GRADO CORRIENTE, PLANTA LA UNIÓN.**

- ✓ Calcule el volumen del elemento a hormigonar (multiplique dimensiones en metros)

$$\text{Largo (L)} \quad \times \quad \text{Ancho (A)} \quad \times \quad \text{Alto o espesor (H)} \quad = \quad \text{Volumen en m}^3 \text{ (V)}$$

×

×

=



5 cm = 0,05 m	15 cm = 0,15 m
10 cm = 0,10 m	100 cm = 1m

**Sacos por metro cúbico de hormigón.**

- ✓ Ubique el elemento a hormigonar y seleccione la cantidad de sacos de cemento.

**"VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL CEMENTO PUZOLÁNICO Y CEMENTO CON AGREGADO TIPO A QUE SE COMERCIALIZA EN EL MERCADO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO".**

Elementos hormigonar	a	Cimientos simples	Radieres (Base para cimientos, flexit o alfombra)	Sobrecimiento, cadenas y muros	Losas, pilares y vigas	Pavimentos
Sacos por m <sup>3</sup>		5	6	7	8	9

- ✓ Calcule la cantidad de sacos de cemento a utilizar en el elemento **(Multiplique)**.

$$\begin{array}{ccccccc}
 \text{Volumen (V)} & & & & & & \\
 \text{de paso N}^\circ 1 & & \text{X} & & \text{Sacos de cemento} & & \text{Sacos de cemento} \\
 & & & & \text{de paso N}^\circ 2 & & \text{a utilizar} \\
 \hline
 \boxed{\phantom{000}} & & & & \boxed{\phantom{000}} & = & \boxed{\phantom{000}}
 \end{array}$$