

Normas chilenas para la aceptación del Cemento Portland en las obras públicas, aprobadas por decreto N.º 135, de 2 de Febrero de 1932

(Conclusión)

Art. 20.—*Determinación de la alúmina y del sesquióxido de fierro.*—A la disolución y aguas de lavado de la operación anterior, se le agregan algunas gotas de ácido nítrico concentrado, se hace hervir la solución con la cual se oxidan las sales ferrosas. A continuación se agrega amoníaco hasta que permanezca el olor al amoníaco, con lo cual se produce la precipitación de las sales de aluminio y fierro. La solución con el precipitado se hace hervir durante un minuto y se filtra en caliente.

Al precipitado se le vuelve a disolver en un vaso con ácido clorhídrico diluído, deshaciendo el filtro con una varilla de vidrio; a continuación se filtra nuevamente lavándose bien con agua caliente.

En el filtrado se repite la operación de la precipitación con amoníaco; el nuevo filtrado así obtenido se reúne con el primero que se usará para la determinación de la cal. El fierro y la alúmina contenidos en

el filtro se introducen húmedos en un crisol tarado, se seca y se calcina. Este residuo está constituido por la alúmina y el sesquióxido de fierro.

Para determinar los dos metales separadamente, se procede sobre otro gramo de cemento, repitiendo la marcha sistemáticamente; se precipitan los sesquióxidos del mismo modo; pero el precipitado se disuelve lavado y todavía húmedo en ácido sulfúrico diluído y caliente y se lava muy bien el filtro. En esta solución se determina el fierro por titulación, pasando el líquido a un frasco de 200 a 250 cm³ de capacidad, provisto de una válvula Hunsen; se añade a la solución algunas granallas de zinc y se le hace hervir suavemente para reducir el fierro al estado ferroso. La reducción termina cuando una gota de líquido incoloro no da coloración alguna con sulfocianuro de potasio. La solución enfriada se filtra rápidamente a través de algodón de vidrio para separar el exceso de zinc y se lava

el frasco y el filtro con agua hervida hasta 400 a 500 cm³ y se valora con una solución de permanganato de potasio (K. Mn. O₄), de la cual se habrá determinado previamente el título mediante el sulfato ferroso amónico o el de hierro metálico y de ello se deduce la cantidad de óxido de hierro existente. Restando luego esta cantidad de la suma de los sesquióxidos antes obtenidos, se tendrá la alúmina.

Art. 21.—*Determinación de la cal.*—La disolución sobrante de la determinación de los sesquióxidos de aluminio y fierro junto con las aguas de lavado se neutralizan con ácido clorhídrico, en seguida se añaden 5 cm³ de ácido clorhídrico de densidad 1,19 y 20 cm³ de una solución concentrada de oxalato de amonio. Al líquido todavía caliente se agrega gota a gota una solución de amoníaco al 2% hasta la neutralización del líquido, a continuación se deja reposar durante 24 horas. El precipitado formado se filtra y se lava con una débil solución de oxalato de amonio. El residuo de oxalato de calcio se seca y calcina fuertemente hasta que dé un peso constante para transformarlo en óxido de calcio (Ca O) y se pesa.

Art. 22.—*Determinación de la magnesia.*—Los filtrados y las aguas de lavado de la determinación de la cal se evaporan hasta obtener unos 700 cm³. Se neutraliza en seguida con ácido clorhídrico y se añaden dos gramos de fosfato de sodio (Na₃ PO₄ + 12 H₂ O) y 150 cm³ de amoníaco concentrado; se remueve durante 5 minutos mientras se enfría y se deja reposar durante 24 horas. El precipitado formado se filtra y se lava con una disolución de amoníaco al 10%, se seca, se calcina y se pesa el pirofosfato de magnesia (Mg₂ P₂ O₇) resultante.

Multiplicando el peso obtenido por el factor 0,3621, se obtiene el peso de la magnesia (MgO).

I.—CEMENTOS ESPECIALES

(Se excluyen los cementos fabricados especialmente para estucos y ornamentaciones, los cuales se regirán por normas especiales).

CEMENTOS DE ALTA RESISTENCIA

Art. 23. Se regirán estos cementos por las normas correspondientes a los cementos Portland, salvo las siguientes modificaciones. Las resistencias de ruptura por tracción y compresión no deberán ser inferiores a los valores que se indican:

Resistencia a la tracción:

a 3 días.....	25 kg. por cm ²
a 7 días.....	30 kg. por cm ²
a 28 días.....	38 kg. por cm ²

Resistencia a la compresión:

a 3 días.....	250 kg. por cm ²
a 7 días.....	350 kg. por cm ²
a 28 días.....	450 kg. por cm ²

CEMENTO ALUMINOSO

Art. 24. Es un aluminato de calcio preparado con bauxita aluminosa y cal, que se calcina a altas temperaturas en hornos eléctricos o de chaqueta de agua y se somete a una molienda fina.

Su composición química variará entre los siguientes límites:

Cal (Ca O).....	35 — 45%
Sílice (Si O ₂).....	5 — 10%
Alúmina (Al ₂ O ₃).....	35 — 55%
Oxido de fierro (Fe ₂ O ₃).....	5 — 15%

Las propiedades físicas y químicas se regirán por los mismos valores establecidos por las Normas Alemanas vigentes.

CEMENTO FÉRRICO

Art. 25. Es un producto hidráulico que se compone por lo menos de 70% en peso de cemento Portland y de 30% como máximo de escoria básica granulada de Alto Horno. La escoria de Alto Horno se compondrá de silicatos aluminosos calcáreos y debe tener por 1 parte en peso de sílice soluble más $2/3$ partes de alúmina ($\text{SiO}_2 + 2/3 \text{Al}_2\text{O}_3$) por lo menos 1 parte en peso de cal, más magnesia, más $1/3$ partes de alúmina ($\text{CaO} + \text{MgO} + 1/3 \text{Al}_2\text{O}_3$).

El cemento Portland y la escoria de Alto Horno deben ser molidos juntamente en la proporción antes indicada.

Al cemento férrico no se le agregará más de 3% de materias extrañas después de su calcinación.

Las propiedades físicas y químicas se regirán por los límites establecidos por las Normas Alemanas vigentes

CEMENTO DE ALTO HORNO

Art. 26. Es un producto hidráulico con un contenido de 15 a 60% de cemento Portland y escoria básica de Alto Horno granulada. La escoria y el cemento Portland se muelen juntamente y se mezclan íntimamente. La escoria debe cumplir con las mismas condiciones establecidas para el cemento férrico. Tampoco la escoria debe contener más de 5% de óxido de manganeso. Al cemento de Alto Horno no se le agregará más de 3% de materias extrañas después de su calcinación.

Cernido.—Sobre el tamiz de 900 mallas no debe quedar más de 2%.

Sobre el tamiz de 4,900 mallas no debe quedar más de 25%.

Fraguado.—Se dispondrá en forma de corona sobre una mesa de mármol o de vidrio 400 gr. del cemento por ensayar

y se agregará una cierta cantidad de agua. La pasta así formada se bate durante 5 minutos; en seguida la pasta se coloca en un molde tronco cónico de 4 cm. de altura, de 8 cm. de diámetro superior y 6 cm. de diámetro inferior. Se hace actuar a continuación sobre la pasta la sonda de Tetmayer, de 300 gramos de peso y 1 cm² de sección, dejándola caer suavemente, de modo que no adquiera velocidad en la pasta. Si esta sonda se detiene a una distancia comprendida entre 5 y 6 mm. sobre el fondo de la caja, la cantidad de agua empleada es la conveniente para obtener la pasta normal. En caso contrario se repetirá la operación, empleando una mayor o menor cantidad de agua, según que la distancia a que se detuvo la sonda sobre el fondo de la caja haya sido superior o inferior a los límites indicados anteriormente. La pasta así fabricada se denomina pasta normal.

Pasta normal.—Determinada de este modo la cantidad de agua necesaria para la confección de la pasta normal se preparará una nueva porción, se le coloca en el molde y se hace actuar sobre ella la aguja Vicat, dejándola caer lentamente, de modo que no adquiera velocidad en la pasta. Se dice que el cemento empieza a fraguar cuando la aguja se detiene a 3 mm. del fondo de la caja.

Durante toda la operación el agua, el aire y el cemento deberán permanecer a una temperatura igual y constante, comprendida entre 18° y 21° C.

Indeformabilidad. Prueba al agua.—Se fabrica pasta de cemento de consistencia normal en la forma indicada y con ella se confeccionarán galletas sobre una plancha de vidrio. Las galletas tendrán un diámetro de 10 cm. y 2 cm. de espesor al centro, disminuyendo este espesor hasta tener los bordes achaflanados.

Para confeccionar las galletas se com-

primirá primeramente la pasta contra la plancha de vidrio y se le dará la forma pasando una espátula de los bordes hacia el centro. Las galletas se mantendrán en aire húmedo durante 24 horas y en seguida se sumergirán en depósitos de agua, se observarán las galletas a los 7 y a los 28 días después de confeccionadas o a mayor tiempo si se solicita, para ver si se han producido grietas o deformaciones de cualquier clase. La temperatura del aire húmedo y del agua se mantendrá entre 18° y 21° C.; el agua del depósito se renovará cada 7 días

Resistencia mínima.

Tracción	7 días	20 kg/cm.
»	28 »	24 »
Compresión	7 »	180 »
»	28 »	240 »

Peso específico.—El peso específico no debe ser inferior a 2,7.

Sin perjuicio de lo establecido en las disposiciones que preceden y como control inmediato y directo de la calidad del cemento que se emplea en las obras, la Inspección Fiscal o Municipal a cargo de las obras, deberá dar cumplimiento a las siguientes:

PRESCRIPCIONES SOBRE EL EMPLEO Y EL ENSAYE EN FAENA DEL CEMENTO USADO EN LAS OBRAS PÚBLICAS Y MUNICIPALES.

Artículo 27. Precedencia del ensayo del cemento a su empleo.—Ningún cemento puede ser empleado en una obra antes que su calidad haya sido comprobada por medio de ensayos de faena y de laboratorio. Estos últimos se subdividen en ensayos a siete días y a veintiocho días y deben realizarse en conformidad a estas Normas.

Art. 28. Cemento con terrones.—Se re-

chazará sin más trámite toda barrica o saco de cemento que contenga terrones duros de cemento, que no se pueden deshacer con la presión de la mano.

Art. 29. Oportunidad y lugar en que se extraen las muestras.—Los ensayos, tanto de faenas como de laboratorio, se deben realizar sobre muestras tomadas del cemento depositado en faena. Las muestras deben tomarse con una anticipación de 30 días a la fecha del empleo del cemento.

Art. 30. Extracción de muestras.—Las muestras serán extraídas de la manera siguiente: La partida de cemento se divide en lotes de 20 t y fracción. Cada lote se subdivide en grupos de cincuenta unidades. De una unidad cualquiera de cada grupo, cuyo envase, cierros y sellos deben encontrarse intactos, se extrae una muestra (muestra simple). Las muestras extraídas de los diversos grupos de un mismo lote se reúnen y se forma con ellas un solo conjunto (muestra compuesta de faena).

Las muestras simples deben ser iguales entre sí y el total de ellas, correspondiente a un mismo lote, debe alcanzar un peso de 3 kg. De cada una de estas muestras compuestas de faena, se separa 1 kg. de cemento que se destina, separadamente, a los ensayos de faena.

Los 2 kg. restantes se colocan separadamente en bolsas de género o de papel, y cada 5 de ellas, que constituyen una muestra compuesta de laboratorio, correspondiente a 100 t. de cemento, se colocan en un envase metálico adecuado, herméticamente cerrado y soldado, el que será remitido a la mayor brevedad al Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Universidad de Chile o a otro debidamente autorizado.

Si la partida de cemento consta de menos de 50 unidades, se dividirá en grupos de 20 unidades y fracción y de

una unidad cualquiera de cada grupo, cuyo envase, cierre y sellos se encuentren intactos, se extrae una muestra simple. El conjunto de estas muestras simples constituye simultáneamente la muestra compuesta de faena y la muestra compuesta de laboratorio.

Las muestras simples deben ser iguales entre sí, y el total de ellas debe alcanzar a un peso de 3 kg.

Art. 31. *Simplificación del ensaye en caso de urgencia.*—El ensaye de faena y el de laboratorio son de rigor y deben efectuarse con anterioridad al empleo del cemento. En consecuencia, el cemento debe llegar a la faena a lo menos con 30 días de anticipación a su empleo.

Sin embargo, podrá emplearse el cemento después de haber obtenido un resultado favorable en el ensaye de faena, y antes de conocer el resultado del ensaye a 28 días del laboratorio, cuando se trata de un caso de urgencia, calificando como tal por la Inspección Fiscal o Municipal. Si el ensaye de laboratorio, a los 7 días que deberá efectuarse en este caso, resultare deficiente, se suspenderá el empleo del cemento, y éste será rechazado en definitiva si el resultado del ensaye a los 28 días no fuere satisfactorio.

Art. 32. *Simplificación del ensaye en obras de escasa importancia.*—Cuando se trata de obras de escasa importancia o cuando una posible deficiencia de la calidad del cemento no fuera de consecuencias graves, la Inspección Fiscal o Municipal podrá omitir el ensaye de laboratorio, debiendo efectuarse en todo caso un ensaye simplificado de faena, el que se limitará a la determinación del principio y fin de fragua por medio de la prueba de la uña.

En este caso, es condición indispensable que el cemento corresponda a una marca aceptada y haya sido adquirido

directamente de la fábrica, del importador o de un agente autorizado.

Art. 33. *Diversos ensayos de faena.*—Los ensayos de faena comprenden la determinación del principio y fin de fragua, la prueba de la constancia de volumen y la determinación del peso por unidad de volumen.

Tanto la determinación del principio y fin de fragua como la prueba de la constancia de volumen deben realizarse en un recinto cerrado cuya temperatura, durante el tiempo que dure el ensaye, debe estar comprendida entre 18° y 21°C. La temperatura del cemento del agua, y de los utensilios debe estar comprendida entre los mismos límites.

Art. 34. *Prueba de consistencia normal.*—Para preparar la pasta de consistencia normal, se baten durante cinco minutos sobre una superficie lisa e impermeable, 400 gr. de cemento con una cantidad de agua comprendida entre el 24 y el 30% del peso del cemento. Con esta pasta se llena un anillo de caucho de forma tronco cónica, de 4 cm. de altura, 8 cm. de diámetro libre superior y 6 cm. de diámetro libre inferior.

La cantidad exacta de agua de revolutura debe ser tal, que dejando caer sin velocidad inicial, al través de la pasta, una sonda de 1 cm² de sección y 300 gr. de peso (sonda de Tetmayer), su extremidad se detenga a 5 o 6 mm. del fondo.

Art. 35.—*Determinación del principio y fin de fragua.*—La determinación del principio y fin de fragua se efectúa:

a) Por medio de la aguja de Vicat.

La pasta de consistencia normal obtenida según lo especificado anteriormente se emplea para efectuar este ensaye. El anillo que contiene la pasta se coloca debajo de la aguja cilíndrica de Vicat, de 1 mm² de sección y 300 gr. de peso. Se considera como fin de fragua el momento en que la aguja dejada caer sua-

vente ya no deja impresión sobre la pasta endurecida.

b) Por medio del ensaye de la uña.

Se prepara la pasta de cemento con una cantidad de agua comprendida entre el 24 y el 30% del peso del cemento. La pasta así preparada se somete a este ensaye. La prueba debe efectuarse en un recinto cerrado cuya temperatura debe mantenerse en lo posible dentro de los límites antes fijados. Se considera como principio de fragua el momento en que esta pasta opone cierta resistencia a la penetración de la uña y que los bordes de una hendidura de $\frac{1}{2}$ mm. de profundidad adquieran cierta rigidez y se mantenga. Una vez que la uña aplicada sin gran esfuerzo no deja una marca perceptible en la pasta, el tiempo de fragua ha terminado. Durante toda la operación debe protegerse la pasta contra el aire para evitar la evaporación prematura de la humedad.

Art. 36.—*Determinación de la constancia de volumen.*—La determinación de la constancia de volumen se efectúa como sigue: Con una parte de la pasta de consistencia normal se prepara, sobre una placa de vidrio, una galleta de 1,5 a 2 cm. de espesor y de 8 a 10 cm. de diámetro. Inmediatamente después de preparada se introduce, junto con su placa de vidrio, en una caja saturada de humedad cuya temperatura debe mantenerse entre 18° y 21° C., y en la cual debe permanecer durante un plazo no inferior a 24 horas. La galleta con su placa de vidrio o sin ella, si ésta se ha desprendido, se coloca en posición vertical en un depósito lleno de agua fría en cantidad suficiente para que la galleta se mantenga sumergida durante todo el tiempo que dure el ensaye, sin que sea necesario agregar nueva cantidad. El depósito debe estar bien tapado; el agua se calienta lentamente en forma tal que

hierva después de quince minutos. Se mantiene en ebullición suave durante tres horas. Si a pesar de la precaución observada la galleta llegase a quedar en parte descubierta, se agregará agua hirviendo.

La prueba de constancia de volumen se considera satisfactoria si la galleta, después de las 3 y $\frac{1}{4}$ horas que ha durado el ensaye, se presenta dura, sonora, sin grietas, con los bordes intactos y con la cara que estaba en contacto con el vidrio, bien plana.

En el caso de producirse cualquiera clase de grietas en la galleta, es conveniente repetir el ensaye, porque con frecuencia las grietas tienen su origen en una revoltura deficiente de la pasta en un secamiento precipitado debido a corrientes de aire o a una temperatura inadecuada.

Art. 37.—*Determinación del peso por unidad de volumen.*—El peso por unidad de volumen no es necesario para establecer la calidad del cemento; se requiere, en cambio, para fijar la cantidad de cemento en volumen, que corresponde a una dosificación dada.

Para determinar este peso se usa una medida normal de 10 litros de capacidad. El cemento se deja caer en este depósito desde una altura de 40 cm. sobre el borde. El excedente se separa con una regla y se determina el peso neto del cemento contenido en la medida. Esta operación se realiza tres veces por lo menos tomando cemento de diferentes envases.

El término medio de los valores obtenidos, dividido por diez es el peso del cemento por litro.

Art. 38.—*Persona que de'e extraer las muestras.*—La extracción de las muestras del cemento, su colocación en los envases y el envío de las muestras de laboratorio a su destino, serán hechas por

la Inspección Fiscal o Municipal, sin intervención del contratista de la obra.

Art. 39.—*Persona que debe pagar los ensayos.*—Todos los gastos que origine la extracción, remisión y ensayos de laboratorio de los cementos, serán de cargo del contratista.

En el caso de que la obra se construya por administración, estos gastos serán de cuenta de la Inspección Fiscal o Municipal. Será, además, de cargo del contratista la provisión del recinto cerrado y de los utensilios necesarios para efectuar los ensayos de faena.

Los ensayos de faena serán realizados por la Inspección Fiscal o Municipal o bien en el Laboratorio de Ensayes en el caso que estuviera en la proximidad de la faena.

Art. 40.—*Responsabilidad del inspector fiscal o municipal.*—El ingeniero o arquitecto a cargo de la obra será directamente responsable del cumplimiento de las presentes prescripciones.

Art. 41.—*Almacenamiento del cemento en faena.*—Los galpones de almacenamiento deben construirse en tal forma que el cemento se encuentre protegido de la humedad. Será depositado sobre una base de hormigón o un emparrillado de durmientes de suficiente altura, protegido con tela o cartón impermeable.

Entre las paredes laterales del galpón y los sacos o barriles, debe quedar un espacio libre de 10 cm. a lo menos.

Tanto la disposición del galpón como el orden seguido en la colocación del cemento, deben consultarse en tal forma

que sea posible realizar fácilmente el muestreo y que pueda sacarse primero el cemento que tenga mayor tiempo de depósito.

Art. 42.—*Envase del cemento.*—El cemento debe ser entregado a la faena en su envase original de fábrica. Se considerará fraudulento un cemento que ha sido transvasiado por cualquier motivo después de su salida de la fábrica o cuyo nombre o marca haya sido alterada o cambiada.

Una vez comprobado el fraude se cancelará la inscripción del cemento y se dará cuenta a la justicia ordinaria.

Art. 43.—*Destino de los cementos rechazados.*—Los cementos rechazados en las faenas deberán señalarse por la Inspección Fiscal o Municipal como tales por medio de marcas indelebles aplicadas en los envases. El cemento rechazado deberá ser retirado de la faena por el contratista en el plazo y a la distancia mínima que la Inspección Fiscal o Municipal fije. En caso de no cumplirse esta orden, la Inspección Fiscal o Municipal procederá a inutilizar y retirar este cemento por cuenta del contratista.

Art. 44.—*Control ejercido por el Laboratorio de Ensayes.*—Los inspectores visitantes, designados por la Dirección de Servicio correspondiente, así como los designados por el Laboratorio que efectúe ensayos del cemento, tendrán facultad para denunciar a quienes corresponda las infracciones a estas prescripciones y tendrán para este efecto libre acceso a las faenas.